



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

**DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZÁLEZ Y ESCUELA
NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA, EN EL MUNICIPIO
DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA**

Daniela Alejandra Carrillo Velásquez

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, septiembre 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZÁLEZ Y ESCUELA
NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA, EN EL MUNICIPIO
DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

DANIELA ALEJANDRA CARRILLO VELÁSQUEZ

ASESORADA POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. José Mílton De León Bran
VOCAL V:	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

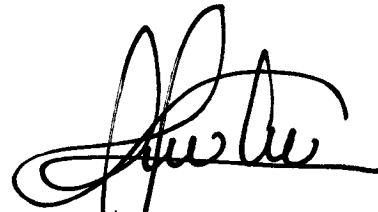
DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR:	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Rafael Morales Ochoa
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZÁLEZ Y ESCUELA
NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA, EN EL MUNICIPIO
DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha veinte de febrero de 2009.



Daniela Alejandra Carrillo Velásquez



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 19 de agosto de 2009.
Ref.EPS.DOC.1159.08.09.

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.), de la estudiante universitaria **Daniela Alejandra Carrillo Velásquez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412345**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZALEZ Y ESCUELA NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA”**.

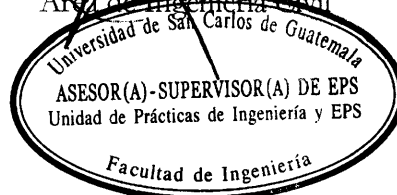
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseña a Todos”

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJRS/ra



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 19 de agosto de 2009.
Ref.EPS.D.489.08.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

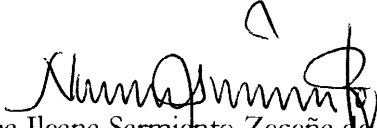
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZALEZ Y ESCUELA NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Daniela Alejandra Carrillo Velásquez**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el **Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

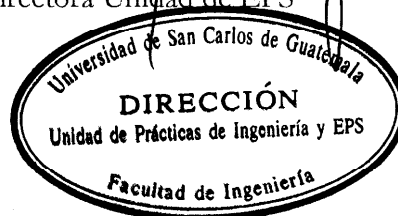
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





Guatemala,
19 de agosto de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZÁLEZ Y ESCUELA NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Daniela Alejandra Carrillo Velásquez, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
31 de agosto de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZÁLEZ Y ESCUELA NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Daniela Alejandra Carrillo Velásquez, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras

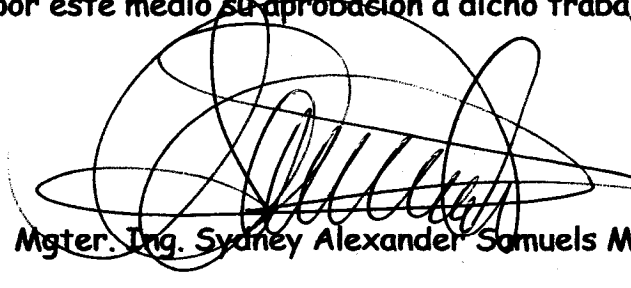



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante Daniela Alejandra Carrillo Velásquez, titulado DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZÁLEZ Y ESCUELA NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA, EN EL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, septiembre 2009.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS GONZÁLEZ Y ESCUELA NORMAL DE EDUCACIÓN FÍSICA JALAPA, EN EL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA,** presentado por la estudiante universitaria **Daniela Alejandra Carrillo Velásquez,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of a large loop and a horizontal line extending to the right.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, septiembre de 2009



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por darme la vida, bendiciones, sabiduría y por darme la fortaleza para luchar y alcanzar todas las metas que me he propuesto.

MIS PADRES

Enrique Santiago Carrillo Agustín y

Etna Elizabeth Velásquez Cajas

Por su amor, cariño, apoyo incondicional, dedicación, cuidados y consejos; gracias por haberme enseñado con su ejemplo los valores de la vida y por hacer de mí una mujer de bien.

MIS HERMANAS

Claudia Cristina y

Edna América

Por su amor, apoyo incondicional y por estar presentes en todos los momentos de mi vida

MI FAMILIA

Por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por su amistad, les agradezco por todo lo que vivimos y viviremos.

LA MUNICIPALIDAD DE JALAPA

Por brindarme su colaboración para realizar mi E.P.S., y en especial a los que integran la Oficina Municipal de Planificación.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Por todos los conocimientos adquiridos.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por abrirme las puertas del saber y así poder cumplir una de mis metas.

Todas aquellas personas que me ayudaron de una u otra manera en mi formación profesional y personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE JALAPA	
1.1 Generalidades	1
1.1.1 Ubicación y localización	1
1.1.2 Accesos y comunicaciones	2
1.1.3 Población	3
1.1.4 Actividades económicas	4
1.1.5 Clima	4
1.2 Principales necesidades del municipio	6
1.2.1 Descripción de necesidades	6
1.2.2 Priorización de necesidades	6

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1	Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los González	
2.1.1	Descripción del proyecto	7
2.1.2	Fuente	7
2.1.3	Caudal de aforo	8
2.1.4	Análisis de la calidad del agua	8
2.1.5	Levantamiento topográfico	9
2.1.6	Población actual	9
2.1.7	Tasa de crecimiento	10
2.1.8	Tipo y número de conexiones	10
2.1.9	Parámetros de diseño	10
2.1.9.1	Período de diseño	10
2.1.9.2	Población de diseño	11
2.1.9.3	Dotación	12
2.1.9.4	Factores de consumo	12
2.1.9.4.1	Factor de día máximo	12
2.1.9.4.2	Factor de hora máximo	13
2.1.10	Determinación de caudales	13
2.1.10.1	Caudal medio diario	13
2.1.10.2	Caudal máximo diario	14
2.1.10.3	Caudal máximo horario	15
2.1.11	Línea de conducción	15
2.1.11.1	Caudal de bombeo	16
2.1.11.2	Diámetro económico	17
2.1.11.3	Potencia de equipo de bombeo	20
2.1.11.4	Golpe de ariete	23
2.1.11.5	Especificaciones del equipo de bombeo	26
2.1.12	Tanque de distribución	27

2.1.12.1	Volumen del tanque	27
2.1.12.2	Diseño de muro	28
2.1.12.3	Diseño de losa	33
2.1.13	Red de distribución	40
2.1.13.1	Cálculo hidráulico de red	41
2.1.13.1.1	Caudal de uso simultáneo	42
2.1.13.1.2	Caudal unitario	42
2.1.13.1.3	Diámetro de tubería	43
2.1.13.1.4	Velocidad del agua	44
2.1.13.1.5	Cota piezométrica	45
2.1.13.1.6	Presión estática	46
2.1.13.1.7	Presión dinámica	46
2.1.14	Obras de arte	50
2.1.14.1	Caja para válvulas	50
2.1.14.2	Válvula de aire	50
2.1.14.3	Válvula de limpieza	51
2.1.14.4	Válvula de compuerta	51
2.1.14.5	Válvula de globo	51
2.1.14.6	Válvula de paso	52
2.1.15	Sistema de desinfección	52
2.1.16	Impacto ambiental	55
2.1.17	Presupuesto	58
2.1.18	Propuesta de tarifa	59
2.1.19	Evaluación socioeconómica	59
2.1.19.1	Valor Presente Neto	59
2.1.19.2	Tasa Interna de Retorno	61

2.2	Diseño de Escuela Normal de Educación Física Jalapa en el municipio de Jalapa	
2.2.1	Descripción del proyecto	65
2.2.2	Diseño arquitectónico	65
2.2.2.1	Distribución de ambientes	66
2.2.2.2	Capacidad y área requerida	67
2.2.3	Estudio de suelo	68
2.2.4	Análisis estructural	71
2.2.4.1	Selección de tipo de estructura	72
2.2.4.2	Cargas de diseño	72
2.2.4.2.1	Carga muerta	72
2.2.4.2.2	Carga viva	73
2.2.4.2.3	Carga de sismo	73
2.2.4.3	Predimensionamiento de elementos estructurales	74
2.2.4.4	Distribución de cargas verticales	79
2.2.4.5	Distribución de fuerzas horizontales	83
2.2.4.5.1	Corte basal (V)	83
2.2.5	Análisis de marcos utilizando software y comparación con un método numérico	102
2.2.6	Diseño estructural	107
2.2.6.1	Diseño de losas	108
2.2.6.2	Diseño de vigas	122
2.2.6.3	Diseño de columnas	131
2.2.6.4	Diseño de cimientos	147
2.2.7	Impacto ambiental	156
2.2.8	Presupuesto	159

CONCLUSIONES	163
RECOMENDACIONES	165
BIBLIOGRAFÍA	167
ANEXOS	169
APÉNDICE	171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del municipio de Jalapa, contiene ubicación de proyectos	2
2.	Mapa climático del departamento de Jalapa (precipitación y temperatura promedio anuales)	5
3.	Dimensiones de muro (m)	29
4.	Distribución de momentos en losa (Kg-m)	36
5.	Área tributaria columna	75
6.	Áreas tributarias	80
7.	Integración de cargas verticales sentido "X"	82
8.	Integración de cargas verticales sentido "Y"	82
9.	Mapa de microzonificación sísmica de la república de Guatemala	85
10.	Planta nivel 2 de distribución de fuerzas por marco	98
11.	Planta nivel 1 de distribución de fuerzas por marco	101
12.	Carga horizontal sentido "X" eje "C"	101
13.	Carga horizontal sentido "Y" eje "8"	102
14.	Diagrama de momentos utilizando método de Cross para $1.2CM + 1.0CV \pm 1.0E$ (Kg-m)	103
15.	Diagrama de momentos utilizando software ETABS para $1.2CM + 1.0CV \pm 1.0E$ (Kg-m)	104
16.	Diagrama de momentos para carga muerta (Kg-m)	105

17.	Diagrama de momentos para carga viva (Kg-m)	105
18.	Diagrama de momentos en vigas y columnas para carga de sismo (Kg-m)	106
19.	Diagrama de envolvente de momentos en vigas 1.2CM + 1.0CV ± 1.0E (Kg-m)	106
20.	Diagrama de envolvente de momentos en columnas 1.2CM + 1.0CV ± 1.0E (Kg-m)	107
21.	Planta típica de losas	109
22.	Distribución de momentos en losas nivel 1 (Kg-m)	113
23.	Distribución de momentos en losas nivel 1 (Kg-m)	116
24.	Diagrama de envolvente de momentos nivel 1 (Kg-m)	123
25.	Área tributaria de columna nivel 1	132
26.	Área de zapata donde actúa el corte punzonante	152

TABLAS

I.	Diseño hidráulico línea de impulsión	20
II.	Momento estabilizante en el muro	30
III.	Diseño hidráulico línea de distribución	49
IV.	Cuadro de impactos ambientales	56
V.	Integración de costos de abastecimiento de agua potable	58
VI.	Cronograma de ejecución de abastecimiento de agua potable	59
VII.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	73
VIII.	Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección	77
IX.	Factor de zona sísmica Z	85

X.	Factor de cercanía a la fuente N_v	86
XI.	Tipo de lugar de origen del sismo	86
XII.	Tipo de perfiles de suelo	87
XIII.	Coefficiente de sismicidad C_v	87
XIV.	Categoría de destino	88
XV.	Sistemas estructurales	88
XVI.	Coefficiente de sismicidad C_a	90
XVII.	Factor de cercanía a la fuente N_a	90
XVIII.	Fuerzas por nivel, sentido “X” y “Y”	93
XIX.	Cálculo de rigidez por marco nivel 2, sentido “Y”	96
XX.	Fuerzas por marco nivel 2, sentido “Y”	96
XXI.	Cálculo de rigidez por marco nivel 2, sentido “X”	97
XXII.	Fuerzas por marco nivel 2, sentido “X”	97
XXIII.	Cálculo de rigidez por marco nivel 1, sentido “Y”	99
XXIV.	Fuerzas por marco nivel 1, sentido “Y”	99
XXV.	Cálculo de rigidez por marco nivel 1, sentido “X”	100
XXVI.	Fuerzas por marco nivel 1, sentido “X”	100
XXVII.	Áreas de acero requeridas para losas nivel 1	120
XXVIII.	Cuadro de impactos ambientales	156
XXIX.	Integración de costos de edificio escolar	159
XXX.	Cronograma de ejecución de edificio escolar	161

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>a</i>	Celeridad
<i>A</i>	Área
<i>A'</i>	Dimensión del claro corto de la losa vista en planta
ACI	American Concrete Institute
<i>A_{CH}</i>	Área chica, área del núcleo de la sección tomada a ejes del refuerzo longitudinal exterior
<i>A_g</i>	Área gruesa, área total de la sección del elemento
<i>A_p</i>	Área de punzonamiento
<i>A_s</i>	Área de acero de refuerzo
<i>A_{s máx}</i>	Área de acero máximo permitido
<i>A_{s mín}</i>	Área de acero mínimo permitido
<i>A_T</i>	Área tributaria
<i>A_{s varilla}</i>	Área de acero de la varilla a utilizar
<i>A_z</i>	Área de la zapata
<i>b</i>	Ancho del elemento en sección
<i>C</i>	Coficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
CDT	Carga dinámica total
<i>C_f</i>	Cota de finalización de tramo
<i>C_g</i>	Centro de gravedad
<i>C_i</i>	Cota de inicio de tramo
<i>C_m</i>	Centro de masa
<i>CM</i>	Carga muerta

<i>CMU</i>	Carga muerta última
<i>C_p</i>	Cota piezométrica
<i>CR</i>	Centro de rigidez
<i>C_T</i>	Cota de terreno
<i>CU</i>	Carga última
<i>CV</i>	Carga viva
<i>CVU</i>	Carga viva última
<i>d</i>	Peralte, efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
<i>D</i>	Factor de distribución
<i>Df</i>	Desplante
<i>d_i</i>	Distancia entre el centro de rigidez de la estructura y el eje del marco considerado
<i>e</i>	Excentricidad
<i>E</i>	Esbeltez de la columna
<i>Ec</i>	Módulo de elasticidad del concreto
<i>e_{min}</i>	Excentricidad mínima
E. P. S.	Ejercicio Profesional Supervisado
<i>Es</i>	Módulo de elasticidad del acero
<i>e_x</i>	Excentricidad en el sentido X
<i>e_y</i>	Excentricidad en el sentido Y
<i>F_A</i>	Fuerza activa
<i>F_i</i>	Fuerza por nivel
<i>f'c</i>	Resistencia a la compresión del concreto
<i>F_m</i>	Fuerza por marco
<i>F'_m</i>	Fuerza traslacional
<i>F''_m</i>	Fuerza rotacional
<i>FS</i>	Factor de seguridad

g	Gravedad
h	Peralte total del elemento en sección
$h_{dinámico}$	Altura del nivel dinámico a la boca del pozo
hf	Pérdida por fricción en la tubería
HG	Hierro galvanizado
I	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
INE	Instituto Nacional de Estadística
k	Rigidez del elemento
K	Factor de pandeo de la columna
k_x	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido X
k_y	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido Y
L	Longitud del elemento
l/habitante/día	Litros habitante día
l_0	Longitud de confinamiento de estribos
l/s	Litros por segundo
L_u	Luz libre del elemento
m	Metro
M	Momento
M_B	Momento balanceado
M_C	Momento mayorado amplificado
m. c. a.	Metros columna de agua
mm	Milímetros
M_{neg}	Momento negativo
M_{pos}	Momento positivo
msnm	Metros sobre el nivel del mar

M_u	Momento último
M_x	Momento actuante en el sentido X
M_y	Momento actuante en el sentido Y
n	Período de años
N	Número de viviendas
N_c	Factor de flujo de carga última
N_q	Factor de flujo de carga
N_γ	Factor de flujo del suelo
P	Carga aplicada a la columna
P_a	Población actual
P_c	Carga crítica de pandeo de Euler
$P_{cimentado}$	Peso del cimiento
$P_{columna}$	Peso de la columna
P_D	Presión dinámica
P_E	Presión estática
P_f	Población futura
$P_{m\acute{a}x}$	Presión máxima
P_n	Valor aproximado de carga de falla con excentricidad en X y Y
P_o	Carga de falla cuando el elemento tiene carga axial pura
P_{suelo}	Peso del suelo sobre zapata
P_u	Peso último aplicado a la columna
PSI	Libras por pulgada cuadrada
PVC	Cloruro de polivinilo
q_d	Valor soporte de diseño
q_o	Valor soporte último
q_u	Valor soporte neto último
Q	Caudal

Q_B	Caudal de bombeo
Q_i	Caudal instantáneo
Q_{md}	Caudal medio diario
$Q_{m\acute{a}x. \text{ diario}}$	Caudal máximo diario
$Q_{m\acute{a}x. \text{ horario}}$	Caudal máximo horario
Q_V	Caudal por vivienda
r	Tasa de crecimiento promedio anual poblacional
s	Espaciamiento del acero de refuerzo
$S_{m\acute{a}x}$	Espaciamiento máximo del acero de refuerzo
S_{min}	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
s_o	Separación de centro a centro de los estribos
t	Espesor de la losa
T	Tonelada
t_B	Tiempo de bombeo
TIR	Tasa Interna de Retorno
V	Esfuerzo de corte basal total de diseño
V_a	Esfuerzo de corte actuante
$V_{m\acute{a}x}$	Corte máximo actuante
V_p	Corte por punzonante
VPN	Valor Presente Neto
V_R	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
V_S	Valor soporte del suelo
W	Peso distribuido de la estructura
W_i	Peso distribuido por nivel
WT	Carga total distribuida
Wu	Carga uniforme distribuida última
β_d	Factor de flujo plástico
γ_c	Peso específico del concreto

γ_{cc}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_s	Peso específico del suelo
ΔP	Sobrepresión
δ	Magnificador de momentos
θ	Ángulo de fricción interna
ρ_{bal}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
$\rho_{máx}$	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
$\rho_{mín}$	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
Σ	Sumatoria de una serie de valores
\emptyset	Diámetro
\emptyset_i	Diámetro interno del tubo
Ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo superior
Ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo inferior
Ψ_P	Coeficiente promedio mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, tees, coplas, etc.
Aforo	Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
Agregado	Material granular, como arena, grava, piedra chancada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio aglomerante para formar hormigón o mortero.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
Análisis de agua	Es el conjunto de parámetros, que tienen por objeto definir la calidad del agua, al relacionarlos con normas, las cuales establecen los valores de las concentraciones máximas aceptables y/o permisibles, para el uso benéfico, al cual se destine.
Carga axial	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.

Carga estática	También es llamada presión estática, y es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento, caja rompe presión, o tanque de distribución, y el punto de descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a.).
Carga dinámica	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el agua en tubos piezométricos a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
Carga muerta	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción, sin mayorar.
Carga viva	Consiste, principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.
Caudal	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
Columna	Elemento con una razón entre altura y menor dimensión lateral mayor que 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión.

Consumo	Volumen de agua que es utilizado. Está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece, por lo que varía de una población a otra.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
Demanda	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
Desinfección	Eliminar a una cosa la infección o la propiedad de usarla, destruyendo los gérmenes nocivos o evitando su desarrollo.
Dotación	Cantidad de agua asignada por habitante por día para satisfacer sus necesidades, afectado por factores tales como el clima, condiciones socioeconómicas, tipo de abastecimiento.
Estribo	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural; por lo general barras, alambres o malla electro soldada de alambre, liso o estriado, ya sea sin dobleces o doblados en forma de L, de U o formas rectangulares, y situados perpendicularmente o en ángulo con respecto a la armadura longitudinal. El término “estribo”

se aplica normalmente a la armadura transversal de elementos sujetos a flexión y el término “amarra” a los que están en elementos sujetos a compresión.

Excentricidad

Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.

Longitud de desarrollo

Longitud embebida en el hormigón que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.

Módulo de elasticidad

Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad de material.

Momento

Producto de una fuerza por la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.

Muro

Elemento, generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.

Perdida de carga

Es la disminución de presión dinámica debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.

Piezométrica	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.
Presión	Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
Tanque	Es un recipiente de gran tamaño, normalmente cerrado a contener líquidos o gases.
Topografía	Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman “planos topográficos”, y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutarlos “levantamientos topográficos o de planos”.
Viga	Miembro horizontal usado principalmente para soportar cargas.
Zapata	Tipo de cimentación superficial adecuado, cuando el terreno tiene propiedades de soporte adecuados.

RESUMEN

El presente informe contempla la planificación y desarrollo de los estudios técnicos realizados en el municipio de Jalapa del departamento de Jalapa, los cuales consisten en servicios de agua potable e infraestructura.

El primer capítulo contiene la parte descriptiva y monográfica del municipio, así como un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura, describiéndolas y realizando una priorización.

En la segunda parte se describen los parámetros utilizados, normas y cálculos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los González y la Escuela Normal de Educación Física Jalapa.

En el proceso del diseño del sistema de agua potable, se determinó que debido a las condiciones del terreno el sistema de abastecimiento sería por gravedad. La fuente de abastecimiento es por medio de un pozo, se constató a través del análisis físico químico y el examen bacteriológico que el agua es sanitariamente segura. Tomando en cuenta todos los parámetros, se realiza el diseño de la línea de conducción, del tanque de distribución y de la línea de distribución. La elaboración de un análisis socioeconómico del lugar se utilizó para la determinación de una tarifa mensual, conjuntamente con esto se presenta el estudio del costo total del proyecto.

Para el diseño de la estructura del edificio escolar, se tomaron en cuenta normas y criterios generales, tanto arquitectónicos como estructurales. En el diseño estructural, se consideran todas las cargas verticales y horizontales que actúan sobre la estructura, así como las fuerzas sísmicas. Una vez obtenidas las cargas se definen las características de los elementos que componen una estructura, como losas, vigas, columnas y zapatas en concreto armado. Concluido el diseño se elabora el presupuesto y se presenta los cronogramas de ejecución.

En la parte final se adjuntan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos como complemento a la fase de servicio técnico profesional.

OBJETIVOS

GENERAL:

Contribuir con el desarrollo de las comunidades, diseñando los proyectos de infraestructura como lo son un sistema de abastecimiento de agua potable y una escuela, en el municipio de Jalapa, Jalapa.

ESPECÍFICOS:

1. Realizar una investigación monográfica del municipio de Jalapa, sobre necesidades y servicios que se encuentren en dicho municipio.
2. Capacitar a los miembros de comités de desarrollo, así como al personal municipal, en lo referente a manejo y operación de sistemas de agua potable y estructuras.
3. Promover por medio del diseño de proyectos de infraestructura, al desarrollo y crecimiento del municipio de Jalapa, Jalapa.

INTRODUCCIÓN

En el área rural del país se observan muchas necesidades de los habitantes, entre las cuales sobresalen los servicios básicos como el agua potable, energía eléctrica, centros de salud, escuelas y servicios de letrinas, entre otros. La carencia de dichos servicios contribuye al atraso económico, social y de salud de las comunidades afectadas.

Con el apoyo de instituciones estatales como lo es la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del programa de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería, se busca aportar a las comunidades soluciones a estos problemas.

Por lo anterior mencionado, en este caso en el municipio de Jalapa del departamento de Jalapa, surge la necesidad de diseñar para el caserío Los González un sistema de abastecimiento de agua potable y un edificio escolar para el municipio de Jalapa.

El presente informe está enfocado en el planteamiento de soluciones técnicas, económicas y factibles para ambas situaciones, presentando el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable y de la escuela de educación física, el cual incluye diseños, cálculos, presupuestos y planos finales de cada uno de los proyectos.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE JALAPA

1.1 Generalidades

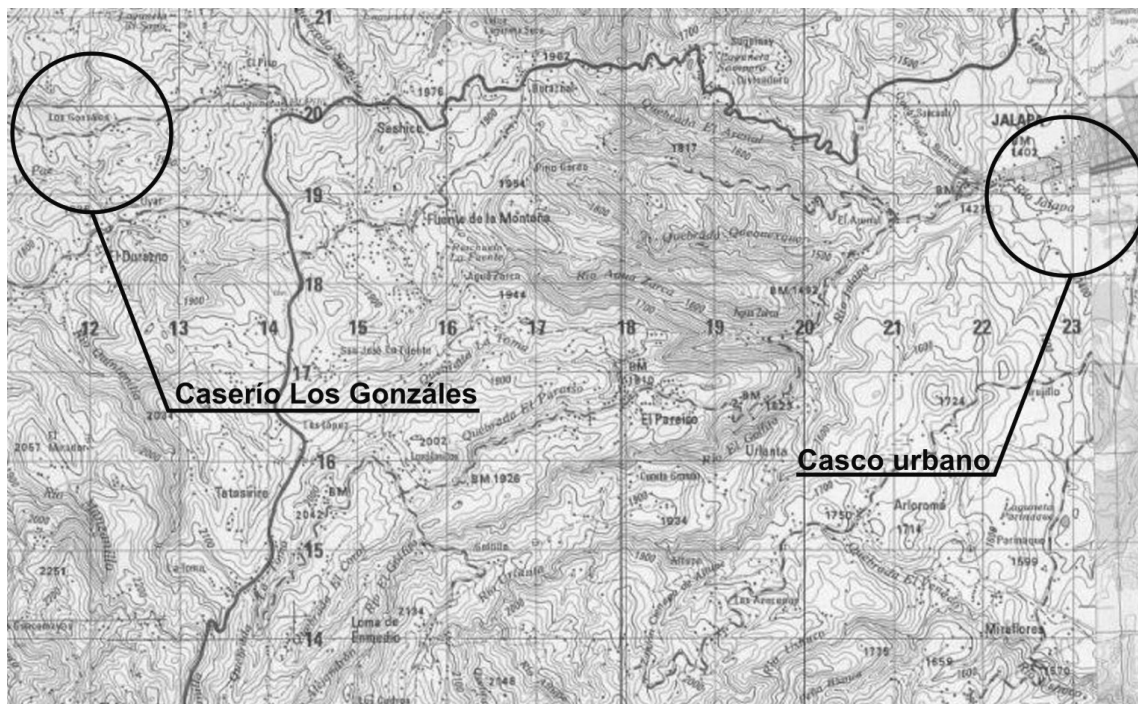
1.1.1 Ubicación y localización

El departamento de Jalapa se encuentra situado en la región IV, sur oriente de La República de Guatemala, con una extensión territorial de 2,063.86 kilómetros cuadrados. El departamento de Jalapa, colinda al norte con el departamento de El Progreso, al sur con los departamentos de Jutiapa y Santa Rosa, al este con los departamentos de Zacapa y Chiquimula y al oeste con el departamento de Guatemala. El municipio de Jalapa está limitado en la forma siguiente: al norte con los municipios de Sanarate y Sansare del departamento de El Progreso, al sur con el municipio de Monjas y San Carlos Alzatate, al este con el municipio de San Pedro Pinula y al oeste con Mataquescuintla, todos del departamento de Jalapa.

El municipio de Jalapa del departamento de Jalapa se encuentra localizado aproximadamente a 172 kilómetros en dirección este-noreste de la capital de la República, y a 98 kilómetros en dirección norte.

Según el Instituto Geográfico Nacional, el parque de la cabecera se encuentra localizado a 1,361.91 metros sobre el nivel de mar, latitud 14°38'02", y longitud 89°58'52". El caserío Los González del municipio de Jalapa, se encuentra localizado a 12 kilómetros de la cabecera departamental con una elevación de 1,948 metros sobre el nivel del mar, latitud 14°38'11", y longitud 90°05'32".

Figura 1. Mapa del municipio de Jalapa, contiene ubicación de proyectos



Fuente: Mapa cartográfico escala 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

1.1.2 Accesos y comunicaciones

El municipio de Jalapa del departamento de Jalapa cuenta con 2 vías de acceso principales las cuales comunican a la cabecera departamental con la

ciudad capital, una de ellas lo hace por la ruta del Atlántico, vía Sanarate, El Progreso, con una distancia de 98 kilómetros, y la otra por la vía Jutiapa y Santa Rosa a una distancia de 170 kilómetros de la ciudad de Guatemala. Comunicando también a la cabecera departamental con los diferentes municipios que se encuentran localizados sobre la ruta y con otros municipios los cuales cuentan con rutas de acceso que están conectadas con dichas rutas.

El caserío Los González cuenta sólo con una vía de acceso, la cual se encuentra asfaltada.

1.1.3 Población

Según censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) el municipio de Jalapa, en el año 2002 se conformaba de 105,796 habitantes y se contaba con 23,256 viviendas. La densidad de población era entonces de 167 habitantes por kilometro cuadrado.

El caserío Los González contaba con 89 viviendas con un total de 470 habitantes, compuesto de niños, adultos y ancianos, donde el 51% de la población total está constituida por mujeres y el 49% por hombres. Se cuenta con una tasa de crecimiento poblacional del 2.6% anual.

Del total de los habitantes del municipio de Jalapa el 99% hablan el Idioma Español.

1.1.4 Actividades económicas

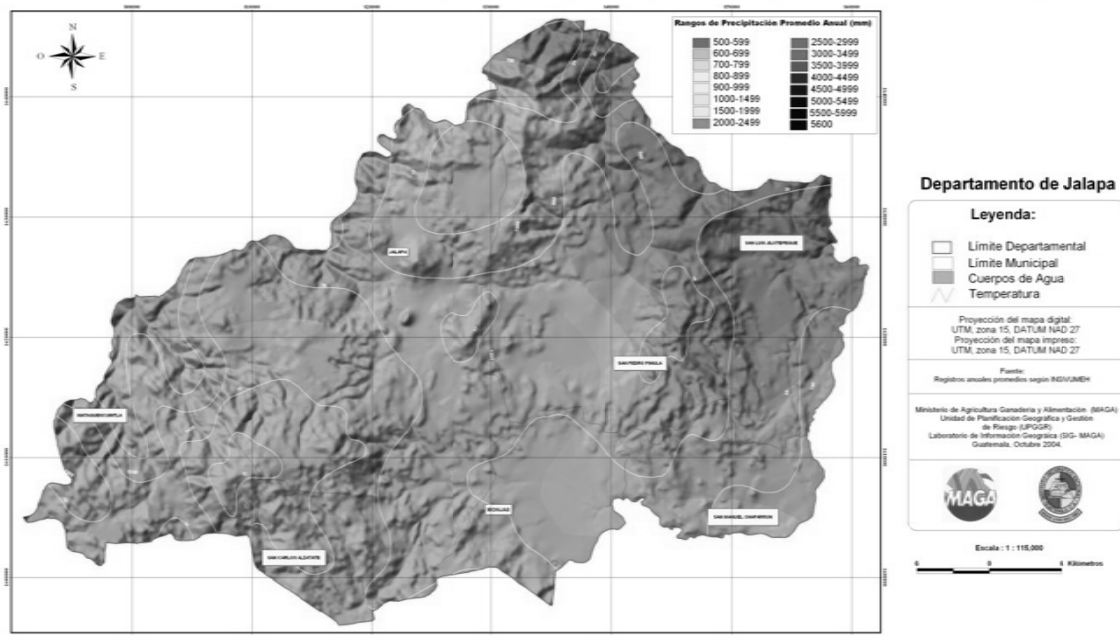
El departamento de Jalapa respalda su economía en diversas actividades comerciales, las que también se ven influenciadas por las mismas condiciones del terreno, sobre todo en la rama agrícola, pues existe la producción de diversidad de cultivos de acuerdo a los climas variados existentes por la topografía del terreno, y entre estos tenemos la producción de maíz, frijol, arroz, papa, yuca, chile, café, banano, tabaco, caña de azúcar, trigo, etc. En cuanto a las actividades pecuarias, se tiene la crianza de ganado vacuno, caballar y porcino; también se destaca la elaboración de los productos lácteos, la panela, el beneficiado de café, productos de cuero; y lo que es la actividad artesanal, se distingue con la producción de tejidos de algodón, cerámica tradicional, cerámica vidriada, jarcia, muebles de madera, productos de palma, teja y ladrillo de barro, cerería, cohetes, instrumentos musicales, productos de jícara, etc.

1.1.5 Clima

Según información general del Instituto de Sismología, Vulcanología y Meteorología (INSIVUMEH), las condiciones climáticas se caracterizan por lluvias estacionales de mayo a octubre y una estación seca, con leves lluvias ocasionales, marcadas en los meses de marzo, abril y noviembre. La precipitación media anual registrada es de 973mm, la cual precipita en un 98% entre mayo a octubre, por lo cual existe un déficit hídrico comprendido entre los meses de noviembre a mayo.

La temperatura media oscila entre el rango de 15.3° a 28.6°C, el trimestre más frío es entre diciembre y febrero, en este período las temperaturas pueden bajar hasta un 15.3°C, los valores más altos de temperatura media ocurren en el mes de junio. La humedad relativa según el INSIVUMEH es del 69%, con vientos de 6.3km/hora.

Figura 2. Mapa climático del departamento de Jalapa (precipitación y temperatura promedio anuales)



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga).

1.2 Principales necesidades del municipio

1.2.1 Descripción de necesidades

El municipio de Jalapa es un municipio en pleno desarrollo y uno de los principales del departamento de Jalapa, debido a lo anterior y al crecimiento de la población, se requieren servicios tales como agua potable, escuelas, drenajes, puentes, centros de salud, energía eléctrica e infraestructura en general. Dichas necesidades se encuentran principalmente en las periferias del municipio.

1.2.2 Priorización de necesidades

Tomando en cuenta el momento en el que fue realizado el E.P.S. en el municipio de Jalapa, se llegó a la conclusión de que era de suma importancia planificar en dicho momento (en el enfoque de un proyecto de tesis) el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los González, así como la Escuela Normal de Educación Física Jalapa en el municipio de Jalapa, departamento de Jalapa.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los González

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de sistema de agua potable, con el cual se pretende beneficiar a los pobladores del caserío Los González, quienes son los que demandan tal servicio, ya que es de vital necesidad para su subsistencia. En la actualidad cuenta con un sistema de abastecimiento de agua inadecuado, que fue construido empíricamente y no logra abastecer de forma completa las necesidades de la población. Adicionalmente a esto tampoco existe un sistema básico de desinfección, con la realización de dicho proyecto se pretende reducir al mínimo las enfermedades gastrointestinales producidas por el consumo de aguas contaminadas.

2.1.2 Fuente

En el caserío Los González, existe un comité de Pro-mejoramiento, el cual a través de una Institución de ayuda, logró que se perforara un pozo, el que servirá como fuente de agua para toda la comunidad.

2.1.3 Caudal de aforo

El aforo es la determinación del caudal de una fuente, el aforo del pozo lo realizó la empresa MASEHISA, información proporcionada por la misma empresa nos indica que el caudal de aforo es de 11.99 litros por segundo, el cual llena las expectativas que se requieren para distribuir el agua de forma permanente, durante el período de diseño, que en este caso es de 22 años.

2.1.4 Análisis de la calidad del agua

El agua es un elemento indispensable para la vida, por lo que la calidad del agua se exige de acuerdo al uso que se le asignará, en este caso, para consumo humano, por lo que debe ser sanitariamente segura.

Para ello, debe cumplir con las normas de calidad físico químicas y bacteriológicas, lo cual se demuestra con el análisis de laboratorio cumpliendo la norma COGUANOR NGO 29001.

Para el mismo se tomó una muestra de la fuente en donde los resultados del examen bacteriológico indican que el agua de la fuente es potable y el resultado del examen físico químico indica que el agua de la fuente es apta para el consumo humano (ver resultados en anexos). Por lo que se tiene que llevar un proceso de desinfección simple para su consumo.

2.1.5 Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción, red de distribución, zona del tanque de almacenamiento, y en el área de las posibles obras de arte.

Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son: planimetría y altimetría, los cuales pueden ser de 1er., 2do. y 3er. orden. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se utilizó una topografía de primer orden.

Los resultados del trabajo de campo se plasman en la libreta de topografía, para la línea de conducción, red de distribución, zona del tanque de almacenamiento, y en el área de las posibles obras de arte; para el levantamiento topográfico se utilizó una estación total, un trípode, un jalón, un prisma, una cinta métrica de 100 metros y estacas de madera.

2.1.6 Población actual

La población actual a beneficiar, según censo realizado es de 563 habitantes, en el levantamiento topográfico se registraron 100 viviendas.

2.1.7 Tasa de crecimiento

Según lo investigado en el Instituto Nacional de Estadística (INE), la tasa de crecimiento poblacional para el departamento de Jalapa es de 2.6%, la cual se utilizó para el diseño de este proyecto.

2.1.8 Tipo y número de conexiones

El proyecto tiene contemplado que se conecten 96 conexiones domiciliarias y 4 conexiones públicas (2 iglesias y 2 escuelas).

2.1.9 Parámetros de diseño

2.1.9.1 Período de diseño

Consiste en el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio satisfactorio a la población. Para determinarlo se debe tomar en cuenta la vida útil de los materiales, los costos, la población de diseño, etc., según las normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales U.N.E.P.A.R., se recomiendan los siguientes períodos de diseño:

TIPO DE ESTRUCTURA PERÍODO DE DISEÑO

Obras civiles	20 años.
Equipo mecánico	De 5 a 10 años.

En el caso del presente proyecto se adaptó un período de diseño de 22 años, ya que se toman dos años de diseño, gestión y construcción del proyecto, también debido a que se utilizará P.V.C.; esto permite la durabilidad de las instalaciones y la capacidad de agua que genera la fuente de servicio.

2.1.9.2 Población de diseño

Existen diversos métodos matemáticos para conocer el crecimiento de población futura, pero para el diseño del presente proyecto se tomó el Método Geométrico por ser el modelo que mejor se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo.

La fórmula viene dada por:

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

Donde:

P_f = Población futura (habitantes)

P_a = Población actual (habitantes)

r = Tasa de crecimiento promedio anual (%)

n = Período de diseño (años)

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$P_f = 563hab * (1 + 0.026)^{22años} = 890 habitantes$$

2.1.9.3 Dotación

La dotación adoptada para el caserío Los González fue de 100 l/hab/día, la cual se tomó en base al clima, tipo de comunidad, nivel socio económico del lugar, calidad y cantidad de agua.

2.1.9.4 Factores de consumo

2.1.9.4.1 Factor de día máximo

Este es un factor de seguridad, tomando en cuenta el tamaño de la población y de la capacidad de la fuente, oscila entre 1.2 y 1.5, para diseño del presente proyecto se tomó 1.5.

2.1.9.4.2 Factor de hora máximo

Al igual que el factor de día máximo éste es un factor que está relacionado con el número de habitantes y sus costumbres, se encuentra entre 2 y 3, para el diseño de este proyecto se utilizará 2.5.

2.1.10 Determinación de caudales

2.1.10.1 Caudal medio diario

Se toma como Q_{md} al promedio de los consumos diarios registrados durante un año, pero debido a que el caserío no cuenta con datos de consumo registrados, el consumo caudal medio diario se cálculo así:

$$Q_{md} = \frac{D * P}{86400}$$

Donde:

Q_{md} = Caudal medio diario en l/s

D = Dotación en l/hab/día

P = Número de habitantes

86400 = Cantidad de segundos en un día

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$Q_{md} = \frac{100l/hab * 890hab.}{86400s} = 1.03l/s$$

2.1.10.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o caudal de conducción es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año, viene dado por:

$$Q_{max. \text{ diario}} = f_{dm} * Q_{md}$$

Donde:

$Q_{max. \text{ diario}}$ = Caudal máximo diario en l/s

f_{dm} = Factor de día máximo que oscila entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, según normas UNEPAR.

Q_{md} = Caudal medio diario en l/s

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$Q_{max. \text{ diario}} = 1.5 * 1.03l/s = 1.55l/s$$

2.1.10.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución, es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año, viene dado por:

$$Q_{max. \text{ horario}} = fhm * Q_{md}$$

Donde:

$Q_{max. \text{ horario}}$ = Caudal máximo horario en l/s

fhm = Factor de hora máximo que se encuentra entre 2 y 3 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, según normas UNEPAR.

Q_{md} = Caudal medio diario en l/s

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$Q_{max. \text{ horario}} = 2.5 * 1.03l/s = 2.58l/s$$

2.1.11 Línea de conducción

El diseño de la línea de conducción se realizará de una manera similar al diseño de una línea de conducción por gravedad, debido a que conforme a la

topografía del terreno el pozo se encuentra ubicado en la parte más alta de dicho sistema.

2.1.11.1 Caudal de bombeo

El caudal de bombeo se utiliza para diseñar la línea de conducción, es la cantidad de agua que debe bombearse desde el fondo del pozo hasta el tanque de almacenamiento y depende de la cantidad de horas al día que se conectara la bomba, en nuestro caso se conectara 4 horas al día.

El caudal de bombeo se determina con la siguiente fórmula:

$$Q_B = \frac{Q_{max. \text{ diario}} * 24}{t_B}$$

Donde:

Q_B = Caudal de bombeo en l/s

$Q_{max. \text{ diario}}$ = Caudal máximo diario en l/s

24 = Número de horas por día

t_B = Tiempo de bombeo en horas/día

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$Q_B = \frac{1.55l/s * 24.00h}{4.00h} = 9.30l/s$$

2.1.11.2 Diámetro económico

Para el diseño de la línea de conducción por gravedad se deben determinar las longitudes y los diámetros para poder ajustar las pérdidas a las alturas disponibles.

En conducciones forzadas (por gravedad o por bombeo) si se trata de agua con material en suspensión sedimentable o erosivo, la velocidad mínima debe de ser mayor de 0.4m/s y menor de 3.0m/s y si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo no hay límite mínimo y el máximo se fijará solamente de acuerdo a la sobre presión del golpe de ariete y en ningún caso mayor a 5m/s.

En una línea de conducción, hay que tomar en cuenta que hay que combinar dos diámetros, uno grande y el otro menor, para hacer que las pérdidas sean iguales a las alturas disponibles. Para ello hay que determinar cuál es la longitud de tubería para cada uno de ellos.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazen Williams. La longitud de diseño de toda la tubería se debe de incrementar de un 5 a un 10%, en este caso se incrementó en un 5%, el cual representa la incertidumbre al considerar la pendiente del terreno y las condiciones de accesibilidad en el momento de ejecutar el proyecto.

La fórmula de Hazen & Williams que viene dada por:

$$hf = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \phi^{4.87}}$$

Donde:

hf = Pérdida de carga en m

L = Longitud de la tubería en m

Q = Caudal en l/s

C = Coeficiente de fricción (PVC $C=150$, HG $C=100$)

ϕ = Diámetro de la tubería en in.

A continuación se diseña la línea de conducción, la cual inicia en el pozo y finaliza en el tanque de distribución, el pozo se encuentra ubicado en la E-0 y el tanque de distribución se encuentra ubicado en la E-19.

Datos:

Longitud: 1502.62m

Q_B : 9.30l/s

Cota E-0: 1,000m

Cota E-19: 901.16m

Primero se calcula la carga disponible o diferencia de nivel entre las estaciones:

$$hf = Cota_{E-0} - Cota_{E-19}$$

$$hf = 1000.00m - 901.16m = 98.84m$$

Para esta carga disponible, se obtendrá un diámetro teórico, despejando de la fórmula Hazen Williams, el diámetro, se sustituyen los datos, dando como resultado lo siguiente:

$$\phi_{Teórico} = \left(\frac{1743.811 * 1502.62m * (9.30l/s)^{1.85}}{150^{1.85} * 98.84m} \right)^{1/4.87} = 2.82''$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, por lo cual es necesario calcular la pérdida de carga para cada diámetro, a manera de poder combinar los dos diámetros, para hacer que las pérdidas sean iguales a la altura disponible.

$$hf_{3''} = \frac{1743.811 * 1502.62m * (9.30l/s)^{1.85}}{150^{1.85} * (3in)^{4.87}} = 72.56m$$

$$hf_{2\frac{1}{2}''} = \frac{1743.811 * 1502.62m * (9.30l/s)^{1.85}}{150^{1.85} * \left(2\frac{1}{2}in\right)^{4.87}} = 176.32m$$

Con estas pérdidas hay que determinar cuál es la longitud de tubería para cada uno de estos diámetros, este cálculo se realiza mediante las siguientes expresiones:

$$L_2 = \frac{L * (H - H_1)}{H_2 - H_1}$$

$$L_1 = L - L_2$$

Sustituyendo datos obtenemos:

$$L_{2\frac{1}{2}} = \frac{1502.62m * (98.84m - 72.56m)}{176.32m - 72.56m} = 395.84m$$

$$L_{3"} = 1502.62m - 66.95m = 1106.78m$$

Con estas longitudes se pueden tomar tramos cuyas longitudes sean bastante aproximadas a estas, por lo que el tramo de E-0 a E-13 con una longitud de 1106.13m se utilizará tubería de $\Phi=3"$ y para el tramo restante que es de E-13 a E-19 con una longitud de 396.49m se utilizará tubería de $\Phi=2\ 1/2"$. Los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla I. Diseño hidráulico de línea de conducción

TRAMO		COTA TOPOGRÁFICA		LONG. (m)	Q (lt/s)	Φ "	Hf (m)	VELOCIDAD (m/s)
EST	PO	INICIAL	FINAL					
E-0	E-13	1000	888.95	1106.13	9.3	3	53.41	2.04
E-13	E-19	888.95	901.16	396.49	9.3	2.5	46.53	2.94

2.1.11.3 Potencia de equipo de bombeo

La potencia de la bomba garantiza el buen funcionamiento del sistema ya que es parte importante del rendimiento de este.

Debido a que en el caserío Los González, existe un comité de Pro-mejoramiento, el cual a través de una institución de ayuda, les fue donada una bomba, la cual tiene una potencia de 40H.P. la cual servirá para el funcionamiento del sistema de agua para la comunidad.

Para poder determinar la potencia de la bomba se debe calcular la carga dinámica total, la cual está relacionada con el tipo de bomba a utilizar en el sistema, para nuestro diseño se utilizará una bomba sumergible.

La carga dinámica total, CDT, es la presión real expresada en metros columna de agua (m.c.a.), contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido.

Las pérdidas de carga se calculan utilizando la fórmula de Hazen & Williams que viene dada por:

$$hf = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \emptyset^{4.87}}$$

Donde:

hf = Pérdida de carga en m

L = Longitud de la tubería en m

Q = Caudal en l/s

C = Coeficiente de fricción (PVC $C=150$, HG $C=100$)

\emptyset = Diámetro de la tubería en in

La carga dinámica total de una bomba sumergible para este caso viene dada por la sumatoria de los incisos siguientes:

- Altura del nivel dinámico al nivel de la boca del pozo: 142.00m
- Pérdidas de carga en tubo de columna: 24.31m

$$hf = \frac{1743.811 * 237.74m * (9.30l/s)^{1.85}}{100^{1.85} * (3in)^{4.87}} = 24.30m$$

- Altura de la boca del pozo a la descarga: 12.00m

Debido a que el caudal prácticamente se conduce por gravedad, ya que conforme a la topografía del terreno el pozo está ubicado en el punto más elevado del sistema, se tomará esta altura como presión inicial de la línea de conducción, esto también servirá para que en la entrada al tanque de distribución se tenga una presión mínima de 10 metros columna de agua.

Carga dinámica total= 178.31m

Para obtener la potencia de la bomba se utiliza la fórmula siguiente:

$$P = \frac{Q_B * CDT}{76 * e}$$

Donde:

P = Potencia de la bomba en H.P.

Q_B = Caudal de bombeo en l/s

CDT =Carga dinámica total

e = Eficiencia de la bomba

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$P = \frac{9.30l/s * 178.31m}{76 * 0.6} = 36.37H.P. \approx 40H.P.$$

La potencia de la bomba es bastante aproximada a la que se ha destinado al proyecto, por lo que no representa un problema el utilizarla.

2.1.11.4 Golpe de ariete

Para la protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción, que en este caso solo se deberá considerar la tubería de succión del pozo, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete.

El golpe de ariete es un fenómeno que se produce al momento de cerrar una válvula bruscamente o cuando hay algún cese de energía. Por lo tanto hay que verificar que la tubería sea capaz de aguantar esta sobrepresión.

El golpe de ariete es una onda de presión que se propagará con una velocidad llamada celeridad “a” que se calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} * \frac{\phi_i}{e}}}$$

Donde:

a = Celeridad en m/s

k = Módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2.07 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

E = Módulo de elasticidad del material (PVC $3 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

ϕ_i = Diámetro interno del tubo en mm

e = Espesor de pared del tubo en mm

Para calcular la velocidad del flujo tubería la expresión viene dada por:

$$v = \frac{1.974 * Q_B}{\phi^2}$$

Donde:

v = Velocidad del flujo en la tubería en m/s

Q_B = Caudal de bombeo en l/s

ϕ = Diámetro de tubería en pulgadas

Sustituyendo datos en las fórmulas anteriores se tiene:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2.07 * 10^4 \text{ kg/cm}^2}{3 * 10^4 \text{ kg/cm}^2} * \frac{77.92 \text{ mm}}{5.49 \text{ mm}}}} = 439.02 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{1.974 * 9.30 \text{ l/s}}{(3 \text{ in})^2} = 2.04 \text{ m/seg}$$

La sobrepresión generada expresada en metros columna de agua (m.c.a.), se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta P = \frac{a * v}{g}$$

Donde:

ΔP = Sobrepresión en m.c.a.

a = Celeridad en m/s

v = velocidad del flujo en la tubería en m/s

g = gravedad (9.81 m/s²)

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$\Delta P = \frac{439.02m/s * 2.04m/s}{9.81m/s^2} = 91.29 \text{ m. c. a.}$$

Es necesario verificar si la tubería resiste la sobrepresión generada por el golpe de ariete, la expresión viene dada por:

$$P_{max} = \Delta P + h_{dinámico}$$

Donde:

$P_{máx}$ = Presión máxima en m.c.a.

ΔP = Sobrepresión en m.c.a.

$h_{dinámico}$ = Altura del nivel dinámico a la boca del pozo en m.c.a.

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$P_{max} = 91.29m. c. a. + 142.00m. c. a. = 233.29m. c. a. * 1.419 = 331.04lb/in^2$$

Como $331.04lb/in^2 < 1000lb/in^2$, de manera que la tubería de acero galvanizado peso estándar cédula 40, resiste dicha presión.

2.1.11.5 Especificaciones del equipo de bombeo

El propósito de cualquier bomba es transformar la energía mecánica o eléctrica en energía de presión. En obras hidráulicas la más común es la bomba centrífuga, la cual transforma la energía mecánica o eléctrica en energía cinética que, a la vez, se transforma en energía de presión por medio de las aspas o alabes o un tipo de descarga con divergencia gradual.

La bomba que se utilizará será sumergible de 40H.P., el equipo funcionará con energía eléctrica y el tiempo máximo de bombeo será de 7 horas. La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberán ser suficientes para elevar el caudal de bombeo provisto contra la altura máxima de diseño; la eficiencia de la bomba en ningún momento será menor del 60%. La bomba sumergible vertical es la recomendada para este proyecto, debido a que: es más fácil de instalar y más eficiente, de fácil mantenimiento y reparación. También hay que tomar en cuenta que debe ser de etapas múltiples debido a la gran potencia que se requiere.

A la salida de los equipos de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos:

- Manómetro de descarga
- Tubería de limpieza.
- Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga.
- Junta flexible en la línea de descarga.

2.1.12 Tanque de distribución

2.1.12.1 Volumen del tanque

Los tanques de almacenamiento tienen como fin principal cubrir las variaciones de los horarios para el consumo, teniendo como objetivo almacenar el agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día. También se puede proporcionar agua durante algunas horas en un caso de emergencia, como por ejemplo cuando una tubería se rompe, o cuando se suspende el servicio de flujo del agua en una línea de conducción.

En los sistemas por bombeo se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento de 40 a 65% del caudal medio diario. En el caso de la comunidad en estudio, se considera un almacenamiento de 40% del caudal medio diario.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$Vol = \frac{\%almacenamiento * Q_{md} * 86,400 \text{ s/dia} * 1_{mt^3}}{1000lt}$$

Donde:

$Vol =$ Volumen del tanque en m^3

$Q_{md} =$ Caudal medio diario en l/s

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$Vol = \frac{0.4 * 1.03l/s * 86,400s * 1_{mt^3}}{1000lt} = 35.60m^3$$

Para efectos de diseño, el volumen del tanque será de $36m^3$ y conforme la geología del terreno, se construirá de mampostería de piedra con especificaciones en el plano constructivo.

2.1.12.2 Diseño de muro

Datos:

Peso específico del suelo $\gamma_s = 1,400 \text{ Kg/m}^3$

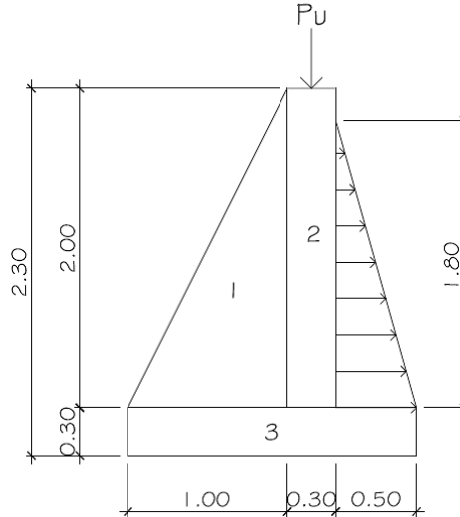
Peso específico del concreto $\gamma_c = 2,400 \text{ Kg/m}^3$

Peso específico del concreto ciclópeo $\gamma_{cc} = 2,500 \text{ Kg/m}^3$

Ángulo de fricción $\theta = 27^\circ$

Valor soporte del suelo $V_s = 10 \text{ T/m}^2$

Figura 3. Dimensiones de muro (m)



Carga uniforme distribuida (W_u)

$$W_u = W_{\text{losa}} + W_{\text{sobre carga}} + W_{\text{viga perimetral}} + W_{\text{carga viva}}$$

$$W_u = 0.11\text{m} \cdot 4.3\text{m} \cdot 5.3\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 / 19.20\text{m} + 50\text{kg/m}^2 \cdot 4.3\text{m} \cdot 5.3\text{m} / 19.2\text{m} + 0.15\text{m} \cdot 0.25\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 100\text{kg/m}^2 \cdot 4.3\text{m} \cdot 5.3\text{m} / 19.2\text{m} = 581.41\text{kg/m}$$

Se considera W_u como carga puntual (P_c)

$$P_c = 581.41\text{kg/m} \cdot 1\text{m} = 581.41\text{kg}$$

El momento que ejerce la carga puntual es:

$$M_c = 581.41\text{kg} \cdot \left(1\text{m} + \frac{0.30\text{m}}{3}\right) = 668.62\text{kg} \cdot \text{m}$$

Fuerza activa Fa:

$$F_A = \gamma_{agua} * \left(\frac{H^2}{2}\right)$$

$$F_A = 1000kg/m^3 * \left(\frac{(1.8m)^2}{2}\right) = 1,620 \frac{kg}{m}$$

Momento de volteo respecto de 0.00

$$M_{Act} = F_A * \left(\frac{H}{3}\right)$$

$$M_{Act} = 1620kg * \left(\frac{1.80m}{3} + 0.30m\right) = 1,458kg - m$$

Cálculo del momento estabilizante sobre el muro del tanque de distribución.

Tabla II. Momento estabilizante en el muro

SECCION	$\gamma_{cc} * A = W(kg/m)$	BRAZO (m)	MR (KG-M/M)
1	2500*1.00 = 2500	2/3*(1) = 0.67	1,675.00
2	2500*0.60 = 1500	(1+ 0.3/2) = 1.15	1,725.00
3	2500*0.54 = 1350	(1.8/2) = 0.90	1,215.00
	$\Sigma = 5,350$		$\Sigma = 4,615$

Carga total (WT = W + WR)

$$WT = 581.41 \text{ kg} + 5,350.00 \text{ kg} = 5,931.41\text{kg}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo ($F_{sv} \geq 1.5$)

$$F_s = \frac{MR + MC}{M_{act}}$$

Sustituyendo datos en la expresión anterior obtenemos:

$$F_s = \frac{4615.00\text{kg} - m + 668.62\text{kg} - m}{1458\text{kg} - m} = 3.62$$

$F_s = 3.62 > 1.5$ por lo tanto si está bien

Verificación de la estabilidad contra deslizamiento ($F_{sd} \geq 1.5$)

$$F_d = WT * \text{Coeficiente de fricción}$$

$$F_{sd} = \frac{F_d}{F_a}$$

$$F_d = 5931.41\text{kg} * 0.9 * \text{Tg}(27^\circ) = 2,719.98\text{kg}$$

$$F_{sd} = \frac{2719.98\text{kg}}{1620\text{kg}} = 1.68$$

$Fsd = 1.68 > 1.5$ por lo tanto si está bien

Verificación de la presión bajo la base del muro, $P_{max} < V_s$ donde la excentricidad

$$e_x = \frac{Base}{2} - a$$

$$a = \frac{MR + MC - M_{act}}{WT}$$

Sustituyendo en las fórmulas tenemos:

$$a = \frac{4615.00kg - m + 668.62kg - m - 1458.00kg - m}{5931.41kg} = 0.64m$$

$$e_x = \frac{1.80m}{2} - 0.64m = 0.26m$$

Módulo de sección (Sx)

$$Sx = \frac{1}{6} * Base^2 * long$$

$$Sx = \frac{1}{6} * (1.80m)^2 * 1m = 0.54m^3$$

La presión es:

$$P_{max} = \frac{WT}{A} + \frac{WT * e_x}{Sx}$$

$$P_{max} = \frac{5931.41kg}{1.80m * 1m} + \frac{5931.41kg * 0.26m}{0.54m^3} = 6,151.09kg/m^2$$

$$P_{max} = 6,151.09 \frac{kg}{m^2} < 10,000 \frac{kg}{m^2}$$

Por lo tanto, se concluye que el diseño del muro propuesto esta bien.

2.1.12.3 Diseño de losa

Las dimensiones de la losa serán de 4.30m*5.30m, para el diseño de la misma se empleara el método 3 de la American Concrete Institute (ACI):

Cálculo de peralte o grosor de la losa:

El método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene.

$$t_{losa} = \frac{Perímetro}{180}$$

$$t_{losa} = \frac{(4.30m + 5.30m) * 2}{180} = 0.1067 m$$

Por lo que se diseñará la losa con un espesor de 11cm

Materiales:

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

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

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

$$E_c = 2.67 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

Recubrimiento:

$$\text{Losas} = 2.5 \text{ cm}$$

Cargas:

$$W_{\text{losa}} = 0.11 * 2400 = 264 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{sobre carga}} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{carga viva}} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Determinando cómo trabaja la losa:

$$m = \frac{L_{\text{menor}}}{L_{\text{mayor}}}$$

Si $m \geq 0.50$ la losa trabaja en 2 sentidos

Si $m < 0.50$ la losa trabaja en 1 sentido

Donde:

L = Longitud de lado de losa

Sustituyendo datos en expresión anterior tenemos:

$$m = \frac{4.30m}{5.30m} = 0.81$$

Por lo que sería el caso 2 y trabaja en 2 sentidos

Cálculo de la carga última o carga de diseño:

$$CU = 1.2 * CM + 1 * CV$$

$$CMU = 1.2 * (W_{\text{losas}} + W_{\text{sobre carga}})$$

$$CVU = 1 * (W_{\text{carga viva}})$$

Por lo que obtenemos:

$$CMU = 1.2 * (264 \text{kg/m}^2 + 50 \text{kg/m}^2) = 376.80 \text{kg/m}^2$$

$$CVU = 1 * (100 \text{kg/m}^2) = 100 \text{kg/m}^2$$

$$CU = 376.80 \text{kg/m}^2 + 100 \text{kg/m}^2 = 476.80 \text{kg/m}^2$$

Cálculos de momentos, estos se determinan mediante las fórmulas siguientes:

Momentos negativos

$$M_{a,\text{neg}} = C_{a,\text{neg}} * CU * l_a^2$$

$$M_{b,\text{neg}} = C_{b,\text{neg}} * CU * l_b^2$$

Momentos positivos

$$M_{a,\text{pos}} = C_{a,\text{pos}} * CMU * l_a^2 + C_{a,\text{pos}} * CVU * l_a^2$$

$$M_{b,\text{pos}} = C_{b,\text{pos}} * CMU * l_b^2 + C_{b,\text{pos}} * CVU * l_b^2$$

Donde:

C = Coeficiente para momentos

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

Por lo que los momentos serán:

$$M_{a,neg} = 0.065 * 476.80\text{kg/m}^2 * (4.30\text{m})^2 = 573.04\text{kg-m}$$

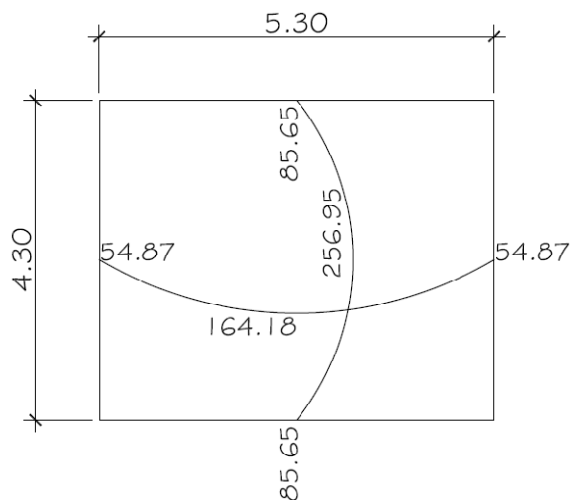
$$M_{b,neg} = 0.027 * 476.80\text{kg/m}^2 * (5.30\text{m})^2 = 361.62\text{kg-m}$$

$$M_{a,pos} = 0.026 * 376.80\text{kg/m}^2 * (4.30\text{m})^2 + 0.041 * 100\text{kg/m}^2 * (4.30\text{m})^2 = 256.95\text{kg-m}$$

$$M_{b,pos} = 0.011 * 376.80\text{kg/m}^2 * (5.30\text{m})^2 + 0.017 * 100\text{kg/m}^2 * (5.30\text{m})^2 = 164.18\text{kg-m}$$

En los bordes discontinuos se usará un momento negativo igual a un tercio (1/3) del momento positivo.

Figura 4. Distribución de momentos en losa (Kg-m)



Diseño del acero de refuerzo

Cálculo de peralte (d)

d = espesor_{losa} – recubrimiento

d = 11.00cm – 2.50cm = 8.50cm

$A_{s_{min}}$ de losa es igual al 40% $A_{s_{min}}$ de viga en base a una franja unitaria de 1 metro.

$$A_{s_{min}} = 40\% * \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

Sustituyendo tenemos:

$$A_{s_{min}} = 0.40 * \frac{14.1}{2810kg/cm^2} * 100.00cm * 8.50cm = 1.71cm^2$$

Cálculo de espaciamiento de $A_{s_{min}}$:

$$S = \frac{A_{s_{varilla}} * 100}{A_s}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 2 * t$$

Donde:

S = Espaciamiento entre varillas en cm

A_s = Área de acero de refuerzo en cm^2

$A_{s_{varilla}}$ = Área de acero de la varilla a utilizar, en este caso se utilizará No. 3
 $A_s = 0.71\text{cm}^2$
 100 = Base en cm la cual requiere el A_s
 t = Espesor de losa
 $S_{m\acute{a}x}$ = De acuerdo con el código ACI 318S-05 sección 13.3.2

Sustituyendo datos en la fórmula anterior obtenemos:

$$S = \frac{0.71\text{cm}^2 * 100\text{cm}}{1.71\text{cm}} = 41.52\text{cm}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 2 * 11.00\text{cm} = 22\text{cm}$$

Por lo que el espaciamiento de $A_{s_{min}}$ será: $S = 22\text{cm}$ por lo que el área de acero requerida para dicho espaciamiento será:

$$A_s = \frac{0.71\text{cm}^2 * 100\text{cm}}{22\text{cm}} = 3.23\text{cm}^2$$

No. 3 @ 22cm

Cálculo del momento máximo que resiste el A_s :

$$Mu = \phi * \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right] \quad \phi_{flexion} = 0.90$$

$$Mu = 0.90 * \left[3.23cm^2 * 2810kg/cm^2 * \left(8.50cm - \frac{3.23cm^2 * 2810kg/cm^2}{1.7 * 210kg/cm^2 * 100cm} \right) \right]$$

$$Mu = 67,356.71kg - cm = 673.57kg - m$$

Chequeo por corte

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{CU * L}{2}$$

Donde:

$L =$ Lado corto

Sustituyendo datos en la fórmula anterior:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{476.80kg/m * 4.30m}{2} = 1,025.12kg$$

Cálculo del corte que resiste el concreto

$$V_{CU} = \phi * 1.70 * \sqrt{\frac{f'c}{10}} * b * d \quad ; \quad \phi_{corte} = 0.75$$

$$V_{CU} = 0.75 * 1.70 * \sqrt{\frac{210kg/cm^2}{10}} * 100cm * 8.50cm = 4,966.37kg$$

Si $V_{CU} < V_{m\acute{a}x}$ Aumentar el peralte de la losa
 $V_{CU} > V_{m\acute{a}x}$ El peralte es el adecuado; como en este caso.

El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de detalles del tanque de distribución del conjunto de planos mostrados en los anexos.

2.1.13 Red de distribución

El diseño de la red de distribución por la ubicación de las viviendas, será por ramales abiertos, y toda la población se abastecerá con conexiones domiciliarias.

La línea principal consta de 2,729.39 metros lineales en la línea central, más 2,556.32 metros en los 9 ramales que se desprenden de la línea central, la diferencia de cotas entre el punto más alto y el más bajo es de 119.64 metros.

En el diseño de la red de distribución, se consideran los siguientes factores:

- El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
- La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.

- Se dotará del servicio de agua potable a toda la población, con conexiones domiciliarias.
- Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.
- Es necesario terminar los ramales abiertos en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables; de lo contrario, se deberá proveer de una válvula de compuerta para la limpieza de esta tubería. Este método se utiliza cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto.

2.1.13.1 Cálculo hidráulico de red

En los sistemas rurales de agua potable, es muy frecuente utilizar redes abiertas, esto es debido a que las viviendas se encuentran dispersas y no en bloque como ocurre en el área urbana, es por ello que las condiciones de diseño de una red en un área rural es mucho más complejo.

Los ramales se diseñan utilizando la fórmula de Hazen & Williams, debiendo, posteriormente, verificar que las velocidades y las presiones se encuentran dentro de los rangos permisibles.

2.1.13.1.1 Caudal de uso simultáneo

Es la probabilidad estadística del uso simultáneo de las conexiones domiciliarias, el caudal de uso simultáneo no debe ser menor de 0.20 l/s, se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$Q_i = \sqrt{K(N - 1)}$$

Donde:

Q_i = Caudal instantáneo en l/s

K = Coeficiente, 0.15 para conexión predial y 0.20 para llenacántaros

N = Número de viviendas

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se tiene:

$$Q_i = \sqrt{0.15(100_{viviendas} - 1)} = 3.85 \text{ l/s}$$

2.1.13.1.2 Caudal unitario

El caudal unitario es igual que el caudal máximo horario o caudal de distribución, el cual se describió en el 2.1.10.3, en donde se obtuvo el siguiente valor:

$$Q_{max. \text{ horario}} = 2.58 \text{ l/s}$$

Para el diseño se adopta el mayor de los caudales, es decir, el mayor entre el caudal de uso simultáneo y el caudal unitario, por lo que para nuestro diseño utilizaremos el caudal de uso simultáneo.

Con el caudal a utilizar en el diseño se obtiene el caudal por vivienda, el cual sirve para poder determinar el caudal necesario para cierto tramo, se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_V = \frac{Q_{diseño}}{No.VIVIENDAS}$$

Donde:

Q_V = Caudal por vivienda

$Q_{diseño}$ = Caudal de diseño

Sustituyendo datos en la expresión anterior se tiene:

$$Q_V = \frac{3.85l/s}{100_{viviendas}} = 0.0385 l/s$$

2.1.13.1.3 Diámetro de tubería

Para determinar el diámetro de la tubería en la línea de conducción, se hace uso de la fórmula de Hazen & Williams.

$$\phi = \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * hf} \right)^{1/4.87}$$

Donde:

ϕ = Diámetro de la tubería en in.

L = Longitud de la tubería en m

Q = Caudal en l/s

C = Coeficiente de fricción (PVC 150)

hf = Pérdida de carga en m

2.1.13.1.4 Velocidad del agua

La velocidad con que se conduce el agua en las tuberías es importante ya que muy poca velocidad origina acumulación de sedimentos y en caso contrario sí la velocidad es muy alta genera erosión en la tubería.

Según las normas UNEPAR la velocidad mínima del agua en las tuberías será de 0.4m/s y podrá llegar hasta 2.00m/s.

Para el cálculo de las velocidades en la línea de distribución se utiliza la siguiente fórmula:

$$v = \frac{1.974 * Q}{\phi^2}$$

Donde:

v = Velocidad del flujo en la tubería en m/s

Q_B = Caudal de bombeo en l/s

\emptyset = Diámetro de tubería en pulgadas

2.1.13.1.5 Cota piezométrica

La cota piezométrica sirve para representar gráficamente los cambios de presión en la tubería, por lo que para cada punto de la tubería indica la pérdida de carga o de altura de presión que ha sufrido el líquido a partir del recipiente de alimentación, es decir, desde el tanque de distribución hasta el punto en estudio.

La cota piezométrica se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$C_p = C_i - hf$$

Donde:

C_p = Cota piezométrica en m

C_i = Cota de inicio de tramo en m

hf = Pérdida de carga en m

2.1.13.1.6 Presión estática

La presión estática se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie de agua en el recipiente. La máxima presión estática que soportan las tuberías de 160 PSI = 112m.c.a., para el diseño de nuestro sistema si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de 250 PSI.

La presión estática se calcula por la expresión:

$$P_E = C_i - C_f$$

Donde:

P_E = Presión estática en m

C_i = Cota de inicio de tramo en m

C_f = Cota de finalización de tramo en m

2.1.13.1.7 Presión dinámica

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, el cual disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía, respecto de la velocidad del agua

y en proporción inversa al diámetro de la tubería. La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10m.c.a., se pueden tener presiones hasta de 7m.c.a., siempre que sea debidamente justificado. La presión máxima sugerida es de 40m.c.a., pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.

Para el cálculo de la presión dinámica se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_D = C_P - C_T$$

Donde:

P_D = Presión dinámica en m.c.a.

C_P = Cota piezométrica en m

C_T = Cota de terreno en m

A continuación se diseñará el tramo de la red de distribución que va del tanque de distribución a E-59.1, con los siguientes datos:

C_{TD} = 901.16 m

C_{E-59} = 839.50m

Q = 3.85 l/s

L = 427.40 m

$$\phi = \left(\frac{1743.811 * 427.40m * (3.85l/s)^{1.85}}{150^{1.85} * (901.16m - 839.50m)} \right)^{1/4.87} = 1.75" = 2"$$

$$hf = \frac{1743.811 * 427.40m * (3.85l/s)^{1.85}}{150^{1.85} * (2in)^{4.87}} = 29.13 m$$

$$v = \frac{1.974 * 3.85l/s}{(2in)^2} = 1.90 \text{ m/s}$$

$$C_P = 901.16m - 29.13m = 872.03 \text{ m}$$

$$P_E = 901.16m - 839.50m = 61.66 \text{ m}$$

$$P_D = 872.03m - 839.50m = 32.53 \text{ m. c. a.}$$

En el cuadro siguiente se resumen los resultados del diseño hidráulico obtenidos para la línea de distribución.

Tabla III. Diseño hidráulico de línea de distribución

TRAMO	COTA TOPOGRÁFICA		LONGITUD (m)	NUMERO VIVIENDAS	Q (lt/s)	Φ"	Hf (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMET	PRESION ESTÁTICA	PRESION DINÁMICA
	INICIAL	FINAL									
E-19	E-59	901.16	839.50	427.40	100	3.85	2	29.13	872.03	61.66	32.53
E-59	E-60	839.50	839.15	14.65	39	1.50	1 1/2	0.71	871.32	62.01	32.17
E-60	E-62	839.15	841.81	235.28	3	0.12	3/4	2.90	868.42	59.35	26.61
E-60	E-65	839.15	840.75	148.06	36	1.39	1 1/2	6.19	865.13	60.41	24.38
E-65	E-70	840.75	830.93	202.79	17	0.66	1	15.24	849.89	70.23	18.96
E-70	E-71	830.93	825.64	44.67	1	0.04	1/2	0.52	849.37	75.52	23.73
E-70	E-76	830.93	825.10	196.88	13	0.50	1	9.01	840.88	76.06	15.78
E-65	E-87	840.75	812.76	512.00	18	0.69	1	42.77	822.36	88.40	9.60
E-87	E-90	812.76	812.31	100.20	5	0.19	1	0.78	821.58	88.85	9.27
E-59	E-37.1	839.50	825.36	304.91	54	2.08	2	6.65	865.38	75.80	40.02
E-37.1	E-94	825.36	841.67	427.87	8	0.31	1 1/4	2.69	862.69	59.49	21.02
E-94	E-96	841.67	850.34	72.39	1	0.04	1/2	0.84	861.85	50.82	11.51
E-94	E-98	841.67	831.47	143.74	1	0.04	1/2	1.67	861.02	69.69	29.55
E-37.1	E-45	825.36	815.71	406.17	36	1.39	1 1/2	16.98	848.40	85.45	32.69
E-45	E-47	815.71	819.41	112.87	22	0.85	1 1/4	4.61	843.79	81.75	24.38
E-47	E-48	819.41	819.68	25.00	4	0.15	3/4	0.52	843.27	81.48	23.59
E-47	E-53	819.41	795.12	161.27	11	0.42	3/4	21.99	821.81	106.04	26.69
E-53	E-54	795.12	783.89	45.34	2	0.08	1/2	1.90	819.90	117.27	36.01
E-53	E-58	795.12	781.52	113.31	5	0.19	3/4	3.59	818.21	119.64	36.69
E-45	E-45.1	815.71	814.02	88.30	5	0.19	3/4	2.80	845.60	87.14	31.58

2.1.14 Obras de arte

2.1.14.1 Caja para válvulas

Sirven para proteger cualquier válvula que sea necesario instalar en el sistema, tales como válvulas de compuerta, válvulas de paso, válvulas de aire, válvulas de limpieza y válvulas reguladoras de presión.

2.1.14.2 Válvula de aire

El aire disuelto en el agua, o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse puede reducir la sección de la tubería y por lo tanto, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua.

Las válvulas de aire permiten tanto el ingreso como la salida de éste, el acceso de aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida del agua, como en el caso de una ruptura, de no contarse con una válvula de aire, pueden producirse presiones negativas dentro de la misma y se puede llegar a romper la tubería si es de PVC, o a colapsarse si es de acero.

2.1.14.3 Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza sirven para extraer los sedimentos que hayan ingresado a la tubería, los cuales tienden a depositarse en los puntos más bajos del perfil. Como válvula de limpieza se emplea una de compuerta, de diámetro igual al de la tubería que sirve.

2.1.14.4 Válvula de compuerta

Las válvulas de compuerta sirven para abrir o cerrar el flujo de agua en un sistema de agua. Es completamente incorrecto utilizarla para regular el flujo.

Son válvulas de mayor uso, y se emplean en el tanque de distribución, en cajas rompe presión, al inicio de ramales abiertos y en las conexiones domiciliarias, principalmente por su bajo costo, disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están totalmente abiertas.

2.1.14.5 Válvula de globo

Las válvulas de globo se emplean en las conexiones domiciliarias para regular el caudal. El agua al pasar por el interior de la válvula tendrá que hacer un recorrido lo que produce una considerable pérdida de carga, aún con una válvula completamente abierta.

2.1.14.6 Válvula de paso

Estas válvulas se emplean en las conexiones domiciliarias, mediante una pieza que gira, permite interrumpir o permitir rápidamente el paso del agua. Una de las desventajas que tiene es que se desgastan rápidamente si con ellas se trata de controlar el caudal, es por ello que usualmente se sustituyen por válvulas de globo.

2.1.15 Sistema de desinfección

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$ con no menos del 65% de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8", alto 1 1/4" y un peso de 300 gramos.

El funcionamiento del hipoclorador tendrá que ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica, y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

Sus dimensiones aproximadas deberán ser de 0.30 metros de diámetro y 0.90 metros de alto, y deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución, graduando el flujo para que permita que la cantidad de cloro

residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

La caja para el hipoclorador tiene como finalidad protegerlo y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Sus dimensiones interiores deben ser de 1.00 x 1.00 metros en planta y 1.00 metro de altura.

Según la norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Para calcular el flujo de cloro se utiliza la siguiente fórmula:

$$FC = Q * DC * 0.06$$

Donde:

FC = Flujo de cloro en g/h

Q = Caudal de línea de conducción, $Q_B = 9.30 \text{ l/s} = 558.00 \text{ l/min}$

DC = demanda de cloro, 0.2 mg/l

Por lo tanto, sustituyendo datos en la fórmula de FC se tiene lo siguiente:

$$FC = 558.00 \text{ l/min} * 2 \text{ PPM} * 0.06 = 66.96 \text{ g/h}$$

$$FC = 53.57 \text{ g/hr} = 28.80 \text{ l/min}$$

Se procede a calcular el tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro utilizando la siguiente fórmula:

$$t = \frac{60}{SC}$$

Donde:

t = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en s

SC = flujo de solución de cloro (28.80l/min)

Sustituyendo datos en la expresión anterior se tiene:

$$t = \frac{60}{28.80l/min} = 2.08s$$

2.08s es el tiempo en que un recipiente de un litro debe de llenarse completamente. El flujo de cloro del hipoclorador es de 66.96g/h, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes son:

$$66.96 \frac{g}{h} * 24 \frac{h}{día} * 30 \frac{días}{mes} = 38,570.40 \frac{g}{mes} * \frac{1 \text{ tableta}}{300 g} = 160.70 \frac{tabletas}{mes}$$

Total = 161 tabletas/mes

2.1.16 Impacto ambiental

Impacto ambiental es cualquier alteración a las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Para los proyectos de infraestructura en el sector de agua potable no se presentan impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o del medio ambiente, sino al contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad a la población de la comunidad.

En el siguiente cuadro, se identifican los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto:

Tabla IV. Cuadro de impactos ambientales

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Levantamiento de pequeñas cantidades de partículas de polvo y de cemento Portland en la construcción del proyecto.	En los lugares en donde se construirá dicho proyecto.	Dar un manejo adecuado al cemento y humedecer si es necesario en las áreas a excavar.
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ningún tipo de ruido que pueda causar una contaminación ambiental a través de ruidos.
		Vibraciones	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva, y de dimensiones pequeñas.
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto porque es un proyecto de infraestructura.
2	Agua	Abastecimiento de agua	Generación de gran cantidad de aguas residuales por el uso desmedido del agua.	En la comunidad que se va abastecer.	Se utilizará únicamente la cantidad de agua necesaria, tanto para la construcción como para el consumo de la comunidad beneficiada, a través de una dotación diaria y de un control de acceso y de cuidado a las fuentes de agua.

Continuación

		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: El porcentaje de retorno estipulado según la dotación asignada a cada persona	En el ambiente de la comunidad que se va abastecer.	Conducir el agua residual hacia un punto de desfogue asignado, en donde no sea fuente de infecciones ni contaminación.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Agua de lluvia	Captación: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Los producido por los materiales de construcción.	En toda el área de construcción del proyecto	Recolectar todos los desechos sólidos producidos, y traspórtalos al depósito de basura de la comunidad.
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

Continuación

4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Fauna (animales)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Ecosistema	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

2.1.17 Presupuesto

Tabla V. Integración de costos de abastecimiento de agua potable

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		SUBTOTAL
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	m	1502.62	Q	131.78	Q 198,013.96
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 36 m ³	Unidad	1	Q	54,401.99	Q 54,401.99
CAJA DE CLORACIÓN	Unidad	1	Q	4,333.98	Q 4,333.98
CAJA PARA VÁLVULAS	Unidad	11	Q	1,873.52	Q 20,608.75
VÁLVULA DE COMPUERTA	Unidad	7	Q	1,199.28	Q 8,394.97
VÁLVULA DE AIRE	Unidad	2	Q	1,196.50	Q 2,393.01
VÁLVULA DE LIMPIEZA	Unidad	2	Q	680.48	Q 1,360.95
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	m	3783.09	Q	127.83	Q 483,595.90
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 773,103.51
					\$ 94,280.92
SETECIENTOS SETENTA Y TRES MIL CON CIENTO TRES QUETZALES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS					
COSTO DIRECTO POR METRO LINEAL					Q 105.88
					\$ 12.91

Tabla VI. Cronograma de ejecución de abastecimiento de agua potable

DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	%	Subtotal
LÍNEA DE CONDUCCIÓN (1502.62m)	■				25.61	Q 198,013.96
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 36 m³ (1U)	■				7.04	Q 54,401.99
CAJA DE CLORACIÓN (1U)		■			0.56	Q 4,333.98
CAJA PARA VÁLVULAS (11U)		■	■		2.67	Q 20,608.75
VÁLVULA DE COMPUERTA (7U)		■	■		1.09	Q 8,394.97
VÁLVULA DE AIRE (2U)		■	■		0.31	Q 2,393.01
VÁLVULA DE LIMPIEZA (2U)		■	■		0.18	Q 1,360.95
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (3783.09m)			■	■	62.55	Q 483,595.90
COSTO POR MES	Q 225,214.95	Q 150,006.95	Q 204,443.25	Q 193,438.36		
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q				100%	Q 773,103.51

SETECIENTOS SETENTA Y TRES MIL CON CIENTO TRES QUETZALES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS

2.1.18 Propuesta de tarifa

Para tener en operación y mantenimiento al sistema en el proyecto de abastecimiento de agua potable se propone una tarifa de treinta quetzales mensuales para toda la población beneficiada.

2.1.19 Evaluación socioeconómica

2.1.19.1 Valor Presente Neto

El valor presente neto (VPN) es el procedimiento que nos permite calcular el valor presente (de donde surge su nombre) de una determinada suma de los flujos netos de caja actualizados, que incluyen la inversión inicial. El proyecto de inversión según este criterio, se acepta cuando el valor presente neto es positivo, porque agrega capital.

El método descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del valor presente neto constituye una herramienta fundamental para la evaluación de proyectos como para la administración financiera para estudiar el ingreso futuro a la hora de realizar una inversión en algún proyecto.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, mientras que por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia, cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. Al ser un método que tiene en cuenta el valor tiempo de dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, son a la fecha del inicio del proyecto.

Para el proyecto de abastecimiento de agua potable para el caserío Los González, requiere la inversión inicial del costo total del proyecto siendo Q813,021.46, teniendo únicamente los ingresos anuales de la forma siguiente: 100 viviendas * Q30.00 * 12 meses = Q36,000.00 y con valor de rescate nulo, con tasa de interés 5% anual para 20 años.

$$VPN = -Q813021.46 + Q36000.00(P/A, 5\%, 20)$$

$$VPN = -Q813021.46 + Q36000.00 * \left(\frac{(1 + 0.05)^{20} - 1}{0.05 * (1 + 0.05)^{20}} \right)$$

$$VPN = -Q813021.46 + Q36000.00 * (12.4622) = -Q364,381.89$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, es decir que no produce utilidad alguna; puesto que es de carácter social y su objetivo es promover el desarrollo para el caserío Los González, con el saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades.

2.1.19.2 Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es igual a la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados igualando al egreso inicial, también se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

La TIR es aquélla tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto, es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión y se obtiene del valor presente.

Para la TIR, el proyecto es rentable cuando la TIR es mayor que la tasa de costo de capital, dado que se ganará más ejecutando el proyecto, que efectuando otro tipo de inversión.

El modelo matemático es el siguiente:

$$I = (VP - VR) * Crf + (VR * i) + D$$

Donde:

I = Ingresos

VP = Valor presente

VR = Valor de rescate

Crf = Factor de recuperación de capital

i = Tasa de interés

D = Desembolsos

El cálculo de la TIR consiste en prueba y error se comienza con una tasa tentativa de actualización y con el mismo se trata de calcular un valor actual neto, se calcula hasta que sufra un cambio de signo el (VP). Después continúa a través de la siguiente fórmula:

$$i = \left(\frac{\text{Resultado de la 1}^{era} \text{ prueba}}{\text{Valor presente}} \right) * 100$$

$$i = \left(\frac{\text{Última tasa}}{\text{Trabajada}} \right) + \left(\frac{\text{Resultado de la última prueba}}{\text{Valor presente}} \right) * 100$$

$$TIR = \frac{\text{Tasa anterior}}{\text{Trabajada}} + \left(\frac{\text{Resultado tasa anterior}}{\text{Tasa anterior} - \text{última tasa}} \right) * \left(\frac{\text{Diferencia}}{\text{Tasas trabaajadas}} \right)$$

Para el proyecto se tiene para inversión $I = Q813,021.46$ y producir un beneficio anual de $Q36,000.00$, con vida de servicio de 20 años.

$$VP_{3\%} = -Q813021.46 + Q36000.00 * (P/A, 3\%, 20)$$

$$VP_{3\%} = -Q813021.46 + Q36000.00 * (14.8775) = -Q277,432.37$$

$$VP_{1\%} = -Q813021.46 + Q36000.00 * (P/A, 1\%, 20)$$

$$VP_{1\%} = -Q813021.46 + Q36000.00 * (18.0456) = -Q163,381.55$$

Al igual que la evaluación del valor presente neto al final en conclusión se tienen pérdidas para el proyecto de agua potable para el caserío Los González, porque con ninguna tasa de interés se pueden tener ganancias, pero se justifica al ser un proyecto de beneficio social. Es decir es un proyecto del sector Público que tiene como objetivo principal, proveer servicios a la ciudadanía, buscando el bienestar público y no las ganancias.

2.2 Diseño de Escuela Normal de Educación Física Jalapa en el municipio de Jalapa

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar los dos niveles de la escuela para el municipio de Jalapa, el edificio escolar se diseñará de acuerdo a las necesidades que se tengan, estará limitado por el espacio disponible, los recursos, materiales y las normas de diseño.

La estructura será del tipo de estructura de marcos rígidos, compuestos por vigas y columnas, con losas planas de concreto reforzado.

Para este caso se necesitaran 4 aulas de enseñanza, laboratorio de computación, biblioteca, bodegas, dirección, contabilidad, salón de catedráticos, módulo de gradas y servicios sanitarios.

2.2.2 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar

en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este caso, del Reglamento de Construcción de Centros Educativos.

Los centros se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan.

2.2.2.1 Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional para edificios educativos, donde se ajustan a las necesidades existentes y al espacio disponible.

De acuerdo a lo anterior los ambientes quedaran distribuidos de la siguiente manera:

- Primer nivel: dirección, expedientes, contabilidad, salón de catedráticos, servicios sanitarios, biblioteca, laboratorio de computación, bodega de limpieza y bodega general.
- Segundo nivel: 4 aulas, servicios sanitarios y cuarto de limpieza.

2.2.2.2 Capacidad y área requerida

La función del aula teórica es proveer a los maestros y alumnos de un espacio para desarrollar, en forma cómoda, las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje, ya sea en la forma tradicional expositiva o modificando la ubicación del mobiliario para desarrollar otras técnicas didácticas.

Debido a que el nivel de escolaridad que se prestará en el centro educativo que se está diseñando será diversificado, las recomendaciones para el diseño de un aula teórica se generalizan, ya que en los niveles primario, básico y diversificado, son similares.

Dichas recomendaciones generalizadas son las siguientes:

- La capacidad óptima en el nivel diversificado es de 30 alumnos, pero se permite un máximo de 40 alumnos.
- El área óptima por alumno es de 1.50m^2 , pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de 1.30m^2 .
- Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico, es decir, cuando se da la capacidad máxima de 40 alumnos. Pero podrá ser diseñada de acuerdo a los requerimientos existentes.
- La forma del aula será cuadrada o rectangular, se recomienda que el lado mayor no exceda 1.5 veces el lado menor.
- La fuente principal de iluminación natural debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón.
- La distancia máxima desde la última fila al pizarrón, será de 8m.

- El ángulo horizontal de visión de un alumno sentado, será como máximo 30°.
- Tendrá instalaciones de energía eléctrica, con luminarias adecuadas que proporcionen iluminación artificial abundante y constante.

El área estimada a ocupar aulas de 40 alumnos es:

$$\text{Área de aula} = 1.45\text{m}^2 \cdot 40 = 58\text{m}^2$$

Lo que nos da un aula de 7.64m de largo por 7.64m de ancho.

2.2.3 Estudio de suelo

Previo a la planificación de un proyecto de estructuras, es necesario conocer el medio físico sobre el cual se ha de asentar la edificación, y conocer datos técnicos que reflejen las condiciones en este caso del suelo, en consecuencia es necesario realizar el estudio del suelos respectivo, para conocer datos como el valor soporte y límites de Attemberg (ver resultados en anexos).

Para el estudio de suelos del presente proyecto, se realizó una excavación a 1.20 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1ft^3 que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante la prueba de no consolidado y no drenado para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna	$\theta = 30^\circ$
Cohesión	$C_u = 11.80 \text{ T/m}^2$
Densidad seca	1.13 T/m^3
Descripción del suelo	Limo arenoso color café con partículas de pómez

Análisis de resultados

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizará a continuación el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi.

Datos:

Base _(supuesta)	1m
Desplante	1.20m
γ_{suelo}	1.29 T/m^3

Donde la capacidad de carga de cimentación se obtiene mediante la siguiente expresión:

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

$$q_u = q_o - \gamma * Df$$

$$q_o = 1.3C * N_c + Df * \gamma * N_q + 0.4\gamma * B * N_\gamma$$

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

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

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

Donde:

q_d = Valor soporte de diseño

q_u = Valor soporte neto último

q_o = Valor soporte último

N_q = Factor de flujo de carga

N_c = Factor de flujo de carga última

N_γ = Factor de flujo del suelo

FS = Factor de seguridad, $1.5 \leq FS \leq 3$ para este caso $FS = 3$

Sustituyendo datos en las expresiones anteriores obtenemos:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan(30)} * \left(\tan\left(45 + \frac{30}{2}\right) \right)^2 = 18.40T/m^2$$

$$N_c = (18.40T/m^2 - 1) * \cot 30 = 30.14T/m^2$$

$$N_\gamma = 2(18.40T/m^2 + 1) * \tan 30 = 22.40T/m^2$$

$$q_o = \frac{1.3T}{m^3} * \frac{11.80T}{m^2} * \frac{30.14T}{m^2} + 1.20m * \frac{1.29T}{m^3} * \frac{18.40T}{m^2}$$

$$+ 0.4 * 1.29T/m^3 * 1.00m * 22.40T/m^2 = 502.39T/m^2$$

$$q_u = 502.39T/m^2 - 1.29T/m^3 * 1.20m = 500.84T/m^2$$

$$q_d = \frac{500.84T/m^2}{3} = 166.95T/m^2$$

Por lo tanto, se diseñará utilizando un valor soporte de $166.95T/m^2$

2.2.4 Análisis estructural

Análisis estructural es el proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla, en otras palabras, se determina los efectos de las cargas aplicadas a una estructura. En donde los modelos matemáticos son gráficas que representan la forma de las cargas que soporta el marco rígido, y se utilizan para hacer el análisis estructural.

Para determinar los efectos producidos por las cargas aplicadas a la estructura se utilizará la combinación de cargas según el ACI 318S-2005, capítulo 9, sección 9.2.1 que aparece a continuación:

$$U = 1.2D + 1.0L \pm 1.0E$$

Donde:

- U = Resistencia requerida
- D = Cargas muertas
- L = Cargas vivas
- E = Cargas de sismo

2.2.4.1 Selección de tipo de estructura

En la elección del sistema estructural influyen en la toma de decisiones los factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales, y el proceso de ejecución.

Para este caso, debido a la magnitud de las cargas, y que la región es una zona sísmica, se ha elegido el sistema de marcos rígidos, que están compuesto por vigas y columnas (marcos empotrados), con losas planas, sin muros de carga, que funciona como una unidad completa e independiente que resiste de una manera efectiva las fuerzas de sismo, debido a que la resistencia al sismo es proporcional a la rigidez de los marcos.

2.2.4.2 Cargas de diseño

2.2.4.2.1 Carga muerta

Las cargas muertas son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Esta puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material.

Para edificios, los rellenos y los acabados de entresijos, y el cielo falso se toma usualmente como cargas muertas incluyendo una consideración para cargas suspendidas tales como ductos, aparatos y accesorios de iluminación.

2.2.4.2.2 Carga viva

Las cargas vivas consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura no se conocen con precisión

Tabla VII. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Ocupación o uso	lb/ft ²
Escuelas y colegios	
Salones de clase	40
Corredores en pisos superiores al primero	80
Escaleras y vías de salida	100
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	20

Fuente: Arthur Nilson, **Diseño de estructuras de concreto**,
pág. 10.

2.2.4.2.3 Carga de sismo

Las cargas sísmicas son fuerzas inerciales causadas por movimientos sísmicos, se debe a las vibraciones de la corteza terrestre provocadas por fallas

en el suelo, es decir, fuerzas del suelo en las presiones subterráneas de la estructura, cargas de posibles apozamientos de aguas de lluvia sobre superficies planas, y fuerzas causadas por diferencias de temperatura, al igual que las cargas vivas son inciertas tanto en magnitud como en distribución, varían de acuerdo a la zona geográfica.

2.2.4.3 Predimensionamiento de elementos estructurales

Para iniciar el análisis de nuestra escuela tendremos un predimensionamiento estructural, con lo cual se darán medidas preliminares a los elementos que componen la misma, ya que uno de los aspectos fundamentales del diseño de estructuras resistentes a sismos es el relativo a las dimensiones.

Para predimensionar se puede recurrir a las experiencias en obras similares o utilizar métodos analíticos cortos que se describen continuación:

a) Columnas: El método que se utiliza para predimensionar las columnas determina la sección y se basa en la carga aplicada a esta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las columnas. Cálculo de la carga aplicada a la columna, para elementos con estribos.

Cálculo de la carga aplicada a la columna, para elementos con estribos:

$$P = 0.8 * (0.225 * f'c * Ag + fy * As)$$

$$P = A_T * \gamma_C$$

Donde:

P = carga aplicada al elemento en kg

$f'c$ = resistencia de compresión del concreto en kg/cm²

Ag = área total de la sección en cm²

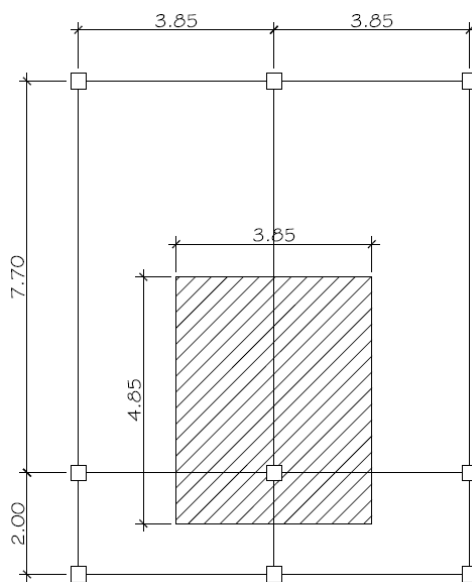
fy = resistencia a la fluencia del acero de refuerzo en kg/cm²

As = área de acero de refuerzo, oscila entre $0.01Ag < As < 0.08Ag$ en cm²

A_T = área tributaria en m²

γ_C = peso específico del concreto en kg/m³

Figura 5. Área tributaria columna



Sustituyendo datos en las fórmulas anteriores se tiene:

$$A_T = 3.85m * 4.85m = 18.67 m^2$$

$$P = 18.67m^2 * 2400kg/m^3 = 44,814 kg/m$$

$$44,814kg = 0.8(0.225 * 210kg/cm^2 * Ag + 2810kg/cm^2 * 0.01Ag)$$

$$Ag = 743.43 cm^2$$

Es decir una sección de 27.27 cm * 27.27 cm, por lo cual se propone una columna de:

$$30cm*30cm= 900cm^2 > Ag$$

b) Vigas: El predimensionamiento de vigas se realizará de acuerdo con el ACI 318S-2005 sección 9.5.2.1 y la suposición de que por cada metro lineal de luz libre la viga tendrá 8cm de peralte, los métodos utilizados determinan el peralte o altura de la viga, ésta depende de la luz que cubre la misma. La base de la viga queda a criterio del diseñador. En este caso sólo se calcula la viga crítica, es decir, la de mayor longitud. Quedando las otras con igual sección.

Tabla VIII. Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: **ACI 318S-2005**, capítulo 9, pág. 118.

Para vigas con un extremo continuo (como en este caso) la altura de esta será:

$$h = \frac{l}{18.5}$$

$$h = l * 0.08$$

Donde:

h = altura de viga en m

l = luz de la viga

Sustituyendo datos en las fórmulas anteriores tenemos:

$$h = \frac{7.40m}{18.5} = 0.40m$$

$$h = 7.40m * 0.08 = 0.59m$$

Calculando el promedio de los peraltes obtenidos anteriormente tenemos:

$$h_{promedio} = \frac{0.40m + 0.59m}{2} = 0.50m$$

Por lo que se propone utilizar vigas con una sección de:

$$25cm * 50cm$$

c) Losas: Aquí se predimensiona el peralte o grosor de la losa. El método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en cuatro lados, pero se tienen dos medidas de losas, por tanto, se toma la crítica y el peralte resultante se usa en ambas.

$$t_{losa} = \frac{Perímetro}{180}$$

$$t_{losa} = \frac{(3.85m + 7.70m) * 2}{180} = 0.1283 m$$

Por lo que se diseñará la losa con un espesor de 13cm

2.2.4.4 Distribución de cargas verticales

Para la distribución de cargas gravitacionales, los valores que se usan son los siguientes:

Carga muerta (CM)

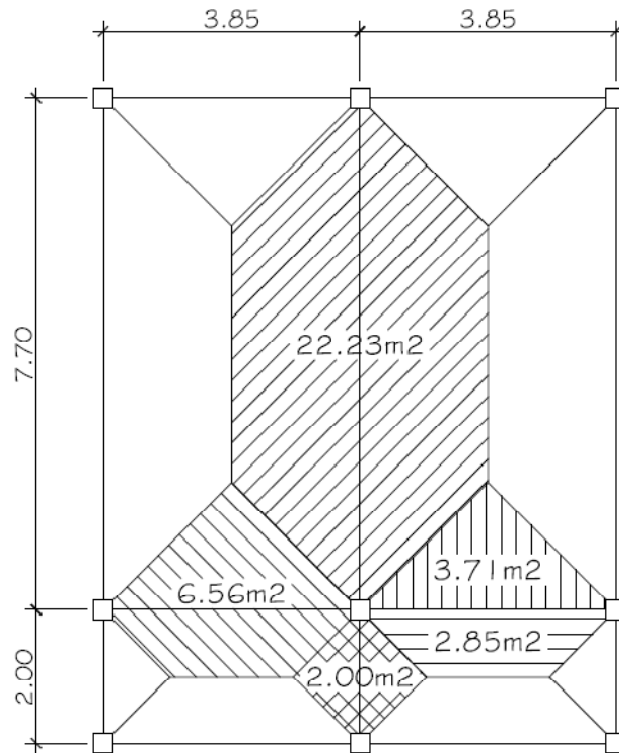
- Peso del concreto: $2,400\text{kg/m}^3$
- Peso de acabado de piso: 50kg/m^2
- Peso de acabado de losa: 50kg/m^2
- Peso de muros: 200kg/m^2

Carga viva (CV)

- Peso en aulas: 195.30kg/m^2
- Peso en pasillos: 390.59kg/m^2
- Peso en techo inaccesible: 97.65kg/m^2

Para realizar el análisis estructural, se determinan las cargas linealmente distribuidas, tomando en cuenta los valores anteriores y la geometría de la planta utilizando el siguiente procedimiento:

Figura 6. Áreas tributarias



Sentido "X", eje "C"

Nivel 1

$$\begin{aligned}
 CM &= [W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabado losas}}]/L_{\text{viga}} \\
 &= [(6.56\text{m}^2 \cdot 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.13\text{m}) + (0.25\text{m} \cdot 0.50\text{m} \cdot 3.85\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3) + \\
 &\quad (3.85\text{m} \cdot 2.50\text{m} \cdot 200\text{kg/m}^2) + (6.56\text{m}^2 \cdot 100\text{kg/m}^2)]/3.85\text{m} = 1,502.01\text{kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CV &= [W_{\text{aulas}} + W_{\text{pasillos}}]/L_{\text{viga}} \\
 &= [(3.71\text{m}^2 \cdot 195.30\text{kg/m}^2) + (2.85\text{m}^2 \cdot 390.59\text{kg/m}^2)]/3.85\text{m} = 477.34\text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Nivel 2

$$\begin{aligned} \text{CM} &= [W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabado losa}}]/L_{\text{viga}} \\ &= [(6.56\text{m}^2 \cdot 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.13\text{m}) + (0.25\text{m} \cdot 0.50\text{m} \cdot 3.85\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3) + \\ &\quad (6.56\text{m}^2 \cdot 50\text{kg/m}^2)]/3.85\text{m} = 916.81\text{kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CV} &= W_{\text{losas}}/L_{\text{viga}} \\ &= (6.56\text{m}^2 \cdot 97.65 \text{ kg/m}^2)/3.85\text{m} = 166.39\text{kg/m} \end{aligned}$$

Sentido "Y", eje "8"

Nivel 1

$$\begin{aligned} \text{CM} &= [W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabado losas}}]/L_{\text{viga}} \\ &= [(22.23\text{m}^2 \cdot 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.13\text{m}) + (0.25\text{m} \cdot 0.50\text{m} \cdot 7.70\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3) + \\ &\quad (7.70\text{m} \cdot 2.50\text{m} \cdot 200\text{kg/m}^2) + (22.23\text{m}^2 \cdot 100\text{kg/m}^2)]/7.70\text{m} = 1,989.45\text{kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CV} &= W_{\text{aulas}}/L_{\text{viga}} \\ &= (22.23\text{m}^2 \cdot 195.30\text{kg/m}^2)/7.70\text{m} = 563.83\text{kg/m} \end{aligned}$$

Nivel 2

$$\begin{aligned} \text{CM} &= [W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{acabado losa}}]/L_{\text{viga}} \\ &= [(22.23\text{m}^2 \cdot 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.13\text{m}) + (0.25\text{m} \cdot 0.50\text{m} \cdot 7.70\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3) + \\ &\quad (22.23\text{m}^2 \cdot 50\text{kg/m}^2)]/7.70\text{m} = 1,345.10\text{kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CV} &= W_{\text{losas}}/L_{\text{viga}} \\ &= (22.23\text{m}^2 \cdot 97.65 \text{ kg/m}^2)/7.70 = 281.92\text{kg/m} \end{aligned}$$

Los valores de cargas uniformemente distribuidas en los marcos de todo el edificio fueron calculados según el procedimiento anterior.

Figura 7. Integración de cargas verticales sentido "X"

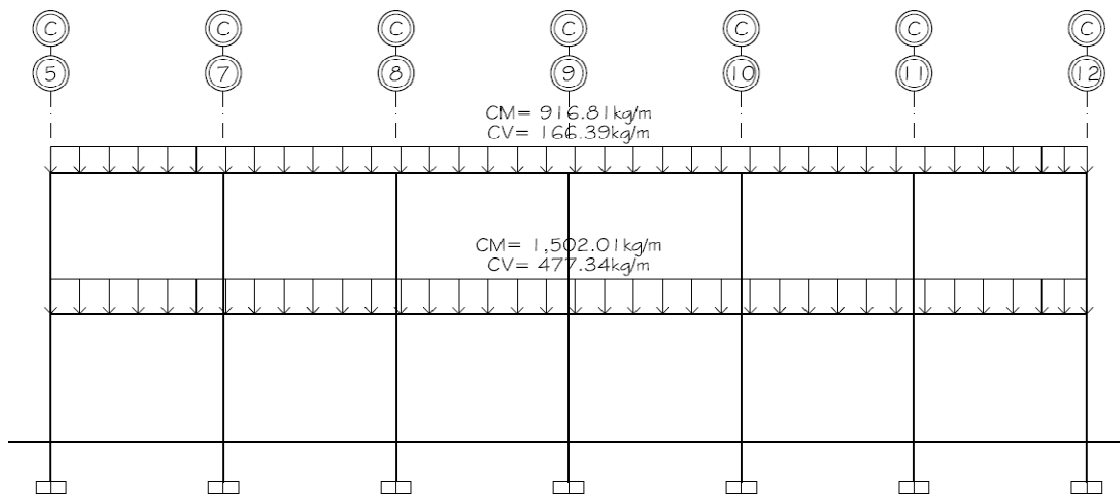
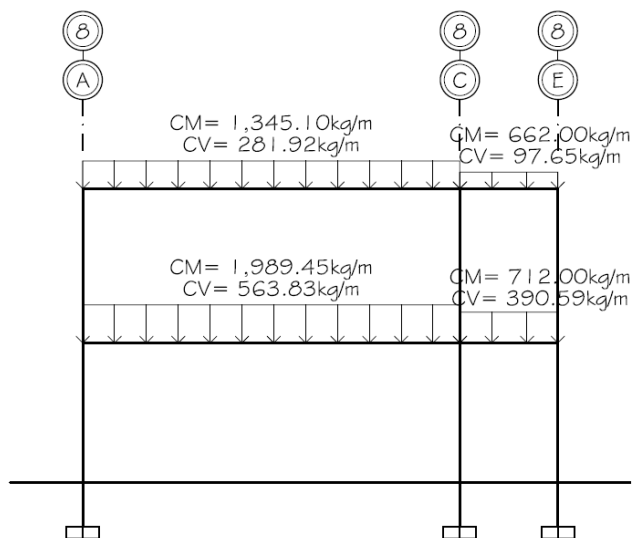


Figura 8. Integración de cargas verticales sentido "Y"



2.2.4.5 Distribución de fuerzas horizontales

Existen dos fuerzas horizontales: de viento y de sismo, a las que se encuentra expuesto comúnmente un edificio. Regularmente se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que la provocan no se presentan simultáneamente. En este caso, se diseñará con la fuerza de sismo, ya que Guatemala es un país con alto riesgo sísmico; por esa razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas a los marcos del edificio se utiliza el método propuesto por el Código Uniforme de la Edificación 1997.

2.2.4.5.1 Corte basal (V)

El corte basal es la fuerza que el suelo transmite al edificio en la base. Los requisitos de fuerzas laterales mínimas de diseño propuestas por el Código Uniforme de la Edificación 1997, son normas mínimas para poder diseñar edificios y estructuras resistentes a fuerzas sísmicas horizontales. Consideran las estructuras como una unidad, tomando en cuenta cada una de sus partes integrantes inclusive pórticos o paredes estructurales.

Cada estructura será diseñada y construida para resistir los esfuerzos provocados por cargas laterales, las cuales serán asumidas en cualquier dirección.

Según el UBC 1997 el esfuerzo de corte basal total de diseño en una dirección determinada debe determinarse en base a la siguiente fórmula:

$$V = \frac{C_v * I}{R * T} * W$$

Donde el esfuerzo de corte basal total de diseño no debe exceder:

$$V = \frac{2.5 * C_a * I}{R} * W$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe ser menor de:

$$V = 0.11 * C_a * I * W$$

Además, para la Zona Sísmica 4, el esfuerzo de corte basal total también debe no ser menor de lo siguiente:

$$V = \frac{0.8 * Z * N_v * I}{R} * W$$

El período de la estructura debe determinarse mediante:

$$T = C_t * (h_n)^{3/4}$$

Donde:

V = Fuerza lateral o esfuerzo cortante total de diseño en la base.

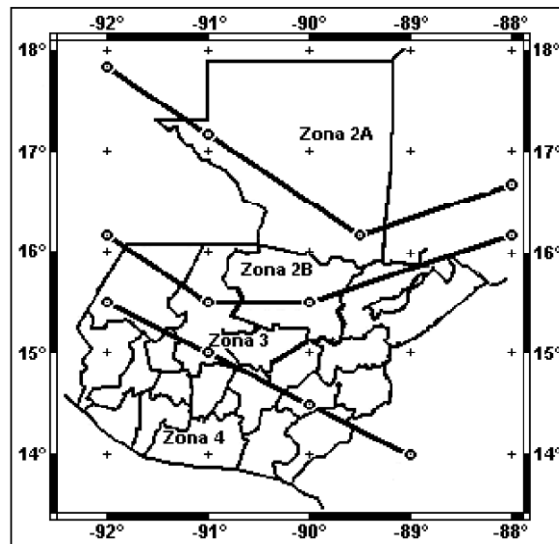
Z = Factor de zona sísmica.

Tabla IX. Factor de zona sísmica Z

ZONA	1	2A	2B	3	4
Z	0.075	0.15	0.20	0.30	0.40

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-35.

Figura 9. Mapa de macrozonificación sísmica de la república de Guatemala



Fuente: **AGIES NR-2: 2000**, pág. 12.

Por lo que el municipio de Jalapa corresponde a la zona 4, $Z= 0.40$.

N_v = Factor de cercanía de la fuente, utilizando en la determinación de C_v en la Zona Sísmica 4 relativo a la proximidad de la edificación o estructura a fallas conocidas con magnitudes y relaciones de deslizamiento como se establecen en las Tablas X y XI, por lo que N_v tendrá un valor de 1.0.

Tabla X. Factor de cercanía a la fuente N_v

TIPO DE LUGAR DE ORIGEN DEL SISMO	DISTANCIA MAS PRÓXIMA AL LUGAR DE ORIGEN CONOCIDO DEL SISMO			
	≤ 2km	5km	10km	≥ 15km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-41.

Tabla XI. Tipo de lugar de origen del sismo

TIPO DE LUGAR DE ORIGEN DEL SISMO	DESCRIPCIÓN A LA FUENTE DEL SISMO
A	FALLAS QUE PUEDEN PRODUCIR EVENTOS DE GRAN MAGNITUD Y QUE TIENEN UNA ALTA RELACIÓN DE ACTIVIDAD SÍSMICA.
B	OTRAS FALLAS ADEMÁS DE LOS TIPOS A Y C
C	FALLAS QUE NO PUEDEN PRODUCIR EVENTOS DE GRAN MAGNITUD Y QUE TIENEN UNA RELACIÓN DE ACTIVIDAD SÍSMICA RELATIVAMENTE BAJA

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-41.

C_v = Coeficiente sísmico como se establece en la Tabla XIII, de acuerdo con la Tabla XII, quedando C_v con un valor igual a 0.56.

Tabla XII. Tipo de perfiles de suelos

TIPO DE PERFIL DE SUELOS	NOMBRE DEL PERFIL DE SUELOS /DESCRIPCIÓN GENÉRICA
S _A	ROCA DURA
S _B	ROCA
S _C	SUELO MUY DENSO Y ROCA BLANDA
S _D	PERFIL DE SUELO RÍGIDO
S _E	PERFIL DE SUELO SÓLIDO
S _F	SUELO QUE REQUIERE EVALUACIÓN ESPECÍFICA DEL LUGAR

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-35.

De acuerdo con nuestro estudio de suelos el perfil de suelo que corresponde a este es un suelo muy denso S_C.

Tabla XIII. Coeficiente de sismicidad C_V

TIPO DE PERFIL DE SUELO	FACTOR DE ZONA SÍSMICA, Z				
	Z= 0.075	Z= 0.15	Z= 0.2	Z= 0.3	Z= 0.4
S _A	0.06	0.12	0.16	0.24	0.32N _v
S _B	0.08	0.15	0.20	0.30	0.40N _v
S _C	0.13	0.25	0.32	0.45	0.56N _v
S _D	0.18	0.32	0.40	0.54	0.64N _v
S _E	0.26	0.50	0.64	0.84	0.96N _v
S _F	LAS FUENTES DE SUBDUCCIÓN DEBEN EVALUARSE SOBRE UNA BASE ESPECIFICA PARA CADA LUGAR				

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-41.

Por lo que:

$$C_V = 0.56 * 1 = 0.56$$

I = Factor de importancia que proporciona la Tabla XIV, por lo cual I en este caso corresponde a un valor de 1.00.

Tabla XIV. Categoría de destino

CATEGORÍA DE OCUPACIÓN	FACTOR DE IMPORTANCIA SÍSMICA, I
INSTALACIONES ESENCIALES	1.25
INSTALACIONES PELIGROSAS	1.25
ESTRUCTURAS DE OCUPACIÓN ESPECIAL	1.00
ESTRUCTURAS DE OCUPACIÓN ESTÁNDAR	1.00

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-35.

R = Coeficiente numérico representativo de la sobrerresistencia inherente y capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales, como se establece en la Tabla XV, por lo que el valor de R será igual a 8.5.

Tabla XV. Sistemas estructurales

SISTEMA ESTRUCTURAL BÁSICO	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS RESISTENTES A LAS FUERZAS LATERALES	R
SISTEMA DE ESTRUCTURA RESISTENTE A LOS MOMENTOS	1. ESTRUCTURAS ESPECIALES RESISTENTES A LOS MOMENTOS (SMRF)	
	A. ACERO	8.5
	B. HORMIGÓN	8.5
	2. ESTRUCTURAS DE MUROS DE ALBAÑILERÍA RESISTENTES A LOS MOMENTOS (MMRWF)	6.5
	3. ESTRUCTURAS INTERMEDIAS DE HORMIGÓN RESISTENTES A LOS MOMENTOS (IMRF)	5.5
	4. ESTRUCTURAS COMUNES RESISTENTES A LOS MOMENTOS (OMRF)	
	A. ACERO	4.5
	B. HORMIGÓN	3.5
	5. ESTRUCTURAS DE ACERO CON CERCHAS ESPIRALES PARA MOMENTOS (STMF)	6.5

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-37.

W = Carga muerta sísmica total, en este valor se incluirá:

- El valor total de la carga muerta producida por el peso de todos los elementos estructurales y no estructurales que permanecerán en el edificio.
- Otras cargas como separaciones no permanentes, equipo permanente de oficina, etc.
- Por lo menos 25% de la carga viva sobre cada piso, cuando se trate de almacenes o de bodegas.

$$W = W_{\text{nivel2}} + W_{\text{nivel1}}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{nivel2}} &= W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{acabados}} + 25\%CV \\ &= 10.00\text{m} \cdot 23.40\text{m} \cdot 0.13\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 \\ &\quad + 0.25\text{m} \cdot 0.37\text{m} \cdot (9.10\text{m} \cdot 7 + 21.30\text{m} \cdot 3) \cdot 2400\text{kg/m}^3 \\ &\quad + (0.30\text{m})^2 \cdot 1.645\text{m} \cdot 21 \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 10.00\text{m} \cdot 23.40\text{m} \cdot 50\text{kg/m}^2 \\ &\quad + 0.25 \cdot (10.00\text{m} \cdot 23.40\text{m} \cdot 97.65\text{kg/m}^2) \\ &= 126,209.45\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{nivel1}} &= W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{baranda}} + 25\%CV \\ &= 10.00\text{m} \cdot 23.40\text{m} \cdot 0.13\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 \\ &\quad + 0.25\text{m} \cdot 0.37\text{m} \cdot (9.10\text{m} \cdot 7 + 21.30\text{m} \cdot 3) \cdot 2400\text{kg/m}^3 \\ &\quad + (0.30\text{m})^2 \cdot 5.045\text{m} \cdot 21 \cdot 2400\text{kg/m}^3 \\ &\quad + (23.10\text{m} \cdot 2 + 7.7\text{m} \cdot 4) \cdot 2.5\text{m} \cdot 200\text{kg/m}^2 + 10.00\text{m} \cdot 23.40\text{m} \cdot 100\text{kg/m}^2 \\ &\quad + (2\text{m} + 19.25\text{m}) \cdot 50\text{kg/m} \\ &\quad + 0.25 \cdot (7.85\text{m} \cdot 23.40\text{m} \cdot 195.30\text{kg/m}^2 + 2.15\text{m} \cdot 23.40\text{m} \cdot 390.59\text{kg/m}^2) \\ &= 201,063.13\text{kg} \end{aligned}$$

$$W = 126,209.45\text{kg} + 201,063.13\text{kg} = 327,272.58\text{kg}$$

C_a = Coeficiente sísmico como se establece en la Tabla XVI, de acuerdo con las siguientes tablas C_a tendrá un valor de 0.40.

Tabla XVI. Coeficiente de sismicidad C_a

TIPO DE PERFIL DE SUELO	FACTOR DE ZONA SÍSMICA, Z				
	Z= 0.075	Z= 0.15	Z= 0.2	Z= 0.3	Z= 0.4
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_a$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_a$
S_C	0.09	0.18	0.24	0.33	$0.40N_a$
S_D	0.12	0.22	0.28	0.36	$0.44N_a$
S_E	0.19	0.30	0.30	0.36	$0.36N_a$
S_F	SE DEBEN REALIZAR INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS Y ANÁLISIS DE RESPUESTA DINÁMICA ESPECÍFICOS DEL LUGAR PARA DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE SISMICIDAD PARA EL TIPO DE PERFIL DE SUELO SF				

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-40.

Tabla XVII. Factor de cercanía a la fuente N_a

TIPO DE SISMO	DISTANCIA MAS PRÓXIMA A LA FUENTE DEL SISMO CONOCIDA		
	≤ 2 km	5km	≥ 10 km
A	1.5	1.2	1.0
B	1.3	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Fuente: **UBC 1997**, capítulo 16, pág. 16-41.

Por lo que:

$$N_a = 0.40 * 1 = 0.40$$

C_t = Coeficiente sísmico igual a 0.0731 para sistema métrico, este valor se utiliza para pórticos de hormigón reforzado resistente a momentos y estructuras arriostradas excéntricamente.

h_n = Altura en metros sobre la base hasta el Nivel n, por lo tenemos que h_n será igual a 6.95m.

T = Período de vibración elástico fundamental, en segundos, de la estructura en la dirección bajo consideración.

$$T = 0.0731 * (6.95m)^{3/4} = 0.313s$$

Sustituyendo en la fórmula de esfuerzo de corte basal total de diseño para la dirección “X” y “Y” obtenemos:

$$V = \frac{0.56 * 1.00}{8.5 * 0.313s} * 327,272.58kg = 68,886.54kg$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe exceder:

$$V = \frac{2.5 * 0.40 * 1.00}{8.5} * 327,272.58kg = 38,502.66kg$$

También el esfuerzo de corte basal total de diseño no debe ser menor que:

$$V = 0.11 * 0.40 * 1.00 * 327,272.58\text{kg} = 14,399.99\text{kg}$$

$$V = \frac{0.8 * 0.40 * 1.00 * 1.00}{8.5} * 327,272.58\text{kg} = 12,320.85\text{kg}$$

Por lo que el esfuerzo de corte basal total de diseño será igual a:

$$V = 38,502.66\text{kg}$$

Cálculo de fuerzas por nivel (F_i)

El cortante en la base del edificio se distribuirá a lo alto de toda la estructura de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$F_x = \frac{(V - F_t) * W_x * h_x}{\sum(W_i * h_i)}$$

$$F_t = 0.07 * T * V$$

Donde:

F_x = Fuerza sísmica de diseño aplicada al nivel i, n o x, respectivamente.

F_t = Parte del esfuerzo de corte basal V, que se considera concentrada en la parte superior de la estructura además de F_n , F_t no debe exceder de $0.25 * V$ y puede considerarse 0 cuando T es 0.7 segundos o menor.

$W_{i,x}$ = Parte de W ubicada o asignada al nivel i o x, respectivamente.

$h_{i,x}$ = Altura en metros sobre la base hasta el nivel i o x, respectivamente.

Sustituyendo datos en las fórmulas anteriores tenemos:

Tabla XVIII. Fuerzas por nivel, sentido "X" y "Y"

NIVEL	ALTURA h (m)	V (kg)	W (kg)	F _T (kg)	W _i * h _i	F (kg)
2	6.70	38502.66	126209.45	843.59	845603.32	21005.01
1	3.65	38502.66	201063.13	843.59	733880.42	17497.65
Σ=					1579483.74	38502.66

Cálculo de fuerzas por marco en el sentido (F_m)

Para el cálculo de las fuerzas por marco es necesario calcular el centro de rigidez y de masa del edificio el procedimiento es el siguiente:

$$F_m = F'_m + F''_m$$

$$F'_m = \frac{K_m * F_i}{\sum k_m}$$

$$F''_m = \frac{e * F_i}{\frac{\sum K_i * d_i^2}{K_i * d_i}}$$

$$e = Cm - CR; \quad e_{min} = 0.05 * \text{Altura de edificio}$$

Si el valor de $F_m < F'_m$, se debe tomar F'_m como la fuerza que actúa en el sentido del marco.

Donde:

F_m = Fuerza lateral de sismo por marco

F'_m = Fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos (fuerza traslacional)

F''_m = Fuerza por torsión (fuerza rotacional)

k_m = Rigidez del marco que está siendo analizado

$\sum k_m$ = Rigidez total del nivel, sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga

F_i = Fuerza por nivel

e = Excentricidad

d_i = Distancia entre el CR de la estructura y el eje del marco considerado

Cm = Centro de masa

CR = Centro de rigidez

Nivel 2

Cálculo de rigidez de columnas

Como es el último nivel se considera que esta en voladizo, y se utiliza la fórmula:

$$k = \frac{1}{\frac{F * H^3}{3 * E_C * I} + \frac{1.2 * F * H}{A * G}}$$

Donde:

k = Rigidez del elemento.

F = Fuerza lateral asumida.

H = Altura del muro o columna analizada.

E_C = Módulo de elasticidad del concreto, que para este caso se considera que E_C tendrá un valor igual a $2.67 * 10^5 kg/cm^2$.

I = Inercia del elemento, donde b es la base del elemento y h la altura del elemento.

A = Sección transversal del muro o columna analizada.

G = Altura del muro o columna analizada, donde G es igual a $0.4 * E_C$

Sustituyendo datos tenemos:

$$k_c = \frac{1}{\frac{21005.01kg * (255cm)^3}{3 * 267000 \frac{kg}{cm^2} * \left(\frac{30cm * (0.30cm)^3}{12}\right)} + \frac{1.2 * 21005.01kg * 255cm}{(30cm)^2 * \left(0.40 * 267000 \frac{kg}{cm^2}\right)}}$$

$$k_c = 0.1539cm^{-1}$$

Como las secciones de las columnas son iguales para todos los marcos tenemos:

$$k_m = \#_{col. \text{ por marco}} * k_c$$

Cálculo de centro de rigidez y masa en "Y"

$$CR = \frac{\sum k_m * L}{\sum k_m}$$

$$CM = \frac{\text{Ancho}}{2}$$

Tabla XIX. Cálculo de rigidez por marco nivel 2, sentido “Y”

MARCO	# COLUMNAS	k_c	k_m	L	$k_m * L$	
E	7	0.1539	1.078	0.00	0.000	
C	7	0.1539	1.078	2.00	2.155	
A	7	0.1539	1.078	9.70	10.453	
$\Sigma=$			3.233	$\Sigma=$		12.608

F'_m

$$CR_Y = \frac{12.608cm^{-1} - m}{3.233cm^{-1}} = 3.90m$$

$$CM_Y = \frac{2.00m + 7.70m}{2} = 4.85m$$

$$e_y = 4.85m - 3.90m = 0.95m$$

$$e_{min} = 0.05 * 6.95m = 0.35m$$

Tabla XX. Fuerzas por marco nivel 2, sentido “Y”

MARCO	F_i	k_m	d_i	e	$k_m * d_i$	$k_m * d_i^2$	F'_m	F'_m	F_m
E	21005.01	1.078	-3.90	0.95	-4.203	16.390	7001.670	-1483.484	5518.186
C		1.078	-1.90		-2.047	3.890	7001.670	-722.723	6278.947
A		1.078	5.80		6.250	36.251	7001.670	2206.207	9207.877
$\Sigma=$		3.233			$\Sigma=$	56.531			

Cálculo de centro de rigidez y masa en “X”

Tabla XXI. Cálculo de rigidez por marco nivel 2, sentido “X”

MARCO	# COLUMNAS	k_c	k_m	L	$k_m * L$
5	3	0.1539	0.462	0.00	0.000
7	3	0.1539	0.462	3.85	1.778
8	3	0.1539	0.462	7.70	3.556
9	3	0.1539	0.462	11.55	5.334
10	3	0.1539	0.462	15.40	7.112
11	3	0.1539	0.462	19.25	8.890
12	3	0.1539	0.462	23.10	10.668
			$\Sigma =$		$\Sigma =$
			3.233		37.339

$$CR_x = \frac{37.339cm^{-1} - m}{3.233cm^{-1}} = 11.55m$$

$$CM_x = \frac{3.85m * 6}{2} = 11.55m$$

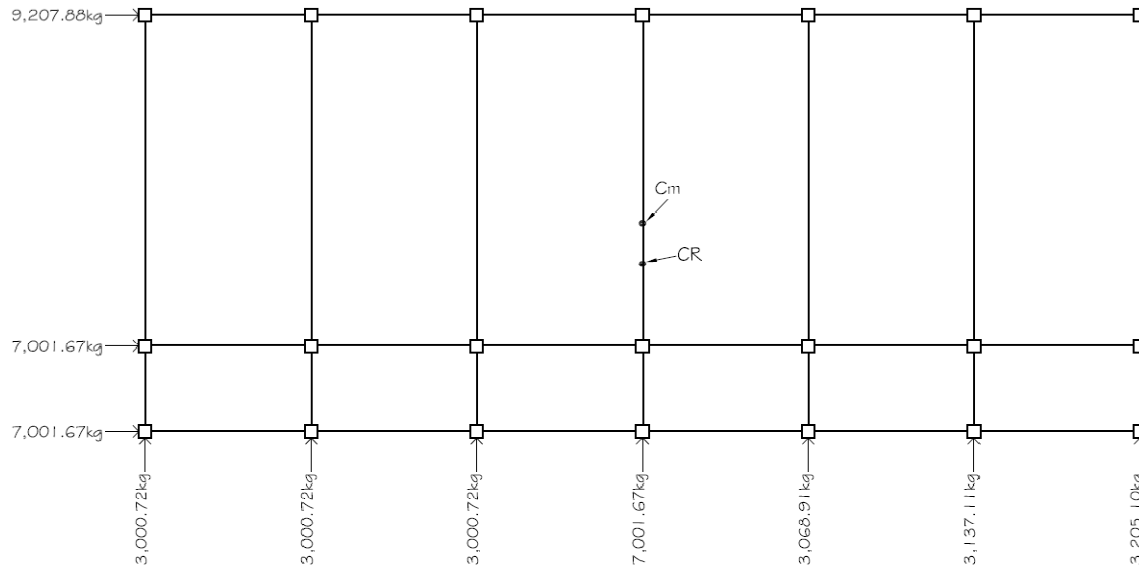
$$e_x = 11.55m - 11.55m = 0.00m$$

$$e_{min} = 0.05 * 6.95m = 0.35m$$

Tabla XXII. Fuerzas por marco nivel 2, sentido “X”

MARCO	F_i	k_m	d_i	e	$k_m * d_i$	$k_m * d_i^2$	F_m	F'_m	F_m
5	21005.01	0.462	-11.55	0.35	-5.334	61.609	3000.716	-204.594	2796.122
7		0.462	-7.70		-3.556	27.382	3000.716	-136.396	2864.320
8		0.462	-3.85		-1.778	6.845	3000.716	-68.198	2932.518
9		0.462	0.00		0.000	0.000	3000.716	0.000	3000.716
10		0.462	3.85		1.778	6.845	3000.716	68.198	3068.914
11		0.462	7.70		3.556	27.382	3000.716	136.396	3137.112
12		0.462	11.55		5.334	61.609	3000.716	204.594	3205.310
		$\Sigma =$	3.233			$\Sigma =$	191.673		

Figura 10. Planta nivel 2 de distribución de fuerzas por marco



Nivel 1

Cálculo de rigidez de columnas

Como es el entrepiso se considera que esta en empotrado, y se utiliza la fórmula:

$$k = \frac{1}{\frac{F * H^3}{12 * E_c * I} + \frac{1.2 * F * H}{A * G}}$$

Sustituyendo datos tenemos:

$$k_c = \frac{1}{\frac{17497.65kg * (340cm)^3}{12 * 267000 \frac{kg}{cm^2} * \left(\frac{30cm * (30cm)^3}{12}\right)} + \frac{1.2 * 17497.65kg * 340cm}{(30cm)^2 * \left(0.40 * 267000 \frac{kg}{cm^2}\right)}$$

$$k_c = 0.3079 \text{ cm}^{-1}$$

Cálculo de centro de rigidez y masa en "Y"

Tabla XXIII. Cálculo de rigidez por marco nivel 1, sentido "Y"

MARCO	# COLUMNAS	k_c	k_m	L	$k_m * L$
E	7	0.3079	2.155	0.00	0.000
C	7	0.3079	2.155	2.00	4.311
A	7	0.3079	2.155	9.70	20.906
			$\Sigma =$		$\Sigma =$
			6.466		25.217

$$CR_Y = \frac{25.217 \text{ cm}^{-1} - m}{6.466 \text{ cm}^{-1}} = 3.90 \text{ m}$$

$$CM_Y = \frac{2.00 \text{ m} + 7.70 \text{ m}}{2} = 4.85 \text{ m}$$

$$e_y = 4.85 \text{ m} - 3.90 \text{ m} = 0.95 \text{ m}$$

$$e_{min} = 0.05 * 6.95 \text{ m} = 0.35 \text{ m}$$

Tabla XXIV. Fuerzas por marco nivel 1, sentido "Y"

MARCO	F_i	k_m	d_i	e	$k_m * d_i$	$k_m * d_i^2$	F'_m	F''_m	F_m
E	17497.65	2.155	-3.90	0.95	-8.406	32.782	5832.550	-1235.776	4596.774
C		2.155	-1.90		-4.095	7.781	5832.550	-602.045	5230.505
A		2.155	5.80		12.501	72.504	5832.550	1837.820	7670.370
		$\Sigma =$	6.466		$\Sigma =$	113.066			

Cálculo de centro de rigidez y masa en “X”

Tabla XXV. Cálculo de rigidez por marco nivel 1, sentido “X”

MARCO	# COLUMNAS	k_c	k_m	L	$k_m * L$	
5	3	0.3079	0.924	0.00	0.000	
7	3	0.3079	0.924	3.85	3.556	
8	3	0.3079	0.924	7.70	7.112	
9	3	0.3079	0.924	11.55	10.669	
10	3	0.3079	0.924	15.40	14.225	
11	3	0.3079	0.924	19.25	17.781	
12	3	0.3079	0.924	23.10	21.337	
$\Sigma =$			6.466	$\Sigma =$		74.681

$$CR_x = \frac{74.681 \text{ cm}^{-1} - m}{6.466 \text{ cm}^{-1}} = 11.55m$$

$$CM_x = \frac{3.85m * 6}{2} = 11.55m$$

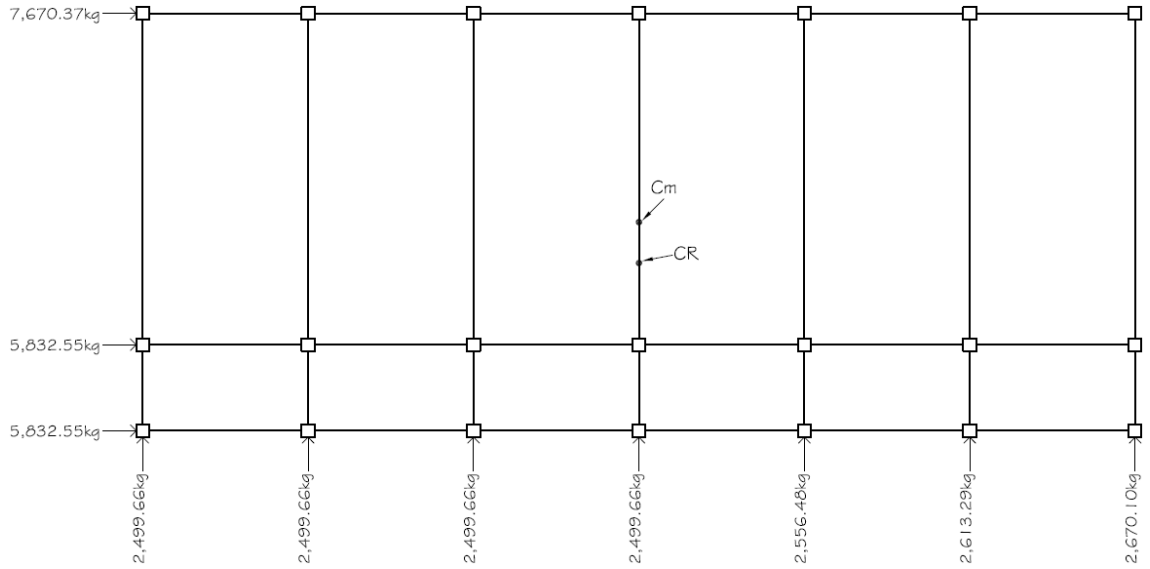
$$e_x = 11.55m - 11.55m = 0.00m$$

$$e_{min} = 0.05 * 6.95m = 0.35m$$

Tabla XXVI. Fuerzas por marco nivel 1, sentido “X”

MARCO	F_i	k_m	d_i	e	$k_m * d_i$	$k_m * d_i^2$	F_m	F'_m	F_m
5	17497.65	0.924	-11.55	0.35	-10.669	123.223	2499.664	-170.432	2329.232
7		0.924	-7.70		-7.112	54.766	2499.664	-113.621	2386.043
8		0.924	-3.85		-3.556	13.691	2499.664	-56.811	2442.854
9		0.924	0.00		0.000	0.000	2499.664	0.000	2499.664
10		0.924	3.85		3.556	13.691	2499.664	56.811	2556.475
11		0.924	7.70		7.112	54.766	2499.664	113.621	2613.285
12		0.924	11.55		10.669	123.223	2499.664	170.432	2670.096
$\Sigma =$		6.466			$\Sigma =$		383.360		

Figura 11. Planta nivel 1 de distribución de fuerzas por marco



Quedando así en elevación las fuerzas por marco de la siguiente manera:

Figura 12. Carga horizontal sentido "X" eje "C"

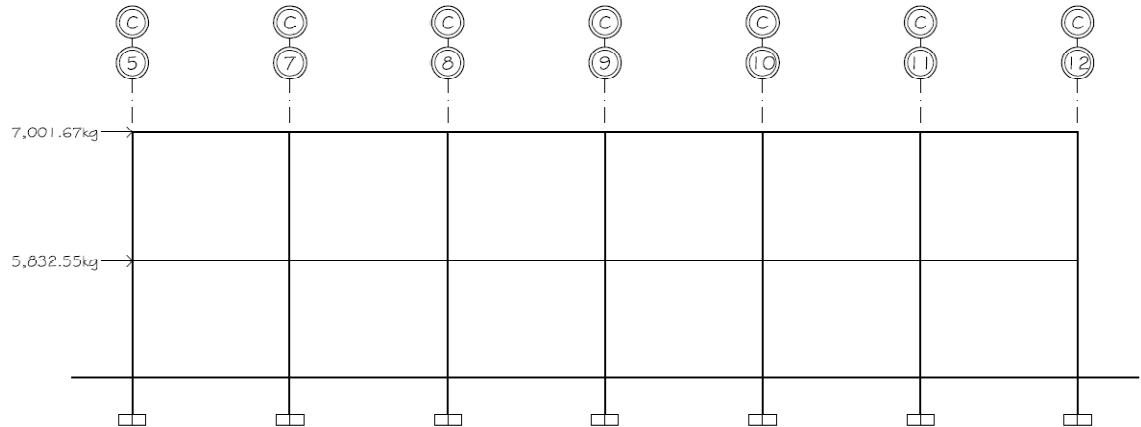
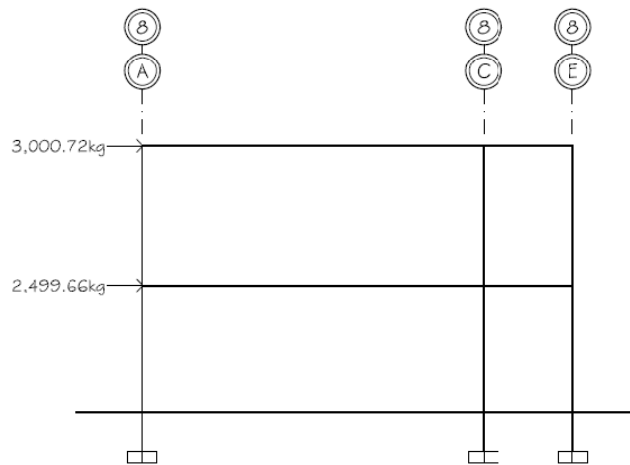


Figura 13. Carga horizontal sentido “Y” eje “8”



2.2.5 Análisis de marcos utilizando software y comparación con un método numérico

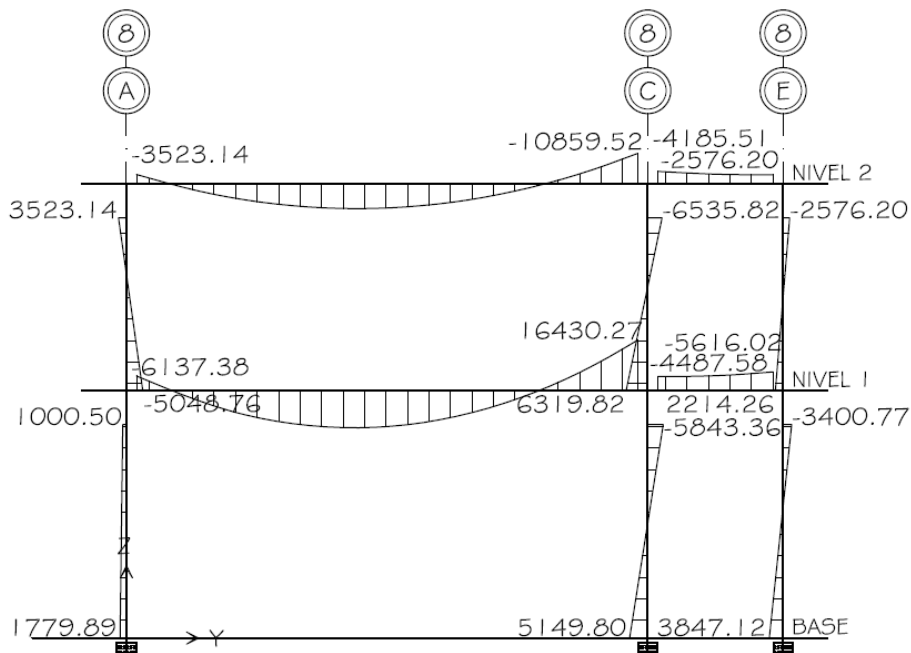
Con la integración de cargas verticales y horizontales definidas, se procede al análisis estructural de los marcos y de esta manera verificar si los valores de los elementos predimensionados satisfacen los efectos producidos por las cargas aplicadas a la estructura (ver página 69).

Este tipo de análisis se basa en cálculos que se realizan a través de procesos iterativos, que son empleados para el diseño de los elementos estructurales de los marcos en los edificios, tienen la ventaja de que se puede aplicar a marcos con cualquier tipo de carga ya sean simétricos o asimétricos, entre los métodos más usados para el análisis exacto de este tipo de estructuras se encuentran: el método de distribución de momentos (Método de

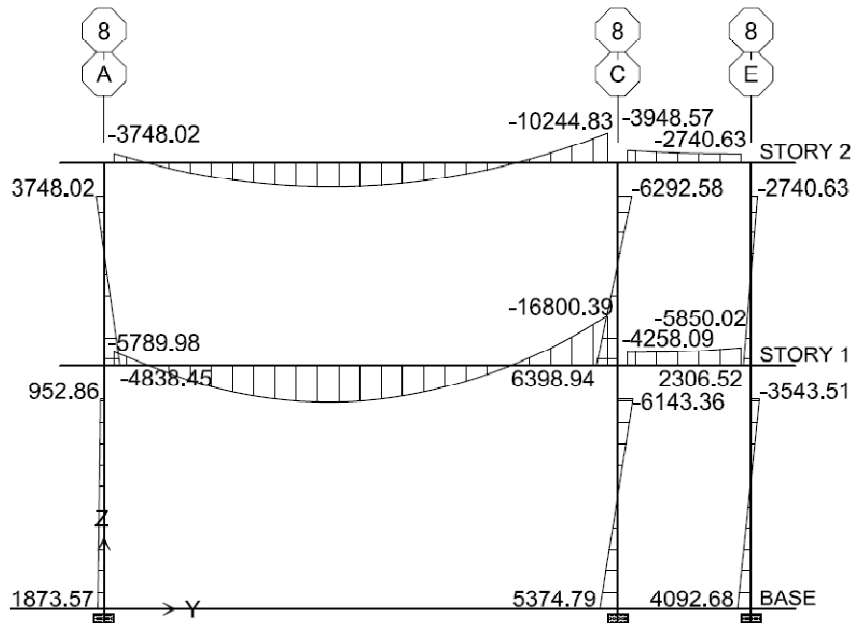
Cross), el método de Kani, el método de rigideces (método empleado por el software ETABS), el método de flexibilidad, etc.

Como método numérico de comparación se analizó un marco con el método de Cross, con el cual los resultados obtenidos variaron en un $\pm 6\%$ en comparación con los resultados obtenidos mediante el programa ETABS, con lo cual podemos llegar a la conclusión de que los resultados obtenidos mediante el programa ETABS son aceptables.

Figura 14. Diagrama de momentos utilizando método de Cross para 1.2CM + 1.0CV \pm 1.0E (Kg-m)



**Figura 15. Diagrama de momentos utilizando software ETABS
para 1.2CM + 1.0CV ± 1.0E (Kg-m)**



Con los resultados satisfactorios de la comparación anterior se utilizó el programa ETABS como método de análisis, éste programa crea un modelo consistente de los sistemas de piso, pórtico vertical y pórtico lateral para analizar y diseñar toda la edificación.

Figura 16. Diagrama de momentos para carga muerta (Kg-m)

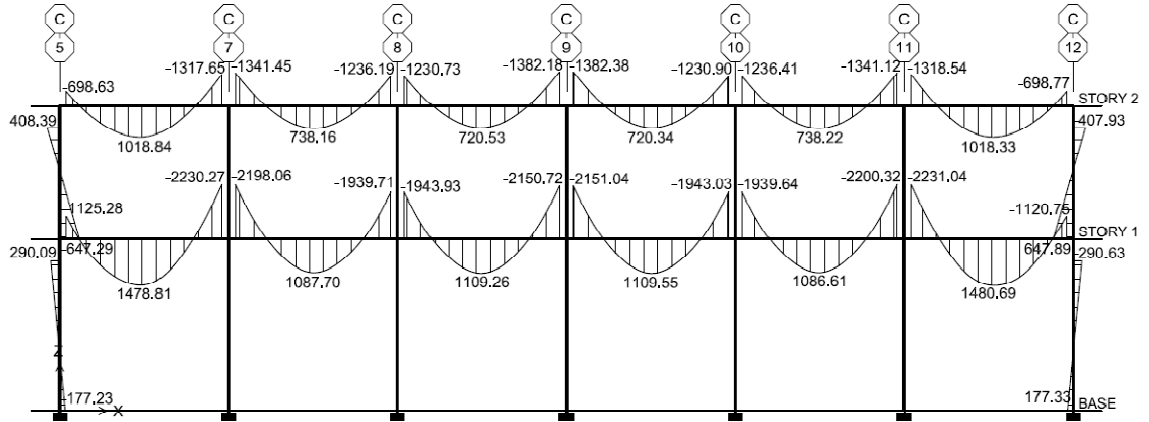


Figura 17. Diagrama de momentos para carga viva (Kg-m)

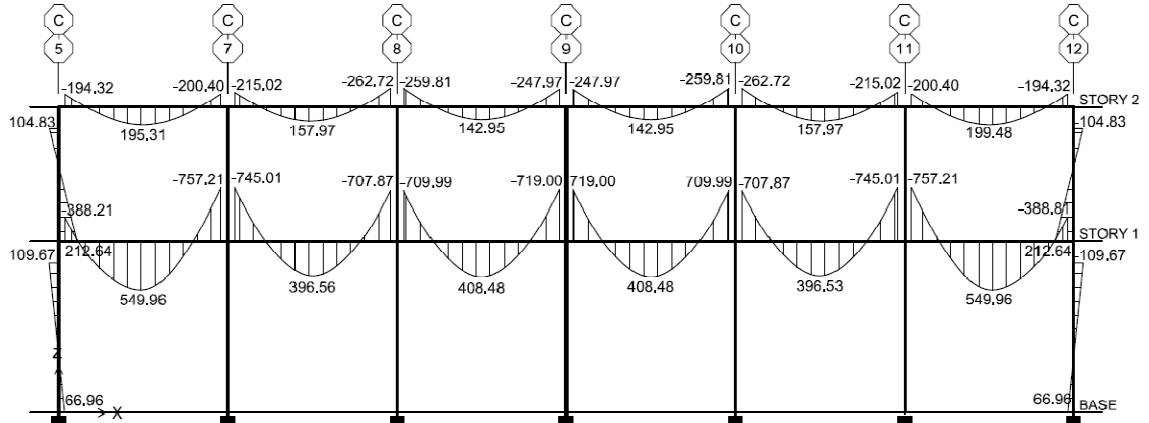


Figura 18. Diagrama de momentos en vigas y columnas para carga de sismo (Kg-m)

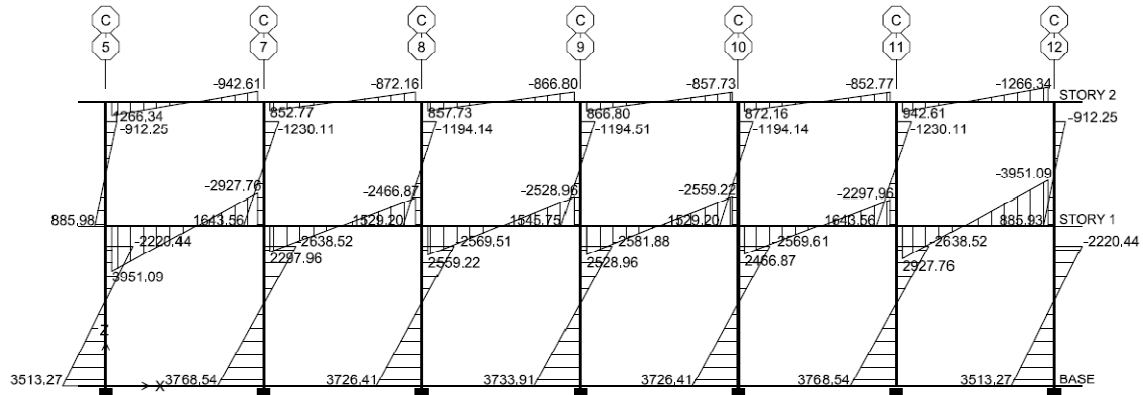
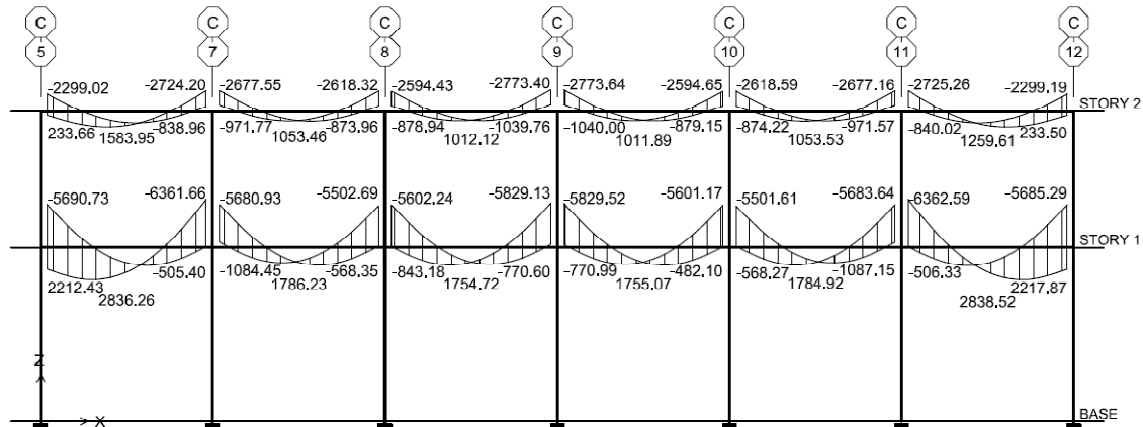
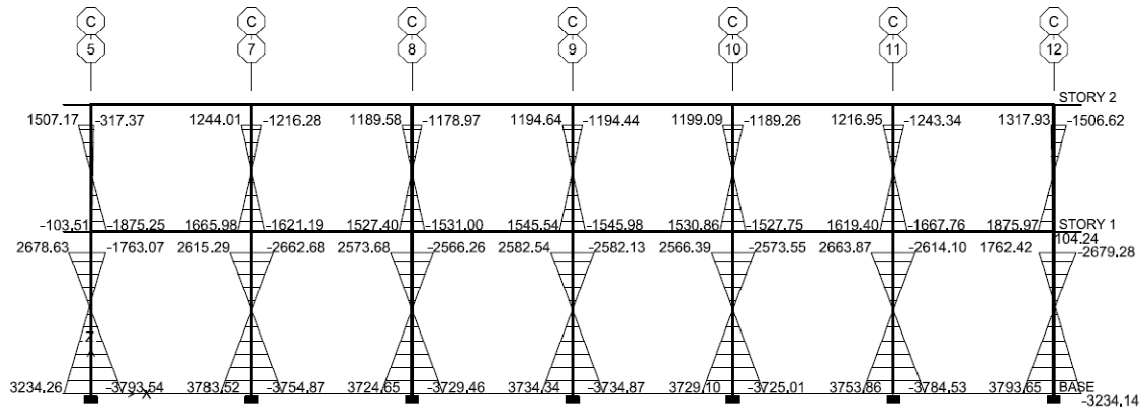


Figura 19. Diagrama de envolvente de momentos en vigas para 1.2CM + 1C.0V ± 1.0E (Kg-m)



**Figura 20. Diagrama de envolvente de momentos en columnas
para 1.2CM + 1.0CV ± 1.0E (Kg-m)**



2.2.6 Diseño estructural

Es la actividad que se realiza, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura; es ésta la parte de la edificación que se destina para soportar las cargas que se presentarán en su vida útil.

Para el diseño estructural de este edificio, se usan los siguientes datos generales:

Materiales:

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

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$E_c = 2.67 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

Recubrimientos:

Cimentación= 7.5cm

Columnas= 4cm

Vigas= 4cm

Losas= 2.5cm

Otros:

Valor soporte del suelo $V_s = 166.95\text{T/m}^2$

Peso específico del suelo $\gamma_{\text{suelo}} = 1.29\text{T/m}^3$

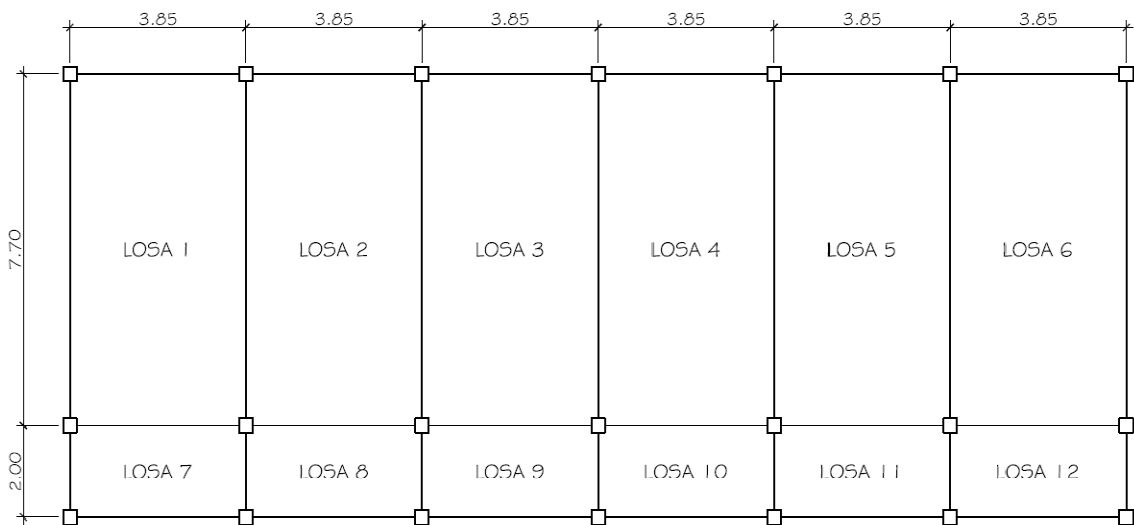
2.2.6.1 Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entresijos para transmitir cargas verticales, o como diafragmas para transmitir cargas horizontales.

Las losas serán apoyadas en los cuatro lados, a modo de obtener una acción de losas en dos direcciones. El acero de refuerzo se colocará en dirección paralela a las superficies. A menudo se utilizan barras de refuerzo rectas aunque para losas continuas las barras inferiores se doblan hacia arriba para proporcionar el refuerzo para cubrir los esfuerzos negativos sobre los apoyos.

Del predimensionamiento estructural, se obtuvo el espesor de la losa que es de 13cm (losa plana), para diseñarla se aplicará el método 3 del código ACI - 318R-99.

Figura 21. Planta típica de losas.



Se realizaran los cálculos detallados de las losas para el nivel uno de la siguiente manera:

Determinando cómo trabaja la losa:

$$m = \frac{L_{menor}}{L_{mayor}}$$

Si $m \geq 0.50$ la losa trabaja en 2 sentidos

Si $m < 0.50$ la losa trabaja en 1 sentido

Donde:

L = Longitud de lado de losa

Para losas 1 – 6

$$m = \frac{3.85m}{7.70m} = 0.50$$

Para losas 7 – 12

$$m = \frac{2.00m}{3.85m} = 0.52$$

Por lo que se concluye que ambas losas trabajan en 2 sentidos y tendrán un espesor de $t = 0.13m$ (ver página 76).

Cálculo de la carga última o carga de diseño (ver página 69):

$$CU = 1.2 \cdot CM + 1.0 \cdot CV$$

$$CMU = 1.2 \cdot (W_{\text{losas}} + W_{\text{acabado losas}})$$

$$CVU = 1.0 \cdot (W_{\text{aulas/pasillos}})$$

Losas 1 – 6

$$CMU = 1.2 \cdot (0.13m \cdot 2400kg/m^2 + 100kg/m^2) = 494.40kg/m^2$$

$$CVU = 1.0 \cdot (195.30kg/m^2) = 195.30kg/m^2$$

$$CU = 494.40kg/m^2 + 195.30kg/m^2 = 689.70kg/m^2$$

Losas 7 – 12

$$CMU = 1.2 * (0.13m * 2400kg/m^3 + 100kg/m^2) = 494.40kg/m^2$$

$$CVU = 1.0 * (390.59kg/m^2) = 390.59kg/m^2$$

$$CU = 494.40kg/m^2 + 390.59kg/m^2 = 884.99kg/m^2$$

Cálculos de momentos, estos se determinan mediante las fórmulas siguientes:

Momentos negativos

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} * CU * l_a^2$$

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} * CU * l_b^2$$

Momentos positivos

$$M_{a,pos} = C_{a,pos} * CMU * l_a^2 + C_{a,pos} * CVU * l_a^2$$

$$M_{b,pos} = C_{b,pos} * CMU * l_b^2 + C_{b,pos} * CVU * l_b^2$$

Donde:

C = Coeficiente para momentos

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

Losa 1 (caso 4, m = 0.50)

$$M_{a,neg} = 0.094 * 689.70kg/m^2 * (3.85m)^2 = 960.97kg-m$$

$$M_{b,neg} = 0.006 * 689.70kg/m^2 * (7.70m)^2 = 245.35kg-m$$

$$M_{a,pos} = 0.059 * 494.40kg/m^2 * (3.85m)^2 + 0.077 * 195.30kg/m^2 * (3.85m)^2 \\ = 655.27kg-m$$

$$M_{b, \text{pos}} = 0.004 * 494.40 \text{kg/m}^2 * (7.70 \text{m})^2 + 0.005 * 195.30 \text{kg/m}^2 * (7.70 \text{m})^2$$

$$= 175.15 \text{kg-m}$$

Losa 2 (caso 9, m = 0.50)

$$M_{a, \text{neg}} = 0.088 * 689.70 \text{kg/m}^2 * (3.85 \text{m})^2 = 899.63 \text{kg-m}$$

$$M_{b, \text{neg}} = 0.003 * 689.70 \text{kg/m}^2 * (7.70 \text{m})^2 = 122.68 \text{kg-m}$$

$$M_{a, \text{pos}} = 0.038 * 494.40 \text{kg/m}^2 * (3.85 \text{m})^2 + 0.067 * 195.30 \text{kg/m}^2 * (3.85 \text{m})^2$$

$$= 472.73 \text{kg-m}$$

$$M_{b, \text{pos}} = 0.002 * 494.40 \text{kg/m}^2 * (7.70 \text{m})^2 + 0.004 * 195.30 \text{kg/m}^2 * (7.70 \text{m})^2$$

$$= 104.94 \text{kg-m}$$

Losa 7 (caso 4, m = 0.52)

$$M_{a, \text{neg}} = 0.093 * 884.99 \text{kg/m}^2 * (2.00 \text{m})^2 = 329.22 \text{kg-m}$$

$$M_{b, \text{neg}} = 0.007 * 884.99 \text{kg/m}^2 * (3.85 \text{m})^2 = 91.82 \text{kg-m}$$

$$M_{a, \text{pos}} = 0.0575 * 494.40 \text{kg/m}^2 * (2.00 \text{m})^2 + 0.075 * 390.59 \text{kg/m}^2 * (2.00 \text{m})^2$$

$$= 230.89 \text{kg-m}$$

$$M_{b, \text{pos}} = 0.0045 * 494.40 \text{kg/m}^2 * (3.85 \text{m})^2 + 0.006 * 390.59 \text{kg/m}^2 * (3.85 \text{m})^2$$

$$= 67.71 \text{kg-m}$$

Losa 8 (caso 8, m = 0.52)

$$M_{a, \text{neg}} = 0.093 * 884.99 \text{kg/m}^2 * (2.00 \text{m})^2 = 329.22 \text{kg-m}$$

$$M_{b, \text{neg}} = 0.007 * 884.99 \text{kg/m}^2 * (3.85 \text{m})^2 = 91.82 \text{kg-m}$$

$$M_{a, \text{pos}} = 0.0575 * 494.40 \text{kg/m}^2 * (2.00 \text{m})^2 + 0.075 * 390.59 \text{kg/m}^2 * (2.00 \text{m})^2$$

$$= 230.89\text{kg-m}$$

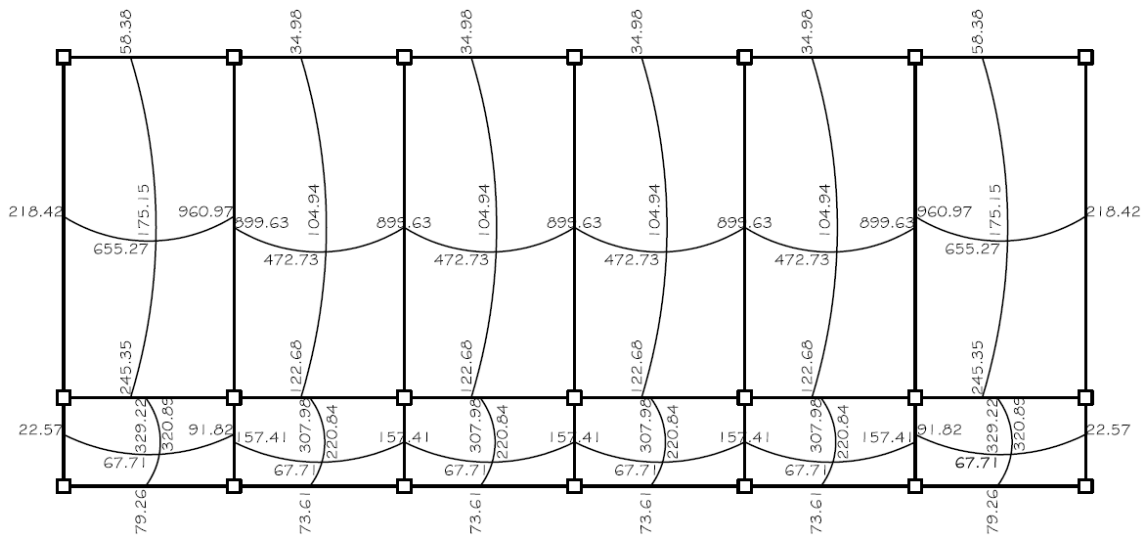
$$M_{b, \text{pos}} = 0.0045 * 494.40\text{kg/m}^2 * (3.85\text{m})^2 + 0.006 * 390.59\text{kg/m}^2 * (3.85\text{m})^2$$

$$= 67.71\text{kg-m}$$

En los bordes discontinuos se usará un momento negativo igual a un tercio (1/3) del momento positivo.

Siguiendo el procedimiento anterior, se calculan los momentos en todas las losas.

Figura 22. Distribución de momentos en losas nivel 1 (Kg-m)



Cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Estos momentos se pueden balancear de la siguiente manera:

Si $0.80 * M_1 \leq M_2$

$$M_B = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

Si $0.80 * M_1 > M_2$

se balancean proporcionalmente a su rigidez

$$k_1 = \frac{1}{L_1}$$

$$k_2 = \frac{1}{L_2}$$

$$D_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2}$$

$$D_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}$$

$$M_1 - (M_1 - M_2) * D_1 = MB$$

$$M_2 + (M_1 - M_2) * D_2 = MB$$

Donde:

MB = Momento balanceado

M_1 = Momento mayor

M_2 = Momento menor

D = Factor de distribución

k = Rigidez

Balanceo de momentos entre losas 1 y 2

$$M_1 = 960.97kg - m \quad y \quad M_2 = 899.6kg - m$$

$$0.80 * 960.97kg - m = 768.78kg - m < 899.63kg - m$$

$$M_B = \frac{960.97kg - m + 899.63kg - m}{2} = 930.30kg - m$$

Balanceo de momentos entre losas 1 y 7

$$M_1 = 329.22kg - m \text{ y } M_2 = 245.35kg - m$$

$$0.80 * 916.28kg - m = 263.38kg - m > 245.35kg - m$$

$$k_1 = \frac{1}{7.7m} = 0.1299m^{-1} \quad ; \quad k_2 = \frac{1}{2m} = 0.50m^{-1}$$

$$D_1 = \frac{0.1299m^{-1}}{0.1299m^{-1} + 0.50m^{-1}} = 0.2062 \quad ; \quad D_2 = \frac{0.50m^{-1}}{0.1299m^{-1} + 0.50m^{-1}} = 0.7938$$

$$329.22kg - m - (329.22kg - m - 245.35kg - m) * 0.2062 = 311.93kg - m$$

$$245.35kg - m + (329.22kg - m - 245.35kg - m) * 0.7938 = 311.93kg - m$$

Balanceo de momentos entre losas 2 y 8

$$M_1 = 307.98kg - m \text{ y } M_2 = 122.6kg - m$$

$$0.80 * 307.98kg - m = 264.38kg - m > 122.68kg - m$$

$$k_1 = \frac{1}{2m} = 0.50m^{-1} \quad ; \quad k_2 = \frac{1}{7.7m} = 0.1299m^{-1}$$

$$D_1 = \frac{0.50m^{-1}}{0.50m^{-1} + 0.1299m^{-1}} = 0.7938 \quad ; \quad D_2 = \frac{0.1299m^{-1}}{0.50m^{-1} + 0.1299m^{-1}} = 0.2062$$

$$307.98kg - m - (307.98kg - m - 122.68kg - m) * 0.7938 = 160.89kg - m$$

$$122.68kg - m + (307.98kg - m - 122.68kg - m) * 0.2062 = 160.89kg - m$$

Balaceo de momentos entre losas 7 y 8

$$M_1 = 157.41kg - m \quad y \quad M_2 = 91.82kg - m$$

$$0.80 * 157.41kg - m = 125.93kg - m > 91.82kg - m$$

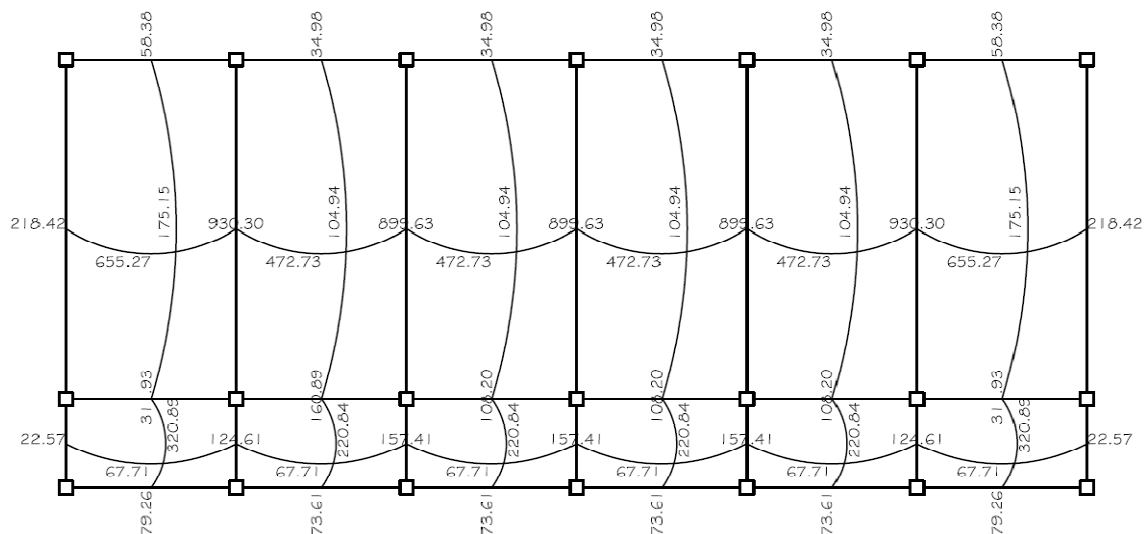
$$k_1 = \frac{1}{3.85m} = 0.2597m^{-1} = k_2$$

$$D_1 = \frac{0.2597m^{-1}}{0.2597m^{-1} + 0.2597m^{-1}} = 0.50 = D_2$$

$$157.41kg - m - (157.41kg - m - 91.82kg - m) * 0.50 = 124.61kg - m$$

$$91.82kg - m + (157.41kg - m - 91.82kg - m) * 0.50 = 124.61kg - m$$

Figura 23. Distribución de momentos en losas nivel 1 (Kg-m)



Diseño del acero de refuerzo

Cálculo de peralte (d)

d = espesor_{losa} – recubrimiento

d = 13.00cm – 2.50cm = 10.50cm

Cálculo de área de acero máximo para la sección de losa ($A_{s_{max}}$)

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0.003 * E_s * 0.85 * f'c}{f_y * (f_y + 0.003 * E_s)} \quad \beta_1 = 0.85 \quad \text{Si } 0 < f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2.00 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.50 * \rho_{bal} \quad (\text{Zona sísmica})$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = \rho_{m\acute{a}x} * 100 * d$$

Sustituyendo datos en las expresiones anteriores obtenemos:

$$\rho_{bal} = \frac{0.85 * 0.003 * 2.00 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * (2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 0.003 * 2.00 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})} = 0.0490$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.50 * 0.0490 = 0.0245$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 0.0245 * 100 \text{ cm} * 10.50 \text{ cm} = 25.73 \text{ cm}^2$$

$A_{s_{min}}$ de losa es igual al 40% $A_{s_{min}}$ de viga en base a una franja unitaria de 1 metro.

$$A_{s_{min}} = 40\% * \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = 0.40 * \frac{14.1}{2810 \frac{kg}{cm^2}} * 100.00cm * 10.50cm = 2.11cm^2$$

Cálculo de espaciamiento de $A_{s_{min}}$:

$$S = \frac{A_{s_{varilla}} * 100}{A_s}$$

$$S_{máx} = 2 * t$$

Donde:

$S =$ Espaciamiento entre varillas en cm

$A_{s_{varilla}} =$ Área de acero de la varilla a utilizar, en este caso se utilizará No. 3
 $A_s = 0.71cm^2$

100 = Base en cm la cual requiere el A_s

$t =$ Espesor de losa

$S_{máx} =$ De acuerdo con el código ACI 318S-05 sección 13.3.2

Sustituyendo datos en la fórmula anterior obtenemos:

$$S = \frac{0.71cm^2 * 100cm}{2.11cm^2} = 33.65cm$$

$$S_{m\acute{a}x} = 2 * 13cm = 26cm$$

Por lo que el espaciamiento de $A_{s_{min}}$ será: $S = 26cm$ por lo que el área de acero requerida para dicho espaciamiento será:

$$A_s = \frac{0.71cm^2 * 100cm}{26cm} = 2.84cm^2$$

No. 3 @ 26cm

Cculo del momento máximo que resiste el A_s :

$$Mu = \emptyset * \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right] \quad \emptyset_{flexi\acute{o}n} = 0.90$$

$$Mu = 0.90 * \left[2.73cm^2 * 2810 \frac{kg}{cm^2} * \left(10.50cm - \frac{2.73cm^2 * 2810 \frac{kg}{cm^2}}{1.7 * 280 \frac{kg}{cm^2} * 100cm} \right) \right]$$

$$Mu = 71,381.10kg - cm = 713.81kg - m$$

Debido a que existen momentos mayores a Mu se deberá calcular el A_s para estos, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'_c}} \right] * \frac{0.85 * f'_c}{f_y}$$

$$As = \left[100cm * 10.5cm - \sqrt{(100cm * 10.5cm)^2 - \frac{930.30kg - m * 100cm}{0.003825 * 280 \frac{kg}{cm^2}}} \right]$$

$$* \frac{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 3.57cm^2$$

$$S = \frac{0.71cm^2 * 100cm}{3.57cm^2} = 19.88cm$$

No. 3 @ 20cm

De acuerdo con los cálculos, todas las áreas de acero propuestas para las losas se encuentran dentro del límite permitido.

Tabla XXVII. Áreas de acero requeridas para losas nivel 1

M (kg-m)	As (cm2)	No. Varilla	S (cm)
713.81	2.73	3	26
899.63	3.45	3	20
930.30	3.57	3	20

Chequeo por corte

Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales que la conforman. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, estos esfuerzos deben resistirse por el concreto, por tal

razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. Para poder realizar el chequeo se procede de la siguiente manera:

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{CU * L}{2}$$

Donde:

$L =$ Lado cortó

Cálculo del corte que resistente el concreto

$$V_{CU} = \phi * 1.70 * \sqrt{\frac{f'c}{10}} * b * d \quad ; \quad \phi_{corte} = 0.75$$

Si $V_{CU} < V_{m\acute{a}x}$ Aumentar el peralte de la losa

$V_{CU} > V_{m\acute{a}x}$ El peralte es el adecuado

Sustituyendo datos en la fórmula anterior tenemos:

Losa 1

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{689.70 \frac{kg}{m} * 3.85m}{2} = 1,327.67kg$$

Losa 7

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{884.99 \frac{kg}{m} * 2.00m}{2} = 884.99kg$$

$$V_{CU} = 0.75 * 1.70 * \sqrt{\frac{280 \frac{kg}{cm^2}}{10}} * 100cm * 10.50cm = 7,084.00kg$$

Debido a que $V_{CU} > V_{m\acute{a}x}$ se puede concluir que el peralte propuesto es el adecuado.

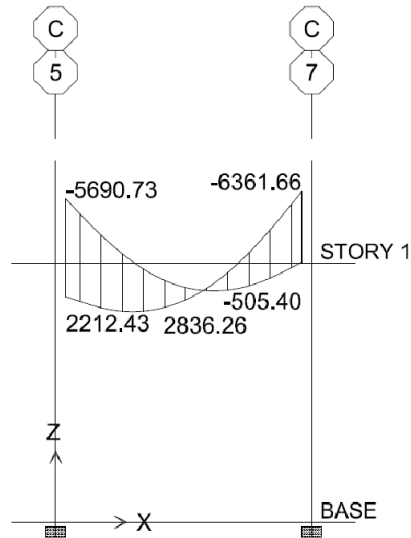
Las losas del nivel 2 fueron analizadas de la misma forma que la del nivel 1. El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de planta de losas y vigas del conjunto de planos mostrados en el apéndice.

2.2.6.2 Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte, esta parte tratará el análisis y diseño de las vigas de la estructura, incluyendo la medición de las secciones transversales de concreto, la selección y ubicación del acero de refuerzo.

El procedimiento a seguir para diseñar las vigas, se describe a continuación, tomando como ejemplo el diseño de la viga tipo 1.

Figura 24. Diagrama de envolvente de momentos en viga 1 (kg-m)



Antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales este debe estar; esto se hace usando los criterios siguientes:

Cálculo de área de acero mínimo para la sección de viga ($A_{s_{min}}$)

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y}$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

Sustituyendo datos en la fórmula anterior obtenemos:

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{2810 \frac{kg}{cm^2}} * 25cm * 46cm = 5.77cm^2$$

Por lo que se utilizará como mínimo de acero en la sección 3 varillas No. 5 igual a 5.94cm²

Cálculo de área de acero máximo para la sección de viga ($A_{s_{max}}$)

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0.003 * E_s * 0.85 * f'_c}{f_y * (f_y + 0.003 * E_s)} \quad \beta_1 = 0.85 \quad Si \ 0 < f'_c \leq 280kg/cm^2$$

$$E_s = 2.00 \times 10^6 kg/cm^2$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.50 * \rho_{bal} \quad (Zona \ s\acute{i}smica)$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = \rho_{m\acute{a}x} * b * d$$

Sustituyendo datos en las expresiones anteriores obtenemos:

$$\rho_{bal} = \frac{0.85 * 0.003 * 2.00 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2} * 0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2} * (2810 \frac{kg}{cm^2} + 0.003 * 2.00 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2})} = 0.0490$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.50 * 0.0490 = 0.0245$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0.0245 * 25cm * 46cm = 28.19cm^2$$

Usando los momentos dados en el diagrama de envolvente de momentos se procede a calcular las \u00e1reas de acero con la f\u00f3rmula:

$$As = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{fy}$$

Sustituyendo datos para los distintos momentos tenemos:

$$As_{eje\ 5-7(-)} = \left[25cm * 46cm - \sqrt{(25cm * 46cm)^2 - \frac{5690.73kg - m * 25cm}{0.003825 * 280 \frac{kg}{cm^2}}} \right] * \frac{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 5.02cm^2$$

$$As_{eje\ 5-7(+)} = \left[25cm * 46cm - \sqrt{(25cm * 46cm)^2 - \frac{2212.43kg - m * 25cm}{0.003825 * 280 \frac{kg}{cm^2}}} \right] * \frac{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 1.92cm^2$$

$$As_{eje\ 5-7(+)} = \left[25cm * 46cm - \sqrt{(25cm * 46cm)^2 - \frac{2836.26kg - m * 25cm}{0.003825 * 280 \frac{kg}{cm^2}}} \right]$$

$$* \frac{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 2.47cm^2$$

$$As_{eje\ 7-5(-)} = \left[25cm * 46cm - \sqrt{(25cm * 46cm)^2 - \frac{6361.66kg - m * 25cm}{0.003825 * 280 \frac{kg}{cm^2}}} \right]$$

$$* \frac{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 5.63cm^2$$

$$As_{eje\ 7-5(-)} = \left[25cm * 46cm - \sqrt{(25cm * 46cm)^2 - \frac{505.40kg - m * 25cm}{0.003825 * 280 \frac{kg}{cm^2}}} \right]$$

$$* \frac{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 0.43cm^2$$

Luego de calcular el A_s , se procede a indicar las varillas de acero, de tal forma que el área de ellas supla lo solicitado en los cálculos de A_s ; esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

A_s para $M(-)$: En la cama superior, donde actúan momentos negativos, se debe colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- $A_{s_{min}}$
- $A_{s_{M(-)}}$

A_s superior centro: Se deben colocar, como mínimo, dos varillas de acero en forma continua o tomar el mayor de los siguientes valores:

- $A_{s_{min}}$
- $33\%A_{s_{M(-)}}$

A_s para $M(+)$: En la cama inferior, donde actúan momentos positivos, se debe colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- $A_{s_{min}}$
- $50\%A_{s_{M(-)}}$

A_s Inferior centro: Se deben colocar, como mínimo, dos varillas de acero en forma continua o tomar el mayor de los siguientes valores:

- $A_{s_{min}}$
- $A_{s_{M(+)}}$

La diferencia entre el A_s requerido menos el $A_{s_{min}}$ (A_s corrido), en ambas camas, se coloca como bastones y rieles adicionales al armado existente.

Armado propuesto:

Debido a que el A_s requerido por todos los momentos que afectan la viga es menor al $A_{s_{min}}$, se utilizara el $A_{s_{min}}$ por lo cual se deberán colocar 3 varillas No. 5 corridas a lo largo de la sección, tanto en la cama superior como en la inferior.

Cálculo de refuerzo transversal (estribos):

También se le llama refuerzo en el alma, en general éste se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según lo requerido. Se coloca refuerzo transversal con la finalidad de:

- Contrarrestar los esfuerzos de corte
- Mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada.

De acuerdo con el ACI 318S-2005 sección 21.3.3, se debe colocar estribos en las siguientes regiones:

- En una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.
- En longitudes iguales a dos veces la altura del elemento a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a desplazamientos laterales inelásticos del pórtico.
- El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo.

- El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:
 - $d/4$
 - ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
 - 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento, y
 - 300 mm.
- Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento.

De acuerdo con las disposiciones anteriores, el espaciamiento máximo del refuerzo transversal para nuestra sección de viga no será mayor a 11cm y cuando no se requieran deberán tener un espaciamiento de 30cm.

Para el diseño de refuerzo transversal en vigas el procedimiento a seguir es el siguiente:

Si $V_{CU} \geq V_a$, la viga no necesita estribos por corte, sólo por armado

Si $V_{CU} < V_a$, la viga necesita estribos por corte

Cálculo de corte que resiste el concreto V_{CU} :

$$V_{CU} = \phi * 1.70 * \sqrt{\frac{f'c}{10}} \quad \phi_{corte} = 0.75$$

Cálculo de corte actuante V_a :

$$V_a = \frac{V_{m\acute{a}x}}{b * d}$$

Sustituyendo datos en las expresiones anteriores obtenemos:

$$V_{CU} = 0.75 * 1.70 * \sqrt{\frac{280 \frac{kg}{cm^2}}{10}} = 6.75kg/cm^2$$

Donde le corte máximo actuante en la viga es: $V_{m\acute{a}x} = 6,614.03kg$

$$V_a = \frac{6614.03kg}{25cm * 46cm} = 5.75kg/cm^2$$

Debido a que $V_{CU} > V_a$ la viga no necesita refuerzo transversal, se propone utilizar varilla No. 3, quedando una longitud de confinamiento de 1.00m (en ambos extremos de la viga) dentro de los cuales el refuerzo transversal tendrá un espaciamiento de 11cm y 30cm para la longitud de viga restante.

Las vigas restantes fueron analizadas de la misma forma que la viga tipo
1. El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de planta de losas y vigas del conjunto de planos mostrados en el apéndice.

2.2.6.3 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidos a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna; esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se selecciona, para diseñar la columna, el mayor de los momentos actuantes en los extremos de la columna.

Para este caso, se diseña por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

De acuerdo con el ACI 318S-2005:

- Sección 10.9.2, el número mínimo de barras longitudinales en elementos sometidos a compresión debe ser de 4 para barras dentro de estribos circulares o rectangulares.
- Sección 21.4.3, el área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.06A_g$, (A_g = área gruesa).

En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio de aulas, aplicándolo en la columna del nivel 1.

$$M_{UX} = 3,729.46\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{UY} = 5,771.55\text{kg}\cdot\text{m}$$

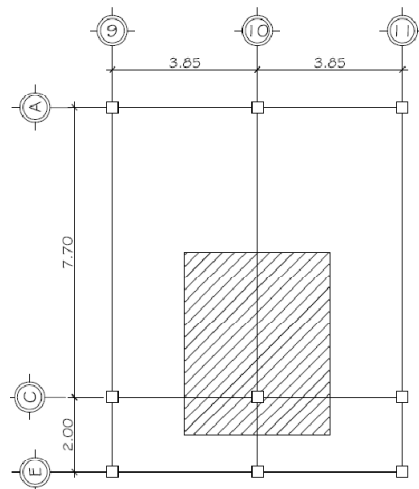
$$b = 0.30\text{m}$$

$$h = 0.30\text{m}$$

$$L_{\text{nivel 1}} = 3.40\text{m}$$

$$L_{\text{nivel 2}} = 2.55\text{m}$$

Figura 25. Área tributaria de columna nivel 1



Cálculo de carga última (ver página 69):

$$CU = 1.2CM + 1CV$$

Nivel 2

$$\begin{aligned} CM &= 0.13\text{m} \cdot 2400\text{kg}/\text{m}^3 + 50\text{kg}/\text{m}^2 \\ &\quad + 0.25\text{m} \cdot 0.50\text{m} \cdot (3.85\text{m} + 4.85\text{m}) \cdot 2400\text{kg}/\text{m}^3 / (3.85\text{m} \cdot 4.85\text{m}) \\ &= 501.78\text{kg}/\text{m}^2 \end{aligned}$$

$$CV = 97.65\text{kg/m}^2$$

$$CU = 1.2*(501.78\text{kg/m}^2) + 1*(97.65\text{kg/m}^2) = 699.79\text{kg/m}^2$$

Nivel 1

$$CM = 0.13\text{m}*2400\text{kg/m}^3 + 100$$

$$+ 0.25\text{m}*0.50\text{m}*(3.85\text{m} + 4.85\text{m})*2400\text{kg/m}^3/(3.85\text{m}*4.85\text{m})$$

$$+ (0.30\text{m})^2*3.05\text{m}*2400\text{kg/m}^3/(3.85\text{m}*4.85\text{m}) + 501.78\text{kg/m}^2$$

$$= 1,245.02\text{kg/m}^2$$

$$CV = 195.30\text{kg/m}^2*(3.85\text{m})^2/(3.86\text{m}*4.85\text{m})$$

$$+ 390.59\text{kg/m}^2*1\text{m}*3.85\text{m}/(3.85\text{m}*4.85\text{m}) + 97.65\text{kg/m}^2 = 333.22\text{kg/m}^2$$

$$CU = 1.2*(1245.02\text{kg/m}^2) + 1*(333.22\text{kg/m}^2) = 1827.24\text{kg/m}^2$$

Cálculo de carga axial

$$Pu = CU * A_{\text{tributaria}}$$

Nivel 2

$$Pu = 699.79\text{kg/m}^2*3.85\text{m}*4.85\text{m} = 13,066.83\text{kg} \approx 13.07\text{T}$$

Nivel 1

$$Pu = 1827.24\text{kg/m}^2*3.85\text{m}*4.85\text{m} = 34,119.14\text{kg} \approx 34.12\text{T}$$

Cálculo de esbeltez de la columna (E)

Una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación a su longitud.

Por el valor de su esbeltez las columnas se pueden clasificar en:

- Columnas cortas si $E < 22$
- Columnas intermedias si $22 < E < 100$
- Columnas largas si $E > 100$

El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural, ya que se desprecian los efectos de esbeltez; si son intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas, no se construyen porque fallan por pandeo.

La esbeltez de la columna se calcula con el procedimiento siguiente:

$$E = \frac{k * L_u}{r}$$

Donde:

E = Esbeltez

k = Factor de pandeo

L_u = Luz libre de columna

r = Radio de giro = $0.30 * \text{lado menor}$

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p < 2$$

$$k = 0.9 * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

El factor K se determina por medio de la fórmula de Jackson, basándose en la relación de rigidez, por lo que el grado de empotramiento de cada extremo es:

$$\Psi_A = \frac{\sum \frac{E_m * I}{L} \text{ col}}{\sum \frac{E_m * I}{L} \text{ vigas}} \quad \& \quad \Psi_B = \frac{\sum \frac{E_m * I}{L} \text{ col}}{\sum \frac{E_m * I}{L} \text{ vigas}}$$

$$\Psi_P = \frac{\Psi_A + \Psi_B}{2}$$

Donde:

Ψ = Grado de empotramiento de extremo

E_m = 1 por tratarse del mismo materia (E= cte.)

I = Inercia de la sección

L = Luz libre del elemento

Cálculo de esbeltez de la columna en el sentido X, sustituyendo datos en las fórmulas anteriores obtenemos:

$$\Psi_A = \frac{\frac{1 * \frac{1}{12} * 0.30m * (0.30m)^3}{2.55m} + \frac{1 * \frac{1}{12} * 0.30m * (0.30m)^3}{3.40m}}{2 * \frac{1 * \frac{1}{12} * 0.25m * (0.50m)^3}{3.60m}} = 0.32$$

$$\Psi_B = 0 \quad (\text{Empotramiento en la base})$$

$$\Psi_P = \frac{0.32 + 0}{2} = 0.158$$

$$k_x = \frac{20 - 0.158}{20} * \sqrt{1 + 0.158} = 1.07$$

$$E = \frac{1.07 * 3.40m}{0.30 * 0.30m} = 40.33$$

Como: $22 < E \approx 40 < 100$, hay que magnificar el momento M_{UX}

Cálculo de esbeltez de la columna en el sentido Y

$$\psi_A = \frac{\frac{1 * \frac{1}{12} 0.30m * (0.30m)^3}{2.55m} + \frac{1 * \frac{1}{12} 0.30m * (0.30m)^3}{3.40m}}{\frac{1 * \frac{1}{12} 0.25m * (0.50m)^3}{7.45m} + \frac{1 * \frac{1}{12} 0.25m * (0.50m)^3}{1.75m}} = 0.25$$

$$\psi_B = 0 \quad (\text{Empotramiento en la base})$$

$$\psi_P = \frac{0.25 + 0}{2} = 0.123$$

$$k_y = \frac{20 - 0.123}{20} * \sqrt{1 + 0.123} = 1.05$$

$$E = \frac{1.05 * 3.40m}{0.30 * 0.30m} = 39.79$$

Como: $22 < E \approx 40 < 100$, hay que magnificar el momento M_{UY}

De acuerdo con los valores de esbeltez obtenidos en el sentido X y Y, la columna se clasifica como una columna intermedia, por lo que se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos:

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga, y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Utilizando estos valores se realiza un diseño exacto de las columnas.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en nuestro caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para nuestro caso, esa modificación la logramos utilizando el método ACI 318S-05 sección 10.12 de magnificación de momentos descrito a continuación:

$$M_c = \delta M_u$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2}$$

$$EI = \frac{0.4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU}$$

Donde:

M_c = Momento mayorado amplificado

δ_{ns} = Factor de amplificación de momento

C_m = Factor del efecto de extremo que debe tomarse como

$C_m = 0.6 + 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0.4$ para columnas sin ladeo lateral y sin cargas transversales o $C_m = 1$ para los demás casos

M_1 = Momento menor de los extremos, se toma positivo si se flexiona en curvatura simple y negativo en curvatura doble

M_2 = Momento mayor de los extremos, siempre positivo

P_c = Carga crítica de pandeo de Euler

E_c = Módulo de elasticidad el concreto = $2.67 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

I_g = Momento de inercia centroidal de la sección de la columna = $\frac{1}{12} * b * h^3$

β_d = Factor de flujo plástico y $0 \leq \beta_d \leq 1$

Cálculo de magnificación de momentos de la columna en el sentido X, sustituyendo datos en las fórmulas anteriores obtenemos:

$$\beta_d = \frac{1.2 * 1245.02 \frac{kg}{m^2}}{1827.24 \frac{kg}{m^2}} = 0.82$$

$$EI = \frac{0.4 * 2.67 \times 10^5 \frac{kg}{cm^2} * \frac{1}{12} * 30cm * (30cm)^3}{1 + 0.82} = 3.97 \times 10^9 kg - cm^2$$

$$EI \approx 396.61T - m^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * 396.61T - m^2}{(1.07 * 3.40m)^2} = 297.12T$$

$$\delta_{nsx} = \frac{1}{1 - \frac{34.12T}{0.75 * 297.12T}} = 1.18 > 1$$

$$M_{cX} = 1.18 * 3729.46 = 4403.71kg - m$$

Cálculo de magnificación de momentos de la columna en el sentido Y

$$\beta_d = \frac{1.2 * 1245.02 \frac{kg}{m^2}}{1827.24 \frac{kg}{m^2}} = 0.82$$

$$EI = \frac{0.4 * 2.67 \times 10^5 \frac{kg}{cm^2} * \frac{1}{12} * 30cm * (30cm)^3}{1 + 0.82} = 3.97 \times 10^9 kg - cm^2$$

$$EI \approx 396.61T - m^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * 396.61T - m^2}{(1.05 * 3.40m)^2} = 305.28T$$

$$\delta_{nsx} = \frac{1}{1 - \frac{34.12T}{0.75 * 305.28T}} = 1.18 > 1$$

$$M_{c_y} = 1.18 * 5771.55 = 6,782.21kg - m$$

Refuerzo longitudinal

Para calcular el acero longitudinal de las columnas, existen varios métodos, los que se aplican, según el tipo de cargas al que está sometido la misma. Existen columnas sometidas a carga axial, carga axial y momento uniaxial, carga axial y momento biaxial, y carga axial y momento triaxial.

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento biaxial. El diseño exacto de este tipo de columnas requiere un procedimiento difícil, pero existen métodos aproximados que dan buenos resultados; uno de éstos es el método de la carga inversa desarrollado por Bresler, un método sencillo, que ha sido comprobado mediante resultados de ensayos y cálculos exactos. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes.

La ecuación de la carga inversa se define como:

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} + \frac{1}{P_0}$$

$$P_{nx} = k'_x * f'_c * Ag$$

$$P_{ny} = k'_y * f'c * Ag$$

$$P_0 = 0.85 * f'c * Ag + A_{st} * fy$$

$$e = \frac{M_c}{P_u}$$

$$\gamma = \frac{d - d'}{h}$$

$$\rho_{t\mu} = \left(\frac{A_{st}}{Ag} \right) * \frac{fy}{0.85 * f'c}$$

Donde:

P_{ni} = Valor aproximado de carga de falla con excentricidad e_x & e_y

P_{nx} = Carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_x , ($e_y = 0$)

P_{ny} = Carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_y , ($e_x = 0$)

P_0 = Carga de falla cuando el elemento tiene carga axial pura

e = Excentricidad

$\gamma, \frac{e}{h}$ = Parámetros independientes

$\rho_{t\mu}$ = Cuantía de acero

Procedimiento de diseño para calcular el área de acero total (A_{st}):

Cálculo de parámetros independientes:

$$\gamma_x = \gamma_y = \frac{26cm - 4cm}{30cm} = 0.73$$

$$\left[\frac{e}{h}\right]_x = \frac{4403.71kg - m}{\frac{34119.21kg}{0.30m}} = 0.43$$

$$\left[\frac{e}{h}\right]_y = \frac{6782.21kg - m}{\frac{34119.21kg}{0.30m}} = 0.66$$

Asumir un área de acero ($A_{st} \geq A_{s_{min}} = 0.01A_g$)

$$A_{s_{min}} = 0.01 * 30cm * 30cm = 9cm^2$$

Por lo que se proponen 4 varillas No. 8 = 20.27cm²

Cálculo de cuantía de acero

$$\rho_{t\mu} = \left(\frac{20.27cm^2}{900cm^2}\right) * \frac{2810 \frac{kg}{cm^2}}{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}} = 0.27$$

$$k'_x = 0.43 \quad y \quad k'_y = 0.26$$

$$P_{nx} = 0.43 * 280 \frac{kg}{cm^2} * 900cm^2 = 108360.00kg$$

$$P_{ny} = 0.26 * 280 \frac{kg}{cm^2} * 900cm^2 = 65520.00kg$$

$$P_0 = 0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2} * 900cm^2 + 20.27cm^2 * 2810 \frac{kg}{cm^2} = 271158.70kg$$

$$P_{nu} = \frac{1}{\frac{1}{108360.00kg} + \frac{1}{65520.00kg} + \frac{1}{271158.70kg}} = 35,487.56kg$$

Como $P_{nu} > P_u$, el área de acero que se propuso sí soporta los esfuerzos a los que está sometido el elemento. En caso contrario, se debe aumentar el área de acero.

Refuerzo transversal

Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos y/o zunchos para resistir los esfuerzos de corte y/o por armado. Por otro lado, en zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto y además permite una deformación unitaria mayor del elemento.

De acuerdo con el ACI 318S-2005 sección 21.4.4, el refuerzo transversal debe disponerse de la siguiente manera:

- La separación del refuerzo transversal no debe exceder la menor de:
 - La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento,
 - Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal, y
 - s_o , según lo definido en la ecuación

$$s_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right)$$

donde: $h_x \leq 350mm$ y $100 \leq s_o < 150mm$

- El refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud l_o medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión. La longitud l_o no debe ser menor que la mayor de:
 - La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión,
 - Un sexto de la luz libre del elemento, y
 - 450 mm.

Por lo que para nuestra columna del nivel 1 tenemos:

$$s_{o_{max}} = 7.5\text{cm}$$

$$l_o = 60\text{cm}$$

El procedimiento para proveer de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Cálculo de corte que resiste el concreto V_{CU} :

$$V_{CU} = \phi * 1.70 * \left(1 + \frac{P_u}{140 * Ag}\right) * \sqrt{\frac{f'c}{10}} \quad \phi_{corte} = 0.75$$

$$V_{CU} = 0.75 * 1.70 * \left(1 + \frac{34119.14}{140 * 30 * 30}\right) * \sqrt{\frac{280 \frac{kg}{cm^2}}{10}} = 8.57 \frac{kg}{cm^2}$$

Cálculo de corte actuante V_a :

$$V_a = \frac{V_{m\acute{a}x}}{b * d}$$

$$V_{m\acute{a}x} = 3,175.85kg \text{ (Tomado de diagrama de corte \u00faltimo)}$$

$$V_a = \frac{3175.85kg}{30cm * 26cm} = 4.07 \frac{kg}{cm^2}$$

Debido a que $V_{CU} > V_a$, la columna no necesita refuerzo transversal por lo que se colocara el refuerzo transversal m\u00ednimo ($s = d/2$) para la secci\u00f3n central de esta, pero se deber\u00e1 calcular para la longitud de confinamiento en ambos extremos de la columna.

C\u00e1lculo de espaciamiento de refuerzo transversal en longitud de confinamiento

$$s_o = \frac{2A_v}{l_n * \rho_s}$$

$$\rho_s = 0.45 \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] * .75 \frac{f'_c}{f_y}$$

Donde:

s_o = Separaci\u00f3n de centro a centro de los estribos

A_v = \u00c1rea de varilla

l_n = Longitud m\u00e1xima no soportada del estribo

ρ_s = Relación volumétrica de la columna

A_g = Área gruesa de la columna

A_{ch} = Área chica de la columna

Sustituyendo datos en las expresiones anteriores obtenemos:

$$\rho_s = 0.45 * \left[\frac{30cm * 30cm}{22cm * 22cm} - 1 \right] * 0.75 * \frac{280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 0.0289$$

Utilizando varilla No. 4

$$s_o = \frac{2 * 1.27cm^2}{22cm * 0.0289} = 3.98cm$$

Por lo que se propone que el armado del refuerzo transversal de la columna sea en la longitud de confinamiento de 60cm (en ambos extremos) estribos No.4 @ 4cm y para el resto serán estribos No.3 @ 13cm

Las columnas restantes fueron analizadas de la misma forma que la viga tipo 1. El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de planta de cimentación y columnas del conjunto de planos mostrados en el apéndice.

2.2.6.4 Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; éstos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicaran, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

Los datos necesarios para el diseño de las zapatas son los momentos y cargas del análisis estructural, el valor soporte del suelo y el peso específico del suelo, los valores para el diseño de la zapata tipo 1 son los siguientes:

$$M_{UX} = 3,729.46\text{kg}\cdot\text{m} \quad (\text{ver pág. 130})$$

$$M_{UY} = 5,771.55\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$P_u = 34,119.21\text{kg}$$

$$CM = 1,245.02\text{kg}/\text{m}^2$$

$$CV = 333.22\text{kg}/\text{m}^2$$

$$V_s = 166.95 \text{ T}/\text{m}^2 \quad (\text{ver pág. 69})$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.29\text{T}/\text{m}^3$$

Predimensionamiento del área de zapata (Az):

$$\text{Área de zapata} = a \cdot b;$$

Debido a que la zapata será de sección cuadrada $a = b$, por lo que el área de zapata será $= b^2$

$$b^2 = \frac{1.5P}{q_d}$$

$$b^2 = \frac{1.5 * 35.02T}{166.95 \frac{T}{m^2}} = 0.31m^2$$

Por lo que se propone utilizar zapatas con una sección de 1.50 x 1.50m con una altura de 0.35m.

Chequeo de presión sobre el suelo:

La zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella, por medio de la superficie, en contacto con éste, y ejerce una presión, cuyo valor se define por la fórmula:

$$q_{máx/min} = \frac{Pu}{Az} \pm \frac{Mx}{Sx} \pm \frac{My}{Sy}$$

$$S_x = \frac{a * b^2}{6} \quad \& \quad S_y = \frac{b * a^2}{6}$$

$$P = Pu + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

Además se debe tomar en cuenta que $q_{max} < V_s$ y $q_{min} > 0$. Si la excentricidad es superior al núcleo ($e \geq L/6$), la ecuación de q_{min} da como resultado un valor menor a cero ($q_{min} < 0$), creando así presiones de tensión

en la zapata, lo cual no es recomendable, ya que la misma está diseñada para resistir esfuerzos de presión. Para esta zapata se tiene:

$$P = 34.12T + (0.30m)^2 * 3.40m * 2.4 \frac{T}{m^3} * 1.2$$

$$+ ((1.50m)^2 - (0.30m)^2) * 0.85m * 1.29 \frac{T}{m^3} + (1.50m)^2 * 0.35m * 2.40 \frac{T}{m^3}$$

$$P = 39.26T$$

$$S_x = S_y = \frac{1.50m * (1.50m)^2}{6} = 0.56m^3$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{39.26kg}{(1.50m)^2} + \frac{3.73kg - m}{0.56m^3} + \frac{5.77kg - m}{0.56m^3} = 34.34 \frac{T}{m^2}$$

$$q_{min} = \frac{39.26kg}{(1.50m)^2} - \frac{3.73kg - m}{0.56m^3} - \frac{5.77kg - m}{0.56m^3} = 0.49 \frac{T}{m^2}$$

$q_{m\acute{a}x} < V_s$ La presión máxima no excede el valor soporte del suelo.

$q_{min} > 0$ No existe presión negativa, por lo que el área propuesta para la zapata es la adecuada, por lo cual la presión última o presión de diseño es q_{max} .

Espesor de zapata:

Dimensionada el área de zapata, se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor que 0.075m, y que el peralte efectivo sea mayor que 0.15m (según ACI 318S-05

sección 15.7); dicho espesor debe ser tal que resista tanto los esfuerzos de corte simple o corte flexionante como el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

Considerando lo anterior, se propone $t = 0.35$ m; luego se hacen los chequeos siguientes:

Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante. Esto se chequeará con el siguiente procedimiento:

$$V_a = q_d$$

$$V_{CU} = \phi * 1.70 * \sqrt{\frac{f'_c}{10}} \quad \phi_{corte} = 0.75$$

Donde:

V_a = Corte actuante en el elemento

q_d = Presión de diseño

V_{CU} = Corte que resiste el concreto

Sustituyendo datos obtenemos:

$$V_{CU} = 0.75 * 0.53 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} = 6.65 \frac{kg}{cm^2} \approx 66.51 \frac{T}{m^2}$$

$$V_a = 34.34 \frac{T}{m^2}$$

Debido a que $V_{CU} > V_a$, el espesor de la zapata resiste el corte simple.

Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar a la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. Para chequear el punzonamiento se procede de la siguiente manera:

$$V_p = \frac{V_a}{b_0 * d}$$

$$V_a = q_d * (A_t - A_1)$$

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

$$V_{CU} = \phi * 1.06 * \sqrt{f'c} \quad \phi_{corte} = 0.75$$

Donde:

V_p = Corte por punzonante

b_o = Longitud del perímetro; $b_o = Perimetro_{col} + 4 * d$

d = Peralte efectivo de la zapata, (Se propone utilizar varillas No. 6)

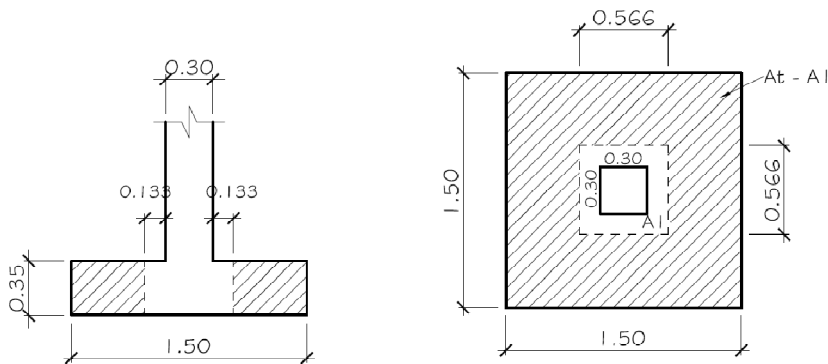
t = Espesor de la zapata

Sustituyendo en las fórmulas anteriores tenemos:

$$d = 0.35m - \frac{0.019m}{2} - 0.075m = 0.2655m$$

$$V_a = 34.34 \frac{T}{m^2} * ((1.50m)^2 - (0.30m + 0.2655m)^2) = 66.28T$$

Figura 26. Área de zapata donde actúa el corte punzonante



$$b_o = 4 * 0.30m + 4 * 0.27m = 2.26m$$

$$V_p = \frac{66.28T}{2.26m * 0.27m} = 110.38 \frac{T}{m^2}$$

$$V_{CU} = 0.75 * 1.06 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} = 13.30 \frac{kg}{cm^2} \approx 133.03 \frac{T}{m^2}$$

Debido a que $V_{CU} > V_p$, el espesor de la zapata es el adecuado ya que resiste el corte por punzonante, se utilizará el espesor de zapata $t= 35cm$

Diseño de refuerzo por flexión:

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos. Esto se hace de la manera siguiente:

Cálculo de área de acero mínimo para la sección de zapata ($A_{s_{min}}$)

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y}$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

Sustituyendo datos en la fórmula anterior obtenemos:

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{2810 \frac{kg}{cm^2}} * 100cm * 26.55cm = 13.32cm^2$$

Momento último: éste se define tomando la losa como en voladizo con la fórmula:

$$Mu = w * \frac{x^2}{2}$$

$$w = q_d * b$$

Donde:

$x =$ Es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata

$w =$ Es el empuje que el suelo produce hacia arriba

Por lo que el momento último será:

$$w = 34.34 \frac{T}{m^2} * 1.50m = 51.51 \frac{T}{m}$$

$$Mu = 51.51 \frac{T}{m} * \frac{(0.60m)^2}{2} = 9.27T - m$$

Con el momento producido por el empuje del suelo se procede a calcular el área de acero con la fórmula:

$$As = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{fy}$$

$$As = \left[100cm * 26.55cm - \sqrt{(100cm * 26.55cm)^2 - \frac{9271.56kg - m * 100cm}{0.003825 * 280 \frac{kg}{cm^2}}} \right]$$

$$* \frac{0.85 * 280 \frac{kg}{cm^2}}{2810 \frac{kg}{cm^2}} = 14.26cm^2$$

Cálculo de espaciamiento de As , para lo cual se propone utilizar varilla de acero No. 6, $As_{varilla} = 2.85cm^2$:

$$S = \frac{As_{varilla} * 100}{As}$$

$$S = \frac{2.85cm^2 * 100cm}{14.26cm^2} = 19.98cm$$

No. 6 @ 20cm en ambos sentidos.

Las zapatas restantes fueron analizadas de la misma forma que la zapata tipo 1. El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de planta cimentación y columnas del conjunto de planos mostrados en el apéndice.

2.2.7 Impacto ambiental

En el siguiente cuadro, se identifican los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto:

Tabla XXVIII. Cuadro de impactos ambientales

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Levantamiento de pequeñas cantidades de partículas de polvo y de cemento Pórtland en la construcción del proyecto.	En los lugares en donde se construirá dicho proyecto.	Dar un manejo adecuado al cemento y humedecer si es necesario en las áreas a excavar.
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ningún tipo de ruido que pueda causar una contaminación ambiental a través de ruidos.
		Vibraciones	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva, y de dimensiones pequeñas.
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto porque es un proyecto de infraestructura.

Continuación

2	Agua	Abastecimiento de agua	Cantidad: No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Agua de lluvia	Captación: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Los producido por los materiales de construcción.	En toda el área de construcción del proyecto	Recolectar todos los desechos sólidos producidos, y traspórtalos al depósito de basura de la comunidad.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

Continuación

		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Fauna (animales)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Ecosistema	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

2.2.8 Presupuesto

Tabla XXIX. Integración de costos de edificio escolar

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO						
RENLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		SUBTOTAL
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01	LIMPIEZA TERRENO, TRAZO Y NIVELACIÓN	m²	1097.25	Q	12.80	Q 14,046.19
2.00	CIMENTACIÓN					
2.01	EXCAVACIÓN CIMENTO + ZAPATAS	m³	171.12	Q	69.61	Q 11,911.31
2.02	ZAPATAS Z-1 (1.50*1.450*0.35)	UNIDAD	30	Q	1,826.44	Q 54,793.13
2.03	ZAPATAS Z-2 (1.50*1.50*0.35)	UNIDAD	6	Q	1,764.70	Q 10,588.17
2.04	ZAPATAS Z-3 (1.25*1.25*0.35)	UNIDAD	6	Q	1,095.89	Q 6,575.32
2.05	CIMIENTO CORRIDO 0.40*0.20	m	169.95	Q	208.88	Q 35,499.75
2.06	RELLENO CIMENTO + ZAPATAS	m³	152.61	Q	55.05	Q 8,401.09
2.07	SOLERA DE HUMEDAD 0.14*0.19	m	169.95	Q	139.94	Q 23,783.40
3.00	MUROS, SOLERAS Y COLUMNAS					
3.01	LEVANTADO PARED BLOCK DE 0.14*0.19*0.39	m²	737.98	Q	136.86	Q 101,002.54
3.02	SOLERA BLOCK "U" 0.14*0.19	m	336.25	Q	111.48	Q 37,485.12
3.03	SOLERA INTERMEDIA 0.14*0.15	m	3.65	Q	210.33	Q 767.69
3.04	SOLERA SUPERIOR 0.14*0.18	m	3.65	Q	218.28	Q 796.72
3.05	SOLERA FINAL 0.14*0.125	m	219.45	Q	104.50	Q 22,932.55
3.06	SOLERA SILLAR 0.14*0.06	m	60.22	Q	96.41	Q 5,806.07
3.07	COLUMNA TIPO "A"	m	117	Q	554.91	Q 64,924.83
3.08	COLUMNA TIPO "B"	m	46.8	Q	537.20	Q 25,141.16
3.09	COLUMNA TIPO "C"	m	91.5	Q	536.07	Q 49,050.51
3.10	COLUMNA TIPO "D"	m	36.6	Q	484.59	Q 17,735.92
3.11	COLUMNA TIPO "E"	m	283.1	Q	134.28	Q 38,015.23
3.12	COLUMNA TIPO "F"	m	99.65	Q	114.60	Q 11,419.99
4.00	VIGAS					
4.01	VIGA TIPO 1	m	178.52	Q	534.54	Q 95,425.57
4.02	VIGA TIPO 2	m	148	Q	585.36	Q 86,633.97
4.03	VIGA TIPO 3	m	34	Q	638.39	Q 21,705.17
4.04	VIGA TIPO 4	m	30.3	Q	496.63	Q 15,047.78
4.05	VIGA TIPO 5	m	27	Q	536.01	Q 14,472.21
4.06	VIGA TIPO 6	m	20.4	Q	529.47	Q 10,801.23
4.07	VIGA TIPO 7	m	18.4	Q	495.61	Q 9,119.18
4.08	VIGA TIPO 8	m	8.8	Q	641.52	Q 5,645.38
5.00	LOSA					
5.01	LOSA TRADICIONAL 0.13	m²	753.05	Q	1,654.64	Q 1,246,028.67
6.00	RED HIDRÁULICA					
6.01	RED HIDRÁULICA	GLOBAL	1	Q	2,320.61	Q 2,320.61
7.00	DRENAJE SANITARIO					
7.01	DRENAJE SANITARIO	GLOBAL	1	Q	27,986.42	Q 27,986.42
8.00	DRENAJE PLUVIAL					
8.01	DRENAJE PLUVIAL	GLOBAL	1	Q	10,729.81	Q 10,729.81
9.00	INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
9.01	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	GLOBAL	1	Q	41,013.51	Q 41,013.51
10.00	GRADAS					
10.01	GRADAS	UNIDAD	1	Q	15,183.80	Q 15,183.80
11.00	ACABADOS					
11.01	REPELLO DE MUROS	m²	670	Q	38.77	Q 25,976.43
11.02	CERNIDO DE MUROS	m²	670	Q	38.54	Q 25,821.60
11.03	REPELLO DE LOSA	m²	753.05	Q	37.32	Q 28,102.16
12.00	PISO INTERIOR					
12.01	PISO CERÁMICO PEI 4	m²	727	Q	201.82	Q 146,724.50
13.00	ARTEFACTOS SANITARIOS					
13.01	ARTEFACTOS SANITARIOS	GLOBAL	1	Q	20,024.21	Q 20,024.21

Continuación

14.00	PUERTAS					
14.01	PUERTA TIPO P-1	UNIDAD	15	Q	1,789.10	Q 26,836.57
14.02	PUERTA TIPO P-2	UNIDAD	2	Q	1,513.86	Q 3,027.72
14.03	PUERTA TIPO P-3	UNIDAD	10	Q	825.74	Q 8,257.41
14.04	PUERTA TIPO P-4	UNIDAD	1	Q	1,651.48	Q 1,651.48
15.00	VENTANAS					
15.01	VENTANA TIPO V-1	UNIDAD	16	Q	791.33	Q 12,661.36
15.02	VENTANA TIPO V-2	UNIDAD	12	Q	516.09	Q 6,193.06
15.03	VENTANA TIPO V-3	UNIDAD	4	Q	928.96	Q 3,715.83
15.04	VENTANA TIPO V-4	UNIDAD	4	Q	1,066.58	Q 4,266.33
15.05	VENTANA TIPO V-5	UNIDAD	2	Q	1,032.18	Q 2,064.35
15.06	VENTANA TIPO V-6	UNIDAD	2	Q	275.25	Q 550.49
15.07	VENTANA TIPO V-7	UNIDAD	1	Q	344.06	Q 344.06
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						Q 2,459,007.55
						\$ 299,878.97
DOS MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL SIETE QUETZALES CON CINCUENTA Y CINCO CENTAVOS						

COSTO DIRECTO POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN						Q 2,274.28
						\$ 277.35

Tabla XXX. Cronograma de ejecución de edificio escolar

DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	%	Subtotal
TRABAJOS PRELIMINARES	■											0.57	Q 14,046.19
CIMENTACIÓN	■	■										6.16	Q 151,552.16
MUROS, SOLERAS Y COLUMNAS	■	■	■									15.25	Q 375,078.35
VIGAS	■	■	■	■								10.53	Q 258,850.48
LOSA	■	■	■	■	■							50.67	Q 1,246,028.67
RED HIDRÁULICA												0.09	Q 2,320.61
DRENAJE SANITARIO												1.14	Q 27,986.42
DRENAJE PLUVIAL												0.44	Q 10,729.81
INSTALACIÓN ELÉCTRICA												1.67	Q 41,013.51
GRADAS												0.62	Q 15,183.80
ACABADOS												3.25	Q 79,900.19
PISO INTERIOR												5.97	Q 146,724.50
ARTEFACTOS SANITARIOS												0.81	Q 20,024.21
PUERTAS												1.62	Q 39,773.18
VENTANAS												1.21	Q 29,795.48
COSTO POR MES	Q 64,563.58	Q 94,147.83	Q 102,487.38	Q 211,214.87	Q 455,933.10	Q 440,779.59	Q 446,925.76	Q 330,677.42	Q 100,284.15	Q 89,795.56	Q 122,198.31		
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q 2,459,007.55											100%	Q 2,459,007.55

DOS MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL SIETE QUETZALES CON CINCUENTA Y CINCO CENTAVOS

CONCLUSIONES

1. Los diseños realizados contribuirán al desarrollo del municipio de Jalapa, Jalapa, dando solución a los problemas que aquejan a la comunidad.
2. El sistema más económico y conveniente para el diseño del sistema abastecimiento de agua potable es el de gravedad, con este medio se estará abasteciendo a la población del caserío Los González. En donde el costo directo por metro lineal será de Q.105.88, el cual es un costo que se encuentra dentro del margen que se maneja en las actuales licitaciones de proyectos de este tipo.
3. El diseño del edificio escolar llena las expectativas de la población a servir, fue diseñado con base a los requisitos necesarios para un área sísmica, pues es funcional, seguro y económico, el cual tendrá un costo directo por metro cuadrado de construcción de Q.2,274.28, dicho costo es aceptable de acuerdo a este tipo, magnitud y ubicación del proyecto.
4. El proyecto de agua potable no tendrá un impacto ambiental que pueda afectar el medio ambiente del caserío Los González durante su funcionamiento, al contrario vendrá a erradicar el riesgo de enfermedades comunes por la falta de agua potable.
5. Al finalizar la ejecución del proyecto de la edificación escolar no se tendrá un impacto ambiental dañino sobre el medio ambiente del

municipio de Jalapa, por lo que se consideró su posible impacto únicamente durante la ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica profesional durante la ejecución de los proyectos, para que se cumpla con todas las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos y para que se verifique que los materiales a utilizar sean de calidad.
2. Proporcionar el mantenimiento necesario a los proyectos siempre que estos lo requieran, siendo éstos para el sistema de agua potable: reparación de fugas en tuberías, cambio de accesorios que estén dañados, limpieza en las obras de arte, etc. Y para el edificio escolar: mantenimiento en el equipo de iluminación, artefactos sanitarios, aplicación periódica de anticorrosivo para puertas, etc. Para que puedan ser funcionales a lo largo de los años, alcanzando a largo plazo su tiempo de vida útil al servicio de las comunidades a beneficiar.
3. Se debe hacer conciencia a la población beneficiada sobre el uso racional y adecuado del servicio de agua potable, que garantice la dotación adecuada para toda la población.
4. Orientar a la población para que haga buen uso de los proyectos diseñados, para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Ruiz, Pedro. Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria I. Trabajo de Graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.
2. Instituto de Fomento Municipal. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala, 1997.
3. Orellana Urrutia, Carlos Marco Tulio. Diseño del sistema de agua potable para la aldea Miramundo y diseño de puente peatonal colgante para el caserío El Sitio, del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa. Trabajo de Graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.
4. American Concrete Institute. Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-2005) y Comentario (ACI 318S-2005). Estados Unidos de América.
5. Perdomo Cordon, Danilo Antonio. Guía teórica y práctica del curso concreto armado 1. Trabajo de Graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1987.

6. Sic Garcia, Angel Roberto. Guía teórica y práctica del curso concreto armado 2. Trabajo de Graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988.
7. Código uniforme de la edificación 1997. Volumen 2. Primera edición. Estados Unidos de América 1999.
8. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. Duodécima edición. Editorial McGRAW-HILL Interamericana, S.A.. Colombia 1999.
9. Tampán Corado, Rolando Antonio. Guía teoría y practica para uso de software de ETABS para diseño de estructuras de concreto. Trabajo de Graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.
10. Santizo Torres, Walter Alfredo. Diseño de la escuela en la aldea San Lorenzo y drenaje sanitario para el caserío El Mirador, en el municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Trabajo de Graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.

ANEXOS



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 000847

O.T. No. 24 415 **EXAMEN BACTERIOLOGICO** **INF. No. A – 299 826**

INTERESADO <u>DANIELA ALEJANDRA CARRILLO VELASQUEZ (Carne 2004-12345)</u>	PROYECTO: <u>EPS "diseño de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Gonzlez"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR <u>interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>FAC. DE INGENIERIA -USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Caserío Los Gonzlez</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2009-01-23; 10 h 20 min.</u>
FUENTE: <u>Pozo mecanico</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2009-01-23; 16 h 13 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Jalapa</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO: <u>Jalapa</u>	

SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO: <u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL <u>-----</u>
OLOR: <u>Inodora</u>	

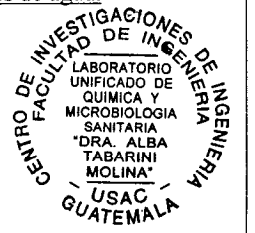
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,010 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 19TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige mas que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua. Guatemala, 2009-02-04

<p>Vo.Bo. </p> <p>Ing. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC</p>		<p align="center"></p> <p align="center">Zepherino Muñoz Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio</p>
---	--	--





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 000846

O.T. No. 24 415		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 23 484
INTERESADO:	DANIELA ALEJANDRA CARRILLO VELASQUEZ (CARNE 2004 12345)	PROYECTO:	EPS "Diseño de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Gonzalez"	
RECOLECTADA POR:	Interesada	DEPENDENCIA:	Facultad de Ingenieria-USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Caserío Los Gonzalez	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-01-23; 10 h 20 min.	
FUENTE:	Pozo mecanico	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2009-01-23; 16 h 13 min.	
DEPARTAMENTO:	Jalapa	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
MUNICIPIO:	Jalapa			

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	-- ° C
2. COLOR:	06,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	63,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	04,22 UNT	6. potencial de Hidrogeno (pH):	06,40 unidades		

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,10	6. CLORUROS (Cl ⁻)	14,00	11. SOLIDOS TOTALES	46,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	0,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,08	12. SOLIDOS VOLÁTILES	09,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,76	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	37,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,08	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	06,00
5. MANGANESO (Mn)	0,029	10. DUREZA TOTAL	14,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	33,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	30,00	30,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

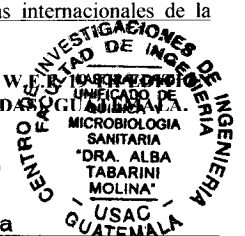
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.F.P. 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS) GUATEMALA, P.

Guatemala, 2009-02-04



Zoraida Mucic Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M.Sc. en Ingeniería Sanitaria



Vo.Bo.

Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC Jefe Técnico Laboratorio
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993

Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

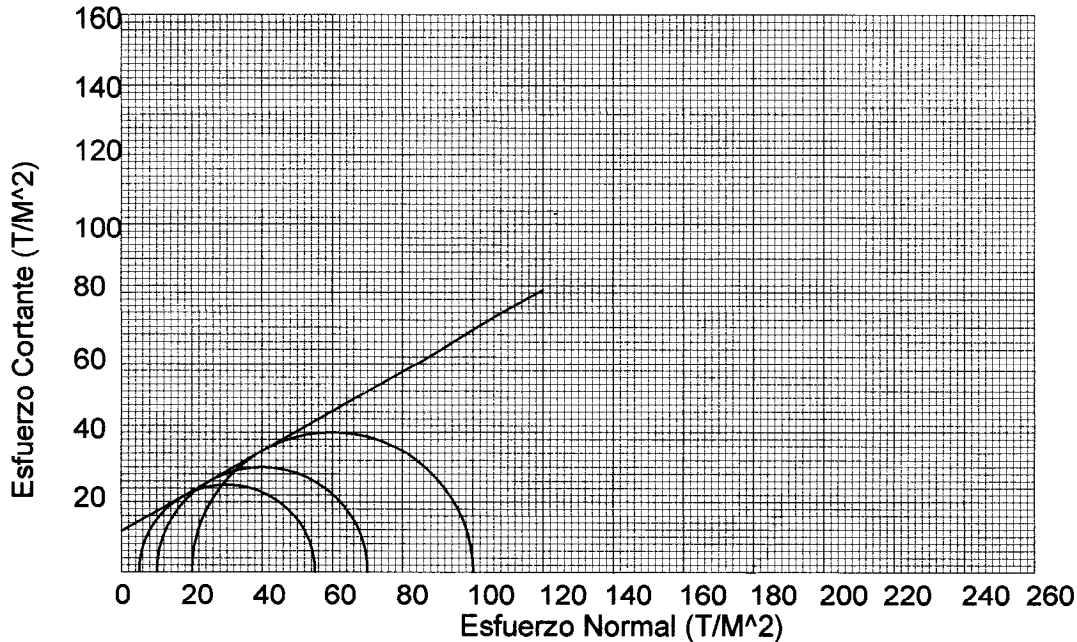


Nº 003070

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 51 S.S. O.T.No.: 24,414

INTERESADO: Daniela Alajandra Carrillo Velásquez
 PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS
 UBICACIÓN: Municipio de Jalapa, Departamento de Jalapa
 pozo: 1 Profundidad: x Muestra: 1
 Fecha: 13 de Febrero de 2009

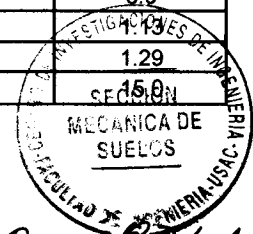


PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 30^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 11.80 \text{ T/m}^2$
--	---

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arenoso color café con partículas de pómez
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q(T/m^2)$	30.00	60.00	80.00
PRESION INTERSTICIAL $u(T/m^2)$	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2.0	4.0	6.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.13	1.13	1.13
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.29	1.29	1.29
HUMEDAD (%H)	15.0	15.0	15.0



Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Matilde Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Omar E. Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 003116

INFORME No. 063 S. S.

O.T.: 24414

Interesado: Daniela Alajandra Carrillo Velásquez
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de Jalapa, Departamento de Jalapa

FECHA: 13 de Febrero de 2009

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0	0	S.M.	Limo arenoso color café con partículas de pómez

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



Omar Enrique Medrano Méndez

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

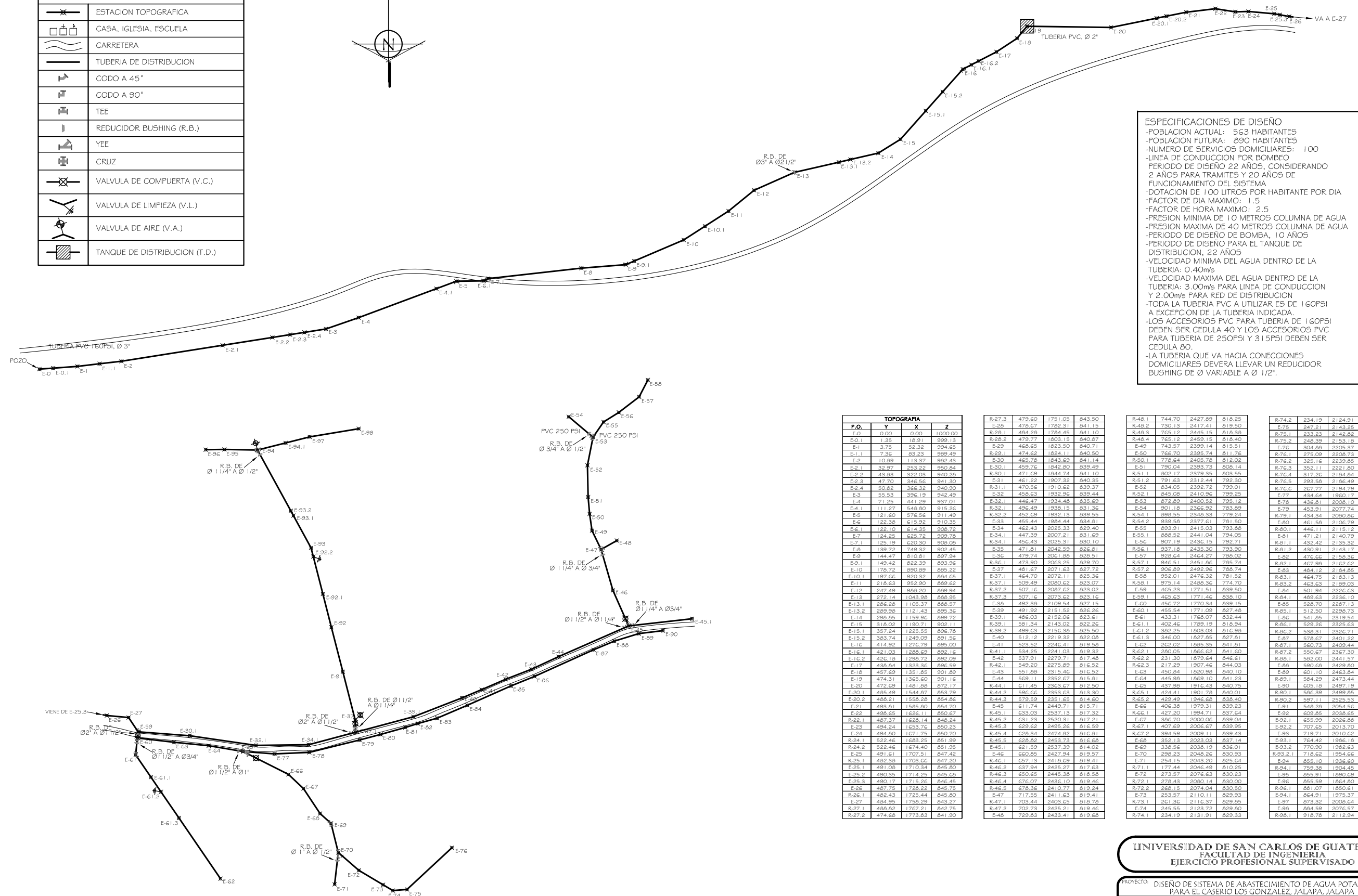
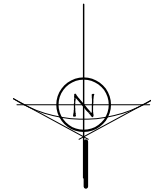
Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Mora
DIRECTORA CII/USAC



APÉNDICE

SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
 -POBLACION ACTUAL: 563 HABITANTES
 -POBLACION FUTURA: 890 HABITANTES
 -NUMERO DE SERVICIOS DOMICILIARES: 100
 -LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO
 -PERIODO DE DISEÑO 22 AÑOS, CONSIDERANDO 2 AÑOS PARA TRAMITES Y 20 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA
 -DOTACION DE 100 LITROS POR HABITANTE POR DIA
 -FACTOR DE DIA MAXIMO: 1.5
 -FACTOR DE HORA MAXIMO: 2.5
 -PRESION MINIMA DE 10 METROS COLUMNA DE AGUA
 -PRESION MAXIMA DE 40 METROS COLUMNA DE AGUA
 -PERIODO DE DISEÑO DE BOMBA, 10 AÑOS
 -PERIODO DE DISEÑO PARA EL TANQUE DE DISTRIBUCION, 22 AÑOS
 -VELOCIDAD MINIMA DEL AGUA DENTRO DE LA TUBERIA: 0.40m/s
 -VELOCIDAD MAXIMA DEL AGUA DENTRO DE LA TUBERIA: 3.00m/s PARA LINEA DE CONDUCCION Y 2.00m/s PARA RED DE DISTRIBUCION
 -TODA LA TUBERIA PVC A UTILIZAR ES DE 160PSI A EXCEPCION DE LA TUBERIA INDICADA.
 -LOS ACCESORIOS PVC PARA TUBERIA DE 160PSI DEBEN SER CEDULA 40 Y LOS ACCESORIOS PVC PARA TUBERIA DE 250PSI Y 315PSI DEBEN SER CEDULA 80.
 -LA TUBERIA QUE VA HACIA CONECCIONES DOMICILIARES DEVERA LLEVAR UN REDUCIDOR BUSHING DE Ø VARIABLE A Ø 1/2".

TOPOGRAFIA		
P.O.	Y	Z
E-0	0.00	1000.00
E-0.1	1.35	18.91
E-1	3.75	52.32
E-1.1	7.36	83.23
E-2	10.89	113.37
E-2.1	32.97	253.22
E-2.2	43.83	322.03
E-2.3	47.70	346.56
E-2.4	50.82	366.37
E-3	55.53	396.19
E-4	71.25	441.29
E-4.1	111.27	548.80
E-5	121.60	576.56
E-6	122.38	615.92
E-6.1	122.10	614.35
E-7	124.25	625.72
E-7.1	125.19	620.30
E-8	139.72	749.32
E-9	144.47	810.81
E-9.1	149.42	822.39
E-10	178.72	890.89
E-10.1	197.66	920.32
E-11	216.63	952.90
E-12	247.49	988.20
E-13	272.14	1043.98
E-13.1	286.28	1105.37
E-13.2	289.95	1121.43
E-14	296.85	1159.92
E-15	318.02	1190.71
E-15.1	357.24	1225.55
E-15.2	383.74	1249.09
E-16	414.92	1276.79
E-16.1	421.03	1288.69
E-16.2	426.18	1298.72
E-17	436.84	1323.36
E-18	457.69	1351.85
E-19	474.31	1365.60
E-20	472.69	1461.68
E-20.1	485.49	1544.87
E-20.2	488.21	1558.26
E-21	493.61	1586.80
E-22	498.65	1626.11
E-22.1	467.37	1626.14
E-23	494.24	1633.76
E-24	494.80	1671.75
E-24.1	522.46	1683.25
E-24.2	522.46	1674.40
E-25	491.61	1707.51
E-25.1	482.35	1703.66
E-25.2	491.05	1710.34
E-25.3	484.95	1758.29
E-25.4	490.35	1714.25
E-25.5	490.17	1715.26
E-26	487.75	1728.22
E-26.1	482.43	1725.44
E-27	484.95	1758.29
E-27.1	484.82	1767.21
E-27.2	474.68	1773.83

R-27.3	479.60	1751.05	843.90
E-28	476.67	1782.31	841.15
R-28.1	484.28	1784.45	841.10
R-28.2	479.77	1803.15	840.87
E-29	465.65	1828.50	840.71
R-29.1	474.62	1824.11	840.50
E-30	465.76	1843.69	841.14
E-30.1	459.76	1842.80	839.49
R-30.1	471.69	1844.74	841.10
E-31	461.22	1907.32	840.35
R-31.1	470.56	1910.62	839.37
E-32	458.63	1932.96	839.44
E-32.1	446.47	1934.48	835.69
R-32.1	456.49	1938.15	831.26
R-32.2	452.69	1932.13	839.55
E-33	455.44	1984.44	834.81
E-34	462.43	2025.33	829.40
E-34.1	447.39	2007.21	831.69
R-34.1	456.43	2025.31	830.10
E-35	471.81	2042.59	826.81
E-36	479.74	2061.88	826.51
R-36.1	473.90	2063.25	829.70
E-37	481.67	2071.63	827.72
E-37.1	464.70	2072.11	829.36
R-37.1	509.49	2080.62	823.07
R-37.2	507.16	2087.62	823.02
R-37.3	507.16	2073.62	823.16
E-38	492.38	2109.54	827.15
E-39	491.92	2151.52	826.26
E-39.1	486.03	2152.06	823.61
R-39.1	581.34	2143.02	822.26
R-39.2	499.63	2156.38	825.50
E-40	512.12	2219.32	822.08
E-41	523.52	2246.41	819.58
R-41.1	534.85	2241.03	819.32
E-42	537.91	2279.71	817.45
R-42.1	549.20	2275.89	816.52
E-43	551.68	2315.46	816.52
E-44	569.11	2352.67	815.81
R-44.1	611.45	2363.67	812.50
R-44.2	596.66	2353.63	813.30
R-44.3	579.59	2351.65	814.60
E-45	611.74	2449.71	815.71
R-45.1	633.03	2537.13	817.32
R-45.2	631.23	2520.31	817.21
R-45.3	629.62	2495.26	816.59
R-45.4	628.84	2474.83	816.81
R-45.5	628.82	2453.73	816.68
E-46	621.59	2537.39	814.02
E-46.1	620.85	2427.94	819.57
R-46.1	657.13	2418.69	819.41
R-46.2	637.94	2425.27	817.63
R-46.3	650.65	2445.38	816.58
R-46.4	676.07	2436.10	819.46
R-46.5	678.36	2410.77	819.24
E-47	717.85	2411.63	819.41
R-47.1	703.44	2403.65	819.79
R-47.2	702.73	2425.21	819.46
E-48	729.83	2433.41	819.65

R-48.1	744.70	2427.89	818.25
R-48.2	730.13	2417.41	819.50
R-48.3	765.12	2445.15	816.38
R-48.4	765.12	2459.15	818.40
E-49	743.97	2399.14	815.91
R-49.1	781.63	2312.44	792.30
R-50.1	778.64	2405.78	812.02
E-51	790.04	2393.73	806.14
R-51.1	802.17	2379.35	803.55
R-51.2	791.63	2312.44	792.30
E-52	834.05	2392.72	799.01
R-52.1	845.08	2410.96	799.25
E-53	872.89	2400.52	795.12
E-54	901.18	2366.92	783.89
R-54.1	888.55	2345.33	779.24
R-54.2	939.58	2377.61	781.50
E-55	893.91	2415.03	793.88
E-55.1	888.52	2441.04	794.05
E-56	907.19	2436.15	792.71
R-56.1	937.18	2435.90	793.90
E-57	928.64	2464.27	788.02
R-57.1	946.51	2451.86	785.74
R-57.2	906.89	2492.96	788.74
R-58.1	975.14	2488.36	774.70
E-59	465.23	1771.51	839.50
E-59.1	465.63	1771.46	838.10
E-60	456.72	1770.34	839.15
E-60.1	455.54	1771.09	827.46
E-61	433.31	1768.07	832.44
E-61.1	418.02	1789.19	818.84
E-61.2	382.25	1803.03	816.98
E-62	346.00	1827.85	827.81
E-62.1	262.02	1855.35	841.21
E-62.2	280.05	1866.62	841.60
R-62.2	231.30	1879.64	846.61
R-62.3	217.29	1907.46	844.03
E-63	450.84	1820.98	840.10
E-64	445.98	1869.10	841.23
E-65	437.98	1916.43	840.75
R-65.1	424.41	1901.78	840.01
R-65.2	429.49	1946.68	838.40
E-66	406.38	1979.51	839.23
R-66.1	427.20	1994.71	837.64
E-67	386.70	2000.06	839.04
R-67.1	407.69	2006.67	839.95
R-67.2	384.59	2009.11	839.43
E-68	352.13	2023.03	837.14
E-69	338.56	2038.19	836.01
R-69.1	298.23	2045.26	830.93
E-71	284.15	2043.20	825.64
R-71.1	177.44	2046.89	810.25
E-72	273.57	2076.63	830.23
R-72.1	278.45	2080.14	830.00
R-72.2	268.15	2074.04	830.50
E-73	253.57	2110.11	829.93
R-73.1	261.36	2116.37	829.85
E-74	245.55	2123.72	829.60
R-74.1	234.19	2131.91	829.33

R-74.2	234.19	2124.91	829.30
E-75	247.21	2143.25	829.21
R-75.1	233.23	2142.82	829.88
R-75.2	245.39	2153.18	826.11
E-76	304.86	2205.37	825.10
R-76.1	279.09	2208.73	825.82
R-76.2	325.16	2239.85	824.86
R-76.3	352.11	2221.80	824.25
R-76.4	317.26	2184.84	824.24
R-76.5	295.58	2186.49	824.78
R-76.6	436.77	2184.79	829.05
E-77	434.64	1960.17	838.28
R-77	436.61	2008.10	833.79
E-78	453.91	2077.74	826.80
R-79	434.34	2080.86	828.68
E-80	461.35	2108.79	824.86
R-80.1	446.11	2115.12	821.94
E-81	471.21	2140.79	823.17
R-81.1	432.42	2135.32	819.11
R-81.2	430.91	2143.17	819.06
E-82	476.66	2158.36	822.68
R-82.1	467.38	2162.62	820.94
E-83	484.12	2184.85	821.21
R-83.1	464.75	2183.13	820.48
R-83.2	418.03	2189.03	820.38
E-84	501.94	2226.63	818.35
E-84.1	459.63	2236.10	817.30
E-85	528.70	2287.13	814.36
R-85.1	512.50	2288.73	813.16
E-86	541.85	2319.54	813.35
R-86.1	529.26	2325.63	812.78
R-86.2	536.31	2326.71	813.04
E-87	578.67	2401.22	812.76
R-87.1	560.73	2409.44	810.46
R-87.2	550.67	2367.30	811.02
R-88.1	582.00	2441.57	812.15
E-88	590.66	2429.80	812.61
E-89	601.10	2463.84	812.28
R-89.1	584.29	2473.44	809.36
E-90	605.18	2497.19	812.31
R-90.1	586.39	2499.85	808.03
R-90.2	597.11	2525.53	807.79
E-91	648.28	2554.56	813.58
E-92	609.85	2038.65	806.94
E-92.1	655.99	2026.88	796.69
E-92.2	707.65	2013.70	792.62
E-93	719.71	2010.62	793.46
R-93.1	764.42	1986.16	805.54
R-93.2	770.90	1982.63	809.31
R-93.3	718.62	1954.66	802.89
E-94	855.10	1936.60	841.67
R-94.1	799.38	1904.45	819.63
E-95	855.10	1890.69	848.64
E-96	855.59	1864.80	850.34
R-96.1	881.07	1850.61	855.19
R-96.2	864.91	1875.37	835.38
E-97	873.32	2038.64	834.55
E-98	884.59	2076.57	831.47
R-98.1	818.78	2112.94	833.43

PLANTA GENERAL DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION

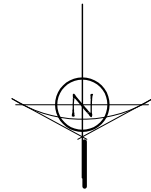
ESCALA: 1/2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION

CALCULO Y DISEÑO:	DANIÉLA CARRILLO	HORA:	
FIGURA:			



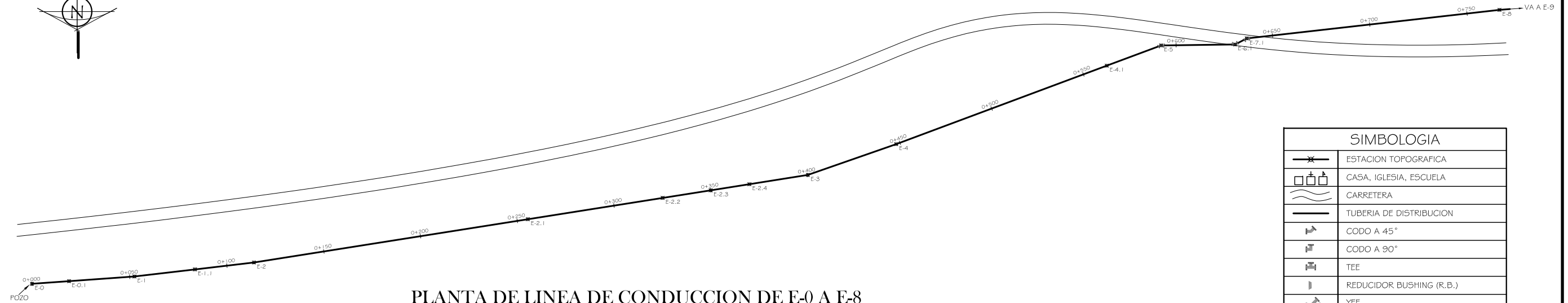
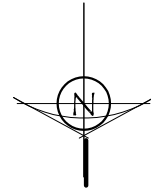
SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDAS

ESCALA: 1/2000

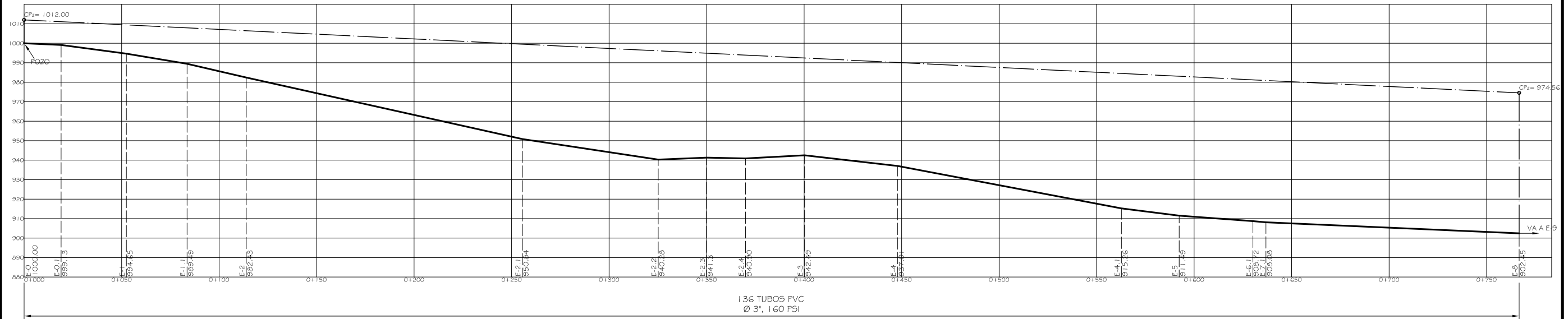
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA		
CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDAS		
	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOJA: 2 / 13
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	ESCALA: INDICADA
	ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO ASESOR DE EPS	FECHA: AGOSTO 2009



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE E-0 A E-8

ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DE E-0 A E-8

ESCALA: 1/1000

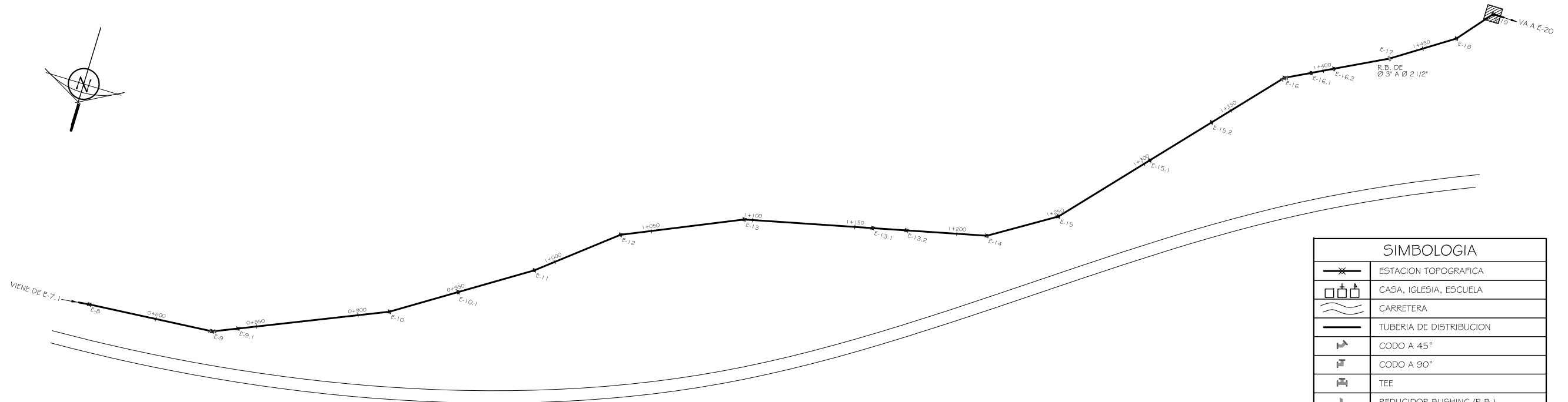
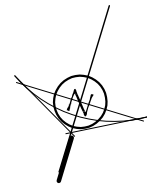
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DE E-0 A E-8

	CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	3 / 13
		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	AGOSTO 2009

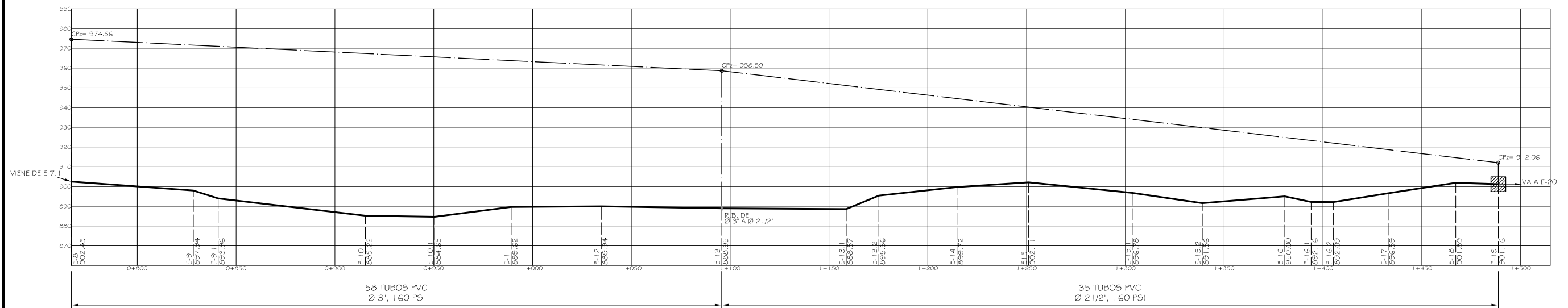
ING. SILVIO JOSE TORRES SERRANO
ASESOR DE EPS



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE E-8 A E-19

ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DE E-8 A E-19

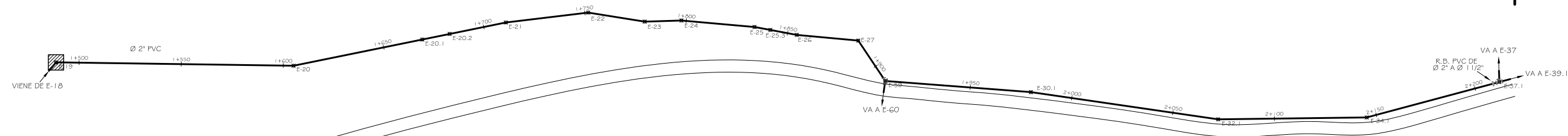
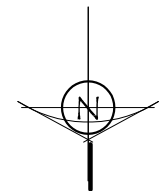
ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-19 A E-37.1

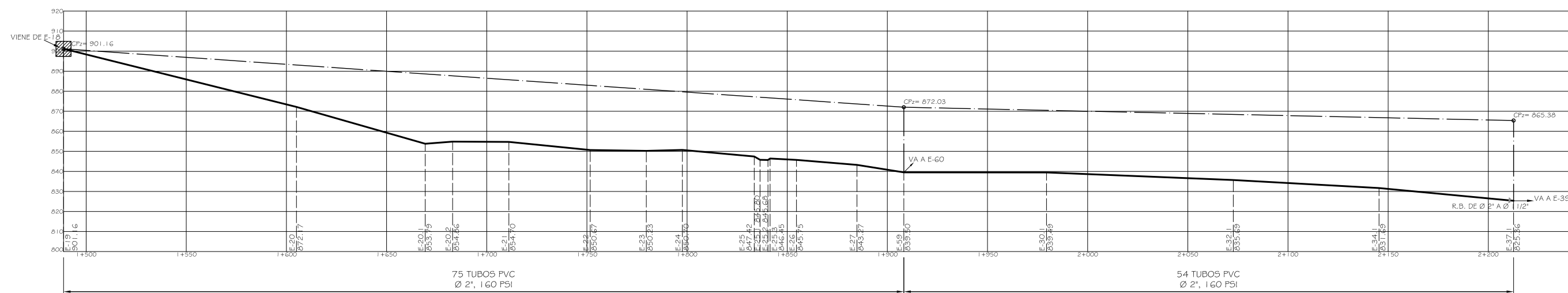
	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	4
ESCALA: INDICADA		13
INGENIERO: SILVIO JOSE TORRES SERRANO ASESOR DE EPS		FECHA: AGOSTO 2009



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-19 A E-37.1

ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-19 A E-37.1

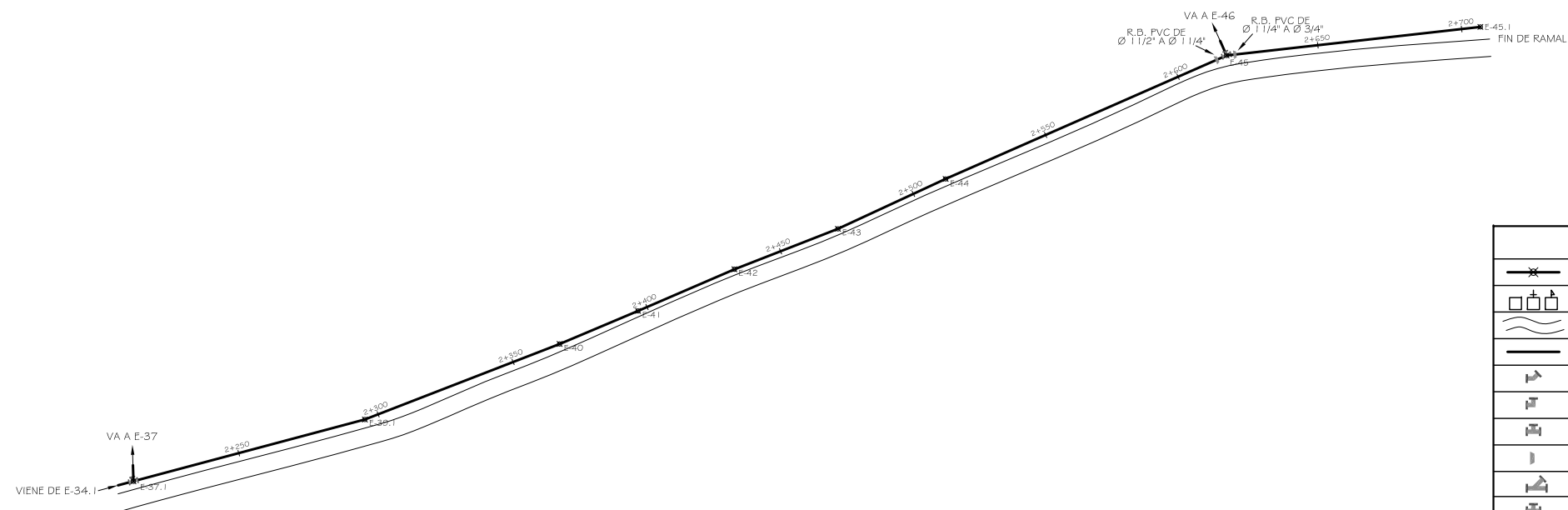
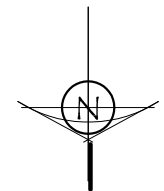
ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-19 A E-37.1

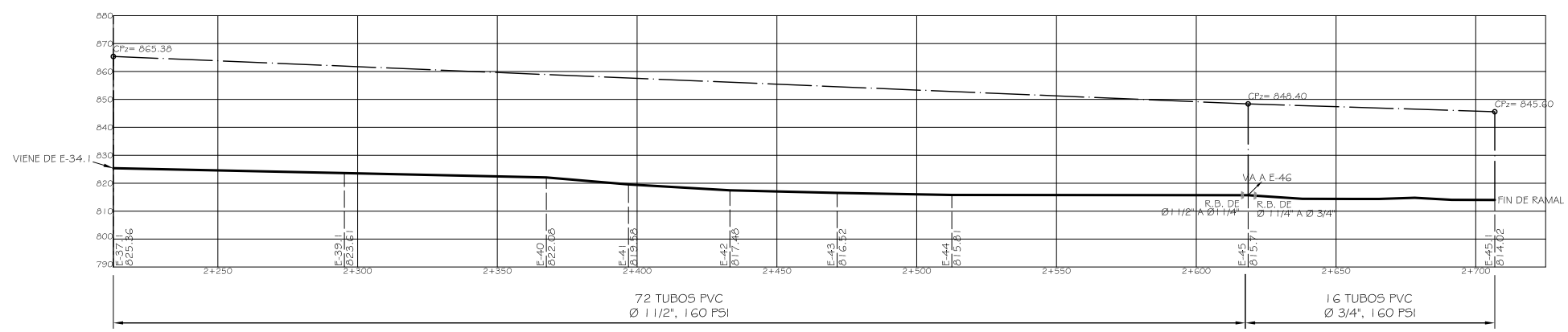
	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	5
ESCALA: INDICADA		13
ING. SILVIO JOSE TORRES SERRANO ASESOR DE EPS		FECHA: AGOSTO 2009



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-37.1 A E-45.1

ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-37.1 A E-45.1

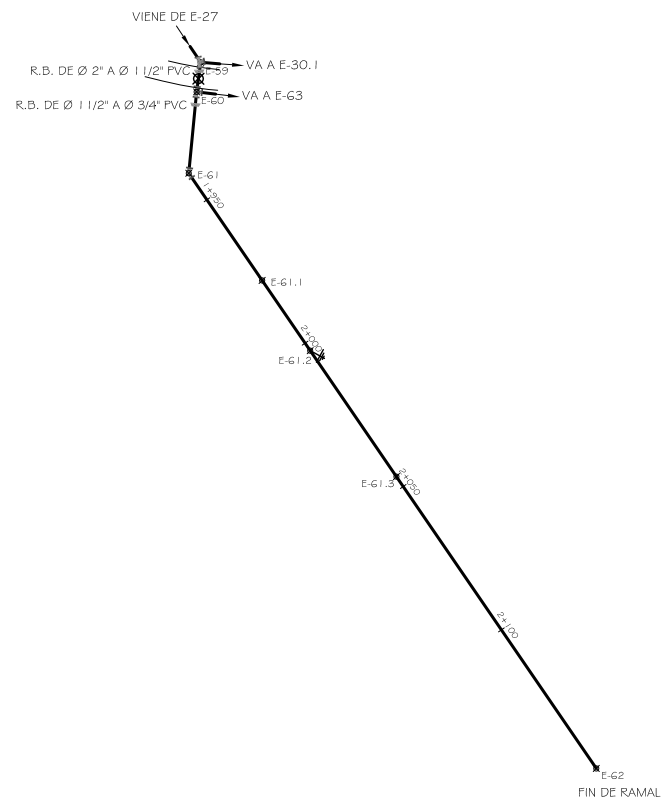
ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-37.1 A E-45.1

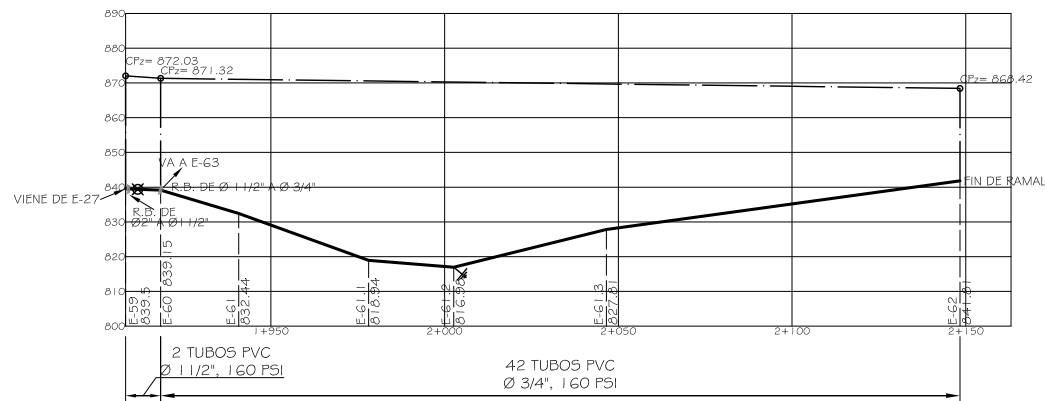
	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	6/13
INGENIERO: ING. SILVIO JOSE TORRES SERRANO ASESOR DE EPS		ESCALA: INDICADA FECHA: AGOSTO 2009



SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)

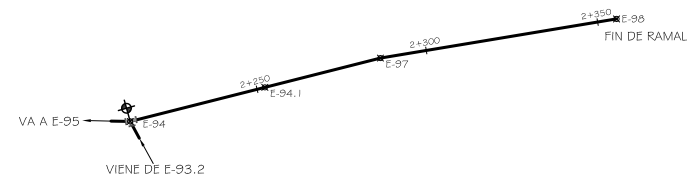
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-59 A E-62

ESCALA: 1/1000



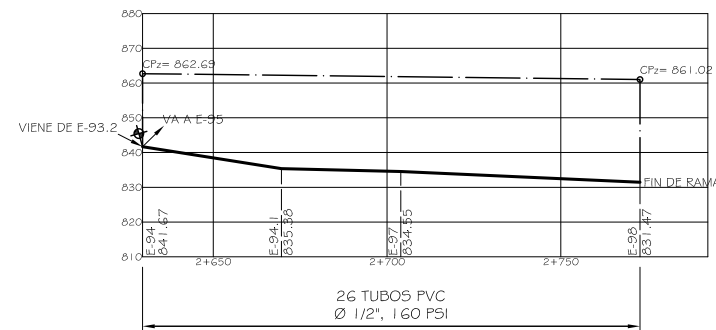
PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-59 A E-62

ESCALA: 1/1000



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-94 A E-98

ESCALA: 1/1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-94 A E-98

ESCALA: 1/1000

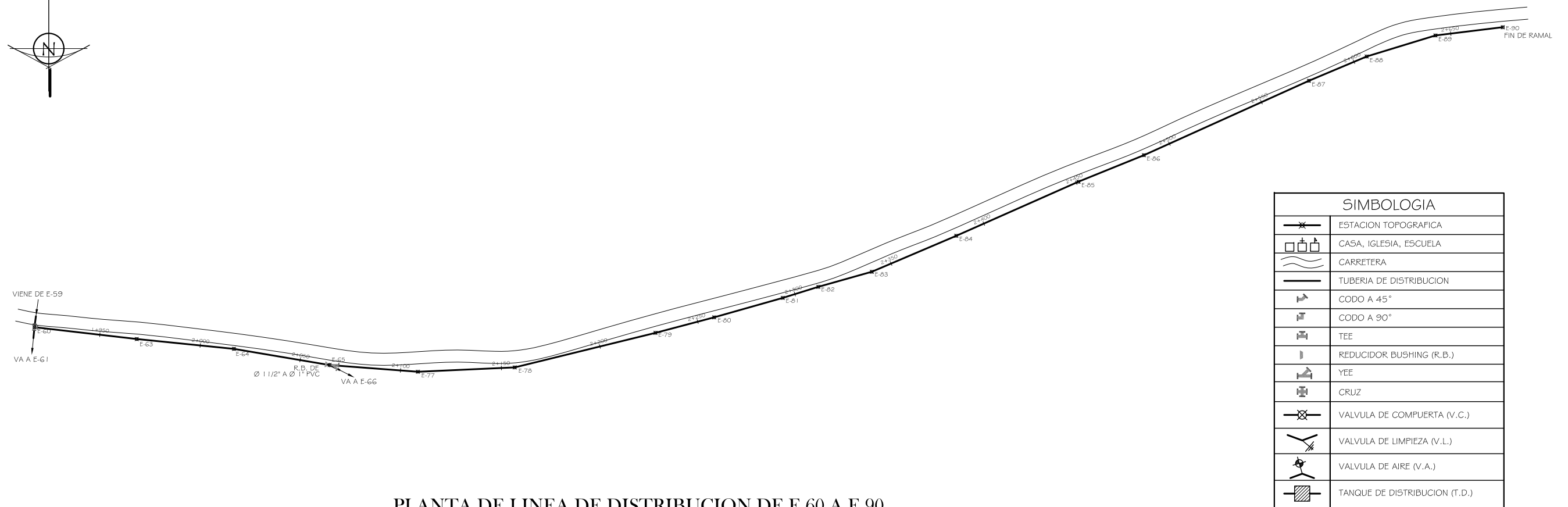
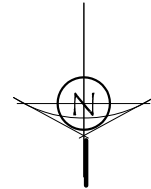
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-59 A E-62 Y DE E-94 A E-98

	CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	7/13
ESCALA:		INDICADA	
FECHA:		AGOSTO 2009	

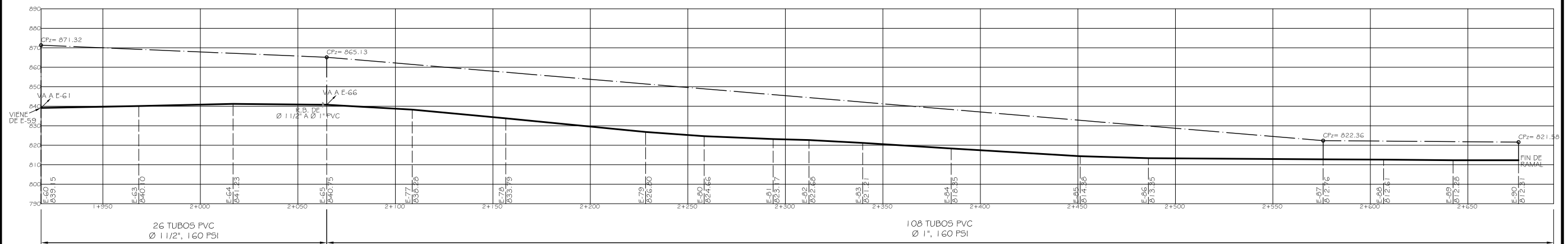
ING. SILVIO JOSE TORRES SERRANO
ASESOR DE EPS



SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)

PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-60 A E-90

ESCALA: 1/1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-60 A E-90

ESCALA: 1/1000

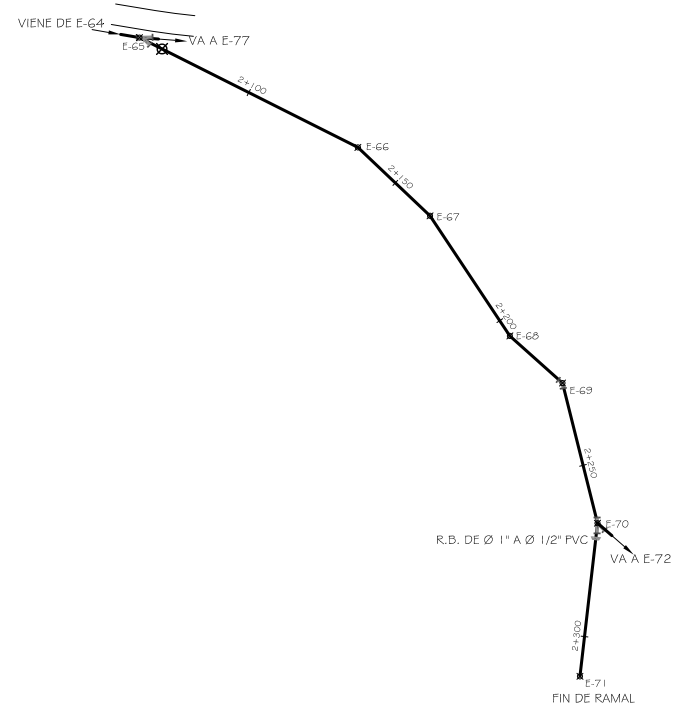
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-60 A E-90

	CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	8 / 13
ESCALA:		INDICADA	
FECHA:		AGOSTO 2009	

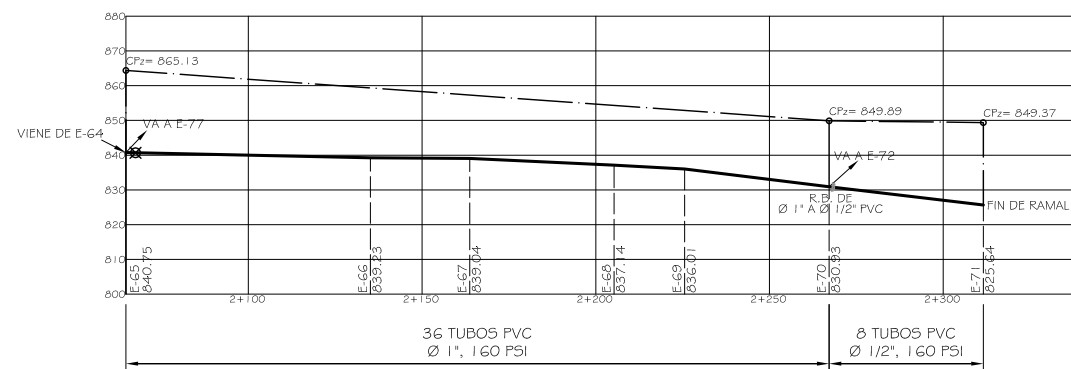
ING. SILVIO JOSE TORRES SERRANO
ASESOR DE EPS



SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)

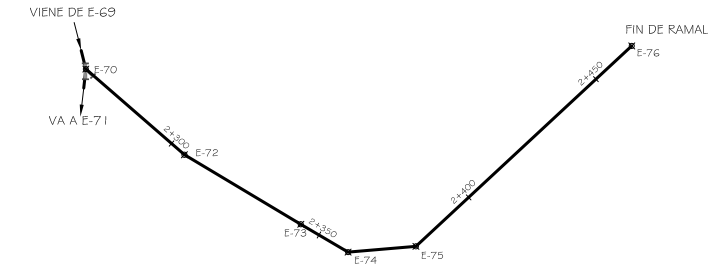
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-65 A E-71

ESCALA: 1/1000



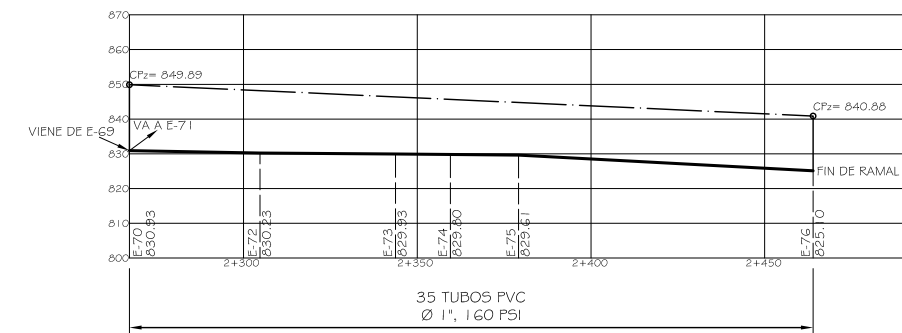
PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-65 A E-71

ESCALA: 1/1000



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-70 A E-76

ESCALA: 1/1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-70 A E-76

ESCALA: 1/1000

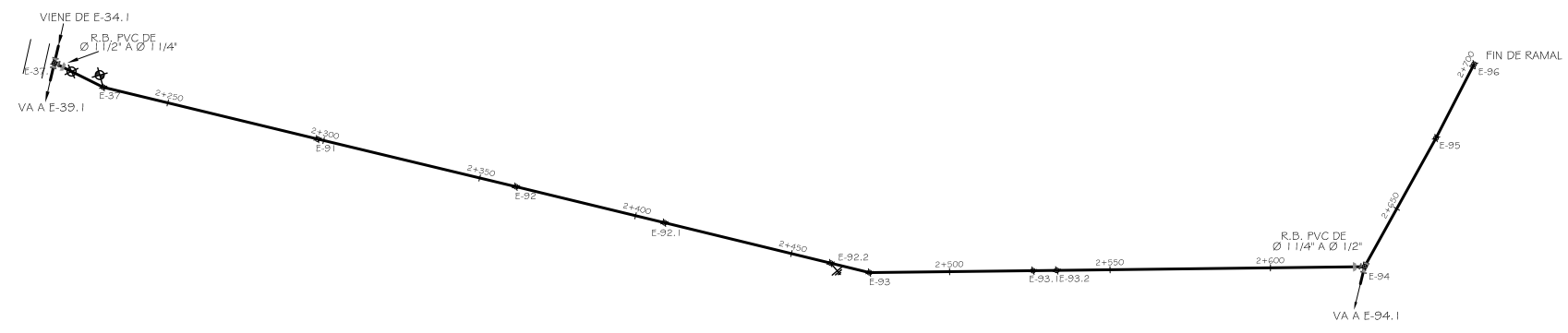
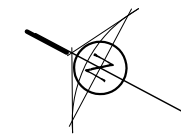
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-65 A E-71 Y DE E-70 A E-76

	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA: 9
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	13
ESCALA: INDICADA		FECHA: AGOSTO 2009

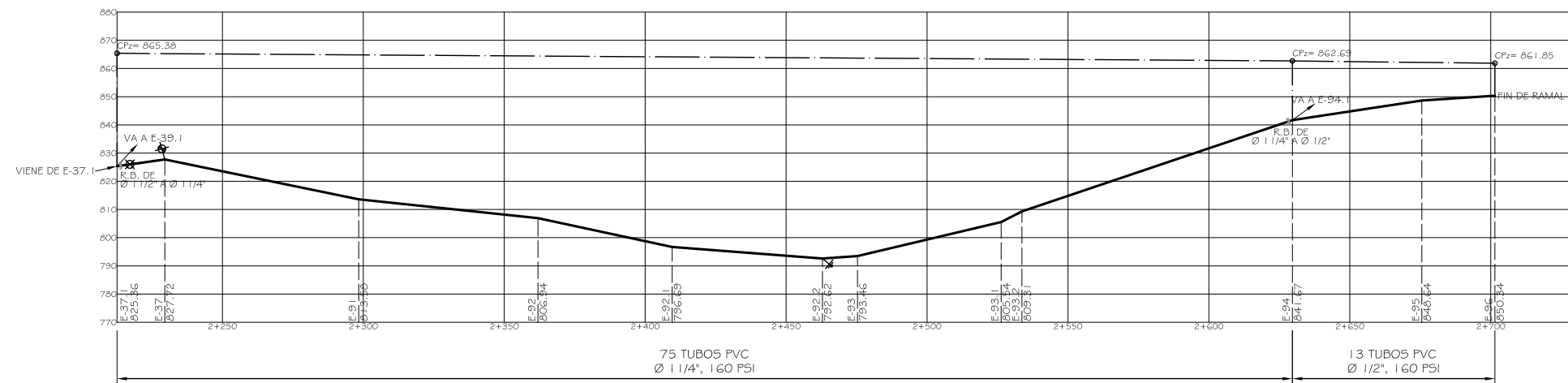
ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO
ASESOR DE EPS



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-37.1 A E-96

ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	YEE
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-37.1 A E-96

ESCALA: 1/1000

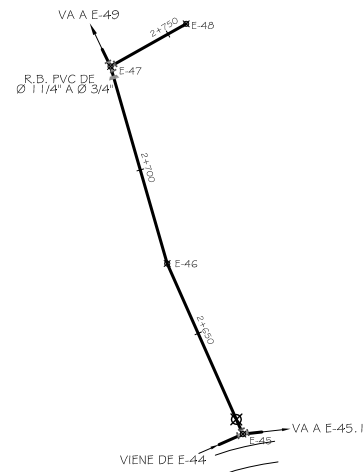
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-37.1 A E-96

	CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	10 / 13
ESCALA:		INDICADA	
FECHA:		AGOSTO 2009	

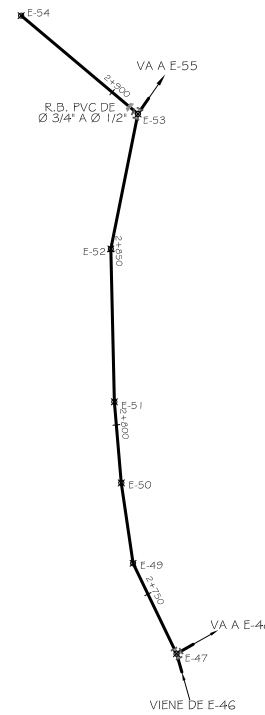
ING. SILVIO JOSE TORRES SERRANO
ASESOR DE EPS



PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-45 A E-48

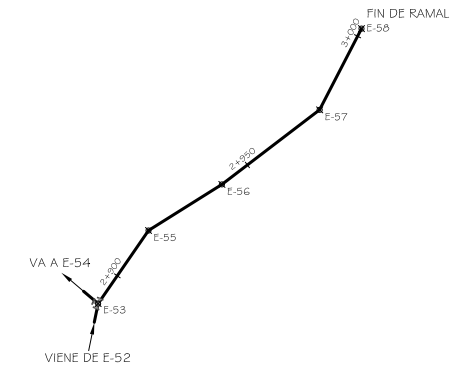
ESCALA: 1/1000

SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRETERA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CRUZ
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)



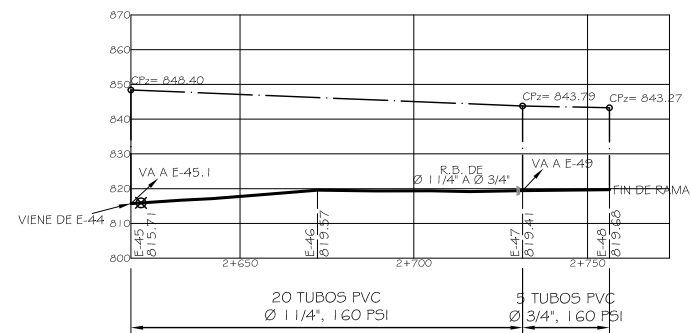
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-47 A E-54

ESCALA: 1/1000



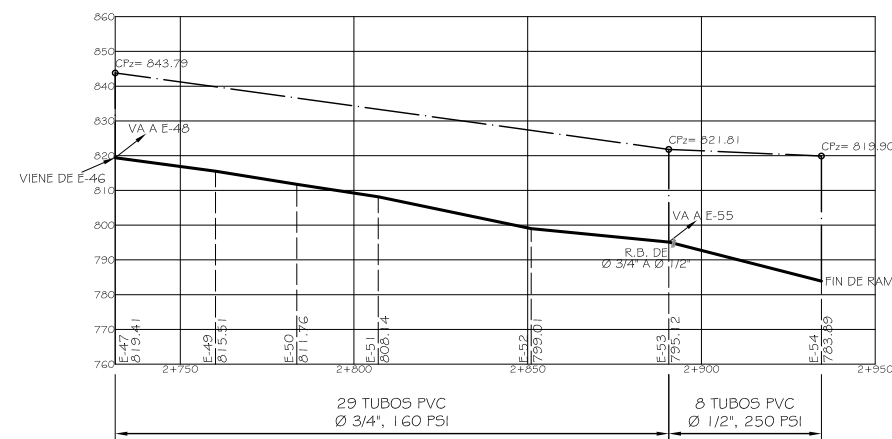
PLANTA DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-53 A E-58

ESCALA: 1/1000



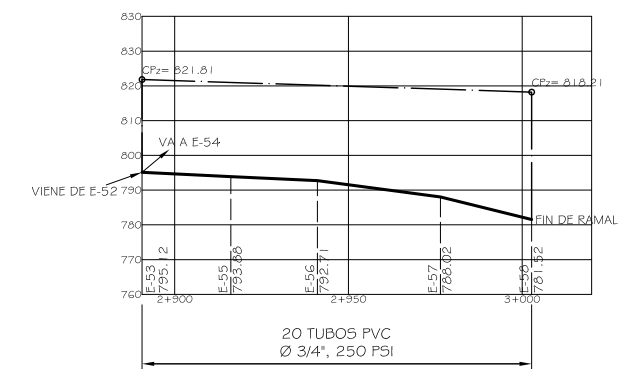
PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-45 A E-48

ESCALA: 1/1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-47 A E-54

ESCALA: 1/1000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-53 A E-58

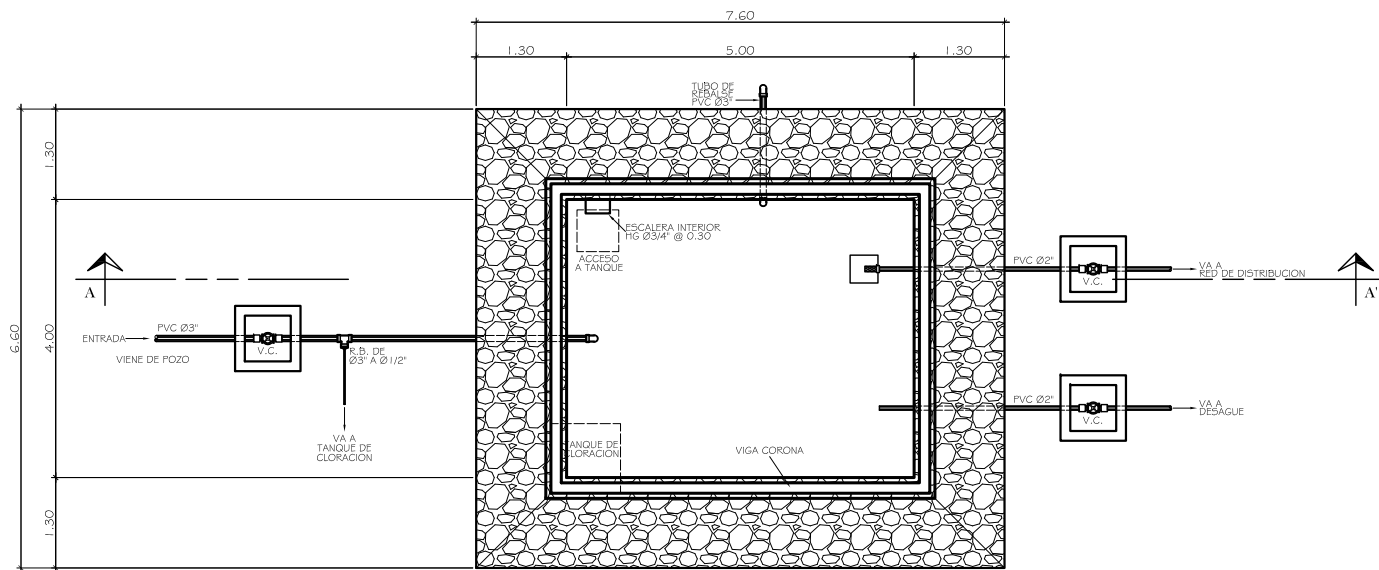
ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

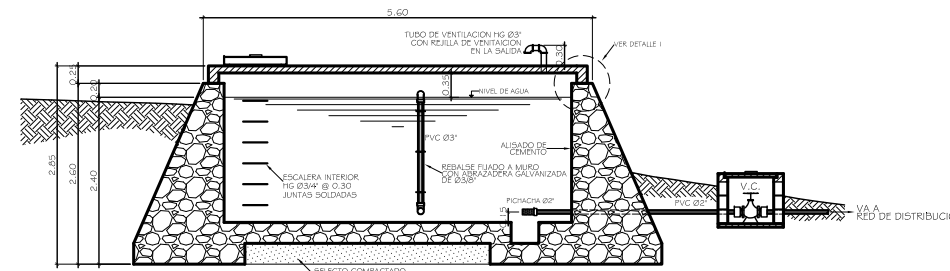
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE E-45 A E-48, DE E-47 A E-54 Y DE E-53 A E-58

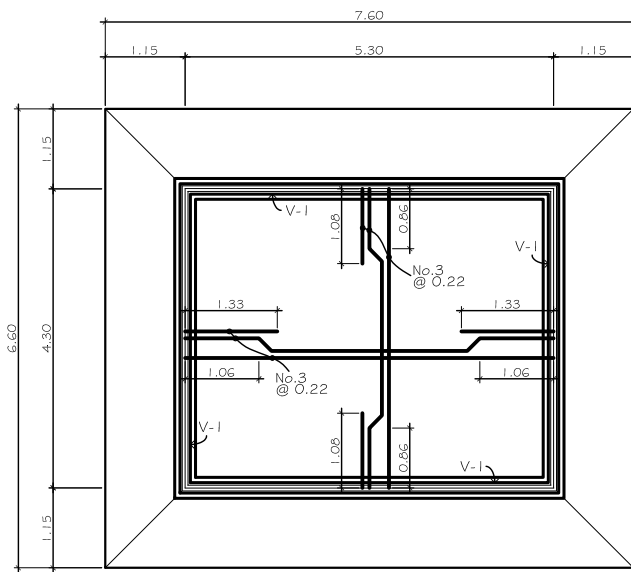
	CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HORA:
	DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	11 / 13
ESCALA:		INDICADA	
ING. SILVIO JOSE TORRES LEZ BERRANO ASESOR DE EPS		FECHA: AGOSTO 2009	



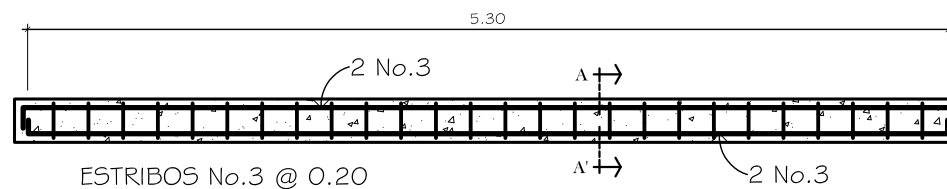
PLANTA TANQUE DE DISTRIBUCION (36m³)
ESCALA: 1/50



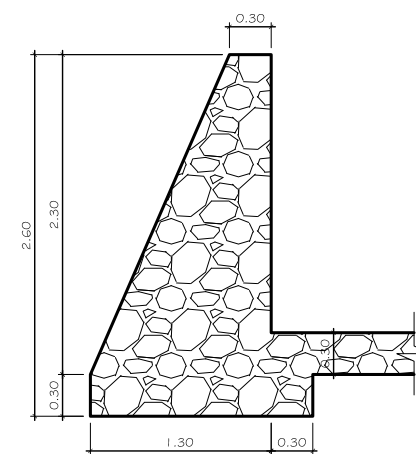
CORTE A - A'
ESCALA: 1/50



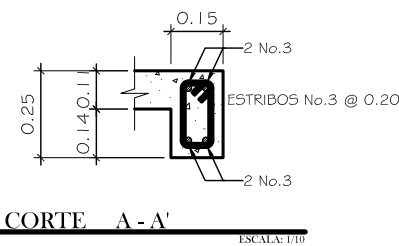
PLANTA LOSA Y VIGAS
ESCALA: 1/50



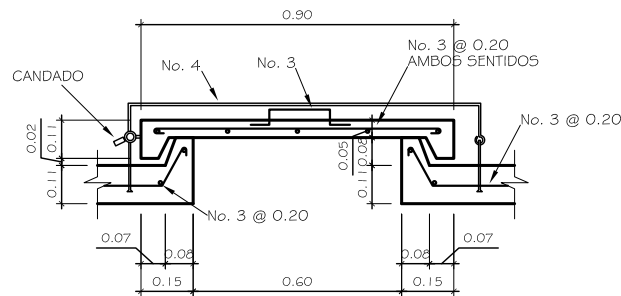
ELEVACION VIGA - 1
ESCALA: 1/20



DETALLE DE MURO
ESCALA: 1/25

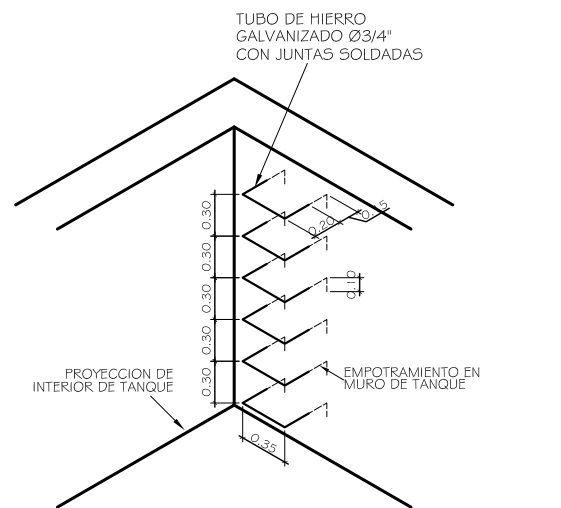


CORTE A - A'
ESCALA: 1/10



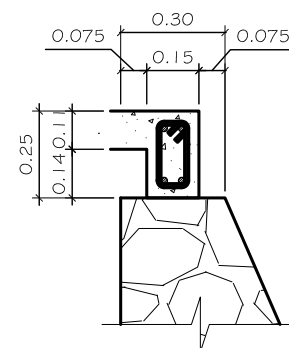
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1/10

NOTAS:
- LA LOSA TENDRA UN ESPESOR $t = 0.11$ m
- EL DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE HIERRO SERA: $\phi = 3/8$ "
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION 1:2:2 CEMENTO: ARENA DE RIO: PIEDRIN DE 3/4" (9.8 SACOS DE CEMENTO, 2 CARRETAS DE ARENA Y 2 CARRETAS DE PIEDRIN POR m³)
- EL ACERO DE REFUERZO A UTILIZAR SERA GRADO 40
- LA LOSA SUPERIOR DEBERA FUNDIRSE CON PANUELOS CON PENDIENTE DEL 1% PARA EVACUACION DEL AGUA FLUVIAL



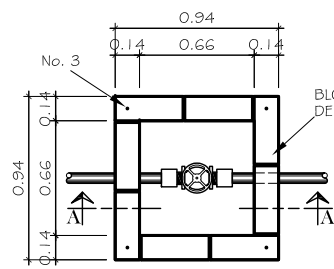
ISOMETRICO DE GRADAS INTERIORES
ESCALA: 1/25

NOTAS:
- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE DEBERA HACER DE LA SIGUIENTE MANERA:
33% DE MORTERO
67% DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION 1:2 CEMENTO: ARENA DE RIO (5 SACOS DE CEMENTO Y 1 CARRETA DE ARENA POR m³)
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION 1:2:2 CEMENTO: ARENA DE RIO: PIEDRIN DE 3/4" (9.8 SACOS DE CEMENTO, 2 CARRETAS DE ARENA Y 2 CARRETAS DE PIEDRIN POR m³)
- SE REPELLARA EN EL INTERIOR CON SABIETA PROPORCION 1:2 CON UN RECRUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5cm Y ALIZADO INTERIOR Y EXTERIOR
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE AFISONADO
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1, PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DEL TANQUE

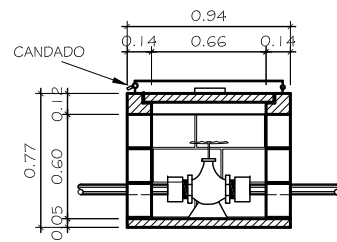


DETALLE 1
ESCALA: 1/10

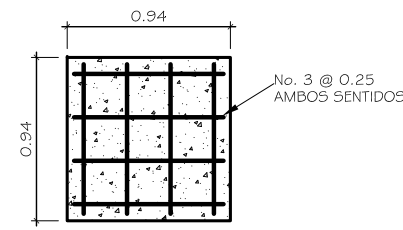
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA		
CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 36 METROS CUBICOS		
CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HORA
DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	12 / 13
ESCALA: INDICADA		FECHA: AGOSTO 2009
ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO ASESOR DE EPS		



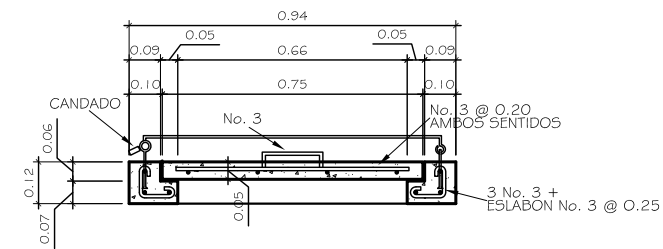
PLANTA CAJA DE VALVULAS
ESCALA: 1/20



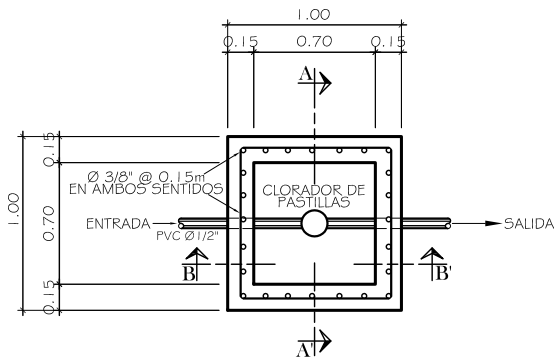
CORTE A - A'
ESCALA: 1/20



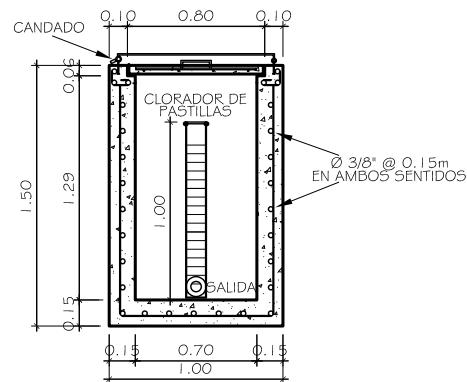
PLANTA BASE DE CONCRETO
ESCALA: 1/20



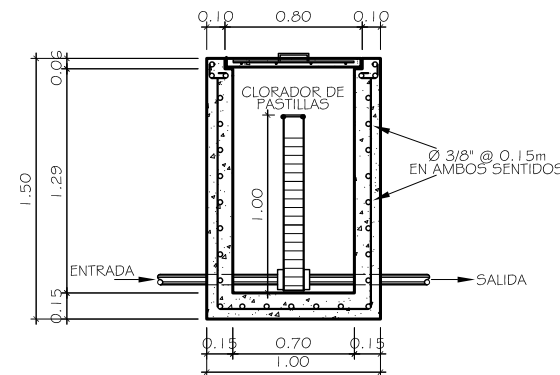
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1/10



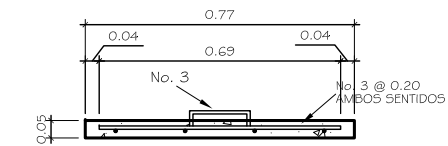
PLANTA CAJA DE CLORACION
ESCALA: 1/20



CORTE A - A'
ESCALA: 1/20

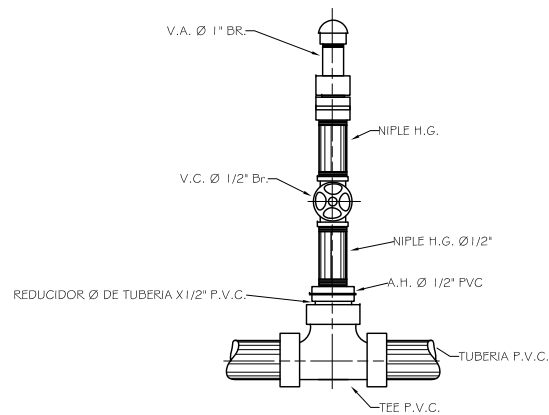


CORTE B - B'
ESCALA: 1/20

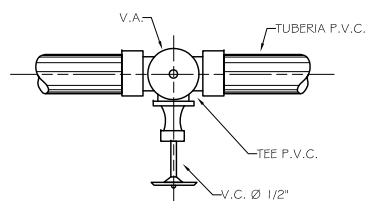


DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1/10

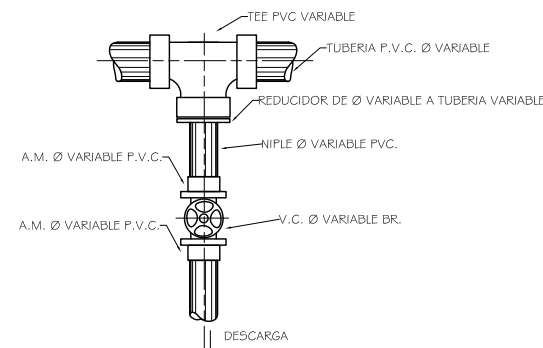
NOTAS:
 - EL SUELO DE SOPORTE DE LA VALVULA HA DE SER ARENOSO
 - EL DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE REFUERZO SERAN: $\phi = 3/8"$
 - EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION 1:2:2 CEMENTO: ARENA DE RIO: PIEDRIN DE 3/4" (3 ϕ SACOS DE CEMENTO, 2 CARRETAS DE ARENA Y 2 CARRETAS DE PIEDRIN POR m³)
 - EL ACERO DE REFUERZO A UTILIZAR SERA GRADO 40
 - EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA SE REPELLARA EN EL INTERIOR CON SAVIETA EN PROPORCION 1:2 CEMENTO:ARENA DE RIO CON RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1cm
 - EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADA



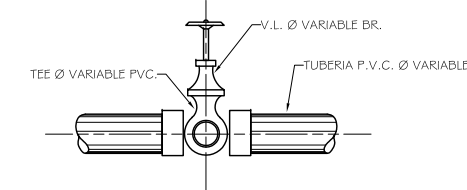
ELEVACION VALVULA DE AIRE Ø 1"
SIN ESCALA



PLANTA VALVULA DE AIRE
SIN ESCALA

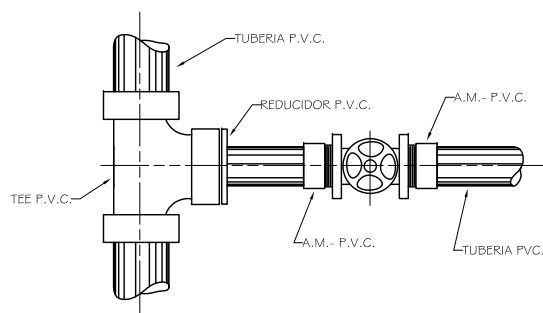


PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA
SIN ESCALA

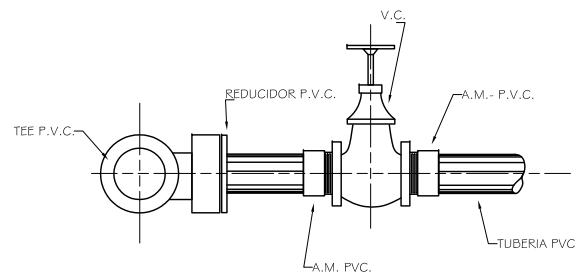


ELEVACION VALVULA DE LIMPIEZA
SIN ESCALA

NOTA:
 TODAS LAS VALVULAS DE LIMPIEZA SERAN VALVULAS DE COMPUERTA, LAS CUALES SE PROTEGEN CON CAJAS DE CONCRETO



PLANTA VALVULA DE COMPUERTA
SIN ESCALA



ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA
SIN ESCALA

REFERENCIAS	
P.V.C.	CLORURO DE POLIVINILO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
V.C.	VALVULA DE COMPUERTA
A.M.	ADAPTADOR MACHO
V.A.	VALVULA DE AIRE
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA

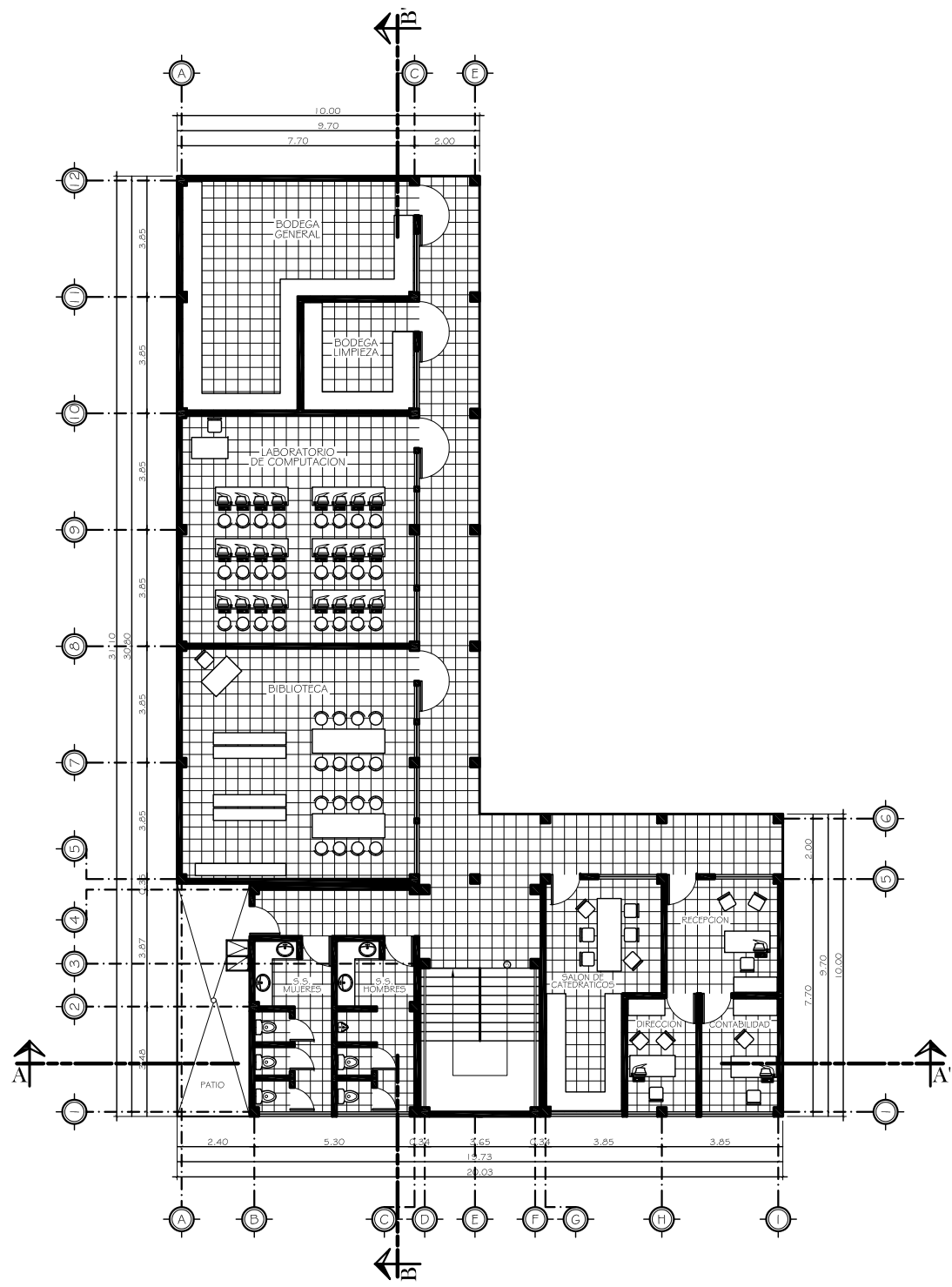
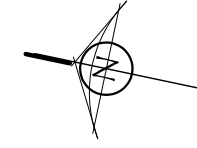
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS GONZALEZ, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: CAJA DE VALVULAS, CLORACION Y DETALLES DE INSTALACION DE VALVULAS

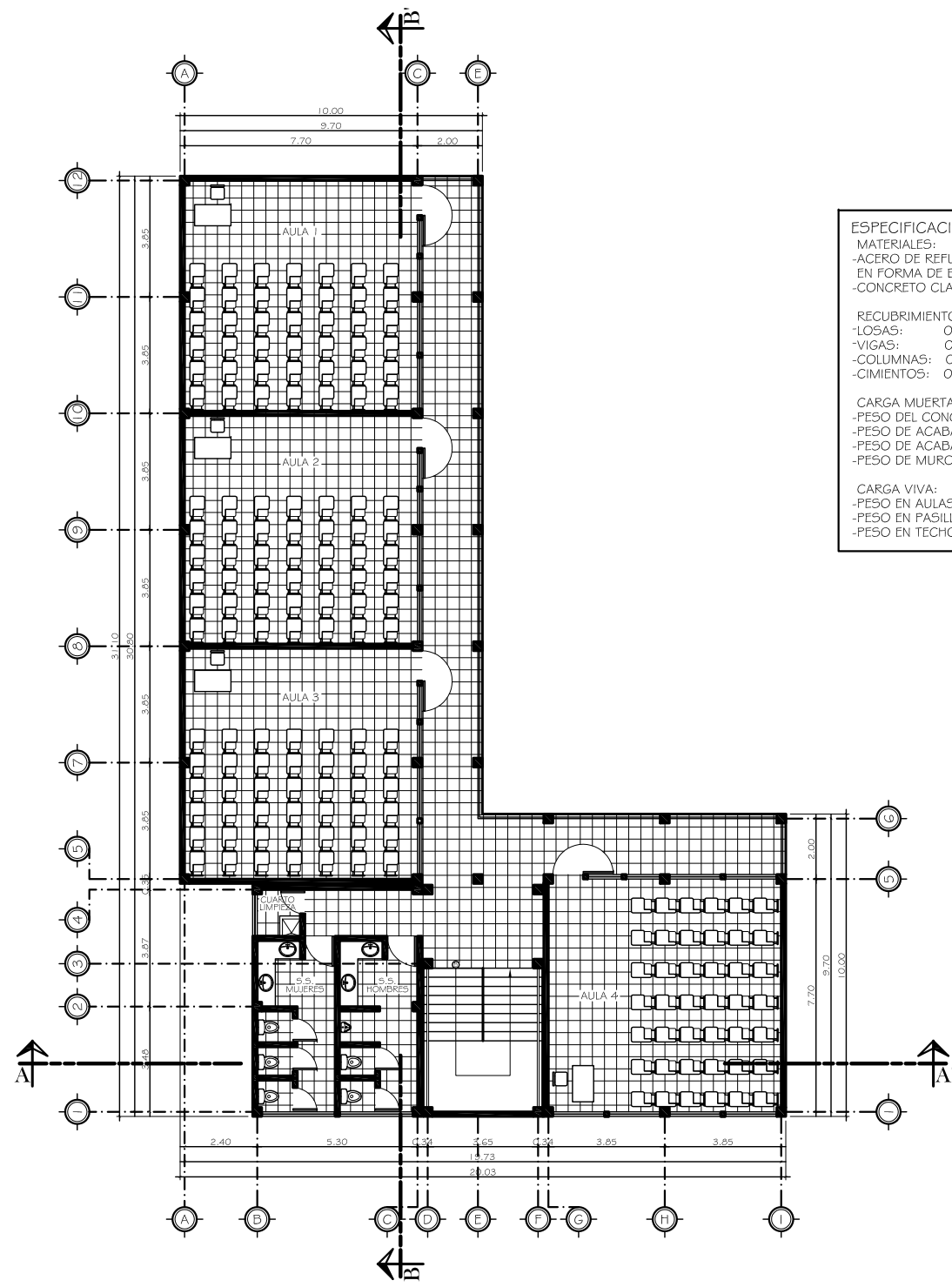
CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HORA:	
DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	13	13
		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	AGOSTO 2009

ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO
 ASESOR DE EPS



**PRIMER NIVEL
PLANTA AMUEBLADA**

ESCALA: 1/100



**SEGUNDO NIVEL
PLANTA AMUEBLADA**

ESCALA: 1/100

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

MATERIALES:
 -ACERO DE REFUERZO GRADO 40 (2.810kg/cm²)
 EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS
 -CONCRETO CLASE 4.000PSI (280kg/cm²)

RECUBRIMIENTOS:
 -LOSAS: 0.025m
 -VIGAS: 0.040m
 -COLUMNAS: 0.040m
 -CIMENTOS: 0.075m

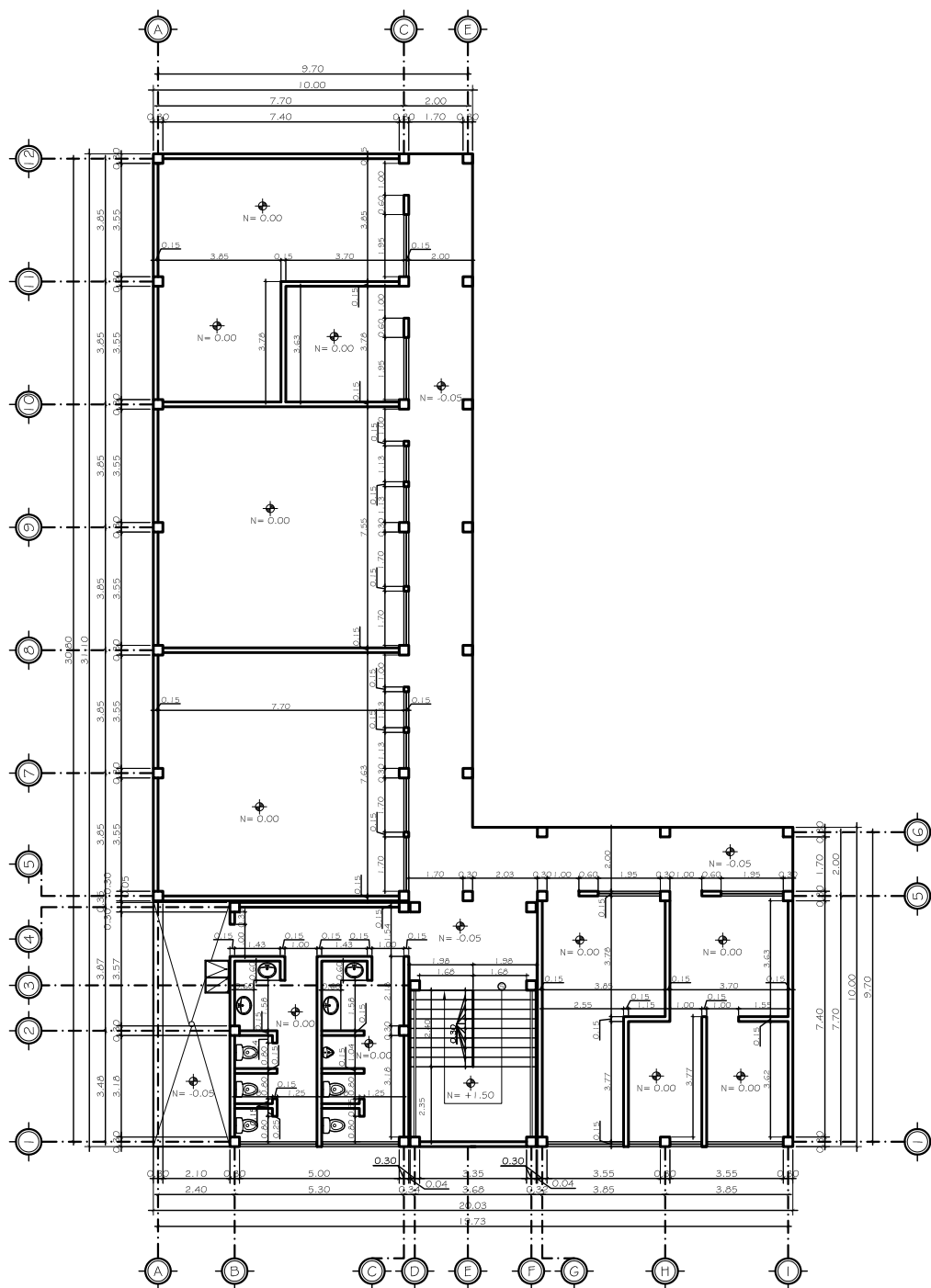
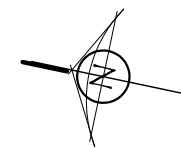
CARGA MUERTA:
 -PESO DEL CONCRETO: 2.400kg/m³
 -PESO DE ACABADO DE PISO: 50kg/m²
 -PESO DE ACABADO DE LOSA: 50kg/m²
 -PESO DE MUROS: 200kg/m²

CARGA VIVA:
 -PESO EN AULAS: 195.30kg/m²
 -PESO EN PASILLOS: 390.59kg/m²
 -PESO EN TECHO: 97.65kg/m²

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

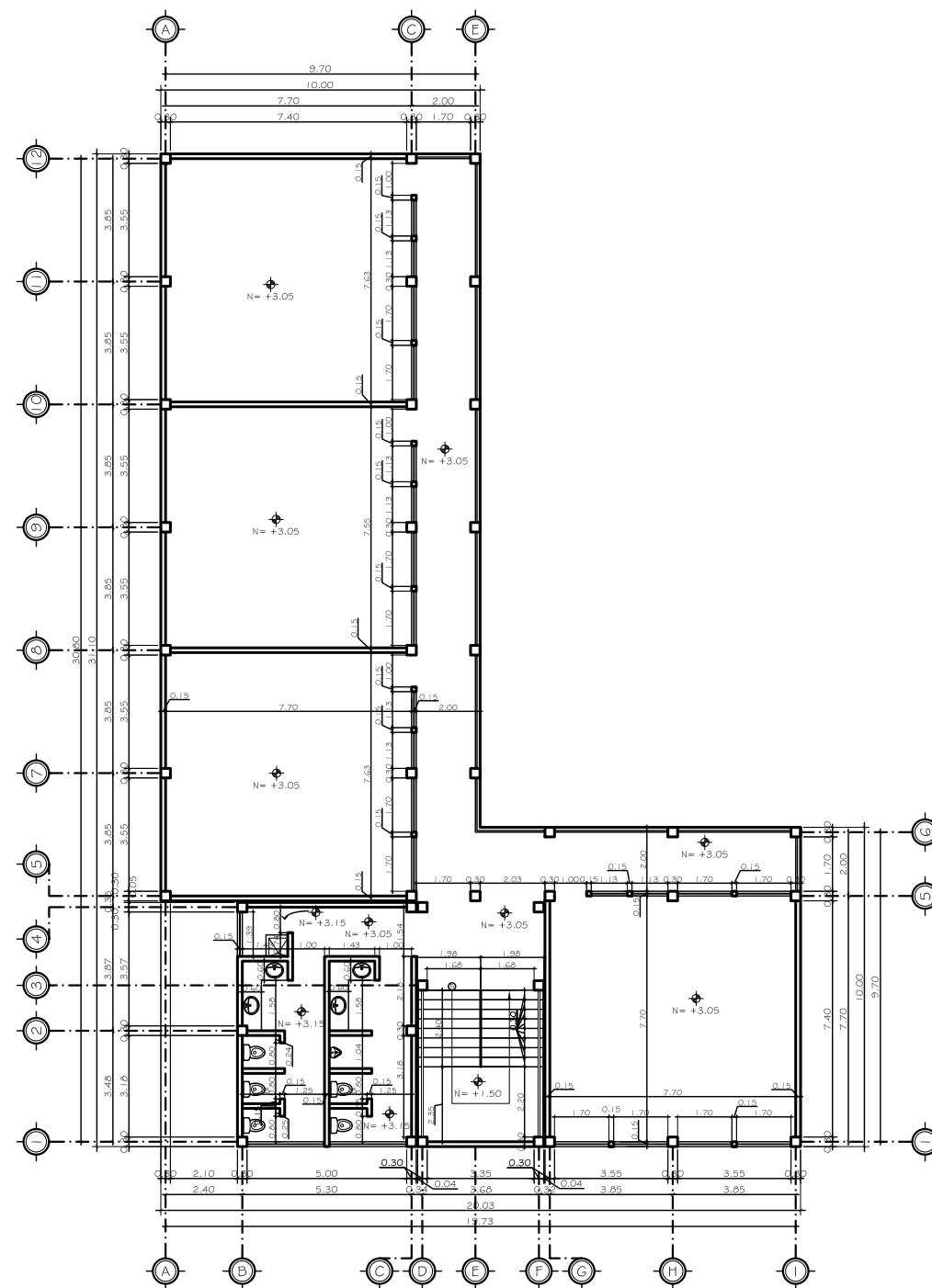
PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA
 CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA

	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	1 / 13
ING. SILVIO JOSE TORRES BERRANO ASESOR DE EPS		ESCALA: INDICADA
		FECHA: AGOSTO 2009



**PRIMER NIVEL
PLANTA ACOTADA**

ESCALA: 1/100




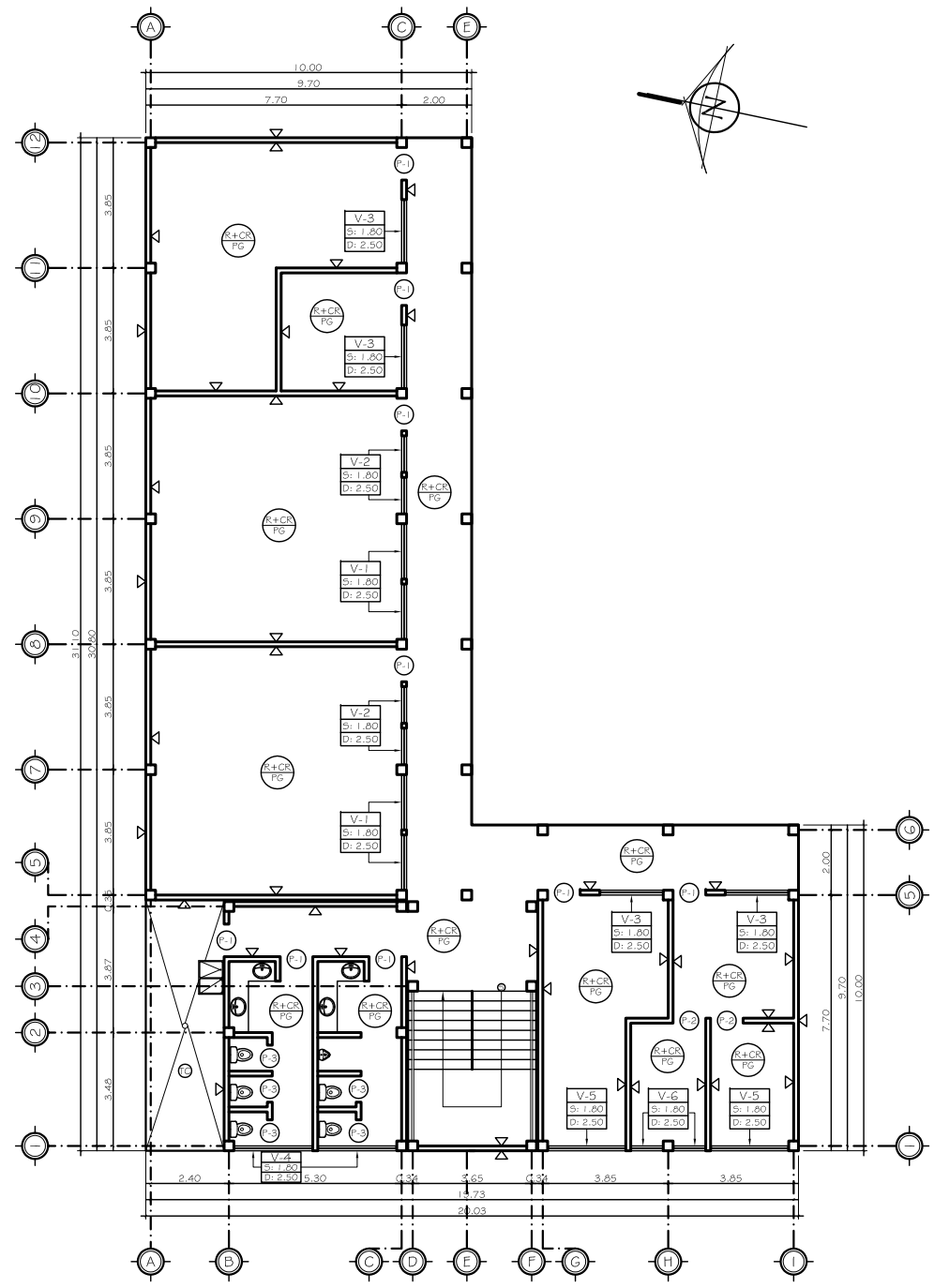
**SEGUNDO NIVEL
PLANTA ACOTADA**

ESCALA: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

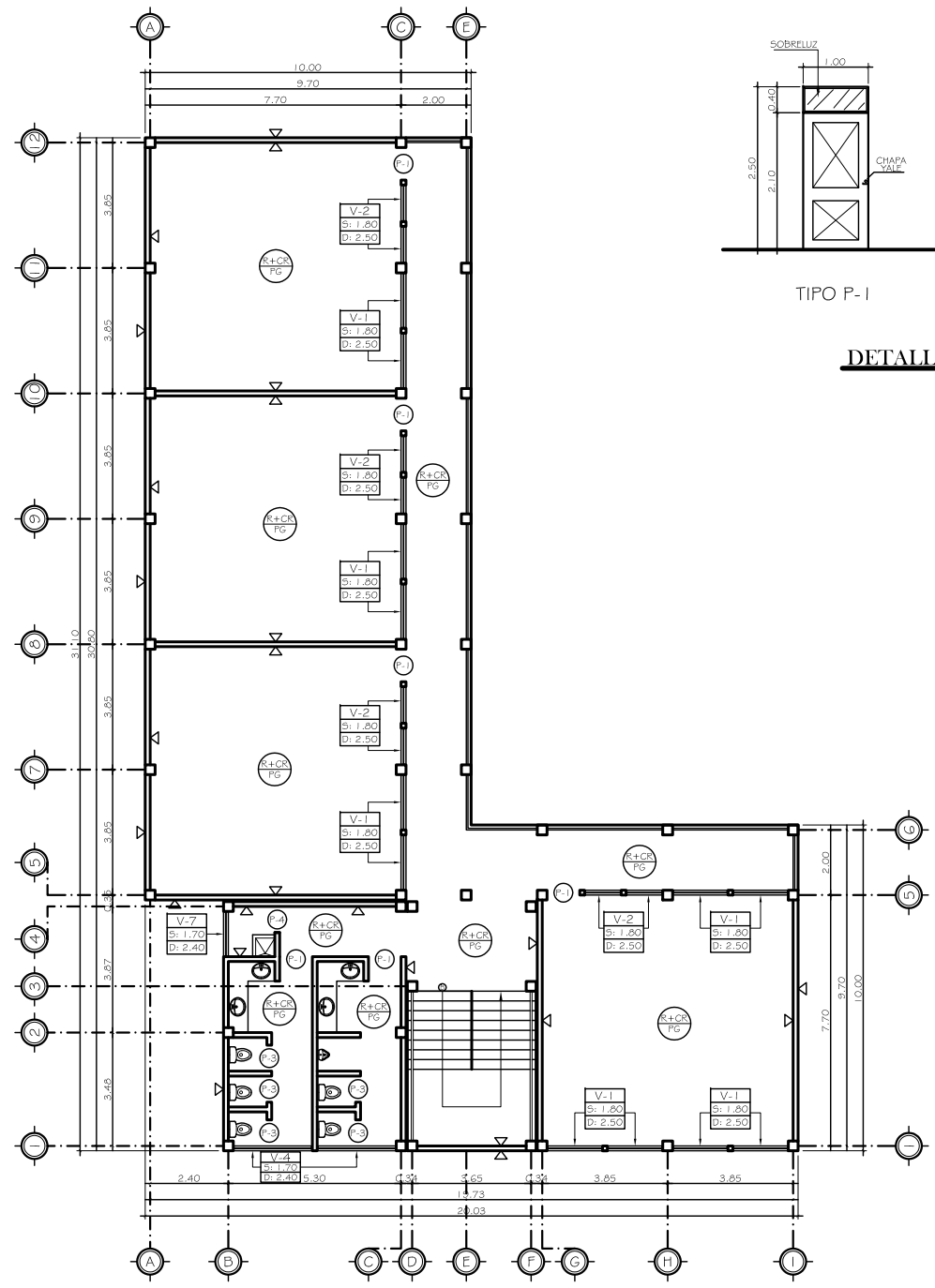
PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION
FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA

	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	2
ING. SILVIO JOSE TORRES LEZ SERRANO ASESOR DE EPS		ESCALA: INDICADA
		FECHA: AGOSTO 2009



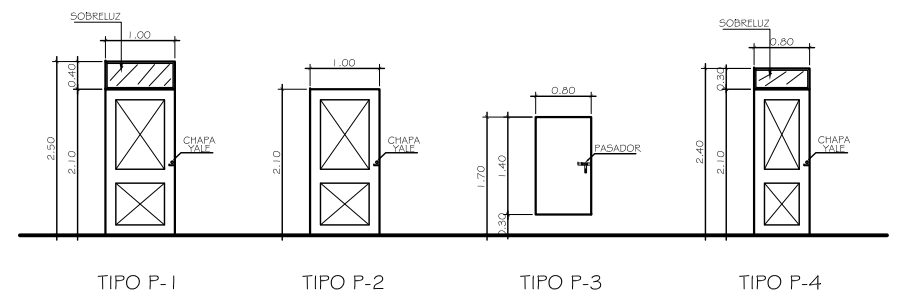
**PRIMER NIVEL
PLANTA ACABADOS**

ESCALA: 1/100



**SEGUNDO NIVEL
PLANTA ACABADOS**

ESCALA: 1/100



DETALLE DE PUERTAS

ESCALA: 1/50

SIMBOLOGIA DE ACABADOS

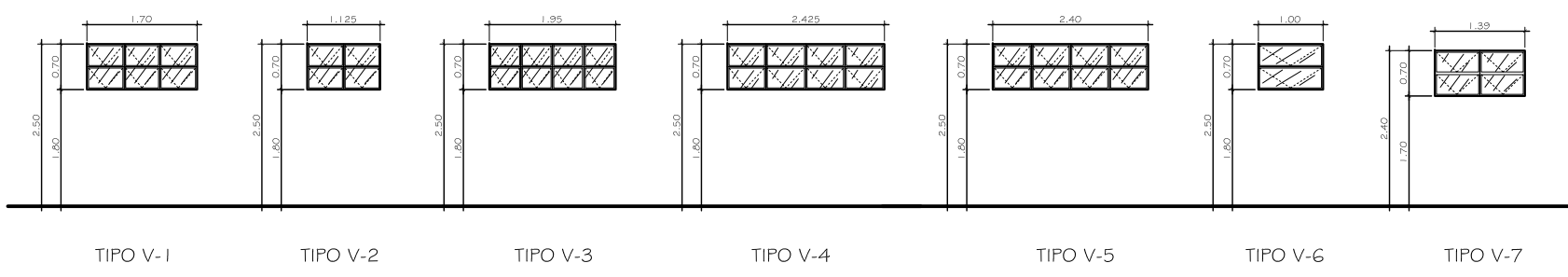
	PUERTA TIPO
	VENTANA TIPO SILLAR DINTEL
	REPELLO + CERNIDO
	TORTA DE CONCRETO
	CIELO DE REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO PISO DE GRANITO

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	SILLAR	DINTEL	MATERIAL	CANTIDAD
V-1	1.70	1.80	2.50	METAL + VIDRIO	16
V-2	1.12	1.80	2.50	METAL + VIDRIO	12
V-3	1.95	1.80	2.50	METAL + VIDRIO	4
V-4	2.425	1.80	2.50	METAL + VIDRIO	4
V-5	2.40	1.80	2.50	METAL + VIDRIO	2
V-6	1.00	1.80	2.50	METAL + VIDRIO	2
V-7	1.39	1.80	2.50	METAL + VIDRIO	1

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	DINTEL	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	1.00	2.50 INCLUYE SOBRELIZ	METAL	15
P-2	1.00	2.10	METAL	2
P-3	0.80	1.70	METAL	10
P-4	0.80	2.40 INCLUYE SOBRELIZ	METAL	1



DETALLE DE VENTANAS

ESCALA: 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

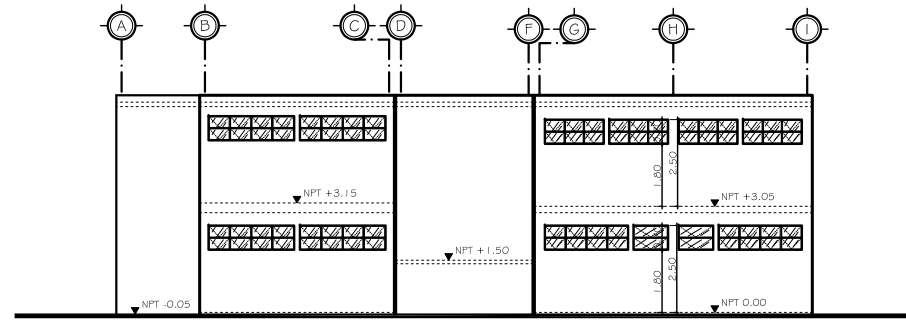
PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA

CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS

CALCULO Y DISEÑO:	DANIÉLA CARRILLO	HORA:	
FIGUJO:	DANIÉLA CARRILLO	3	13

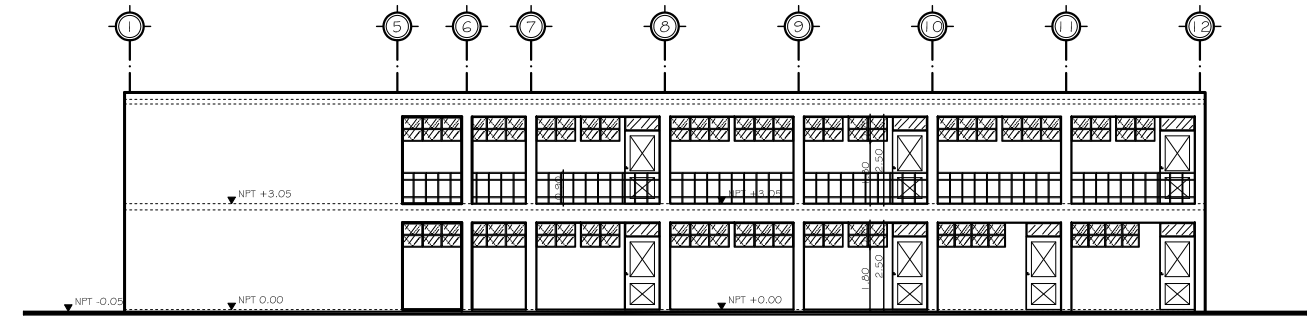
ESCALA: INDICADA
 FECHA: AGOSTO 2009

TING SILVIO JOSE TORRES BERRANO
 ASESOR DE EPS



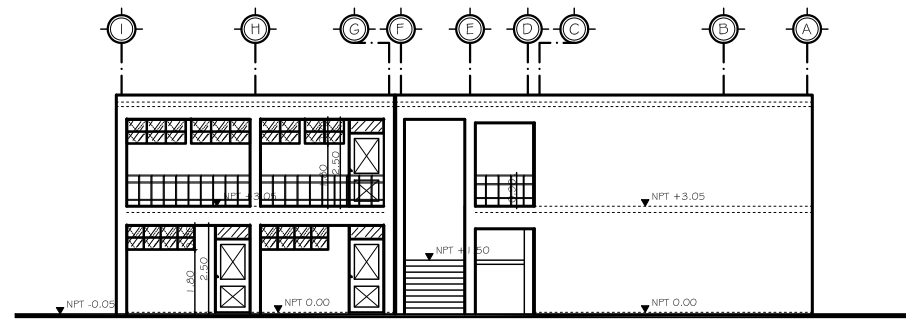
ELEVACION FRONTAL

ESCALA: 1/100



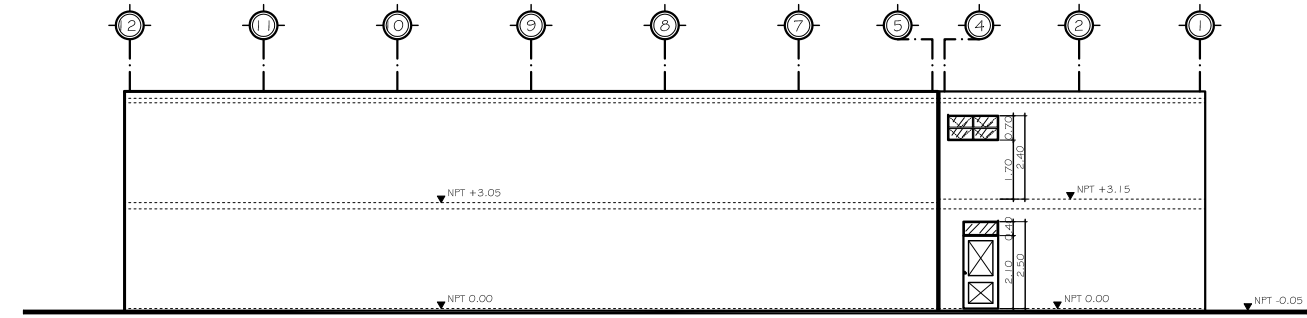
ELEVACION LATERAL DERECHA

ESCALA: 1/100



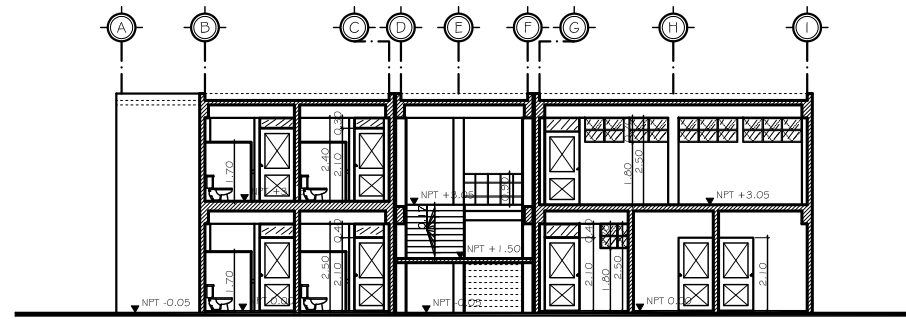
ELEVACION POSTERIOR

ESCALA: 1/100



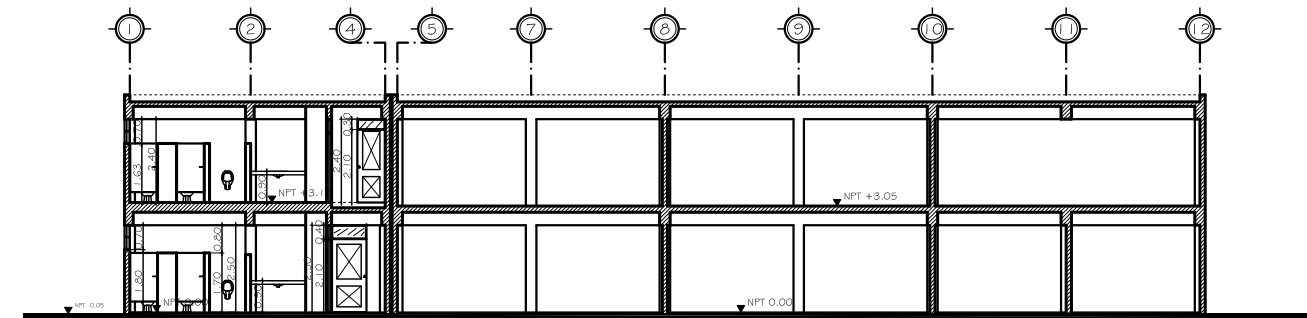
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

ESCALA: 1/100



CORTE A - A'

ESCALA: 1/100




CORTE B - B'

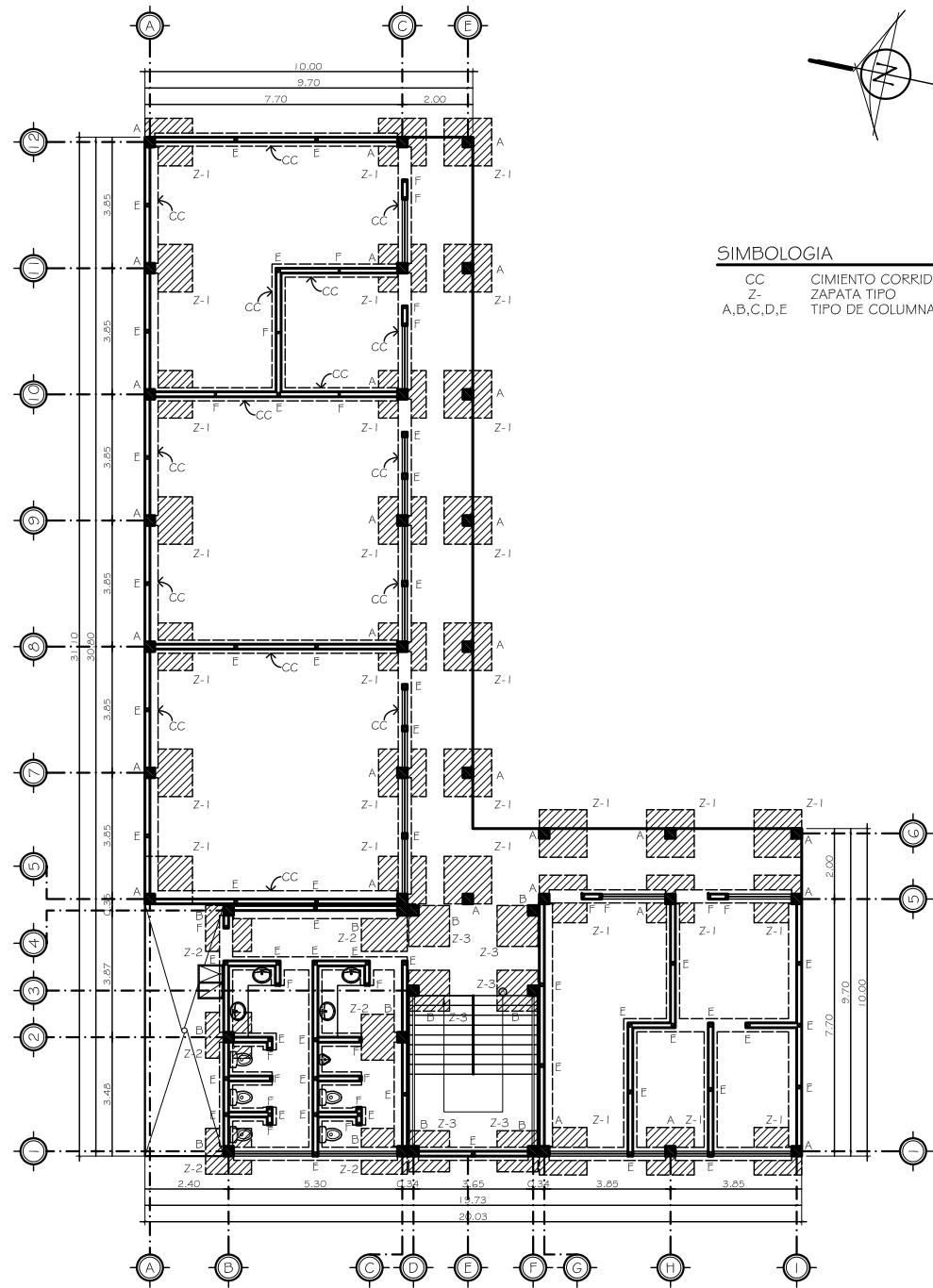
ESCALA: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA

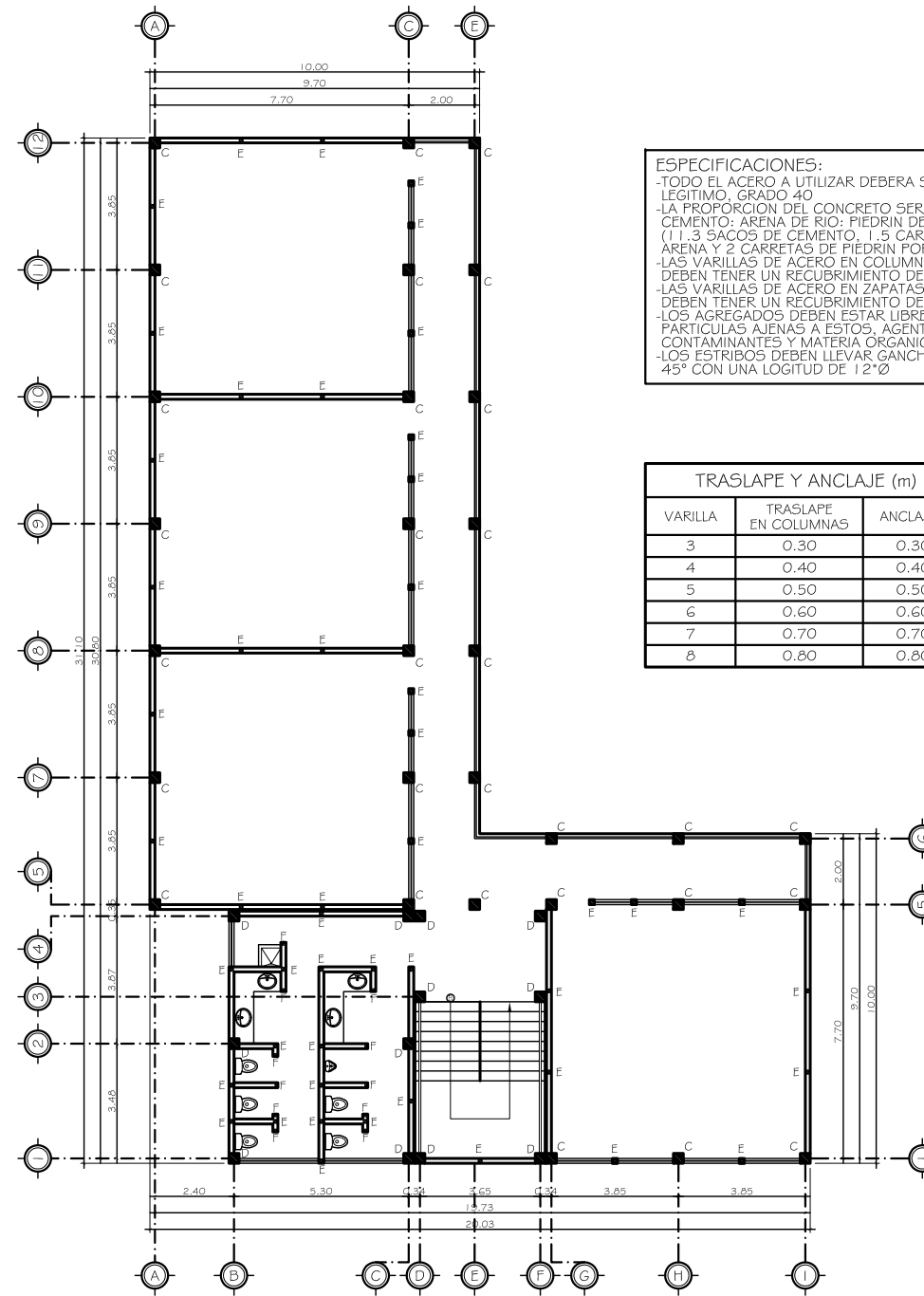
CONTENIDO: ELEVACIONES Y CORTES

	CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	4 / 13
ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO ASESOR DE EPS		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	AGOSTO 2009



**PRIMER NIVEL
PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS**

ESCALA: 1/100



**SEGUNDO NIVEL
PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS**

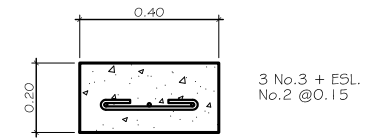
ESCALA: 1/100

SIMBOLOGIA

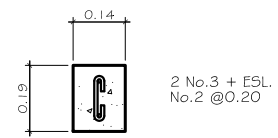
- CC CIMENTO CORRIDO
- Z- ZAFATA TIPO
- A,B,C,D,E TIPO DE COLUMNA

ESPECIFICACIONES:
 - TODO EL ACERO A UTILIZAR DEBERA SER LEGITIMO, GRADO 40
 - LA PROPORCION DEL CONCRETO SERA 1:1.5:2 CEMENTO: ARENA DE RIO: PIEDRIN DE 3/4" (1:1.3 SACOS DE CEMENTO, 1.5 CARRETAS DE ARENA Y 2 CARRETAS DE PIEDRIN POR m3)
 - LAS VARILLAS DE ACERO EN COLUMNAS DEBEN TENER UN RECUBRIMIENTO DE 4cm
 - LAS VARILLAS DE ACERO EN ZAPATAS DEBEN TENER UN RECUBRIMIENTO DE 7.5cm
 - LOS AGREGADOS DEBEN ESTAR LIBRES DE PARTICULAS AJENAS A ESTOS, AGENTES CONTAMINANTES Y MATERIA ORGANICA
 - LOS ESTRIBOS DEBEN LLEVAR GANCHOS A 45° CON UNA LOGITUD DE 12*Ø

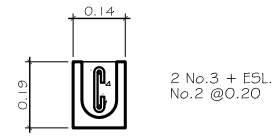
TRASLAPES Y ANCLAJE (m)		
VARILLA	TRASLAPES EN COLUMNAS	ANCLAJES
3	0.30	0.30
4	0.40	0.40
5	0.50	0.50
6	0.60	0.60
7	0.70	0.70
8	0.80	0.80



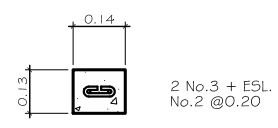
CIMENTO CORRIDO
ESCALA: 1/10



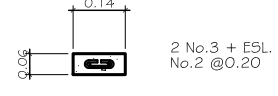
SOLERA DE HUMEDAD
ESCALA: 1/10



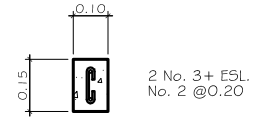
SOLERA BLOCK "U"
ESCALA: 1/10



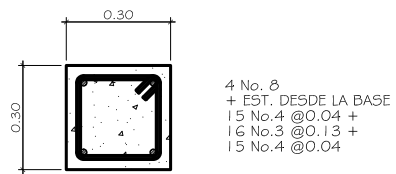
SOLERA FINAL
ESCALA: 1/10



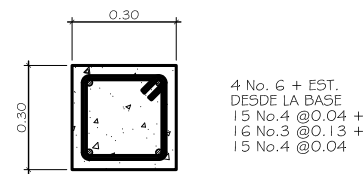
SOLERA SILLAR
ESCALA: 1/10



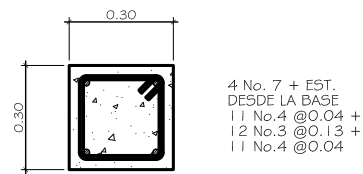
COLUMNA TIPO F
ESCALA: 1/10



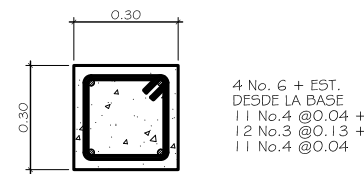
COLUMNA TIPO A
ESCALA: 1/10



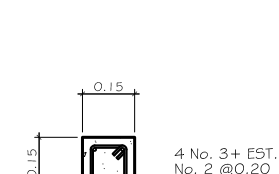
COLUMNA TIPO B
ESCALA: 1/10



COLUMNA TIPO C
ESCALA: 1/10



COLUMNA TIPO D
ESCALA: 1/10



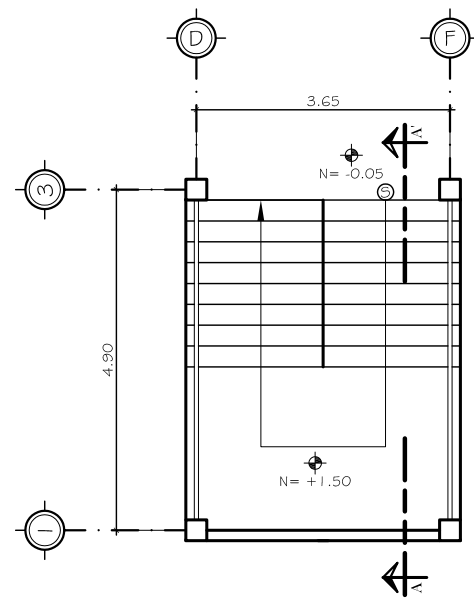
COLUMNA TIPO E
ESCALA: 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA

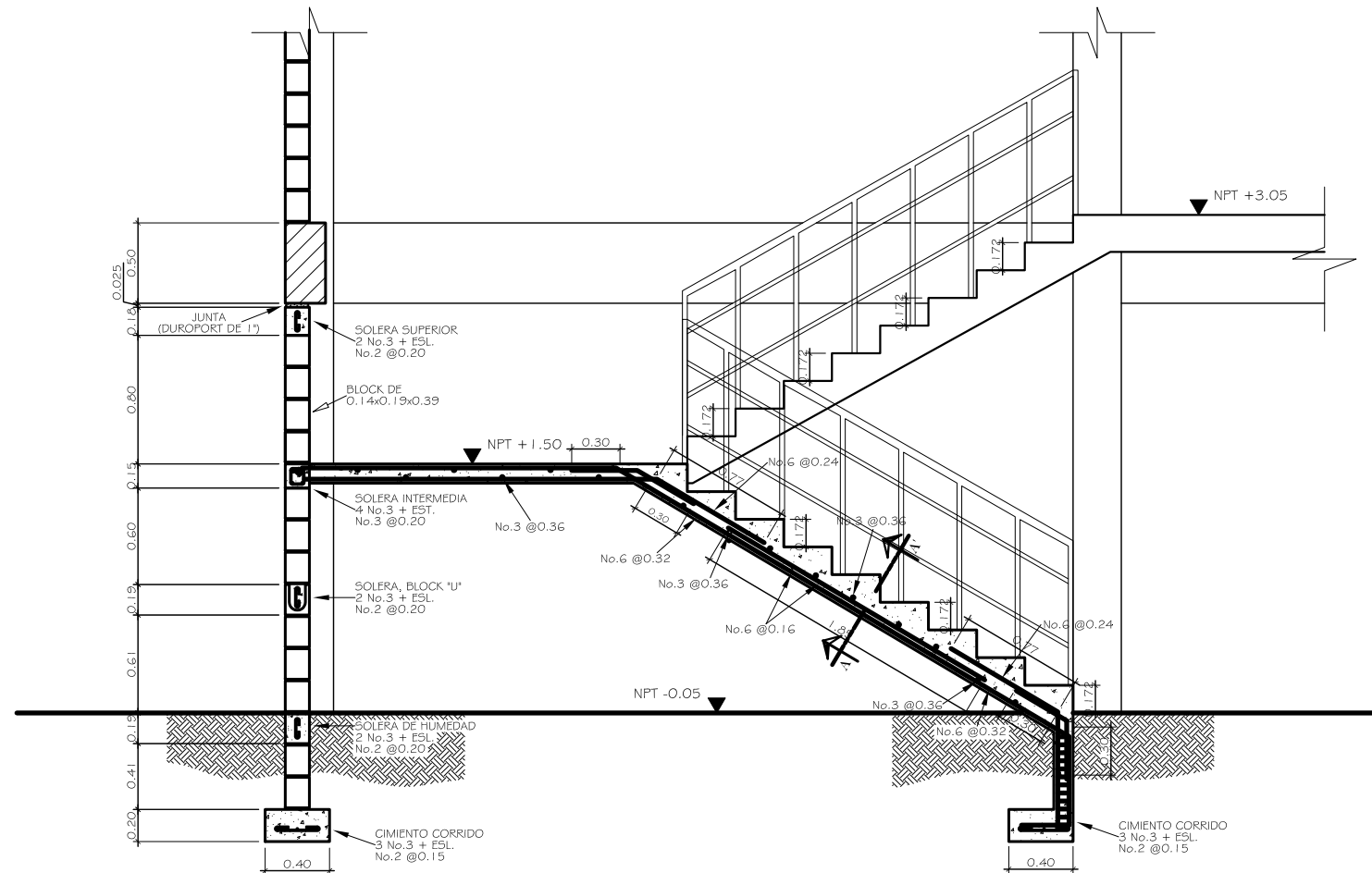
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS

CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HORA:	
DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	5	13
ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO ASESOR DE EPS		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	AGOSTO 2009



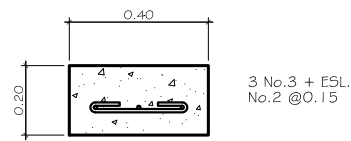
PLANTA ESCALERAS

ESCALA: 1/50



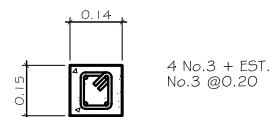
CORTE A - A' ESCALERA

ESCALA: 1/20



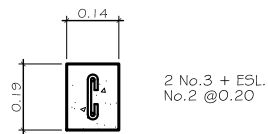
CIMIENTO CORRIDO

ESCALA: 1/10



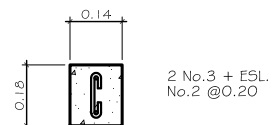
SOLERA INTERMEDIA

ESCALA: 1/10



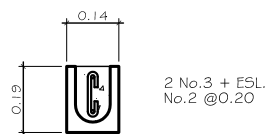
SOLERA DE HUMEDAD

ESCALA: 1/10



SOLERA SUPERIOR

ESCALA: 1/10

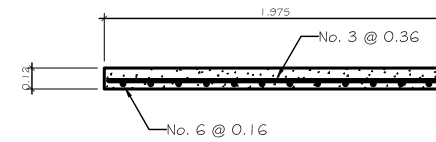


SOLERA, BLOCK "U"

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES:
 -TODO EL ACERO A UTILIZAR DEBERA SER LEGITIMO, GRADO 40
 -LA PROPORCION DEL CONCRETO SERA 1:1.5:2 CEMENTO: ARENA DE RIO: PIÉDRIN DE 3/4" (11.3 SACOS DE CEMENTO, 1.5 CARRETAS DE ARENA Y 2 CARRETAS DE PIÉDRIN POR m3)
 -LAS VARILLAS DE ACERO EN LOSAS DEBEN TENER UN RECUBRIMIENTO DE 2.5cm
 -LAS VARILLAS DE ACERO EN ZAPATAS DEBEN TENER UN RECUBRIMIENTO DE 7.5cm
 -LOS AGREGADOS DEBEN ESTAR LIBRES DE PARTICULAS AJENAS A ESTOS, AGENTES CONTAMINANTES Y MATERIA ORGANICA
 -LOS ESTRIBOS DEBEN LLEVAR GANCHOS A 45° CON UNA LOGITUD DE 12"Ø

ANCLAJE (m)	
VARILLA	ANCLAJES
3	0.30
4	0.40
5	0.50
6	0.60
7	0.70
8	0.80



SECCION A - A'

ESCALA: 1/20

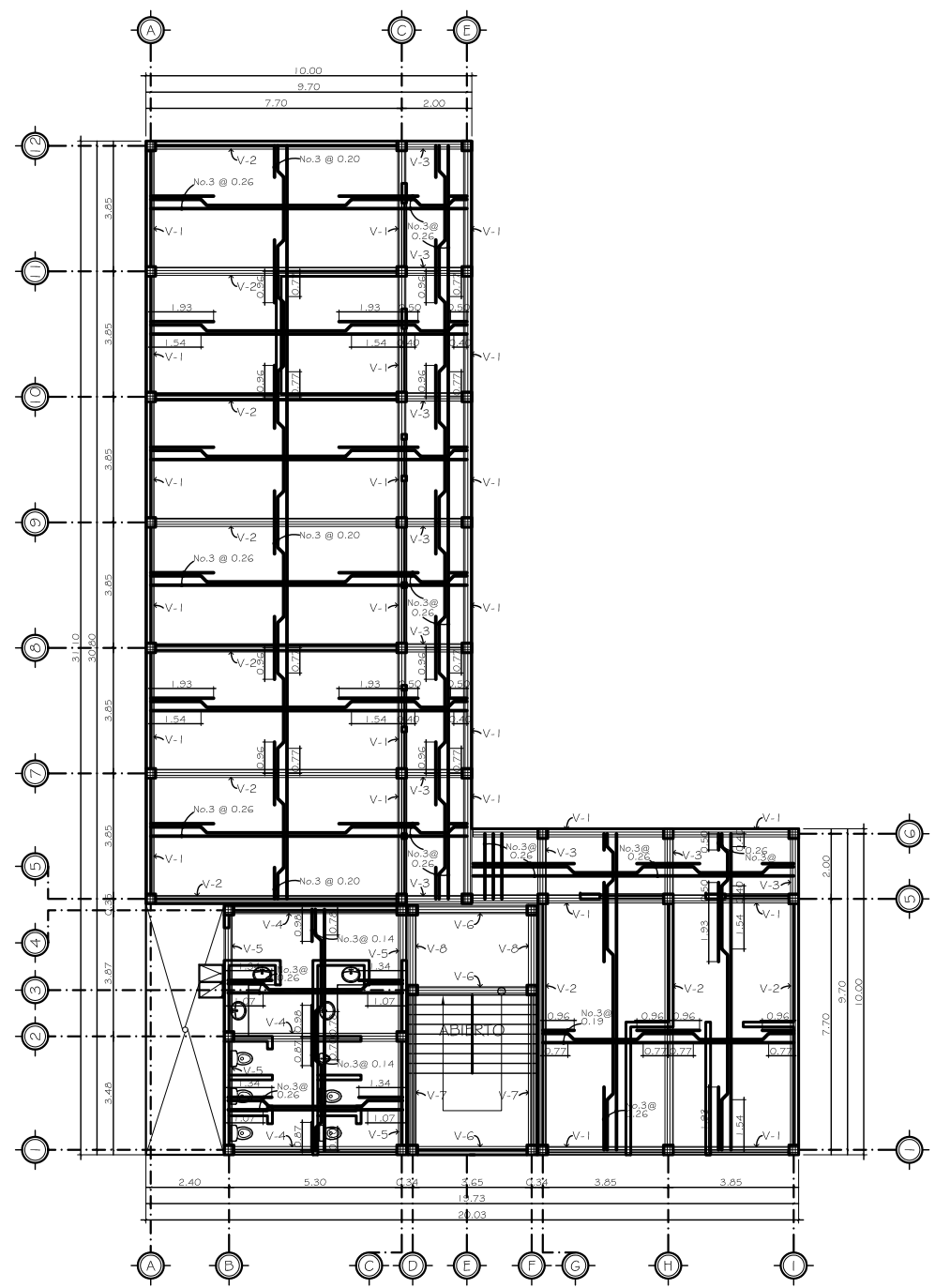
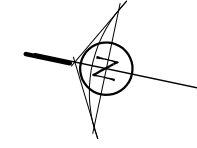
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA

CONTENIDO: PLANTA, CORTE Y DETALLE DE ESCALERA

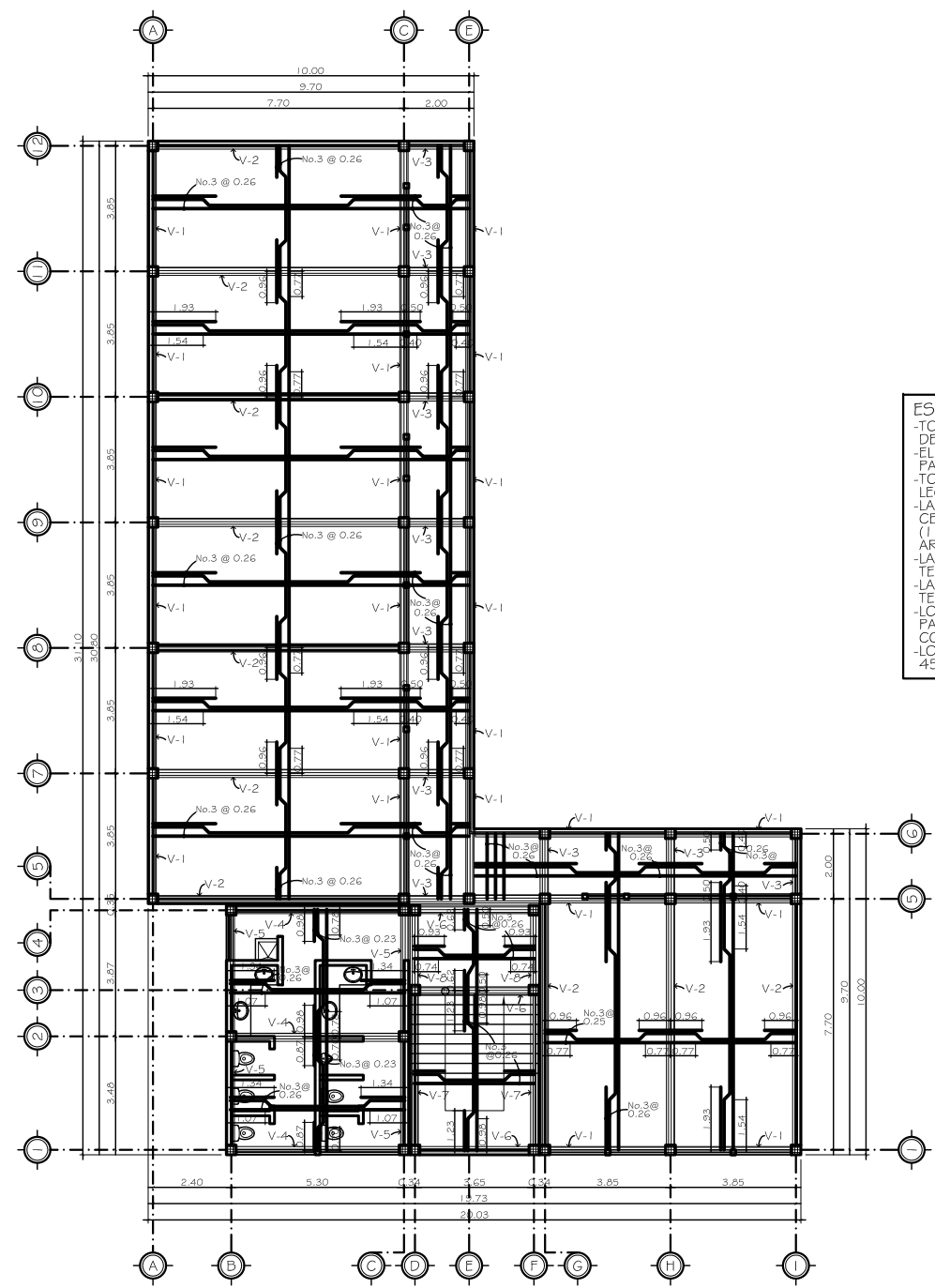
CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HOLA
DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	7/13
ESCALA: INDICADA		FECHA: AGOSTO 2009

ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO
 ASESOR DE EPS



**PRIMER NIVEL
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS**

ESCALA: 1/100



**SEGUNDO NIVEL
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS**

ESCALA: 1/100

ESPECIFICACIONES:
 -TODAS LAS LOSAS TENDRAN UN ESPESOR DE $t = 0.13m$
 -EL DIAMETRO DE LAS VARILLAS DE ACERO PARA LOSAS SERA $\phi = 3/8"$
 -TODO EL ACERO A UTILIZAR DEBERA SER LEGITIMO, GRADO 40
 -LA PROPORCION DEL CONCRETO SERA 1:1.5:2 CEMENTO: ARENA DE RIO: PIEDRIN DE $3/4"$ (1:1.3 SACOS DE CEMENTO, 1.5 CARRETAS DE ARENA Y 2 CARRETAS DE PIEDRIN POR m³)
 -LAS VARILLAS DE ACERO EN VIGAS DEBERAN TENER UN RECURBIMIENTO DE 4cm
 -LAS VARILLAS DE ACERO EN LOSAS DEBERAN TENER UN RECURBIMIENTO DE 2.5cm
 -LOS AGREGADOS DEBEN ESTAR LIBRES DE PARTICULAS AJENAS A ESTOS, AGENTES CONTAMINANTES Y MATERIA ORGANICA
 -LOS ESTRIBOS DEBEN LLEVAR GANCHOS A 45° CON UNA LOGITUD DE 12"Ø

TRASLAPE Y ANCLAJE (m)		
VARILLA	TRASLAPE EN VIGAS Y LOSAS	ANCLAJES
3	0.40	0.30
4	0.60	0.40
5	0.70	0.50
6	0.80	0.60
7	0.90	0.70
8	1.10	0.80

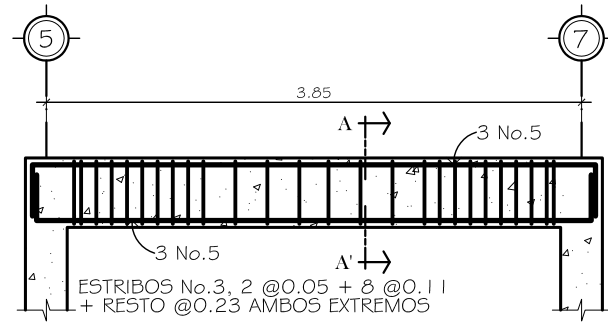
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA

CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS

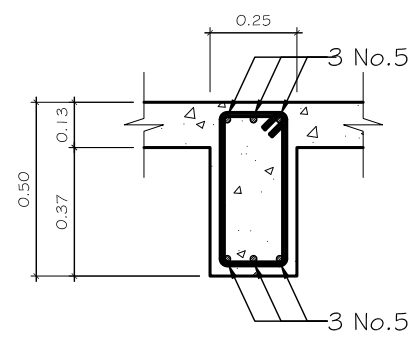
CALCULO Y DISEÑO:	DANIELA CARRILLO	HOLA
DIBUJO:	DANIELA CARRILLO	8 / 13
ESCALA: INDICADA		FECHA: AGOSTO 2009

ING. SILVIO JOSE TORRES LEZ BERRANO
 ASESOR DE EPS



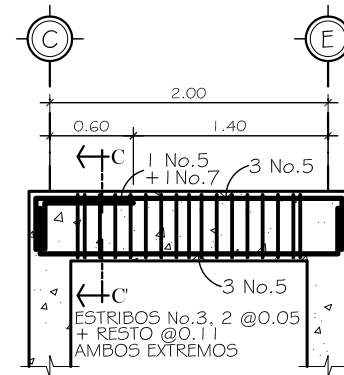
ELEVACION VIGA - 1

ESCALA: 1/25



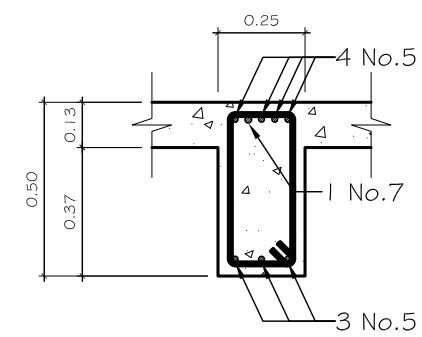
CORTE A-A'

ESCALA: 1/10



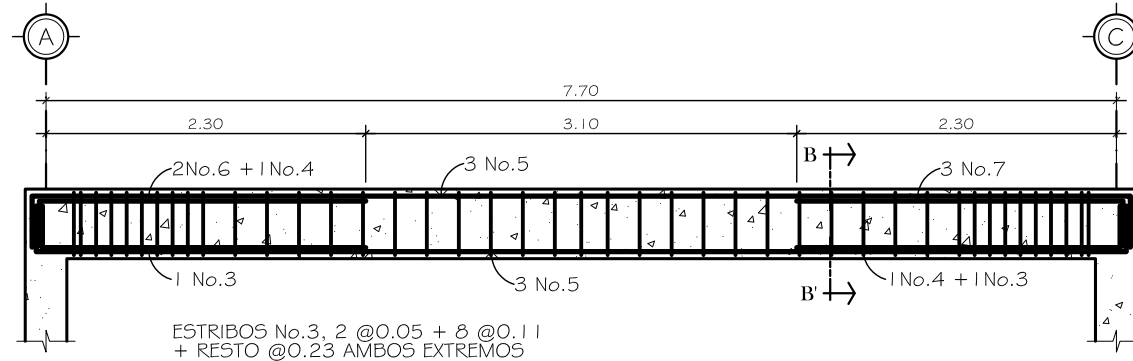
ELEVACION VIGA - 3

ESCALA: 1/25



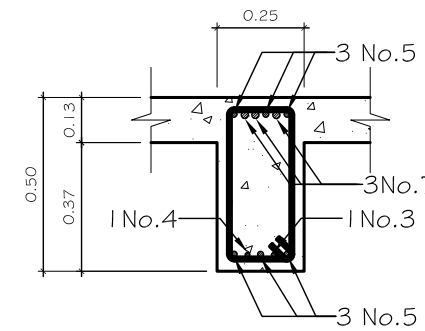
CORTE C-C'

ESCALA: 1/10



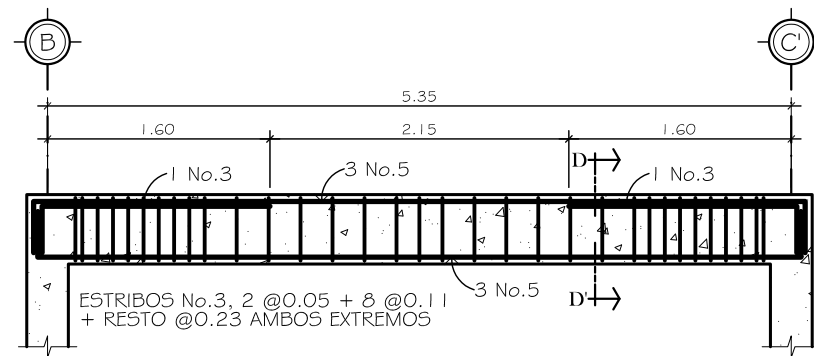
ELEVACION VIGA - 2

ESCALA: 1/25



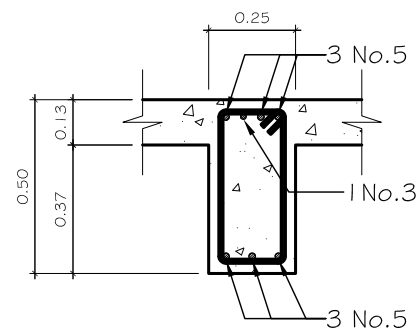
CORTE B-B'

ESCALA: 1/10



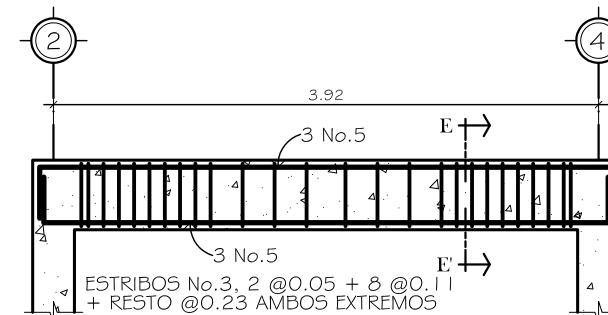
ELEVACION VIGA - 4

ESCALA: 1/25



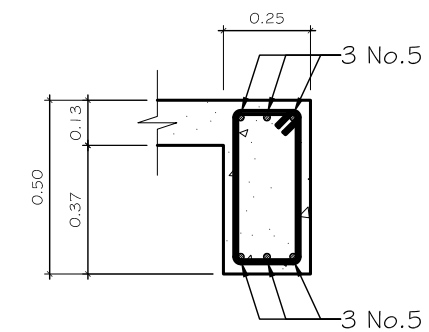
CORTE D-D'

ESCALA: 1/10



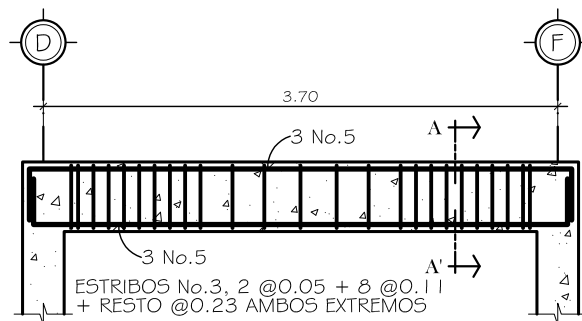
ELEVACION VIGA - 5

ESCALA: 1/25



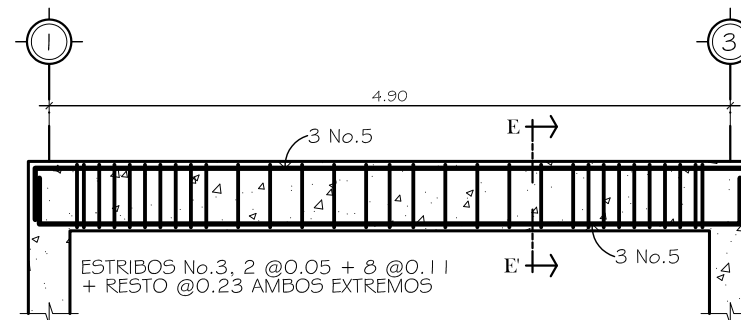
CORTE E-E'

ESCALA: 1/10



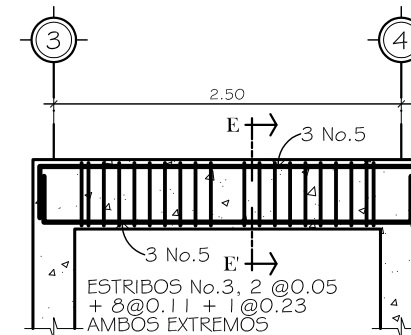
ELEVACION VIGA - 6

ESCALA: 1/25



ELEVACION VIGA - 7

ESCALA: 1/25



ELEVACION VIGA - 8

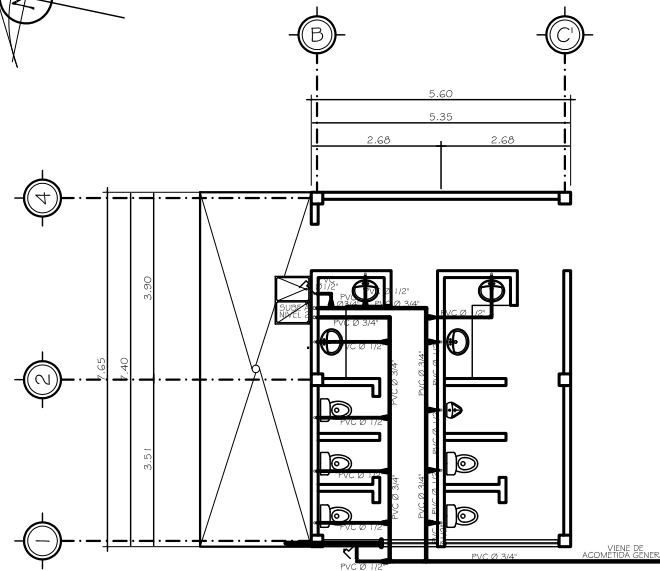
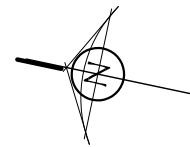
ESCALA: 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION
FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA

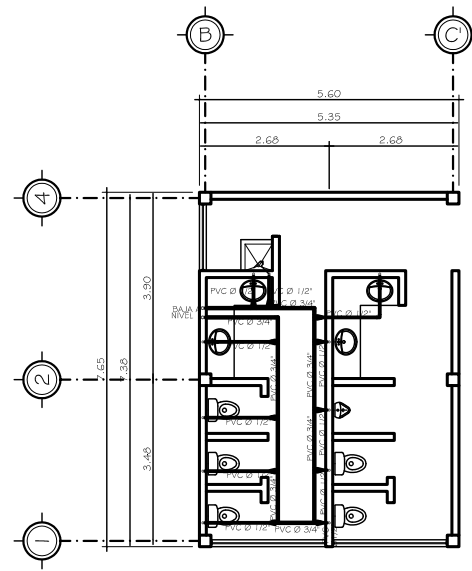
CONTENIDO: ELEVACIONES Y CORTES DE VIGAS

	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	9/13
INGENIERO: ING. SILVIO JOSE TORRES LEZ BERRANO ASESOR DE EPS		ESCALA: INDICADA FECHA: AGOSTO 2009



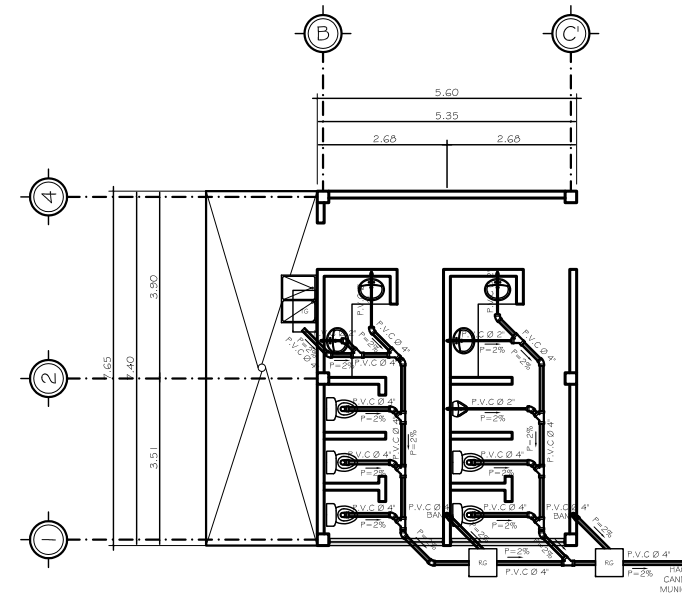
MODULO DE BAÑOS, PRIMER NIVEL
INSTALACION DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1/75



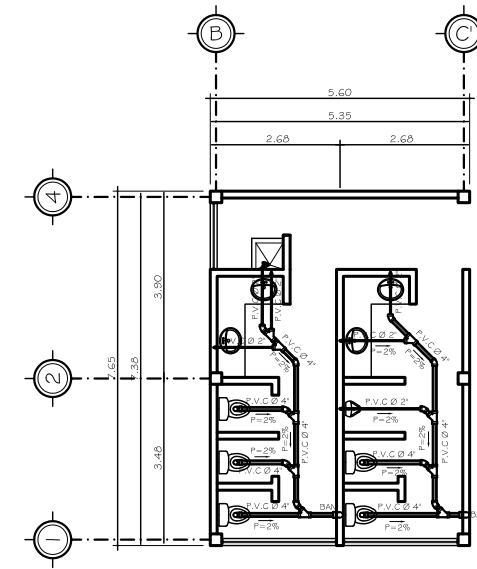
MODULO DE BAÑOS, SEGUNDO NIVEL
INSTALACION DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1/75



MODULO DE BAÑOS, PRIMER NIVEL
INSTALACION DE DRENAJES

ESCALA: 1/75

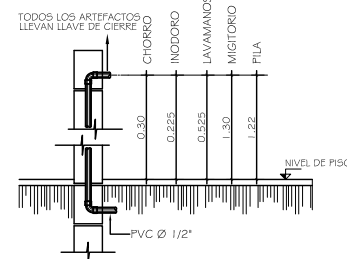


MODULO DE BAÑOS, SEGUNDO NIVEL
INSTALACION DE DRENAJES

ESCALA: 1/75



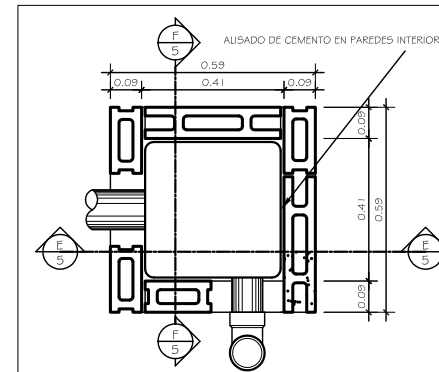
DETALLE DE ACOMETIDA



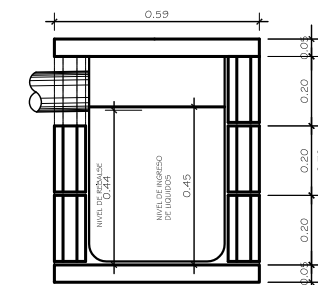
DETALLE DE SALIDA DE
TUBERIA HACIA ARTEFACTOS

SIMBOLOGIA DE PLOMERIA	
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	LLAVE DE COMPUERTA
	CHEQUE
	TUBERIA PVC
	TEE 90° HORIZONTAL
	CODO 90° VERTICAL
	CODO 90° HORIZONTAL

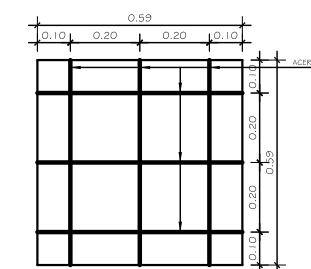
SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
	BAN
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 45°
	YEE A 45°
	SIFON TERMINAL PVC Ø 2"
	REDUCIDOR DE Ø 4" A Ø 2"
	SENTIDO DE LA PENDIENTE DEL TUBO
	CAJA REGISTRO
	CAJA TRAMPA DE GRASA



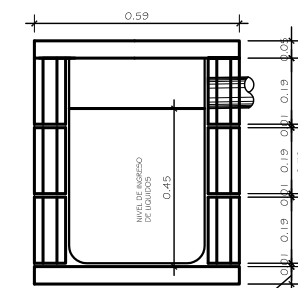
PLANTA CAJA DE REGISTRO PRINCIPAL



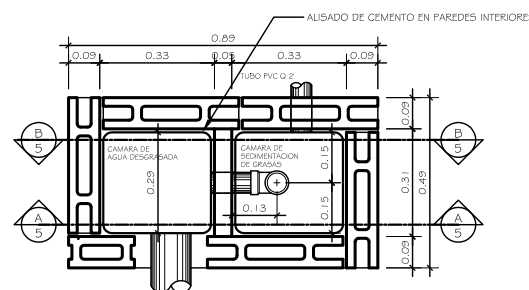
SECCION E - F



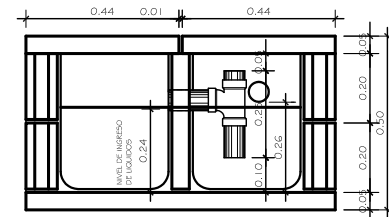
PLANTA DE TAPADERA
Y BASE DE CONCRETO



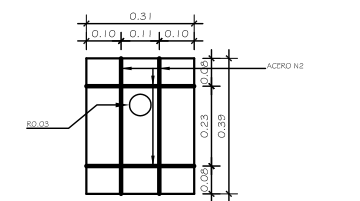
SECCION E - F



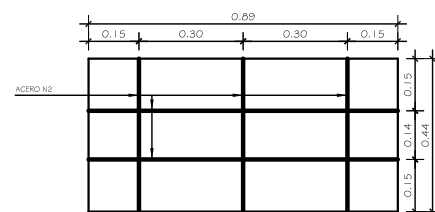
PLANTA CAJA TRAMPA DE GRASA



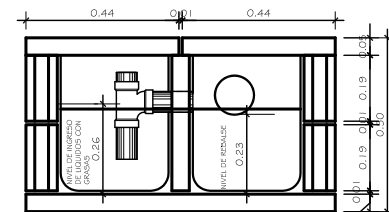
SECCION A - A



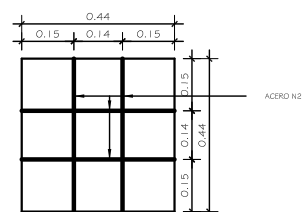
DETALLE DE CORTINA DE CONCRETO



PLANTA DE LA BASE DE CONCRETO



SECCION B - B



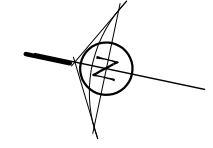
PLANTA DE TAPADERAS DE CONCRETO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

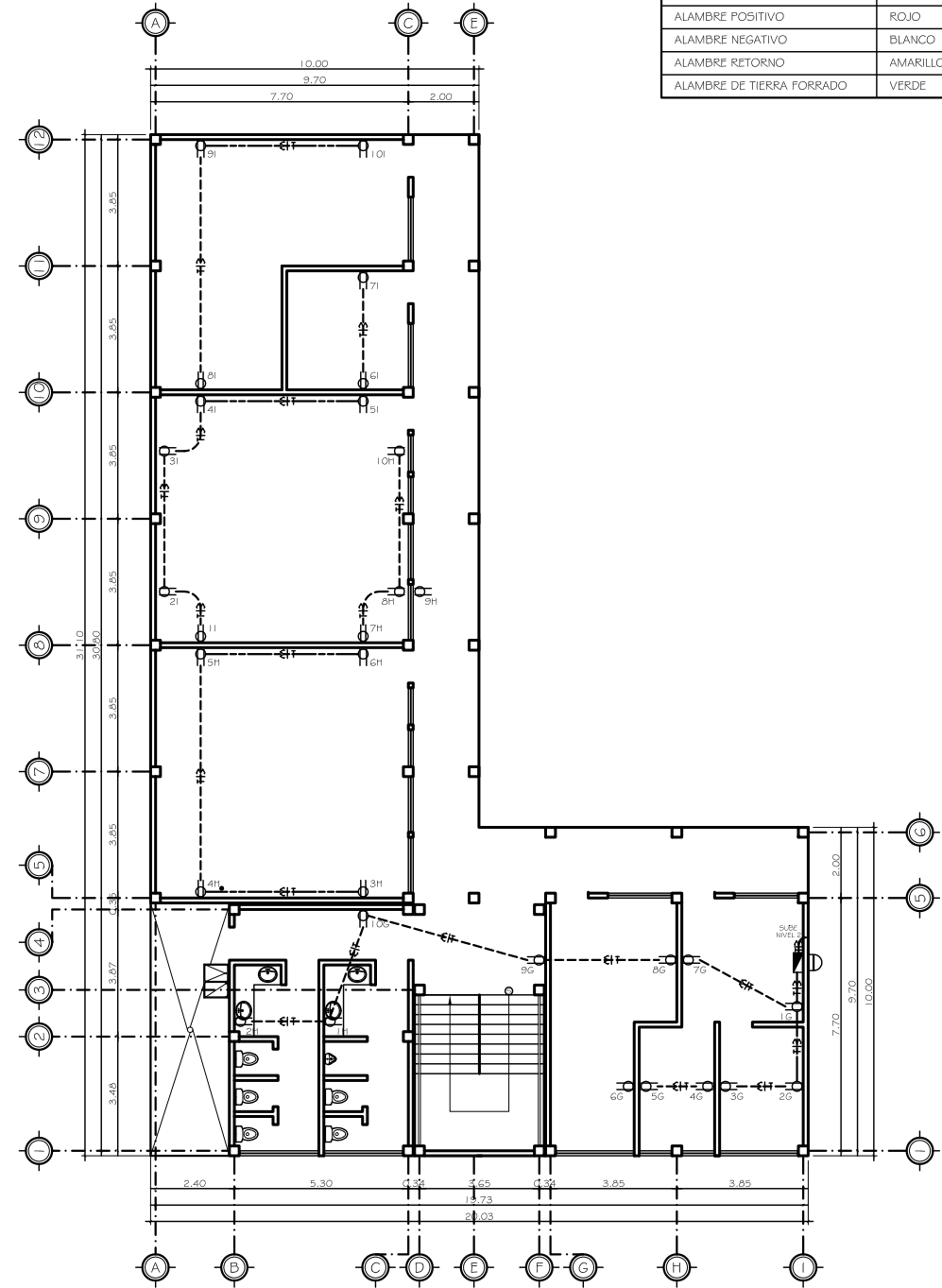
PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION
FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE, DRENAJES Y DETALLES

CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO
HOJA: 10 / 13
DIBUJO: DANIELA CARRILLO

ESCALA: INDICADA
FECHA: AGOSTO 2009
ING. SILVIO JOSE TORRILLO SERRANO
ASESOR DE EPS

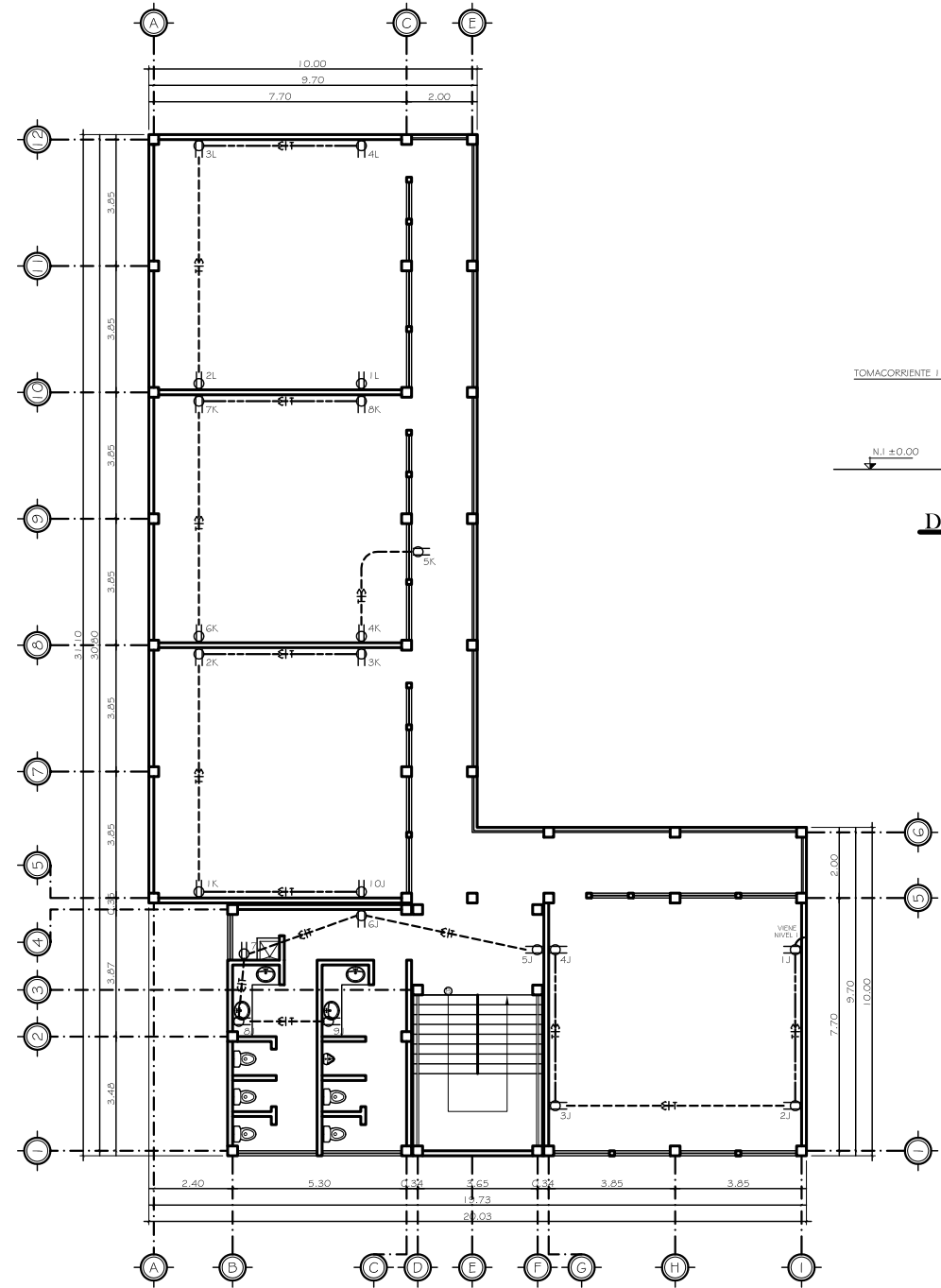


CODIFICACION DE COLORES	
CONDUCTOR	COLOR
ALAMBRE POSITIVO	ROJO
ALAMBRE NEGATIVO	BLANCO
ALAMBRE RETORNO	AMARILLO
ALAMBRE DE TIERRA FORRADO	VERDE



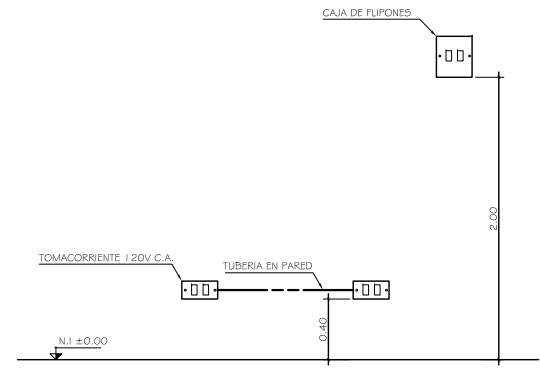
**PRIMER NIVEL
PLANTA FUERZA**

ESCALA: 1/100



**SEGUNDO NIVEL
PLANTA FUERZA**

ESCALA: 1/100



DETALLE DE ALTURAS

SIN ESCALA

SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE FLIPONES
	TOMACORRIENTE 110V EN PARED
	TUBERIA EN PARED
	TUBERIA EN PISO
	CONDUCTOR NEUTRO #12 AWG
	CONDUCTOR POSITIVO #12 AWG
	CONDUCTOR TIERRA #12 AWG

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA NORMAL DE EDUCACION FISICA JALAPA EN EL MUNICIPIO DE JALAPA
CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA

	CALCULO Y DISEÑO: DANIELA CARRILLO	HOLA
	DIBUJO: DANIELA CARRILLO	13
ING. SILVIO JOSE TORRES LEZ BERRANO ASESOR DE EPS		ESCALA: INDICADA
		FECHA: AGOSTO 2009