

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA
ALDEA CHIRIJUYÚ , MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO**

Haroldo Waldemar Chinchilla Pacay
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA
ALDEA CHIRIJUYÚ , MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY

ASESORADO POR EL INGENIERO JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

**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. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

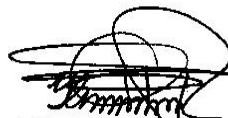
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA ALDEA CHIRIJUYÚ, MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 31 de julio 2007.



Haroldo Waldemar Chinchilla Pacay

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 01 de agosto de 2008
REF.EPS. D.439.08.08

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña:

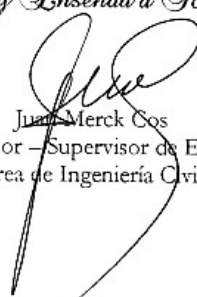
Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), de el (la) estudiante universitario (a) **HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY** de la Carrera de Ingeniería Civil, con **carne No. 9052061**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA ALDEA CHIRIJUYÚ, MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Juan Merck Cos
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

JMC/as

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 01 de agosto de 2008
REF.EPS. D.439.08.08

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

Estimado Ingeniero Simules Milson:

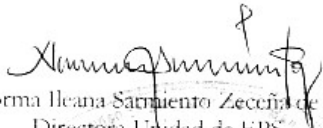
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA ALDEA CHIRIJUYÚ, MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO"** que fue desarrollado por el (la) estudiante universitario (a) **HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY**, quien fue debidamente asesorado (a) y supervisado (a) por el Ingeniero (a) **Juan Merck Cos**.

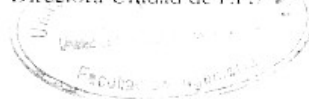
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor (a) - Supervisor (a) de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todas"


Inga. Norma Ileana Sáenz Zecón de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/as

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
13 de agosto de 2008

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA ALDEA CHIRIJUYÚ, MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Haroldo Waldemar Chinchilla Pacay, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente.

Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
13 de agosto de 2008

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA ALDEA CHIRIJUYÚ, MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Haroldo Waldemar Chinchilla Pacay, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ATENTAMENTE A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

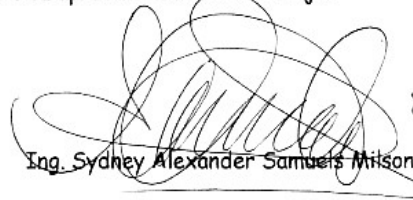
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Haroldo Waldemar Chinchilla Pacay, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA ALDEA CHIRIJUYÚ, MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, septiembre 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 288.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CHUARACANJAY Y EDIFICIO ESCOLAR DE 2 NIVELES EN LA ALDEA CHIRIJUYÚ, MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Haroldo Waldermar Chinchilla Pacay**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, septiembre de 2008



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Por darme la oportunidad de vivir y ser guía en mi camino.
MI ESPOSA	Aída Carolina Vásquez de Chinchilla por su apoyo incondicional y soporte en los momentos difíciles.
MIS HIJOS	Hancell Waldemar, Allan Odair Chinchilla Vásquez con especial cariño y amor.
HERMANOS (AS)	Con cariño.
MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO Y DE ESTUDIO	Por su solidaridad y muestras de amistad.
LA FACULTAD DE INGENIERÍA	Por ser templo de oportunidad y de desarrollo.
USTED	Con respeto y gratitud.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS Por su gracia y haberme dado la vida, fuente de sabiduría y por darme la oportunidad y capacidad de culminar mi carrera.

MI ASESOR Ing. Juan Merck Cos, por su contribución y soporte.

MIS CATEDRÁTICOS

Dignos de respeto, admiración y por compartir sus sabias enseñanzas.

LA MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

Por la oportunidad de desarrollar el trabajo de EPS.

UNION FENOSA Por su comprensión y apoyo.

**MIS AMIGOS
Y COMPAÑEROS** Por su amistad y confianza durante el desarrollo de la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1 MONOGRAFÍA DEL CASERIO CHUARACANJAY Y ALDEA CHIRIJUYÚ	1
1.1. Aspectos geográficos	1
1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.2. Límites	2
1.1.3. Altura y clima	2
1.1.4. Topografía	2
1.2 Aspectos demográficos	3
1.2.1. Población	3
1.3 Aspectos socio-económicos	3
1.3.1. Etnia religión y costumbres	4
1.3.2. Actividad económica	4
1.4 Aspectos de infraestructura	4
1.4.1. Servicios públicos	4
1.4.2. Vías de acceso	5
1.4.3. Distancia relativa	5
1.5 Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura	5
1.5.1. Descripción de necesidades	5
1.5.2. Análisis y priorización de las necesidades	6

2 SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

en el caserío Chuaracanjay	7
2.1.1 Descripción del proyecto	7
2.1.1.1 Visita preliminar	7
2.1.2 Fuentes de agua	8
2.1.2.1 Aforo	8
2.1.2.2 Muestras de agua	9
2.1.3. Exámenes del agua	9
2.1.3.1 Examen bacteriológico	9
2.1.4. Levantamiento topográfico y métodos	10
2.1.4.1. Levantamiento planimétrico	10
2.1.4.2. Levantamiento altimétrico	10
2.1.5. Base de diseño hidráulico	11
2.1.5.1. Período de diseño	11
2.1.5.2 Crecimiento de la población	12
2.1.5.2.1. Método de incremento geométrico	12
2.1.5.2.2. Dotación	12
2.1.6 Factores de consumo	13
2.1.6.1. Consumo medio diario	13
2.1.6.2. Consumo máximo diario	13
2.1.6.3. Consumo máximo horario	14
2.1.7. Diseño hidráulico	15
2.1.7.1. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tubería	15
2.1.7.2. Clases y presiones de trabajo de tubería	15
2.1.7.3. Velocidades y presiones mínimas y máximas.	16
2.1.7.4. Captación	16
2.1.7.5 .Diseño de red de línea de conducción	16

2.1.7.6. Diseño de red de distribución	19
2.1.7.7. Obras hidráulicas	22
2.1.7.8. Caja reunidora de caudales	22
2.1.7.9. Tanque de distribución	23
2.1.7.10. Desinfección	28
2.1.8. Elaboración de planos	29
2.1.9. Elaboración de presupuesto	29
2.1.10. Programa de operación y mantenimiento	31
2.1.11. Propuesta de tarifa	31
2.1.12. Evaluación de impacto ambiental	33
2.1.13. Evaluación económica financiera	35
2.1.13.1 Valor presente neto	35
2.1.13.2 Tasa interno de retorno	36
2.2 Diseño de Edificio Escolar de 2 niveles en la aldea Chirijuyú del municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango	37
2.2.1 Descripción del proyecto	37
2.2.1.1 Visita preliminar	38
2.2.1.2 Descripción del espacio disponible	38
2.2.1.3 Estudio de suelos	38
2.2.2 Criterios para el diseño arquitectónico	40
2.2.2.1 Conjunto arquitectónico	40
2.2.2.2 Orientación del edificio	40
2.2.2.3 Criterio de iluminación	40
2.2.2.4 Criterio de instalación	40
2.2.2.5 Ventilación	41
2.2.2.6 Ubicación del edificio en el terreno	41

2.2.2.7	Altura del edificio	41
2.2.2.8	Selección del sistema estructural	41
2.2.3	Diseño estructural	42
2.2.3.1	Análisis estructural	42
2.2.3.1.1.	Predimensionamiento de vigas	43
2.2.3.1.2	Predimensionamiento de Columnas	44
2.2.3.1.3	Dimensiones de losa	44
2.2.3.1.4	Dimensiones de cimiento	45
2.2.3.1.5	Modelo matemático de marcos dúctiles	45
2.2.3.2	Cargas aplicadas en los marcos dúctiles	46
2.2.3.2.1	Cargas verticales	46
2.2.3.2.2	Cargas horizontales	48
2.2.3.2.3	Análisis de marcos	51
2.2.3.3	Dimensionamiento de elementos	60
2.2.3.3.1	Diseño de losas	60
2.2.3.3.2	Diseño de viga	66
2.2.3.3.3	Diseño de columna	71
2.2.3.3.4	Diseño de cimiento	79
2.2.3.3.5	Diseño de zapata	79
2.2.3.4	Diseño de instalaciones	91
2.2.3.4.1.	Hidráulica	91
2.2.3.4.2	Electricidad	92
2.2.3.5	Planos	92
2.2.3.6	Presupuesto	92

CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	99
APÉNDICE	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa del municipio de Tecpán Guatemala	2
2. Planta típica módulo 1	42
3. Modelo matemático eje (x)	45
4. Modelo matemático eje (y)	45
5. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (x) vigas	51
6. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (x) columnas	52
7. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil eje (x) vigas	52
8. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil eje (x) columnas	53
9. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (x) vigas	53
10. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (x) columnas	54
11. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (y) vigas	54
12. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (y) columnas	54
13. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil eje (y) vigas	55
14. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil eje (y) columnas	55
15. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (y) vigas	55

16. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (y) columnas	56
17. Diagrama de momentos últimos vigas (kg-m) marco dúctil eje (x)	57
18. Diagrama de momentos últimos (kg-m) marco dúctil eje (x) columnas	58
19. Diagrama de cortes últimos (kg-m) marco dúctil eje (x) vigas	58
20. Diagrama de cortes últimos (kg-m) marco dúctil eje (x) columnas	58
21. Diagrama de momentos últimos (kg-m) marco dúctil eje (y) vigas	58
22. Diagrama de momento último (kg-m) marco dúctil eje (y) columnas	59
23. Diagrama de cortes últimos viga (kg-m) marco dúctil eje (y)	59
24. Diagrama de corte último columna (kg-m) marco dúctil eje (y)	59
25. Planta distribución de losas	61
26. Viga sentido (x-x) tramo KL primer nivel	66
27. Armado final viga KL	70
28. Detalle de refuerzo a corte en columnas nivel 1 y nivel 2	78

TABLAS

I. Peso del muro de gravedad	27
II. Presupuesto de agua potable	30
III. Peralte mínimo de vigas	43
IV. Peso nivel 1	49
V. Peso nivel 2	49
VI. Fuerza horizontal por niveles	50
VII. Resumen área y separación de acero, en losas sentido (x)	64
VIII. Resumen área y separación de acero, en losas sentido (y)	64
IX. Resumen de acero de refuerzo viga marco (B) eje (x)	70
X. Presupuesto de materiales y mano de obra instituto 2 niveles	93

GLOSARIO

Acueducto	Conducto artificial subterráneo para conducir agua
Aforo	Es determinar la cantidad de agua que pasa por unidad de tiempo que pasa por una sección.
Afluente	Punto o ubicación de la naturaleza que es capaz de suministrar agua
Agua potable	Agua que por sus características de calidad especificadas, es adecuada para el consumo humano
Altimetría	Proceso de topografía que toma en cuenta diferencias de nivel entre dos puntos
Captación	Reunión en una caja o depósito la totalidad de agua de un manantial
Caudal	Volumen de agua escurrido en la unidad de tiempo
Conexión predial	Instalación de servicio de agua potable a un usuario
Consumo	Cantidad de agua utilizada por la población en litros/habitante/día.

Cota piezométrica	Posición de la línea de presión de un líquido en movimiento y que viene determinada por la pérdida de carga en la tubería de conducción
Dotación	Cantidad de agua que se proporciona al día a una familia
Línea de conducción	Línea de tubería encargada de conducir el agua desde la captación al tanque de distribución
Línea de distribución	Línea de tubería que conduce agua desde el tanque de distribución hasta las conexiones prediales
Pérdida de carga	Energía perdida por peso unitario de agua a causa de la resistencia superficial dentro de un conducto
Predimensionar	Estimar dimensiones de las secciones de los elementos constructivos
Presión	Cota piezométrica menos cota del terreno final

RESUMEN

En la visita preliminar a las comunidades del municipio de Tecpán Guatemala, se observó el acarreo de agua que realizan los habitantes de una Aldea a otra, lo que resulta incómodo, cansado y de poca productividad porque utilizan un buen tiempo del día para ésta actividad, dejando por un lado sus actividades de sustento diario como dedicarse a la agricultura.

Se constató que la falta del vital líquido provoca enfermedades en la población, sobre todo la infantil del caserío Chuarancajay.

Así también se detectó la necesidad de contar con un edificio, que reúna las condiciones adecuadas para impartir y recibir clases, en la aldea Chirijuyú.

Según se indicó un buen porcentaje de la población estudiantil emigra a otros lados, provocando con ello gastos altos para los padres de familia y, otros en el peor de los casos dejan de estudiar por no tener los recursos necesarios.

Por lo que este trabajo de graduación, contiene el desarrollo de una propuesta de solución para la problemática planteada, como el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en el caserío Chuarancajay y edificio escolar 2 niveles, en la aldea Chirijuyú, municipio de Tecpán Guatemala, presentando para el efecto todo lo concerniente a los trabajos preliminares, diseño de los elementos en la introducción de agua potable, así como en el diseño estructural del edificio escolar.

OBJETIVOS

1. Realizar una investigación de carácter monográfico del caserío Chuaracanjay y Aldea Chirijuyú municipio de Tecpán Guatemala, así como el diagnóstico sobre las necesidades básicas e infraestructura.
2. Proponer un diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad en el caserío Chuaracanjay, Tecpán Guatemala.
3. Diseñar el edificio escolar de 2 niveles en la aldea Chirijuyú, Tecpán Guatemala.
4. Contribuir con la Oficina Municipal de Planificación (OMP) y la municipalidad de Tecpán Guatemala, presentando los proyectos para el mejoramiento de los habitantes del caserío Chuaracanjay y aldea Chirijuyú.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación está enfocado en la propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable el caserío Chuaracanjay, el que será de un gran beneficio para los pobladores, por cuanto mejorará las condiciones de vida de los mismos, elevando su nivel de salud y bienestar general y de un edificio Escolar de 2 niveles, en la Aldea Chirijuyú, ambos del municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango.

Ambos proyectos son el resultado de un diagnóstico practicado en el municipio en el cual participaron personal y autoridades del municipio, COCODES y epesista.

Este trabajo está conformado por dos partes, la primera contiene la monografía y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Chirijuyú y caserío Chuaracanjay. En la segunda parte se describe el proceso de diseño hidráulico y estructural de ambos proyectos, finalizando con la elaboración de planos y presupuestos.

1 MONOGRAFÍA DEL CASERÍO CHUARACANJAY Y ALDEA CHIRIJUYÚ

1.1 Aspectos geográficos

1.1.1 Ubicación y localización

La comunidad Chuaracanjay es un caserío del municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango, se localiza en cordillera de los Andes dentro del altiplano central de la República.

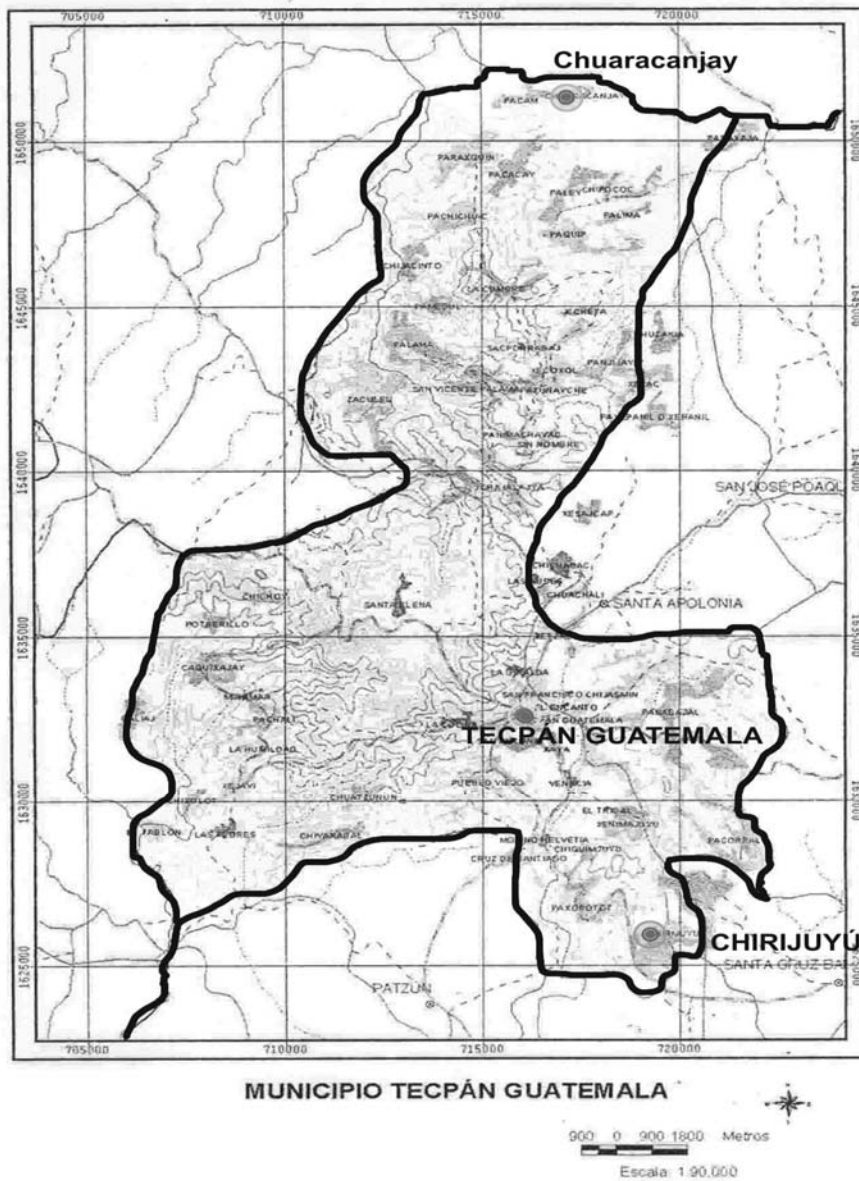
Está ubicado al norte del municipio y dista 31 kilómetros con un acceso de carretera de terrecería

Las coordenadas geodésicas del municipio son: latitud 14 grados 45 minutos y 37 segundos y longitud 90 grados, 59 minutos, 36 segundos.

La aldea Chirijuyú dista del municipio 25 kilómetros que se inicia en la orilla de carretera asfaltada, sin embargo, la carretera principal y acceso a la Aldea es de terrecería en buen estado. Su actividad económica se centra en la agricultura, es uno de los proveedores directos de los supermercados prestigiosos de la ciudad capital.

Las coordenadas geodésicas de la Aldea son: Latitud 14 grados, 41 minutos y 60 segundos norte, longitud de 90 grados 59 minutos oeste.

Figura 1. Mapa del Municipio de Tecpán Guatemala



1.1.2 Límites

El caserío Chuaracanjay limita al norte con Joyabaj (Quiché), al sur con la aldea Pacacay (Tecpán), al este con aldea Paraxquín sector I (Tecpán), al Oeste con la aldea el Tesoro (Tecpán)

La aldea Chirijuyú limita al norte con la aldea Paxorotot y Patio bolas, al sur con aldea Cerritos y Asunción, oriente con aldea Cruz Quemada, Caman y Patricia, occidente con Patzún.

1.1.3 Altura y clima

Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1,400 m snm (sobre el nivel del mar) generando diversidad de microclimas, las lluvias son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a noviembre en los meses restantes éstas pueden ser deficitarias, en cuanto a la temperatura en diversos puntos de ésta región se registran los valores más bajos del país.

Chuaracanjay está a una altitud de 2,600 metros sobre el nivel del mar, su clima es frío, el invierno se desarrolla en los meses de mayo a noviembre. Chirijuyú se encuentra a una altitud de 2,233 metros sobre el nivel del mar.

1.1.4 Topografía

El suelo de ambas comunidades pertenece al área central del altiplano, el suelo superficial es de color café con textura y consistencia franco arenoso, el subsuelo también de color café franco arenosa con espesores variados, por la topografía un poco escarpados y barrancos de considerables pendientes.

1.2 Aspectos demográficos

1.2.1 Población

Actualmente, el caserío Chuaracanjay cuenta con 70 familias con un promedio de 5 miembros por familia que dan un total de 350 habitantes. La aldea Chirijuyú cuenta con un aproximado de 2,684 habitantes.

1.3 Aspectos socio-económicos

1.3.1 Etnia, religión y costumbres

La mayoría de la población de ambas comunidades es indígena, de la etnia kakchiquel, el 100% se dedica a la agricultura, existen dos tendencias religiosas evangélica y un buen porcentaje católica, éstos celebran y participan de las actividades que se programan para conmemorar el día del patrono del municipio, San Francisco de Asís, el 4 de octubre.

1.3.2 Actividad económica

Las comunidades respaldan su economía en la agricultura, siendo sus principales cultivos, maíz, frijol, papa, arveja, suchini, la mayoría de éstos productos es para consumo familiar, sin embargo alguna parte de ello, lo comercian en la cabecera municipal el día jueves, que es el día de mercado.

También una parte de la población femenina, se dedica a tejer productos típicos.

1.4 Aspectos de Infraestructura

1.4.1 Servicios Públicos

El caserío Chuaracanjay y la aldea Chirijujú cuentan con servicios de electricidad, proporcionado por la empresa Deocsa, existen escuelas para nivel primario, iglesia católica e iglesia evangélica y cementerio.

1.4.2 Vías de acceso

La vía para llegar al caserío Chuaracanjay partiendo desde el municipio de Tecpán es la siguiente, se recorren 31 km de carretera de terracería en un buen estado, pasando antes por las aldeas de Chajalajya, Xepac, Xecolol, La Cumbre, Pacacay, Paraxquín, el acceso de la aldea Chirijuyú se inicia en la orilla de carretera asfaltada CA1 el acceso es de aproximadamente de 7 km carretera de terracería en buen estado

1.4.3 Distancia relativa

La distancia que se encuentra el caserío Chuaracanjay es de 31 km de la cabecera municipal de Tecpán y, 64 km de la cabecera departamental de Chimaltenango.

Chirijuyú a 10 km de la cabecera municipal de Tecpán y, 23 de la cabecera departamental de Chimaltenango.

1.5 Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del caserío Chuaracanjay y Aldea Chirijuyú

1.5.1 Descripción de necesidades

En visita realizada a las comunidades de Tecpán Guatemala, se comprobó que las necesidades urgentes son las siguientes:

Caserío Chuaracanjay

- 1) Abastecimiento de agua potable.
- 2) Remodelación de techo de cocina escolar.
- 3) Construcción de capilla del cementerio.

4) Colocación de tubos transversales para agua pluvial en carretera de acceso.

Aldea Chirijuyú

1) Construcción de edificio escolar.

2) Construcción de salón comunal.

3) Adoquinamiento de vía de acceso a la Aldea.

1.5.2 Análisis y priorización de las necesidades

Después de tener el listado de necesidades de las distintas comunidades, se efectuó un análisis y evaluación, realizándose conjuntamente con las autoridades de la comunidad y municipalidad de Tecpán, con el propósito de priorizarlas, aplicando para ello ciertos criterios, como el económico, financiero, técnico y el factor humano.

Se determinó que los más prioritarios son: sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Chuaracanjay y edificio escolar de 2 niveles en la aldea Chirijuyú.

2 SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Chuaracanjay

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para una población futura de 499 habitantes, en el cual se captarán 3 nacimientos de agua de brote definido, unificados en una caja reunidora de caudales, luego conducidos por gravedad al tanque de almacenamiento, para que finalmente sean distribuidas por medio de ramales abiertos, las conexiones domiciliarias serán tipo predial.

2.1.2 Visita preliminar

Se hizo un reconocimiento del caserío y se detectó la urgencia de abastecer de agua potable a la comunidad, por las condiciones precarias en las que viven, al no tener un sistema de agua, ya que hacen uso de fuentes inadecuadas, utilizando para ello una gran parte de tiempo, por lo distante a la que se encuentran.

En cuanto al posible proyecto de agua potable, se recorrió la línea de conducción, comprobando que no hay obstáculo que lo afecte, ya que todos los terrenos que atravesará, son comunales y según la topografía es factible que se haga por gravedad.

2.1.2 Fuentes de agua

Es aquella que es capaz de suministrar permanentemente, un caudal promedio para abastecer a una comunidad que necesita el vital líquido.

Las fuentes pueden clasificarse en:

- A. Agua de lluvia o meteóricas que se captan antes de llegar la superficie terrestre, para luego almacenarse en recipientes apropiadas para el uso.
- B. Superficiales las que se encuentran en los ríos, lagos, lagunas.
- C. Subterráneas las que se infiltran en la tierra y afloran en los manantiales, suelo o rocas. Bacteriológicamente el agua subterránea es de mejor calidad que la superficial.

En el caso del proyecto, las fuentes son de brote definido en ladera.

2.1.2.1 Aforo

La fuente fue aforada en época de verano, utilizando el método volumétrico, que es el más usual en estas circunstancias y se realizó de la siguiente manera:

1. Captar el caudal disponible.
2. Colocar un recipiente de volumen conocido.
3. Tomar el tiempo de llenado.
4. Calcular el caudal por medio de la fórmula $Q = V / T$

Donde Q. es el caudal (litros / segundo)

V = volumen de depósito.

T = tiempo que tarda en llenarse, dado en segundos.

En éste caso, se tomó la muestra con un recipiente de 5 galones y dos cronómetros para la toma del tiempo, los resultados obtenidos son:

Nacimiento 1: se obtuvo un caudal de = 0.7252 lts/seg

Nacimiento 2: se obtuvo un caudal de = 0.1875 lts/seg

Nacimiento 3: se obtuvo un caudal de = 0.0692 lts/seg

Total de aforo = 0.9819 lts/seg

2.1.2.2 Muestras de agua

Para conocer las propiedades bacteriológicas de las fuentes se tomaron cuatro muestras las que fueron analizadas en el centro de investigación del Centro de Salud del municipio de Tecpán.

2.1.3 Exámenes del agua

2.1.3.1 Examen bacteriológico

El examen bacteriológico de agua se realiza para proporcionar toda la información relacionada con su potabilidad, así evitar el peligro de ingerir organismos que puedan producir enfermedades. Según los resultados del laboratorio de saneamiento ambiental del Centro de Salud de Tecpán, se encontró un número incontables de coliformes fecales x 100 ml en las muestras presentadas, por lo que desde el punto de vista bacteriológico el agua no es potable según la Norma Coguanor NGO 29001, para cubrir esta situación se incorporará al sistema, un tratamiento a base de cloro, el cual se describe en el inciso 2.1.7.10 (ver resultados en apéndice)

2.1.4 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico, tanto el planimétrico como altimétrico, se realizó por medio de poligonales abiertas, por el tipo de terreno y la dispersión de las viviendas.

2.1.4.1. Levantamiento planimétrico

Se realizó como una poligonal abierta por el método de conservación de azimut, ya que el terreno que se trabajó era muy escarpado. Se utilizó el siguiente equipo: teodolito Wild T-1, trípode, cinta, estadía, brújula, plomada, clavos, estacas, machete, martillo, los resultados se muestran en el cálculo de línea de conducción y red de distribución, véase apéndice.

2.1.4.2 Levantamiento altimétrico

La altimetría toma en cuenta las diferencias de nivel existentes entre dos puntos tomados, aplicando para el efecto el método taquimétrico. La taquimetría es una técnica que se emplea para determinar rápidamente la distancia, dirección y la diferencia de elevación de un punto a otro por medio de una sola observación. Se utilizó el siguiente equipo: teodolito Wild T-1, trípode, cinta métrica, estadía, clavos, plomada de 1 libra, machete martillo.

La cota de una estación a otra se calculó con la siguiente fórmula.

$$Ct = C \text{ ant.} + Ai - Hm + (1/2K (Hs-Hi) \text{ seno } (2 \alpha)$$

Ct = Cota terreno

C ant = Cota anterior

Ai = Altura instrumento

Hm = Hilo medio

K = constante del aparato 100

Hs = Hilo superior

Hi = Hilo inferior

α = ángulo cenital

Ejemplo de cálculo de la estación E-2 a la E-3 con las lecturas siguientes

C ant = 997.27 Ai = 1.513, Hs = 2.66, Hm = 2.48, Hi = 2.30,

α 90° 10' 19"

Sustituyendo valores en la ecuación.

$Ct = 997.27 + 1.513 - 2.48 + (\frac{1}{2} \cdot 100 (2.66 - 2.30) \text{ seno } (2 (90.1719)))$

Ct = 996.195 m

2.1.5 Base de diseño hidráulico

Para que un diseño provea los resultados esperados deben aplicarse varios factores, de los cuales se mencionan el socioeconómico, aumento de población y de demanda, mal uso del vital líquido, cambios de clima, etc.

2.1.5.1. Período de diseño

Es el tiempo para un sistema de abastecimiento de agua o sus componentes, comprendido entre la puesta en servicio del mismo y el momento que sobrepasa las condiciones establecidos en el diseño. Los aspectos que determinan un período de diseño aceptable son: la durabilidad y buen diseño de los componentes como caja reunidoras, tanque de distribución, tubería utilizada, en general el período de diseño recomendable para acueductos es de 20 años, en éste caso se adoptó 20 años, como período de diseño.

2.1.5.2 Crecimiento de la población

Se pueden utilizar distintos métodos, cada uno tiene su particularidad que pueden variar la información que se necesita y tomarse una tolerancia aceptable, en principio cualquier pronóstico se debe partir de censos realizados en el pasado o tomar en cuenta los índices registrados en el Instituto Nacional de Estadística INE, en éste caso se toma el de 2.75 %, que corresponde al departamento de Chimaltenango

2.1.5.2.1 Método de incremento geométrico

Para el cálculo del número de habitantes, como población futura del caserío, se adoptó para el presente proyecto, el método de crecimiento geométrico.

$$P_f = P_{\text{actual}} (1 + r)^n$$

P_f = población futura

P_{actual} = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene

$$P_f = 290 (1 + 0.0275)^{20}$$

$$P_f = 499 \text{ habitantes}$$

2.1.5.2.2 Dotación

Es la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades. Se expresa en litros por habitantes por día (lts/hab./día), se deben tomar en cuenta diversos factores como son: clima, recursos hidráulicos,

nivel de vida, cambios que introducen en la mejora de servicios de agua a la población, en éste caso se adoptó una dotación de 90 lts/hab./día.

2.1.6 Factores de consumo

2.1.6.1 Consumo medio diario

Cantidad de agua consumida por la población durante el día, se obtiene del promedio de los consumos diarios en un año, cuando no se tiene éste dato, se puede calcular el caudal medio diario como la dotación por el número de habitantes que se estiman al final del período de tiempo o diseño.

$$Q_m = \frac{D (P_{futura})}{86400}$$

Q_m = caudal medio en lts/seg

D = dotación en lts/hab/día

P_{futura} = población futura

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_m = \frac{90 \text{ lts/hab/día (499 hab)}}{86400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = 0.52 \text{ lts/seg}$$

2.1.6.2 Consumo máximo diario

Este caudal es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción. Se define como el máximo consumo durante las 24 horas, observado en el período

de un año. Se obtiene al multiplicar el consumo medio diario por un factor que se encuentra entre 1.2 a 1.5

1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes.

Se adoptó para el proyecto de Chuaracanjay el factor 1.5.

$$Q_c = FDM (Q_m) .$$

Q_c = consumo máximo diario o caudal de conducción.

FDM= factor de día máximo.

Q_m = consumo medio diario.

Sustituyendo datos en la fórmula:

$$Q_c = 1.5 (0.52 \text{ lts/seg})$$

$$Q_c = 0.78 \text{ lts/seg}$$

Comprobando datos se obtiene:

$$Q_{\text{aforo}} > Q_{\text{conducción total}}$$

$$0.9819 \text{ lts/seg} > 0.78 \text{ lts/seg}$$

2.1.6.3 Consumo máximo horario

El caudal de hora máxima se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo observado durante una hora del día en el período de un año, cuando no se tienen registros, el caudal de hora máxima se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor que varía de 2.0 a 2.5, para poblaciones mayores de 1,000 habitantes se toma el factor más bajo (2.0) y para poblaciones menores de 1,000 habitantes se toma el factor mayor (2.5). Para éste estudio se tomó el factor 2.5.

$$Q_d = FHM (Q_m)$$

Q_d = consumo máximo horario o caudal de distribución

FHM= factor de hora máximo

Qm = consumo medio diario

Sustituyendo datos se obtiene:

Qd = 2.5 (0.52 lts/seg)

Qd = 1.37 lts/seg

2.1.7 Diseño hidráulico

2.1.7.1 Fórmulas, coeficientes, diámetros de tubería

Para el diseño de la línea conducción y red de distribución se utilizó la fórmula de Hazen Williams, utilizada para las pérdidas de carga en tuberías cerrada a presión. A continuación se describe la ecuación de Hazen Williams.

$$H_f = \frac{1,743.811 (L) (Q^{1.852})}{C^{1.852} (D^{4.87})}$$

Hf = pérdida de carga por fricción en m

L = longitud del tramo en m

Q = caudal en lts/seg

C = coeficiente de fricción de Hazen Williams depende del material, para tubería PVC se adoptará 150 y para HG 100 (adimensional)

D = diámetro interno del tubo, en pulgadas.

1,743.811 = constante

2.1.7.2 Clases y presiones de trabajo de tubería

En el proyecto se utilizará, en su mayoría, tubería de cloruro de polivinilo PVC, bajo las denominaciones SDR, de las cuales se usarán las siguientes.

SDR 13.5 presión de trabajo de 315 PSI (222 mca).

SDR 17, presión de trabajo de 250 PSI (176 mca).

SDR 26, presión de trabajo de 160 PSI (113 mca).

En algunos tramos, por el tipo de suelo y la topografía del terreno, se usará tubería de hierro galvanizado tipo liviano.

2.1.7.3 Velocidades y presiones mínimas y máximas

En este tipo de diseños, se considera como velocidad mínima de 0.60 m/seg., sin embargo, debido a que el caudal no contiene ningún tipo de sedimentos, éste valor puede ser menor. La velocidad máxima será de 5 m/seg. La presión estática en la línea de conducción no debe ser mayor al 80% de la presión de trabajo de la tubería, en la red de distribución no debe ser mayor de 60 mca.

2.1.7.4 Captación

La finalidad de las obras de captación, es de reunir durante todo un año, el caudal previsto para el proyecto.

Por ser una fuente de brote definido en ladera, la captación será una típica consistente en: galería filtrante a base de piedra bola, muros de mampostería de piedra y losa de cemento reforzado, caja de captación de 1.00 m³ (ver anexo al final)

2.1.7.5 Diseño de línea de conducción

La línea de conducción se define como la tubería que lleva el agua desde el punto de captación hacia la estructura de almacenamiento. En el presente sistema se trabajó por gravedad

Ejemplo de cálculo

Estación 1 a estación 40

Cota inicial E-1 = 1,000 m

Cota final E -40 = 957.08 m

Tubería PVC = 150 (coeficiente de Hazen Williams).

Longitud = 2,045.65 m incluye 3 % de ondulación.

Caudal = 0.78 lts/seg

Primer paso, cálculo de carga disponible o diferencia de nivel entre cotas

$$\begin{aligned} Hf_{\text{disponible}} &= (\text{cota Inicial} - \text{cota final}) \\ &= (1,000.00 \text{ m} - 957.08 \text{ m}) = 42.92 \text{ m} \end{aligned}$$

Segundo paso, calcular un diámetro teórico con la ecuación de Hazen William:

$$\begin{aligned} D_{\text{teórico}} &= (1,743.811 * \text{Longitud} * Q^{1.852} / C^{1.852} hf_{\text{disponible}})^{1/4.87} \\ &= (1,743.811 * 2,345.65 \text{ m} * (0.78)^{1.852} \text{ lts/ seg} / (150)^{1.852} * 42.92 \\ &\quad \text{mts})^{1/4.87} \\ &= 1.385 \text{ pulgadas} \end{aligned}$$

Con éste dato se propone tubería de 1 1/2 pulgadas, con diámetro interno de 1.754 pulgadas, clase SDR 26, presión de trabajo de 160 PSI (113 mca). Con éste diámetro se calcula la pérdida de carga real.

$$\begin{aligned} Hf &= 1,743.811 (L) (Q^{1.852}) / C^{1.852} * (D)^{4.87} \\ &= 1,743.811 (2,045.65 \text{ mts})(0.78 \text{ lts/seg.})^{1.852} / (150)^{1.852} \\ &\quad *(1.754\text{pul})^{4.87} \\ &= 13.61 \text{ m} \end{aligned}$$

La presión dinámica en éste punto, E-40, es la resta de la presión estática y la pérdida de carga encontrada en ése punto:

$$42.92 \text{ mca} - 13.61 \text{ mca} = 28.59 \text{ mca}$$

Que es menor a la máxima adoptada en línea de conducción (80 %)

La presión estática en este tramo es igual a la carga disponible o diferencia de nivel entre las dos estaciones, es decir 42.92 mca (metros columna de agua)

La cota piezométrica en la estación E-40 será:

$$\begin{aligned} \text{Cota piezométrica} &= \text{Cota inicial} - H_f \\ &= 1,000.00 - 13.61 \\ &= 986.39 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presión} &= \text{Cota piezométrica} - \text{Cota final} \\ &= 986.39 \text{ m} - 957.08 \text{ m} \\ &= 29.31 \text{ mca} \end{aligned}$$

La velocidad en éste tramo se obtiene de la fórmula siguiente:

$$Q = V * A$$

Donde

$$Q = \text{caudal en m}^3 / \text{seg}$$

$$V = \text{velocidad en m/seg}$$

$$\begin{aligned} A &= \text{Área de la sección transversal del tubo en m}^2 \\ &= \left(\frac{\pi}{4} * D^2 \right) \end{aligned}$$

Despejando V de la fórmula anterior

$$\begin{aligned}V &= 4 * Q / \pi * D^2 \\ &= (4 * 0.78 \text{ lts/seg} / 1000) / 3.14 (1.754 * 0.0254)^2 \\ &= 0.5032 \text{ m/seg}\end{aligned}$$

Este mismo proceso se aplicó en todo el diseño de la línea de conducción, ver anexo 2 del cálculo línea de conducción.

2.1.7.6 Diseño de red de distribución

La red de distribución es todo el sistema de tubería, desde el tanque de distribución hasta las líneas de conexión domiciliar, el sistema utilizado en el proyecto es del tipo pedrial que consiste en dotación de un chorro por vivienda. La red de distribución es de tipo ramales abiertos. El caudal de distribución se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima, mientras que el caudal domiciliar se determina dividiendo el caudal de distribución dentro del número de casas a servir.

El caudal de diseño para la red será el consumo máximo horario o caudal de distribución QHM = Qd

Para caudal unitario de vivienda.

$$Q_u = Q_d / P_T \quad \text{donde}$$

Q_u = caudal unitario de vivienda en lts/ seg/ vivienda

Q_d = caudal de distribución en lts / seg

P_T = total de vivienda actuales.

$$Q_u = (1.37 \text{ lts/seg}) / (70 \text{ viviendas})$$

$$= 0.02 \text{ lts/seg/vivienda}$$

Por ejemplo, que en un ramal existan 11 viviendas, el caudal de vivienda es:

$$Q_{HM} = 0.02 \text{ lts/seg/vivienda} * 11 \text{ viviendas} = 0.22 \text{ lts/seg}$$

El caudal de diseño será igual al caudal por viviendas, porque es único ramal que llega al mismo punto de servicio. $Q_d = 0.22 \text{ lts/seg}$

El diseño se realiza de la misma forma que el de la línea de conducción.

Ejemplo de cálculo

$$\text{Longitud} = 1,041.26 \text{ mts}$$

$$\text{Caudal de diseño} = 0.22 \text{ lts/seg}$$

$$\text{Tubo PVC} = 150 \text{ (coeficiente de Hazen Williams)}$$

$$\text{Cota E -162} = 801.53 \text{ m}$$

$$\text{Cota E -177} = 673.96 \text{ m}$$

Carga disponible:

$$H_{f \text{ disponible}} = (\text{cota E-162} - \text{cota E-177})$$

$$= 801.53 \text{ m} - 673.96 \text{ m}$$

$$= 127.57 \text{ m}$$

Determinar el diámetro teórico

$$D_{\text{teórico}} = \left(\frac{1,743.811 * \text{Longitud} * Q^{1.852}}{C^{1.852} * hf \text{ disponible}} \right)^{1/4.87}$$

$$= \frac{1,743.811(1,041.26 \text{ m})(0.22 \text{ lts/seg})^{1.852}}{(150)^{1.852}}$$

$$* (127.57 \text{ m})^{1/4.87}$$

$$= 0.59 \text{ pulgada}$$

Para éste dato se propone tubería de 1 pulgada y diámetro interno de 1.39

pulgadas, clase SDR 26 con una presión de trabajo de 160 PSI (113 mca)

Con éste diámetro se calcula la pérdida de carga

$$\begin{aligned} H_f &= 1,743.811 (L) (Q^{1.852}) / C^{1.852} (D^{4.87}) \\ &= (1,743.811 (1,041.26 \text{ m}) (0.22 \text{ lts/seg})^{1.852} / (150)^{1.852} \\ &\quad (1.39\text{pul})^{4.87}) \\ &= 0.53 \text{ m} \end{aligned}$$

La presión dinámica en este punto, E-177, será la resta de la presión estática y la pérdida de carga encontrada en ése punto es decir:

$$127.57 \text{ mca} - 0.53 \text{ mca} = 127.04 \text{ mca}$$

La cota piezométrica en la estación E-177 será:

$$\begin{aligned} \text{Cota piezométrica} &= \text{Cota inicial} - H_f \\ &= 801.53 \text{ m} - 0.53\text{m} \\ &= 801 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presión} &= \text{Cota piezométrica} - \text{Cota final} \\ &= 801 \text{ m} - 673.96 \text{ m} \\ &= 127.04 \text{ m} \end{aligned}$$

La velocidad en este tramo se obtiene de la fórmula siguiente:

$$Q = V * A$$

Donde

Q = caudal en m³/seg.

V = velocidad en m/seg

$$A = \text{Área de la sección transversal del tubo en m}^2 \\ (\pi / 4 * D^2)$$

Despejando V de la fórmula anterior

$$V = 4 * Q / \pi * D^2 \\ = (4 * 0.22 \text{ lts/seg} / 1000) / 3.14 (1.39 * 0.0254)^2 \\ = 0.22 \text{ m/seg}$$

No está dentro del rango 0.40 m/seg < Velocidad < 5 m/seg sin embargo por no tener ningún sedimento se acepta el valor menor.

El resto de la red de distribución se diseñó siguiendo el mismo proceso, ver anexo 2 red de conducción.

2.1.7.7 Obras hidráulicas

Dentro de las obras hidráulicas que se construyen en los proyectos de agua potable, se pueden mencionar la caja de captación, caja reunidora de caudales, caja de distribución de caudales, válvula de limpieza, válvula de aire, caja rompe presión, tanque de distribución, pasos aéreos por zanjón, conexiones domiciliarias, recubrimiento y anclajes.

2.1.7.8 Caja reunidora de caudales

Es la estructura que se construye con mampostería de piedra o concreto ciclópeo, con capacidad de 1 m³ acabados interiores (repello y cernido), tapadera y piso de concreto reforzado y válvulas de control ver detalle en apéndice.

2.1.7.9 Tanque de distribución

Tiene las funciones el de compensar las variaciones horarias del consumo en la comunidad y proporcionar las presiones adecuadas en la red de distribución.

Para cumplir con el propósito de satisfacer el consumo, se siguieron las recomendaciones de diseño proporcionados por UNEPAR, las que sugieren que el tanque de almacenamiento debe tener una capacidad comprendida entre el 30 al 40% del caudal medio diario de diseño. Para poblaciones menores de 1,000 habitantes, el 35% del caudal medio diario de la población, no se considera una reserva para eventualidades. Los materiales de construcción recomendables son: mampostería reforzada, concreto ciclópeo y concreto reforzado, debe construirse una tapadera para el acceso, que no permita la entrada de agua de lluvia. La tubería de entrada al tanque está situada cercana al acceso para facilitar el aforo del caudal. La cota inferior de la tubería de salida está a un máximo de 30 cm sobre el fondo. El diámetro mínimo de la tubería de rebalse, será igual al de la tubería de entrada del tanque.

Cálculo del volumen para el tanque de distribución:

$$V \text{ tanque} = 0.30 \quad (Q_c * 86,400) / 1,000$$

Q_c = caudal máximo diario o caudal de conducción litros/habitantes/día

$$V = 0.30 \quad (0.78 \text{ lts/hab/dia} * 86,400 \text{ seg.dia} / 1000 \text{ m}$$

$$V = 20.22 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del tanque son en forma rectangular de 6.10 m de ancho por 6.60 m de largo altura de 2.00 m muros de gravedad de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado.

A continuación se diseña el tanque de distribución, el cual debe cumplir con las especificaciones siguientes

$$f'c = 210 \text{ kg / cm}^2 \text{ resistencia del concreto.}$$

$$Fy = 2,810 \text{ kg / cm}^2 \text{ esfuerzo de fluencia del acero grado 40.}$$

$$\delta c = 2,400 \text{ kg/ m}^3 \text{ peso específico del concreto.}$$

$$\delta S = 1.6 \text{ ton/ m}^3 \text{ peso específico del suelo.}$$

$$Vs = 16.7 \text{ ton / m}^2 \text{ valor soporte del suelo.}$$

$$\delta Cc = 2.5 \text{ ton/m}^3 \text{ peso específico del concreto ciclópeo}$$

$$\delta_{\text{agua}} = 1 \text{ ton/m}^3 \text{ peso específico del agua}$$

$$\mu = 0.40 \text{ coeficiente de rozamiento}$$

El diseño de la losa superior.

Utilizándose el método 3 de American Concrete Institute (ACI), por ser una losa discontinua en los 4 lados, se aplica el caso 1

Funcionamiento de losas

$$m = a/b = 3.50 \text{ m/ 4 m} = 0.875 \text{ losa en 2 sentidos}$$

Espesor

$$t = \text{perímetro} / 180 = 3.4 (2) + 4(2) / 180 = 0.08 \text{ m}$$

Se toma como espesor 10 cm según ACI el mínimo es de 9 cm

Integración de cargas

Carga Muerta

$C_m = \text{peso específico concreto (t) + sobrecarga}$

$$C_m = 2,400 \text{ kg/m}^3 (0.10 \text{ m}) + 50 \text{ kg/m}^2 = 290 \text{ kg /m}^2$$

Carga Viva

$$C_v = 100 \text{ kg /m}^2$$

$$\text{Carga muerta última } C_{mu} = 1.4 (C_m) = 1.4 (290 \text{ kg /m}^2) = 406 \text{ kg /m}^2$$

$$\text{Carga viva última } C_{vu} = 1.7 (C_v) = 1.7 (100 \text{ kg /m}^2) = 170 \text{ kg /m}^2$$

Carga última total

$$Cut = Cmu + Cvu = 406 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg /m}^2 = 576 \text{ kg/ m}^2$$

Determinación de momentos donde

a = lado menor de la losa en m

b = lado mayor de la losa en m

Ma^+ = Momento positivo lado (a) en kg-m

Ma^- = Momento negativo lado (a) en kg-m

Mb^+ = Momento positivo lado (b) en kg-m

Mb^- = Momento negativo lado (b) en kg-m

Ca^+ = Coeficiente para momento (+ lado a) de la losa adimensional

Cb^- = Coeficiente para momento (- lado b) de la losa adimensional

Cmu = Carga muerta ultima en kg /m

Cvu = Carga viva última en kg /m

$$Ma^+ = Ca^+ Cvu a^2 + Ca^+ Cmu a^2$$

$$\begin{aligned} Ma^+ &= 0.050 (170 \text{ kg/m}) (3.50 \text{ m})^2 + 0.050 (406 \text{ kg/m}) (3.50 \text{ m})^2 \\ &= 352.8 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$Ma^- = 1/3 Ma^+ = 1/3 (352.8 \text{ kg-m}) = 117.60 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = Cb^+ Cvu b^2 + Ca^+ Cmu b^2$$

$$\begin{aligned} Mb^+ &= 0.026 (170 \text{ kg/m}) (4.00 \text{ m})^2 + 0.026 (406 \text{ kg/m}) (4.00 \text{ m})^2 \\ &= 239.616 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$Mb^- = 1/3 Mb^+ = 1/3 (239.616 \text{ kg-m}) = 79.87 \text{ kg-m}$$

Cálculo de refuerzo con un recubrimiento de 2.5 cms

Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} = 10 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm} = 7.5 \text{ cms}$$

Area de acero mínimo

$$A_{s \text{ mínimo}} = (14.1 / f_y) b d = (14.1 / 2810 \text{ kg/cm}^2) 100 \text{ cm} (7.5 \text{ cm})$$

$$A_{s \text{ mínimo}} = 3.76 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

$$M_{\text{máximo}} = 3 t = 3 (10 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}$$

Cálculo de espaciamento proponiendo hierro No. 3 con diámetro de 0.71 cm²

grado 40

$$3.76 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S = 18.88 \text{ cm menor a } S_{\text{máximo}} \text{ entonces se}$$

tomará 19 cm

Cálculo de la nueva área de acero mínimo con el espaciamento máximo

$$A_{s \text{ mínimo}} \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 30 \text{ cm} = A_{s \text{ mínimo}} = 2.37 \text{ cm}^2$$

Calculando el momento que resiste el área mínimo de acero

$$M_{A_{s \text{ mínima}}} = A_{s \text{ mínima}} f_y \left(d - \frac{A_{s \text{ mínima}} f_y}{1.7 f^c b} \right)$$

$$= 0.90(2.37 \text{ cm}^2) (2810 \text{ kg/cm}^2) * (7.5 \text{ cm} - 2.37 \text{ cm}^2 (2810 \text{ kg/cm}^2) / 1.7 * 210 \text{ kg/cm}^2) (100 \text{ cm})$$

$$M_{A_{s \text{ mínima}}} = 438.35 \text{ kg-m}$$

El momento que resiste el área de acero mínimo es mayor que los momentos que actúan en la losa, llevará hierro grado 40 No. 3 con espaciamento entre varillas de 19 cm

Diseño de los muros del tanque superficial, se utilizará muro de concreto ciclópeo, por lo que éstas se diseñarán como muros de gravedad, con carga en la parte superior, debido a la losa y viga perimetral

Presión horizontal del agua a una profundidad (h)

$$P = \text{Peso específico del agua (h)} = 1 \text{ ton/m}^3 (1.70 \text{ m}) = 1.70 \text{ ton/ m}^2$$

Carga de la presión del agua en la profundidad (h)

$$Q_{\text{agua}} = \frac{1}{2} ph = \frac{1}{2} 1.70 \text{ ton/m}^2 (1.70 \text{ m}) = 1.445 \text{ ton/ m}$$

Momento respecto al punto cero

$$M_{\text{agua}} = q (\text{brazo}) = 1.445 \text{ ton/m} (0.30+0.30 + 1/3 1.70 \text{ m}) = 1.68 \text{ ton/m –m}$$

Tabla I .Peso del muro de gravedad

FIGURA	AREA	PESO t/m`3	CARGA t/m	BRAZO m	MOMENTO t/m-m
1	2,3(0,30) =0,69 m^2	2.5	1.73	1 + 0,15 = 1,5	1.98
2	1 (0,30) = 0,30 m^2	2.5	0.75	1,00/2 = 0,5	0.38
3	1 (2) 1/2 = 1,00 m^2	2.5	2.5	2/3 (1) = 0,67	1.68
		W TOTAL	4.98	MOMENTO	4.04

Cálculo del peso de la losa más viga perimetral

$$\begin{aligned} P_{\text{Losa + viga}} &= \text{Cut (área tributaria/L)} + \text{peso esp. Concreto (sección viga)} 1.4 \\ &= 576\text{kg/m}^2 (3.06 \text{ m}^2/3.5\text{m}) + 2400 \text{ kg/m}^3 (0.20\text{m}*0.15\text{m}) 1.4 \\ &= 604.39 \text{ kg/m} = 0.60 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

Momento del peso de losa y viga

$$M_{\text{Losa + viga}} = (\text{peso losa}) \text{ brazo} = 0.60 \text{ ton/ m} (1.15 \text{ m}) = 0.69 \text{ ton/m – m}$$

Estabilidad contra volteo

$$Fsv = \frac{\sum M \text{ pasivos}}{\sum M \text{ activos}} = (M \text{ muro} + M_{\text{Losa + viga}}) / M_{\text{agua}}$$

$$Fsv = (4.04 \text{ ton/m – m} + 0.69 \text{ ton/m –m}) / 1.68 \text{ ton/m –m}$$

$$Fsv = 2.82 \text{ resiste al volteo}$$

Estabilidad contra deslizamiento

$$Fsd = \frac{\sum F \text{ pasivas } (\mu)}{\sum F \text{ activas}} = (W \text{ muro} + P_{\text{Losa + viga}}) (\mu) / A_{\text{agua}}$$

$$Fsd = (4.98 \text{ ton/m} - m + 0.60 \text{ ton/m} - m) (0.40) / 1.445 \text{ ton/m} - m$$

$$Fsd = 1.55 \text{ resiste al deslizamiento}$$

Verificación de presiones

$$\begin{aligned} a &= \sum Mo / w = M_{\text{muro}} + M_{\text{Losa + viga}} - M_{\text{agua}} / W_{\text{muro}} + W_{\text{Losa + viga}} \\ &= (4.04 \text{ ton/m} - m + 0.69 \text{ ton/m} - m - 1.68 \text{ ton/m} - m) / 4.98 \text{ ton/m} + 0.60 \text{ ton/m} \\ &= 0.55 \text{ m} \end{aligned}$$

Se debe cumplir que $3a$ mayor a L

$$3a = 3(0.55 \text{ m}) = 1.65 > 1.30 \text{ ancho del muro}$$

La excentricidad "e" es:

$$e = L/2 - a = 1.30 \text{ m} / 2 - 0.55 = 0.10 \text{ m}$$

Presiones máximas y mínimas

$$Q_{\text{max}} = W + losa / Lb + We / S$$

S = módulo de la sección por metro lineal

$$= \frac{(4.98 \text{ ton/m} + - 0.60 \text{ ton/m})}{1.30 \text{ m} (1 \text{ m})} + - \frac{(4.98 \text{ ton/m} + 0.60 \text{ ton/m}) 0.10 \text{ m}}{1/16 (1.30 \text{ m})^2}$$

$$Q_{\text{max}} = 6.27 \text{ ton/m} < \text{a valor soporte del suelo } 16.7 \text{ ton/m}$$

$$Q_{\text{min}} = 2.31 \text{ ton/m} > \text{a cero no existen cargas negativas.}$$

2.1.7.10 Desinfección

Debido a que los exámenes del agua determinaron que no es potable, se le dará un tratamiento por medio de cloración asegurando la ausencia de microorganismos patógenos, para el efecto se utilizará la sustancia química de hipoclorito de calcio, con un 60 % de cloro disponible, de acuerdo con los datos de los hipocloradores automáticos, se ajusta a éste proyecto el modelo PPG 3015, con un flujo de 20-200 galones por hora, con una capacidad de 22 tabletas.

El hipoclorador funciona mediante el arrastre del agua sobre las pastillas de hipoclorito de calcio, ésto permite que se vayan disolviendo cada una de las tabletas paulatinamente a medida que va circulando el agua, siendo la cloración del agua controlada por éste flujo.

2.1.8. Elaboración de planos

Los planos elaborados para éste proyecto son: plano planta y perfil de línea de conducción, plano de planta y perfil de red de distribución, detalle de obras hidráulicas.

2.1.9. Elaboración de presupuesto

Finalizado el diseño con los planos se procedió a cuantificar los gastos que se deben incurrir en el proyecto: mano de obra calificada, mano de obra no calificada, costo de materiales, accesorios, tubería, herramientas, con un 25 % de costo indirecto.

Tabla II. Presupuesto de agua potable

PRESUPUESTO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN
 CASERÍO CHUARACANJAY

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo/Unit.	Total
	PRELIMINARES				
1	Replanteo topográfico	16,517.59	ml	0.38	Q 6,277.50
2	Obras hidráulicas				
2.1	Caja de captación	3.00	unidad	Q 1,392.00	Q 4,176.00
2.2	Caja reunidora de caudales	1.00	unidad	Q 1,602.72	Q 1,602.72
2.3	Caja rompresiones	3.00	unidad	Q 1,357.18	Q 4,071.53
2.4	Tanque de distribución de 20 m ³	1.00	unidad	Q 25,674.00	Q 25,674.00
2.5	Excavación	16,517.59	ml	Q 6.50	Q 107,364.34
2, 6	Relleno	16,517.59	ml	Q 5.00	Q 82,587.95
3	Línea de conducción				
3.1	Tubo pvc 160 psi de 1 1/2 pulgadas	1,682.00	tubos	Q 112.51	Q 189,235.72
3.2	Tubo pvc 250 psi de 1 1/2 pulgadas	132.00	tubos	Q 173.52	Q 22,905.20
4	Red de distribución				
4.1	Tubo pvc 160 psi de 1 1/2 pulgadas	639.00	tubos	Q 100.76	Q 64,390.87
4.2	Tubo pvc 250 psi de 1 pulgadas	42.00	tubos	Q 76.24	Q 3,201.96
4.3	Tubo pvc de 160 psi de 1 pulgada	342.00	tubos	Q 61.32	Q 20,973.49
4.4	Tubo pvc de 160 psi de 1/2 pulgada	162.00	tubos	Q 36.60	Q 5,928.67
4.5	Tubo pvc de 160 psi de 3/4 pulgada	89.00	tubos	Q 54.59	Q 4,858.77
4.6	Tubo pvc de 250 psi de 1/2 pulgada	20.00	tubos	Q 62.94	Q 1,258.81
4.7	Tubo pvc de 160 psi de 1 1/4 pulgada	336.00	tubos	Q 100.76	Q 33,939.69
5	Conexión domiciliar	68.00	unidad	Q 1,265.55	Q 86,057.44
6	Válvula de aire	10.00	Unidad	Q 740.95	Q 7,409.50
7	Válvula de limpieza	7.00	Unidad	Q 544.04	Q 3,808.25
8	Hipoclorador	1.00	Unidad	Q 6,147.25	Q 6,147.25
	SUB TOTAL				Q 681,869.65

RESUMEN

COSTOS DIRECTOS

Materiales	Q 355,336.03
Mano de obra	Q 326,533.62
Suma de costos directos	Q 681,869.65

COSTO INDIRECTO

Herramienta y Equipo 3.19%	Q 21,760.04
Administración 8.51%	Q 58,026.77
Supervisión 6.38 %	Q 43,520.08
Utilidades 7.10 %	Q 48,355.64
Suma de costos indirectos	Q 171,662.53

COSTO TOTAL DE LA OBRA	Q 853,532.18
-------------------------------	---------------------

2.1.10 Programa de operación y mantenimiento

Sobre la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, se efectuó un cursillo sobre el conocimiento de los artefactos y estructuras que componen el sistema, dando una orientación sobre el buen uso y el correcto manipuleo de los accesorios, la limpieza de los mismos y, mantener el curso o dirección de la tubería, siempre en forma despejada e ir limpiando los alrededores para evitar el socavamiento de la tubería por las raíces de los árboles, se hizo hincapié en el uso correcto del agua, limpieza personal, de alimentos y de servicio. La limpieza de los elementos que conforman el proyecto tanque de captación, tanque de distribución, se debe hacer con una periodicidad de 6 meses, para garantizar un buen servicio y una vida útil.

2.1.11 Propuesta de tarifa

El servicio de agua potable beneficiará a la comunidad rural, por lo tanto para garantizar la sostenibilidad del mismo y contar con los recursos suficientes para la operación del sistema, darle el mantenimiento preventivo y correctivo, se estableció una cuota mensual por servicio domiciliar.

Costo de operación (O)

Es el pago que se efectuará al fontanero y ayudante por la revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación. Estimando un recorrido de 6 km de línea revisará 25 conexiones.

$$O = 1.43 \times (\text{Linea tubería} * \text{jornal} / L_{\text{tubería/mes}} + \text{No.conexiones} * \text{jornal} / 25_{\text{conexiones}} + \text{manto} * \text{jornal} / 30_{\text{días/mes}})$$

$$O = 1.43 (11.2 \text{ km} * \text{Q}35.00 / 6 \text{ km} + 70(\text{Q}35.00) / 25_{\text{conexiones}} + \text{Q}35.00 / 30_{\text{días/mes}})$$

$$O = 165.00 / \text{mes}$$

Costo de mantenimiento (M)

Se estima un tres por millar del costo del proyecto, que será utilizado para la compra de materiales

$$M = 0.003 (853,532.18) / 21 = Q203.22 / \text{mes}$$

Costo de tratamiento (T)

Será para la compra mensual del mantenimiento según el método de desinfección.

$$T = \text{Costo tabletas} * \text{Número a utilizarse al mes}$$

$$T = Q 10.00 * 22 \text{ tabletas} = Q220.00 / \text{mes}$$

Costo de administración (A)

Gastos que se incurrirá en papelería, sellos, viáticos, se estima un 10 % del total de los resultados anteriores.

$$A = 0.10 (O + M + T) = 0.10 (165.00 + 203.22 + 220.00) = Q58.82 / \text{mes}$$

Costo de reserva (R)

Con un 8 % de la suma de los costos de operación y mantenimiento y tratamiento

$$R = 0.08 (O + M + T) = 0.08 (165.00 + 203.22 + 220.00) = Q47.06 / \text{mes}$$

Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = (O + M + T + R) / \text{Número de viviendas}$$

$$TAR = (165.00 + 203.22 + 220.00 + 47.06) / 70 = Q9.08 / \text{mes}$$

Se propone una tarifa mensual de Q15.00 que es accesible para la comunidad.

2.1.12 Evaluación de impacto ambiental

Para preservar el recurso hídrico y garantizar el abastecimiento por varios años, se orientó a los miembros del COCODES sobre el mantenimiento y preservación del área boscosa, procediendo a la siembra de árboles que contribuyan a que la humedad siempre esté en el manto acuífero.

Localización del proyecto: El caserío Chuaracanjay se localiza a una distancia de 31 Km. al norte de la cabecera municipal de Tecpán, Guatemala departamento de Chimaltenango.

Descripción del proyecto: El proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, para el caserío Chuaracanjay, municipio de Tecpán Guatemala.

Características generales del proyecto:

Tipo de sistema: por gravedad

Periodo de diseño: 20 años

Aforo: 0.9819 lts/seg.

Dotación: 90 lts/hab./día

Población actual: 290 habitantes

Población futura: 499 habitantes

Costo del proyecto: Q 853,532.18

Tiempo aproximado de ejecución: 6 meses

Área y situación legal del terreno: El área de influencia del proyecto es de aproximadamente 16 km², es montañosa, boscosa, existen áreas de cultivo de milpa, la mayor parte de la red de distribución; no presenta problemas legales debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos donde se

ubican los nacimientos, paso de tubería y tanque de distribución.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: La limpieza y desmonte, la explotación de bancos de material, el manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte excavación y compactación o consolidación del terreno.

Uso de recursos naturales del área: Agua de los nacimientos y suelo proveniente de las excavaciones.

Sustancias o materiales que serán utilizados: Cemento, hierro, arena, piedra, grava, tubería de PVC

Impacto ambiental que será producido:

Residuos y/o contaminantes que serán generados: Dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales, desechos sólidos y otros.

Emisiones a la atmósfera: El componente atmosférico se verá impactado por actividades como el acarreo de material; durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: El manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

Sitios arqueológicos: Es importante como objetivo fundamental para este factor determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.

Desechos sólidos: Dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación, construcción y operación del sistema; además se tendrán desechos producto de los trabajadores, entre otros.

Ruidos y/o vibraciones: Los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de herramienta y equipo durante la fase de preparación del sitio y durante la fase de construcción del sistema. El ruido puede resultar perjudicial para la fauna, trabajadores y pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.

Contaminación visual: Una mala selección del sitio donde se instale el campamento o donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal presente a la orilla de la zanja donde va la tubería.

2.1.13 Evaluación económica financiera

2.1.13.1 Valor presente neto

Es el costo real que se incurre en el proyecto de introducción de agua potable en la comunidad de Characanjay se usa para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos

anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto, a un valor presente. Para el efecto, se determinó una tasa de interés de 11%, según el mercado actual.

Costo de operación y mantenimiento anual (CA) del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O + M + T + R) 12 \text{ meses} = 165.00 + 202.22 + 220.00 + 47.06) * 12 \\ = Q7, 611.36$$

Tasa población anual (IA)

$$IA = Q15.00/\text{vivienda} * 70 \text{ viviendas} * 12 \text{ meses} = Q12,600.00$$

Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA * [(1 + i)^n - 1 / i (1 + i)^n] = 7,611.36 * [(1 + 0.11)^{20} - 1 / 0.11(1 + 0.11)^{20}] \\ VP = Q52,780.37$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA [(1 + i)^n - 1 / i (1 + i)^n] = 12,600 * [(1 + 0.11)^{20} - 1 / 0.11 (1 + 0.11)^{20}] \\ VP = Q86,844.49$$

Valor presente neto (VPN)

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q86, 844.49 - Q52, 780.37 = Q34,064.12$$

Con la tarifa de Q15.00, se podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento durante el período de funcionamiento.

2.1.13.2 Tasa interno de retorno

En el proyecto de agua potable, por ser un servicio con carácter social y no de lucro, la tasa interno de retorno no es posible aplicar, porque la inversión se realiza por cooperación de las autoridades y de la comunidad, sin ver a corto y

largo plazo la recuperación de la inversión.

Por lo que se opta por un análisis socioeconómico, que se realiza a nivel de autoridades de la municipalidad, para éste tipo de inversiones es de costo / beneficio, el cual se determina de la siguiente manera

Costo = Inversión - Valor presente neto

Costo = Q853, 532.18 - Q34, 064.12 = Q819, 468.06

Se concluye que el proyecto, siendo de carácter social es factible su ejecución.

2.2 Diseño de edificio escolar de 2 niveles, en la Aldea Chirijuyú del municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio escolar de 2 niveles, que cumpla con los requerimientos técnicos, para el buen uso. La distribución de los módulos son los siguientes: en el módulo 1 primer nivel, tendrá los siguientes ambientes, secretaria, Dirección, sala de profesores, salón de reuniones y 3 aulas con capacidad de 40 alumnos cada uno; planta alta: 4 aulas con capacidad de 40 alumnos, módulo 2 primer nivel: 3 aulas con capacidad de 40 alumnos, servicios sanitarios, planta alta con 3 aulas con capacidad de 40 alumnos y servicios sanitarios.

La estructura es a base de marcos dúctiles con nudos rígidos y losa de concreto armado, muros tabiques de block, piso cerámico y puertas de metal. Cada módulo contará con un acceso de gradas que estará ubicado frente a los mismos, cada edificio tendrá un corredor para el acceso de alumnos.

2.2.1.1 Visita preliminar

Se realizó una visita conjuntamente con las autoridades de la comunidad, para observar el lugar donde se construirá el edificio, se pudo comprobar que el área es completamente plano el cual no necesita de un trabajo preliminar para descombro y terraplén, también se pudo comprobar que no existe ningún obstáculo para utilizar el área disponible.

2.2.1.2 Descripción del espacio disponible

El área de construcción está ubicada en la comunidad Chirijuyú, a la orilla de la carretera, en sus cuatro lados se encuentra totalmente despejado, en virtud que los colindantes hacen uso de la tierra en la agricultura, no existen árboles que puedan obstaculizar la construcción, se dispone de 1,286.00 m² para el desarrollo del proyecto. El lugar en mención está aproximadamente en el centro de la aldea, ya que las casas están un poco dispersas.

2.2.1.3 Estudio de suelos

El estudio de suelo se realizó a una muestra inalterada de 1 pie³ de volumen, se realizó un ensayo de compresión triaxial del suelo, los resultados son:

Ángulo de fricción interna ϕ	= 15.33°
Cohesión C_u	= 2.5 ton/ m ²
Descripción del suelo	= Limo arena arcilloso.
Densidad seca	= 1.21 ton/m ³

Aplicando el método del Dr. Karl Terzaghi:

Factor de flujo de carga (Nq):

$$Nq = \frac{e^{(3/2 \pi - \phi \text{ rad}) \tan \phi}}{2 \cos^2 (45 + \phi / 2)}$$

$$\begin{aligned} Nq &= \frac{e^{(3/2 \pi - 0.2676) \tan 0.2676}}{2 \cos^2 (45 + 0.2676 / 2)} \\ &= 4.79 \text{ ton/ m}^2 \end{aligned}$$

Factor de flujo de carga última (Nc):

$$Nc = \cot \phi (Nq - 1) = \cot (0.2676) (4.79 - 1) = 13.83 \text{ ton /m}^2$$

Factor de flujo del suelo (Ny):

$$Ny = 2 (Nq + 1) \tan \phi = 2 (4.79 \text{ ton/m}^2 + 1) \tan 0.2676 = 0.054 \text{ ton/m}^2$$

Capacidad portante última (qo):

$$\begin{aligned} q_o &= 0.4 \gamma_{\text{suelo}} B Ny + 1.3 CU Nc + \gamma_{\text{suelo}} D Nq \\ &= 0.4 (1.7 \text{ ton/m}^2) (2.10 \text{ m}) (0.054 \text{ ton /m}^2) + 1.3 (2.5 \text{ ton/m}^2) (13.83 \text{ ton/m}^2) + \\ &\quad 1.7 \text{ ton/m}^2 (2.10 \text{ m}) (4.79 \text{ ton/ m}^2) \\ &= 53.17 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Capacidad portante neta última (qon):

$$q_{on} = q_o - \gamma_{\text{suelo}} D = 53.17 \text{ ton/m}^2 - 1.7 \text{ ton/m}^2 (2.10 \text{ m}) = 51.47 \text{ ton/m}^2$$

Utilizando factor de seguridad fc = 3

Capacidad soporte de diseño (qd):

$$q_d = q_{on} / f_c = 51.47 \text{ ton/m}^2 / 3 = 17.16 \text{ ton/m}^2$$

2.2.2 Criterios para el diseño arquitectónico

2.2.2.1. Conjunto arquitectónico

El diseño que se efectuará en el edificio escolar, está en función de albergar a 480 alumnos y que el área efectiva de movimiento y estancia sea el adecuado para brindar comodidad tanto al alumno como al catedrático, se consideró un área administrativa y área de recreo.

2.2.2.2 Orientación del edificio

Los módulos del edificio están orientados de la siguiente manera, el primer módulo orientado de norte a sur y el segundo módulo de occidente a oriente, el edificio planificado tiene la forma de L, por la forma del edificio es necesario hacer una junta de construcción en los módulos a efecto encontrar simetría en cada uno de ellos.

2.2.2.3 Criterios de iluminación

Para el efecto se tomó un buen porcentaje de luz natural, para evitar el uso de la energía eléctrica, sin embargo se propone para la luz artificial, lámparas fluorescentes tipo industrial de 2x40watts.

2.2.2.4 Criterio de instalación

Se diseñará el edificio con sus servicios esenciales, sanitario, hidráulico y eléctrico. En cuanto al servicio de agua potable se previó incorporar al diseño una cisterna para emergencias, en cuanto a la electricidad se diseñan circuitos independientes tanto para fuerza, como de iluminación. El sistema de drenaje

será separativo, es decir, aguas negras independientes de las pluviales.

2.2.2.5 Ventilación

La circulación predominante del aire es de noroeste hacia suroeste y los secundarios de suroeste hacia noroeste. Por tal razón, se planifica ventanales adecuados ubicados de Norte a Sur, para dar una adecuada circulación, que sirvan para el ingreso y egreso de aire constante. El volumen de aire dentro del ambiente debe ser de 4 a 8 m³ por alumno, para ello la orientación presentada para edificio es la correcta.

2.2.2.6 Ubicación del edificio en el terreno

El módulo 1 está orientado de Norte a Sur, y el segundo módulo de Occidente a Oriente, la ubicación del edificio se muestra en la planta de conjunto (ver anexo 9)

2.2.2.7 Altura del edificio

El módulo 1 y 2 tienen una altura de 8.04 metros, la cota de cimentación es de 1.00 metro bajo el nivel del suelo, las alturas de piso a cielo son de 3.52 m para los dos niveles.

2.2.2.8 Selección del sistema estructural

En este ámbito se deben considerar varios factores, que determinan la funcionalidad y la correcta aplicación del sistema, para una vida útil a largo plazo, dentro de éstos se pueden mencionar los siguientes:

- a) Cumplir primeramente con los requisitos de funcionalidad
- b) La estructura deberá soportar las cargas aplicadas en condiciones seguras y evitar grietas que muestren su fatiga.
- c) El sistema que se utilizó es de marcos dúctiles con nudos rígidos.

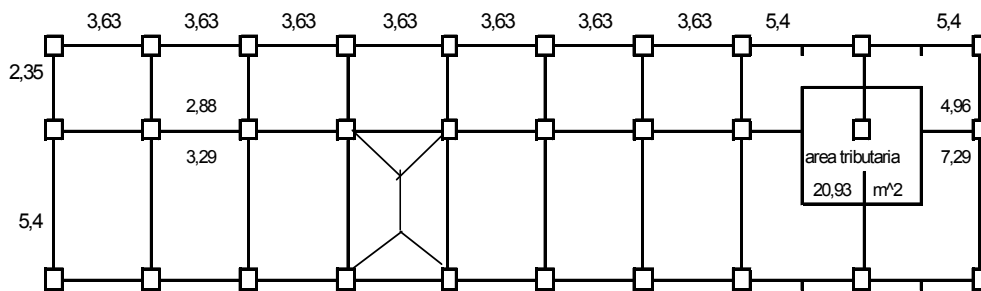
2.2.3. Diseño estructural

2.2.3.1 Análisis estructural

Este análisis implica todos los elementos que están involucrados en el sistema del edificio, se busca determinar las fuerzas y deformaciones que se dan sobre los marcos.

El análisis se realizó utilizando el programa ETABS y corroborado los resultados a través del método de Kani. Se obtuvo un 3% de diferencia entre ETABS y Kani tomando éste último para el diseño.

Figura 2. Planta típica módulo 1



(X-X)

area tributaria 6,17
area tributaria 12,25

Sección vigas = 0,20 * 0,30 m
Sección columnas = 0,30 * 0,30 m

(y-y)

area tributaria 15,78
area tributaria 17,34

2.2.3.1.1 Predimensionamiento de vigas

Predimensionar es estimar las secciones de los elementos que están en las estructuras, que se creen que aportarán a la funcionalidad y soporte a los esfuerzos y cargas, a las cuales serán sometidas. Para el predimensionamiento de la viga rectangular, la norma ACI describe los peraltes mínimos en vigas para una adecuada rigidez, sin provocar deflexiones.

Tabla III. Peralte mínimo de vigas

Peralte mínimo h				
Elemento	Simplemente apoyado	con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soporten, o estén ligados a divisiones u otro tipo de construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones			
Vigas	L / 16	L / 18.5	L / 21	L / 8
Fuente: Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-99)				

El cálculo depende de la luz (L) que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador, rostros internos de la sección.

$$\begin{aligned}
 \text{Peralte de la viga} &= L / 21 \\
 &= 5.50 \text{ m} / 21 \\
 &= 0.2619 \text{ m} \quad \text{se aproxima a } 0.30 \text{ m} \\
 \text{Base de viga} &= 0.20 \text{ m} \\
 \text{La sección de la viga será} &= 0.20 \text{ m} * 0.30 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2.2.3.1.2 Predimensionamiento de columnas

La dimensión menor de la columna debe ser mayor de 0.20 m. El área deberá ser 0.040 m² como mínimo.

Para el caso se utiliza la siguiente fórmula

$$P = 0.80 (0.225 * f'c * Ag + fy * As)$$

$$P = \text{carga axial} = 60,222.98 \text{ Kg} \quad (\text{Se obtiene de áreas tributarias})$$

$$f'c = 281.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4,200 \text{ kg./cm}^2$$

$$Ag = \text{área gruesa de la sección}$$

$$As = \text{área de acero} \quad 1\% (Ag) \leq As \leq 6\% Ag$$

$$P = 0.80 (0.225 * f'c * Ag + fy * As)$$

$$P = 0.80 (0.225 * 281.00 \text{ kg/cm}^2 * Ag + 4,200 \text{ kg/cm}^2 * (0.01 * Ag))$$

$$Ag = 60,222.98 \text{ kg} / 84.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ag = 715.40 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto la sección de la columna será = 0.30 m * 0.30 m = 0.090 m² que es mayor al área gruesa encontrado. Se propone columna de 0.35m * 0.35 m = 0.1225 m²

2.2.3.1.3 Dimensiones de la losa

Para losas en dos direcciones ACI recomienda:

$$\text{Espesor de losa} = \text{Perímetro} / 180$$

$$= 2 (5.25\text{m} + 5.25\text{m}) / 180$$

$$= 0.1166 \text{ m}$$

Entonces se utilizará espesor de losa de = 0.12 m

2.2.3.1.4 Dimensiones de cimiento

Para la cimentación se usan zapatas aisladas cuyo predimensionamiento se presenta en la sección 2.2.3.3.5

2.2.3.1.5 Modelo matemático de marcos dúctiles

Se presenta en forma gráfica, para indicar como están las cargas que soporta el marco, sirve de parámetro para hacer el análisis estructural del mismo, en las figuras 2 y 3, se muestran los modelos matemáticos de los marcos dúctiles en el sentido (x) y en el sentido (y) del eje (B)

Figura 3. Modelo matemático eje X

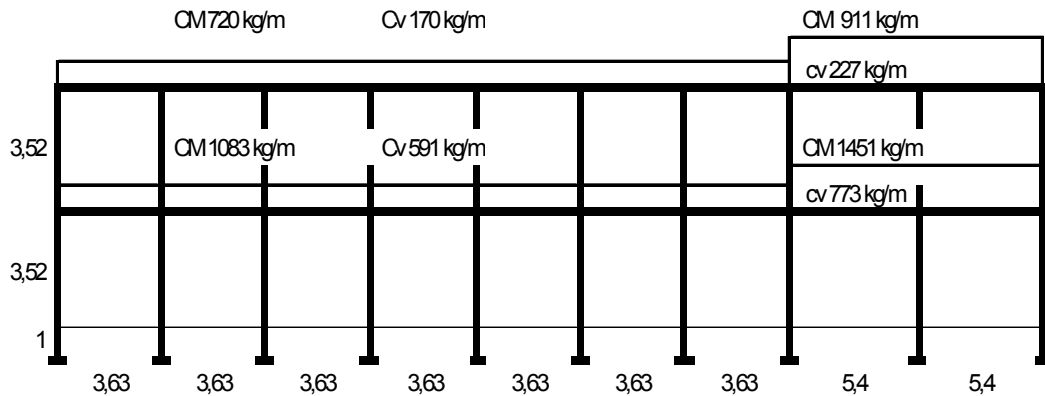
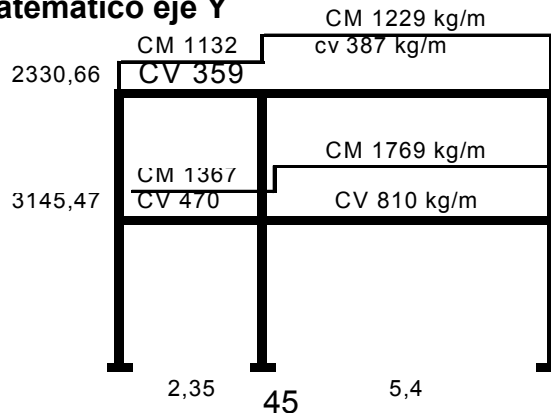


Figura 4. Modelo matemático eje Y



2.2.3.2 Cargas aplicadas en marcos dúctiles

Existen dos tipos de cargas aplicables a los marcos de toda estructura, se definen por su dirección (y) cargas verticales, y (x) cargas horizontales

2.2.3.2.1 Cargas verticales

Se dividen en carga muerta y carga viva, las cargas muertas son aquellas que permanecen inalterables permanente en una estructura, éstas constituyen el peso propio del elemento estructural, losa, viga, instalaciones eléctricas, tubos, puertas, muros etc., las vivas con cargas ocasionales, de los cuales pueden mencionarse el peso de las personas, mobiliario, equipo, maquinaria etc.

Determinación de cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Carga muerta CM

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

Peso de acabados = 50 kg / m^2

Peso de muros = 100 kg /m

Carga viva CV (según AGIES NR-2:2,000)

Entrepiso pasillo = 400 kg /m^2

Entrepiso aulas = 300 kg /m^2

Techo = 100 kg /m^2

Nivel 1 (eje x)

CM = (área tributaria)(peso concreto)(espesor + acabados)/longitud + peso
Viga + peso muro

CM = $(7.29\text{m}^2+4.96\text{m}^2)(2,400\text{kg/m}^3*0.12\text{m} +50\text{kg/m}^2)/5.4 \text{ m}$
+ $(0.20\text{m}*0.30\text{m})(2,400\text{kg/m}^3) + 100 \text{ kg/m}^2 (5.40\text{m})$

$$CM = 1,451 \text{ kg/m}$$

$$CV = (7.29 \text{ m}^2 * 300 \text{ kg/m}^2) + (4.96 \text{ m}^2 * 400 \text{ kg/m}^2) / 5.40\text{m}$$

$$CV = 773 \text{ kg /m}$$

Nivel 2 (eje x azotea)

$$CM = 911 \text{ kg/m}$$

$$CV = 227 \text{ kg/m}$$

Nivel 1 (eje x)

$$CM = 1,083 \text{ kg/m}$$

$$CV = 591 \text{ kg/m}$$

Nivel 2 (eje x azotea)

$$CM = 720 \text{ kg/m}$$

$$CV = 170 \text{ kg/m}$$

El mismo procedimiento se realiza con el eje Y

Nivel 1 (eje y) lado 2.35 mts

$$CM = 1,367 \text{ kg/m}$$

$$CV = 470 \text{ kg /m}$$

Nivel 2 (eje y)

$$CM = 1,132 \text{ kg/m}$$

$$CV = 359 \text{ kg/m}$$

Nivel 1 (eje y) lado 5.40 mts

$$CM = 1,769 \text{ kg/m}$$

$$CV = 810 \text{ kg/m}$$

Nivel 2 (eje y)

$$CM = 1,229 \text{ kg/m}$$

$$CV = 387 \text{ kg/m}$$

2.2.3.2.2 Cargas horizontales

Son las que actúan en la estructura perpendicularmente a la línea de acción de la gravedad o verticales, producidas por sismos o viento, en los análisis estructurales solo se considera una de ellas, ya que los fenómenos que las provocan no se presentan simultáneamente, para éste caso se aplicó el método SEAOC para encontrar las fuerzas producidas por el sismo.

Corte Vasal (V)

Es la fuerza sísmica, que el suelo transmite al edificio, en la base de la estructura.

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

Z = 1 coeficiente que depende de la zona sísmica donde esté ubicado el edificio.

I = 1.40 tipo de ocupación de la obra, importancia del edificio después de ocurrido el evento.

$$C = \text{Coeficiente} = 1 / (15 t^{1/2}) \quad t = (0.0906 * \text{altura total del edificio}) / (\text{base})^{1/2}$$

S = 1.5 coeficiente que depende del tipo de suelo

K = 0.67 coeficiente que depende del sistema estructural

W = peso de la estructura + 25 % de la carga viva

Si el producto de C*S es mayor de 0.14, usar 0.14.

Encontrando el valor de C tanto en el sentido (x) como en (y)

$$t_x = 0.0906(8.04\text{mt}) / (38.80)^{1/2} = 0.12$$

$$C_x = 1 / (15 (0.12)^{1/2}) = 0.19$$

$$C_x * S = 0.19 * 1.50 = 0.29 \text{ es mayor a } 0.14 \quad \text{usar } C * S = 0.14$$

$$t_y = 0.0906(8.04\text{mt}) / (8.20)^{1/2} = 0.254$$

$$C_x = 1 / (15 (0.254)^{1/2}) = 0.133$$

$$C_y * S = 0.133 * 1.50 = 0.199 \text{ es mayor a } 0.14 \quad \text{usar } C * S = 0.14$$

Tabla IV. Peso del nivel 1

ELEMENTO	SECCION		LONGITUD ml	ALTURA m	CANTIDAD	f'c Kg/m *3	W1 =peso Kg
	m	m					
Muro	0	0	98,77	3,1	0	110	33680,57
Columna	0,35	0,35	0	4,52	30	2400	39866,4
Viga	0,2	0,3	155,65	0	1	2400	22413,6
Losa	38,8	8,3	0	0,12	0	2400	92747,52
25% CV	38,8	8,3	0		175		56357
					Total No.1		245065,09

Tabla V. Peso del nivel 2

ELEMENTO	SECCION		LONGITUD ml	ALTURA m	CANTIDAD	f'c Kg/m *3	W1 =peso Kg
	m	m					
Muro	0	0	98,77	3,1	0	110	33680,57
Columna	0,35	0,35	0	3,52	30	2400	31046,4
Viga	0,2	0,3	155,65	0	1	2400	22413,6
Losa	38,8	8,3	0	0,12	0	2400	92747,52
25% CV	38,8	8,3	0		26,65		8582,366
					Total No.2		188470,456

Peso de la estructura

$$W = 245,065.09 \text{ kg} + 188,470.46 \text{ kg} = 433,535.55 \text{ kg}$$

Aplicando la fórmula del corte vasal

$$V = (1.00) (1.40) (0.67)(0.14)(433,535.55 \text{ kg}) = 56,931.89 \text{ kg}$$

Fuerzas por nivel (Fni)

$$Fni = ((V - Ft) * W hi) / (Wihi)$$

V = corte vasal

Ft = fuerza techo = 0 si el período natural de vibración es menor a 0.25 seg.

W = peso propio de estructura + 25% de cargas vivas

Wi = peso propio de estructura + 25% de cargas vivas por nivel

hi = altura desde la cimentación al nivel estudiado

Fuerza nivel 1 (x)

$$Fx = (56,931.89 \text{ kg} - 0) (1.107,694.21 \text{ kg*m}) / 2.622,996.71 \text{ kg*m}$$
$$= 24,042.40 \text{ kg}$$

Fuerza nivel 2 (x)

$$Fy = (56,931.89 \text{ kg}) (1.515,302.50 \text{ kg *m}) / 2.622,996.71 \text{ kg*m}$$
$$= 32,889.49 \text{ kg}$$

Fuerza por Marco = Fuerza por nivel / No. marcos

$$= 24,042.40 \text{ kg} / 3 = 8,014.13 \text{ kg (x-x) Nivel 1}$$
$$= 24,042.40 \text{ kg} / 10 = 2,404.24 \text{ kg (y-y)}$$

Fuerza por Marco = Fuerza por nivel / No. marcos

$$= 32,889.49 \text{ kg} / 3 = 10,963.16 \text{ kg (x-x) Nivel 2}$$
$$= 32,889.49 \text{ kg} / 10 = 3,288.93 \text{ kg (y-y)}$$

Tabla VI. Fuerza horizontal por niveles

	PESO	ALTURA	PESO* ALTURA	FUERZA POR NIVEL	FUERZA * MARCO (X)	FUERZA* MARCO (Y)
Nivel 1	245065,09	4,52	1107694,21	24042,39	8014,13	2404,24
Nivel 2	188470,46	8,04	1515302,498	32889,49	10963,16	3288,95
	TOTAL		2622996,705			

2.2.3.2.3 Análisis de marcos

El análisis de marco se realizó aplicando el programa Etabs, éste programa permite la creación de modelos, la modificación, la ejecución del análisis, la optimización y la reducción de tiempo en los cálculos efectuados. A manera de comprobación se aplicó el método de Kani, comprobando que la diferencia, en cuanto a resultados es de 3 % , por lo que para efectos de diseño se utilizaron los datos del método Kani.

Método Kani

Figura 5. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (x)

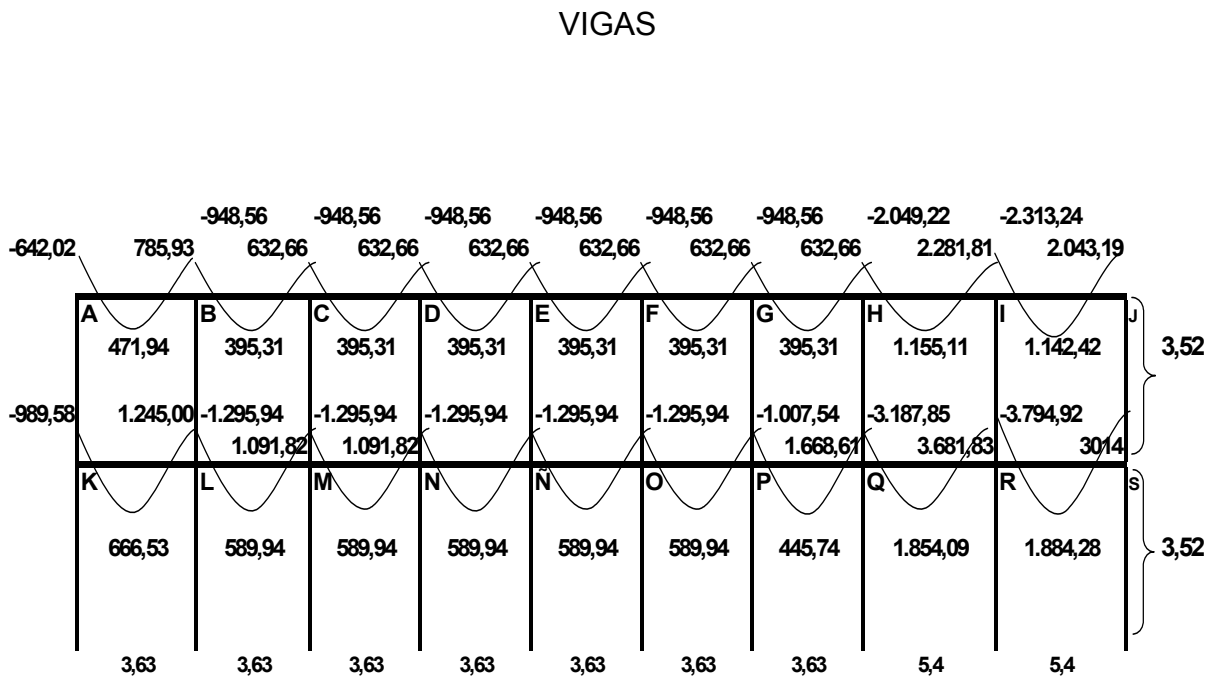


Figura 6. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (x)

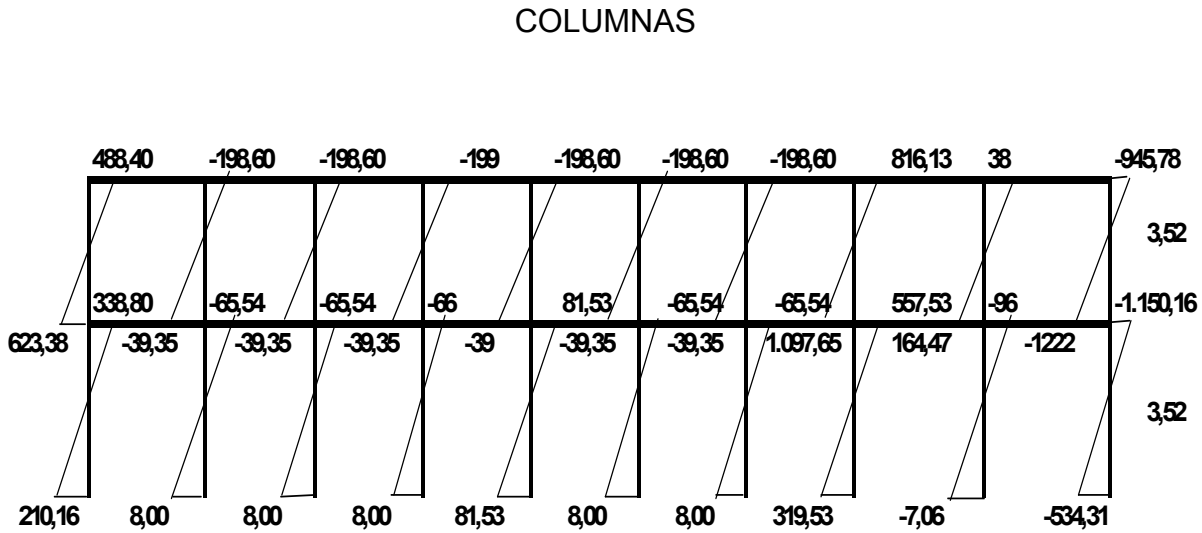


Figura 7. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil eje (x)

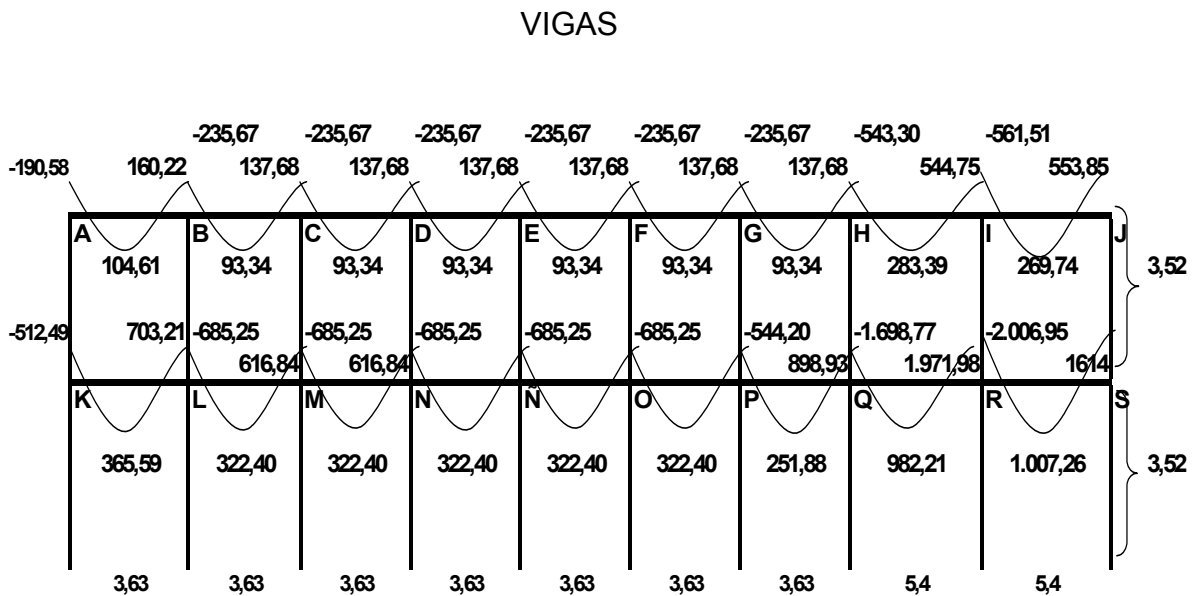


Figura 8. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil eje eje (x)

COLUMNAS

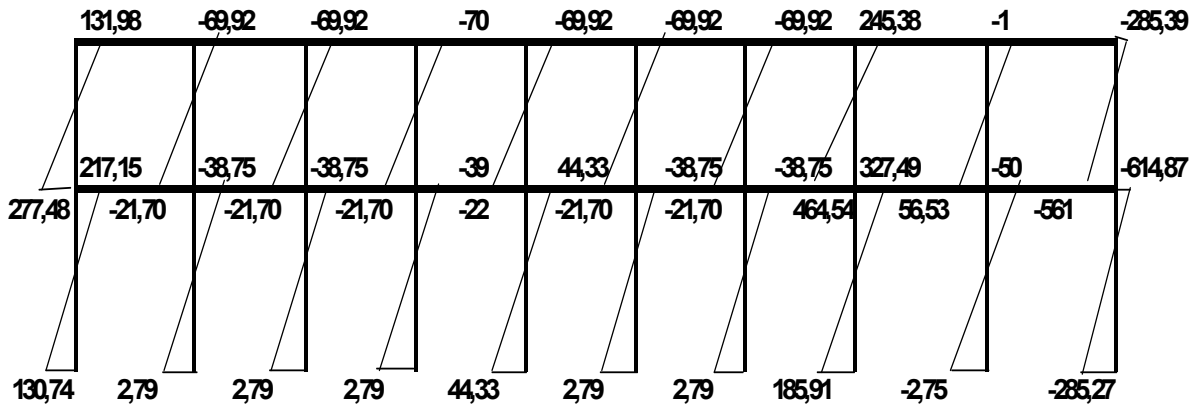


Figura 9. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (x)

VIGAS

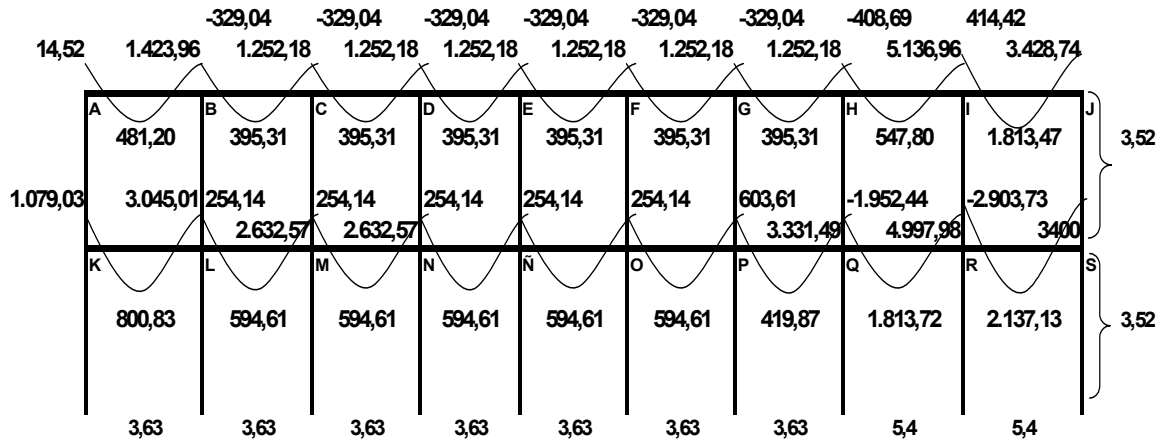


Figura 10. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (x)

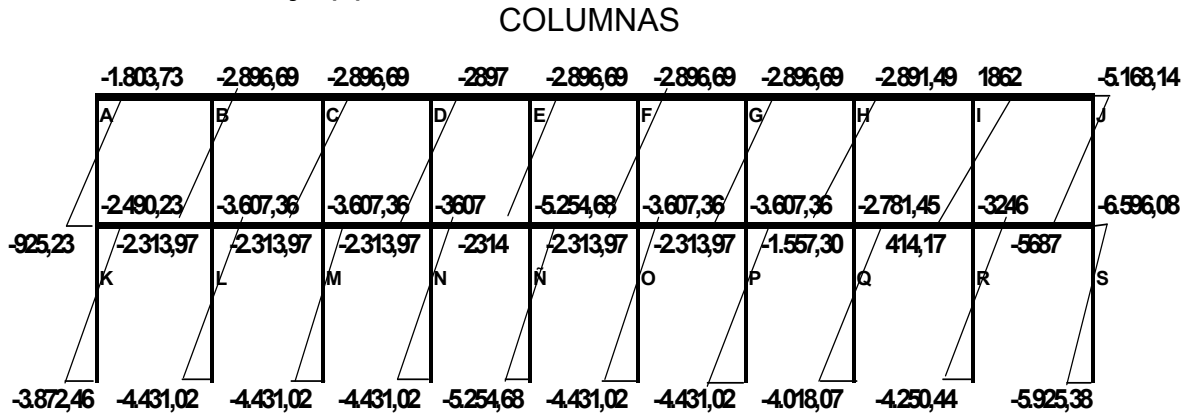


Figura 11. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (y)

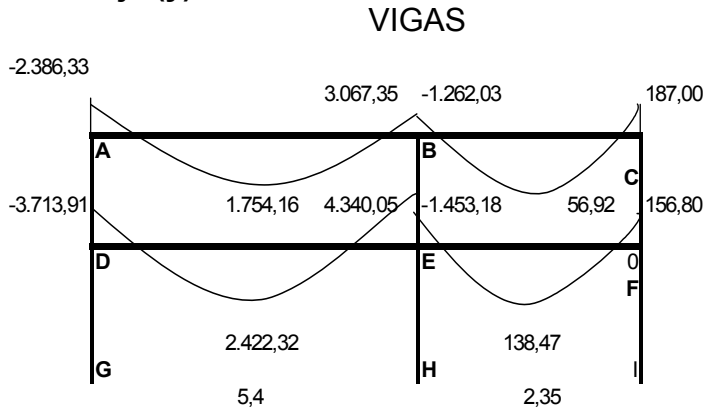


Figura 12. Diagrama de momentos (kg-m) para carga muerta, marco dúctil eje (y)

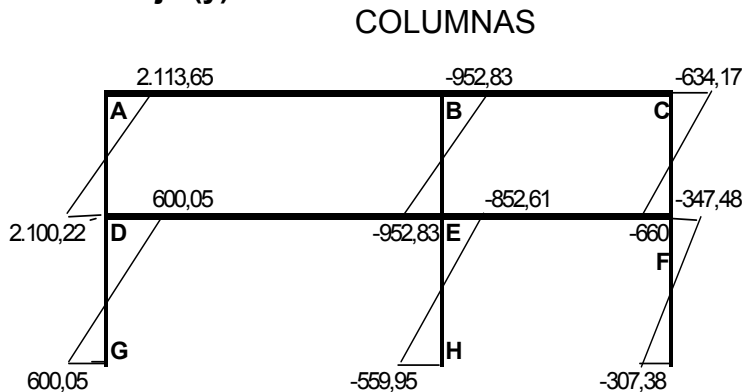


Figura 13. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil dúctil eje (y)

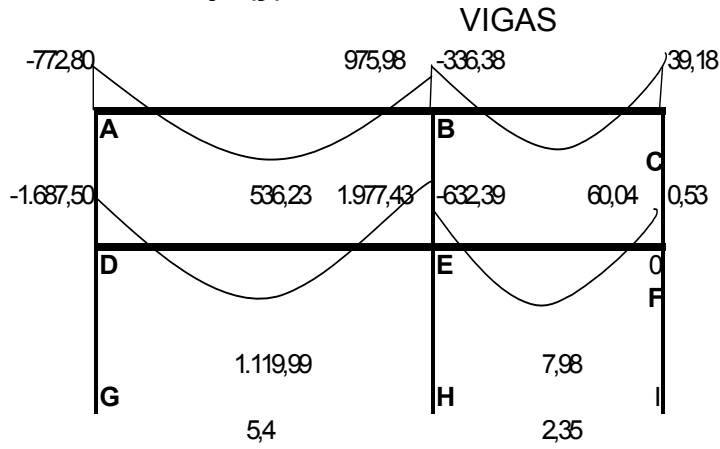


Figura 14. Diagrama de momentos (kg-m) para carga viva, marco dúctil eje (y)

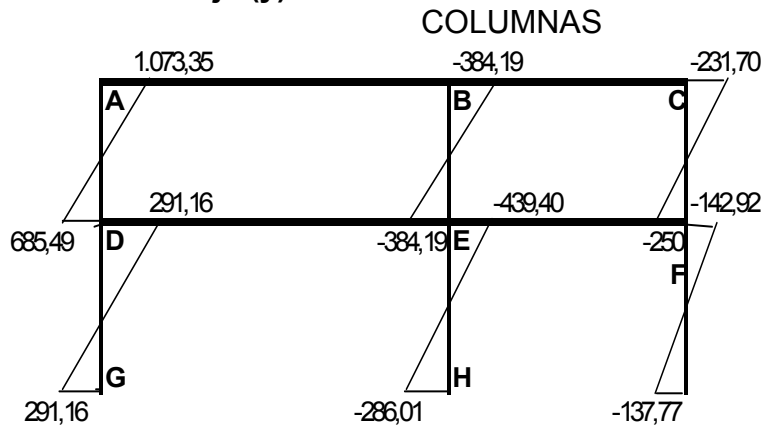


Figura 15. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (y)

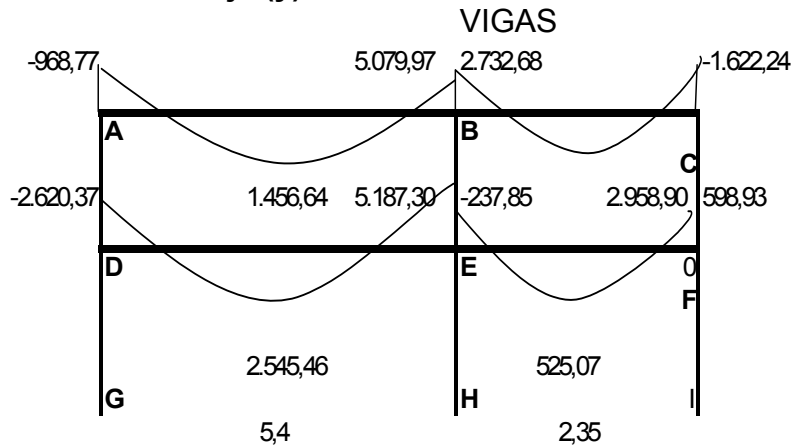
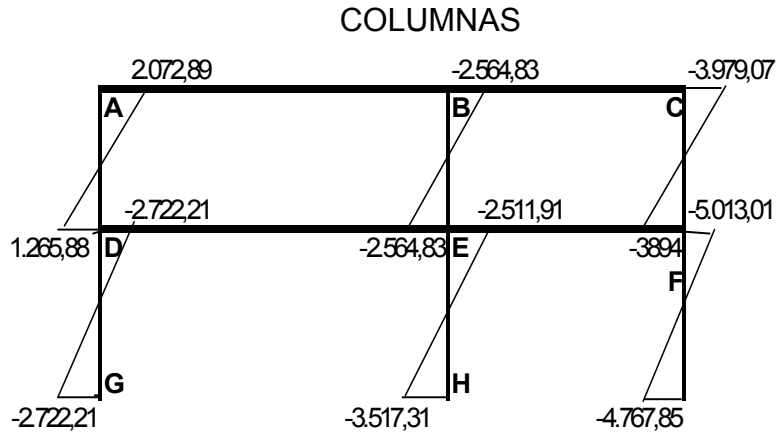


Figura 16. Diagrama de momentos (kg-m) para carga sísmica, marco dúctil eje (y)



Momentos últimos por envolvente de momentos

Es la representación de los esfuerzos máximos al superponer los efectos de carga muerta, carga viva, y fuerza sísmica, el código ACI propone las combinaciones siguientes:

Para momentos últimos negativos en vigas

$$M (-) = 0.75 (1.4 M_{cm} + 1.7 M_{cv} + - 1.87 M_{cs})$$

Para los momentos últimos en las columnas

$$M_c (-) = 0.75 (1.4 M_{cm} + 1.7 M_{cv} + - 1.87 M_{cs})$$

Sentido x

Momentos últimos en vigas primer nivel (kg-m).

$$\begin{aligned} M_{KL} (-) &= 0.75 ((1.4 * -989.58) + (1.7 * -512.49) + (1.87 * 1,703.03)) \\ &= 3,197.41 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{LK} (-) &= 0.75 ((1.4 * 1,245.00) + (1.7 * 703.21) + (1.87 * 1,045.01)) \\ &= 6,474.47 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$M_{KL} (+) = (1.4 * 666.53) + (1.7 * 365.59) = 1,554.65 \text{ kg-m}$$

Momentos últimos en vigas segundo nivel (kg-m).

$$M_{AB} (-) = 0.75 ((1.4 * 642.02) + (1.7 * -190.58) + (1.87 * -14.52))$$

$$= -451.50 \text{ kg-m}$$

$$M_{BA} (-) = 0.75 ((1.4 * 1,785.93) + (1.7 * 160.22) + (1.87 * 1,423.96))$$

$$= 3,026.61 \text{ kg-m}$$

$$M_{AB} (+) = (1.4 * 471.94) + (1.7 * 104.61) = 838.55 \text{ kg-m}$$

Momentos últimos columnas primer nivel (kg-m).

$$M_{1K} (-) = 0.75 ((1.4 * 210.16) + (1.7 * 130.74) + (1.87 * -3,872.48))$$

$$= -5,043.79 \text{ kg-m}$$

$$M_{K1} (-) = 0.75 ((1.4 * 388.80) + (1.7 * 217.15) + (1.87 * -2,490.23))$$

$$= -2,807.44 \text{ kg-m}$$

Momentos últimos columnas segundo nivel (kg-m)

$$M_{KA} (-) = 0.75 ((1.4 * 623.38) + (1.7 * 277.48) + (1.87 * -925.23))$$

$$= -289.30 \text{ Kg-m}$$

$$M_{AK} (-) = 0.75 ((1.4 * 488.40) + (1.7 * 131.98) + (1.87 * -1,803.73))$$

$$= -1,848.64 \text{ Kg-m}$$

Figura 17. Diagrama de momentos últimos vigas (kg-m) marco dúctil eje (x)

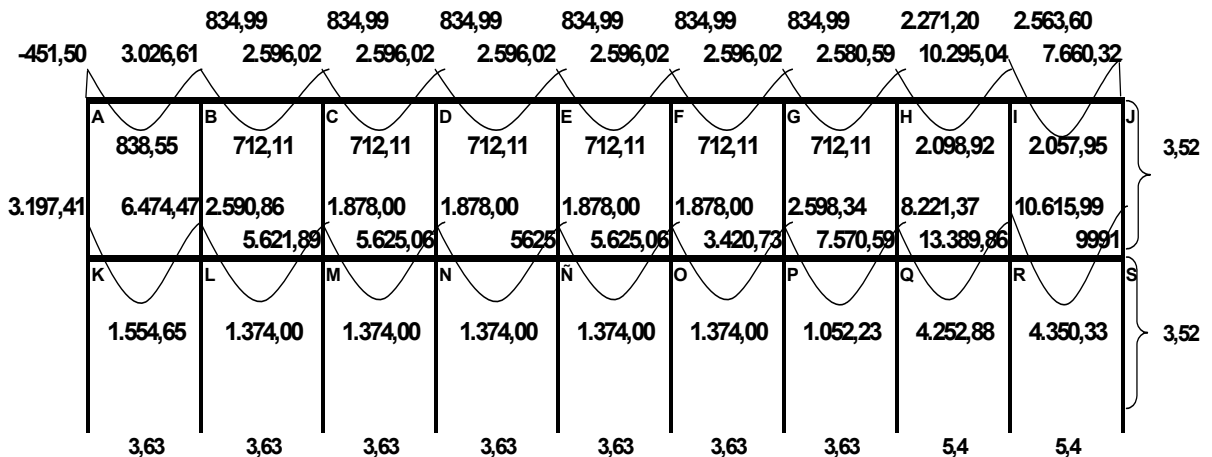


Figura 18. Diagrama de momentos últimos columnas (kg-m) marco dúctil eje (x)

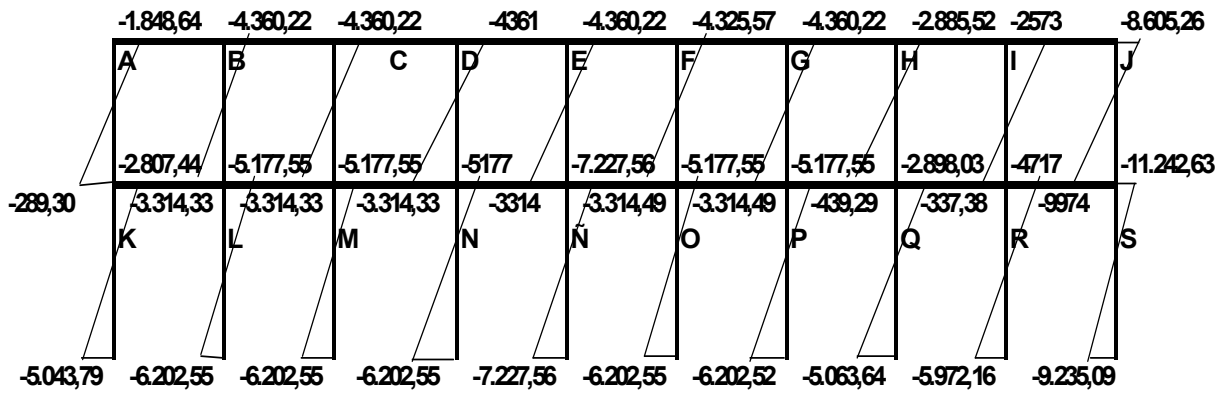


Figura 19. Diagrama de cortes últimos vigas (kg-m) marco dúctil eje (x)

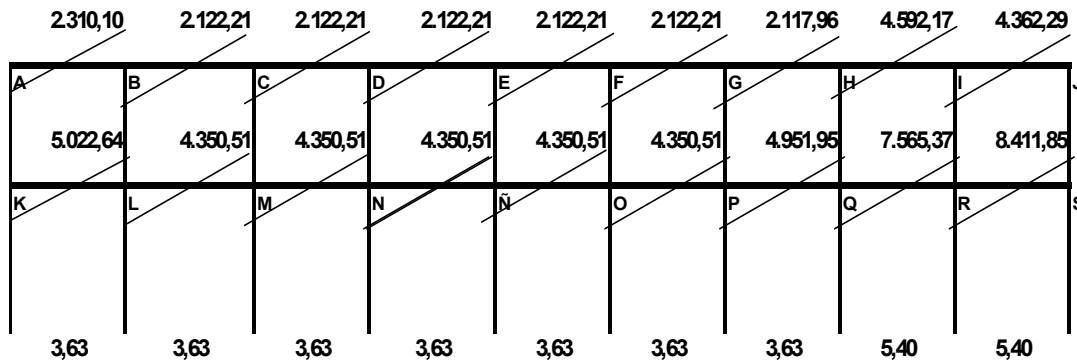


Figura 20. Diagrama de cortes últimos columnas (kg-m) marco dúctil eje (x)

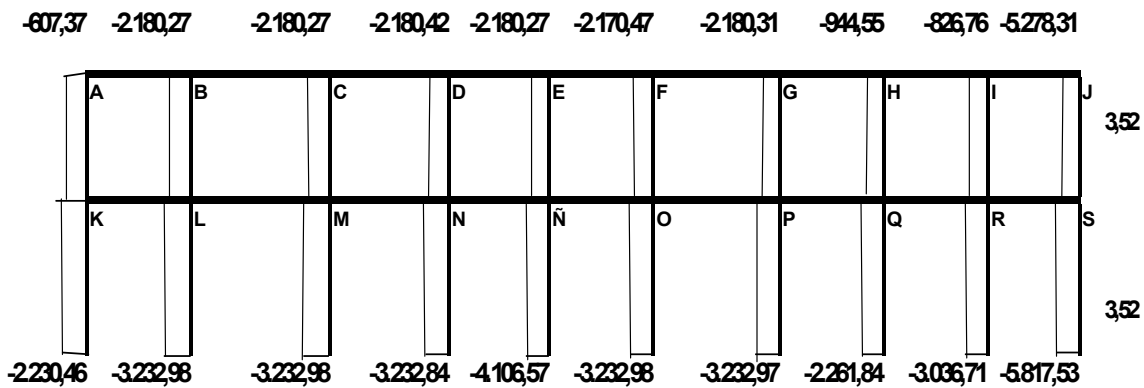


Figura 21. Diagrama de momentos últimos vigas (kg-m) marco dúctil eje (y)

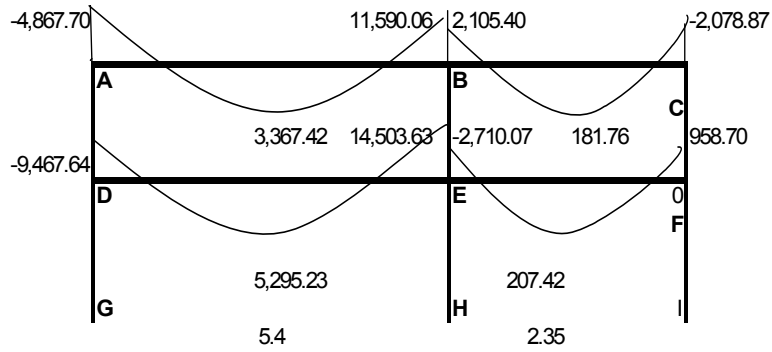


Figura 22. Diagrama de momentos últimos columna (kg-m) marco dúctil eje (y)

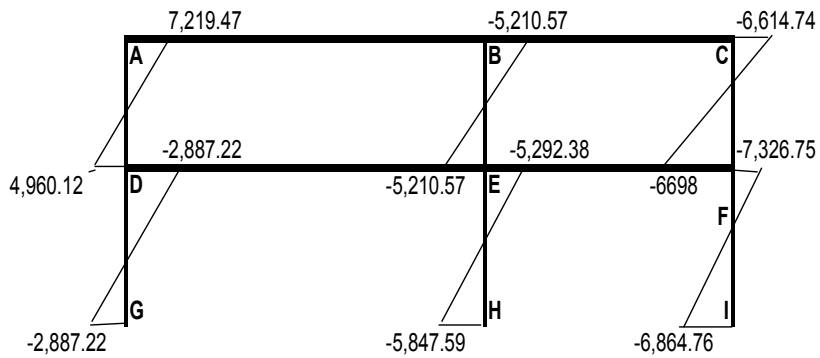


Figura 23. Diagrama de cortes últimos vigas (kg-m) marco dúctil eje (y)

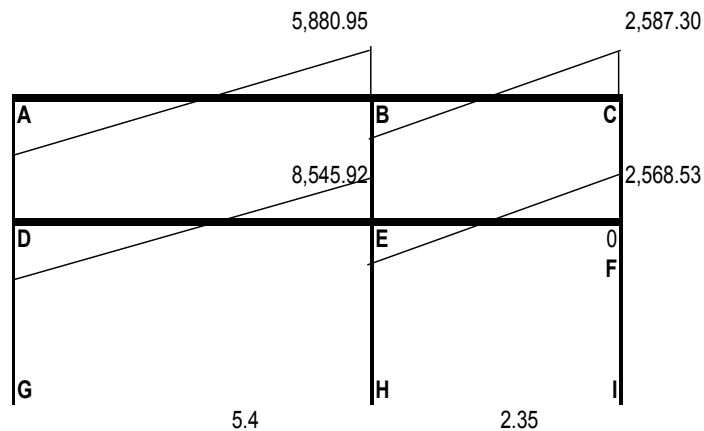
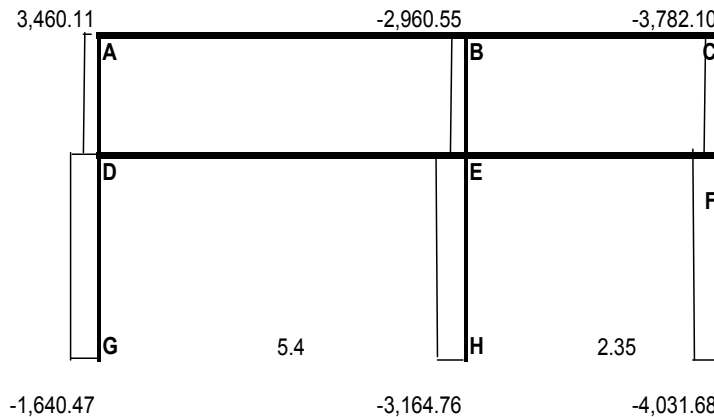


Figura 24. Diagrama de cortes últimos columna (kg-m) marco dúctil eje (y)



2.2.3.3 Dimensionamiento de elementos

2.2.3.3.1 Diseño de losas

En la figura 24, se muestra la planta de losas nivel 1, que es la más crítica por ser la que tendrá el mayor movimiento y estancia de personas, el espesor de la losa se calculó en apartado correspondiente 2.2.3.1.3 $t = 0.12$ m. La relación $m = a/b$, define si la losa trabaja en uno o dos sentidos, cuando el resultado es menor de 0.50, la losa trabaja en un sentido y mayor de 0.50, trabaja en dos sentidos.

Ahora se procede a calcular la carga última (C_u) que está dado por la fórmula siguiente:

$$C_u = 1.4 C_m + 1.7 C_v$$

$$C_m = (\text{peso específico concreto} \cdot \text{espesor}) + \text{acabados} + \text{sobrecarga}$$

$$C_m = (2,400 \text{ kg./m}^3 \cdot 0.12 \text{ m}) + 75 \text{ kg./m}^2$$

$$C_m = 363. \text{ Kg/m}^2$$

$$C_{mu} = 1.4 (363 \text{ kg/m}^2) = 508.2 \text{ kg/m}^2$$

$C_v = 300 \text{ kg/m}^2$ aula y 400 kg/m^2 pasillo.

$C_{vu} = 1.7 (300 \text{ kg/m}^2) = 510.00 \text{ kg/m}^2$ aula.

$C_{vu} = 1.7 (400 \text{ kg/m}^2) = 680.00 \text{ kg/m}^2$ pasillo.

Aula

$\text{Cut} = 1.4 (363 \text{ kg/m}^2) + 1.7 (300 \text{ kg/m}^2)$

$= 1,018.2 \text{ kg/m}$ franja unitaria 1 m.

Pasillo

$\text{Cut} = 1.4 (363 \text{ kg/m}^2) + 1.7 (400 \text{ kg/m}^2) = 1,188.2 \text{ kg/m}$ franja unitaria 1 m.

Método 3 de ACI

C = coeficiente de tablas ACI 318-99

a = lado corto en metros

b = lado largo en metros

Planta de losas

Figura 25. Planta de distribución de losas.

2,35	losa 10	losa 11	12	13	14	15	16	17	18
5,4	losa 1	losa 2	3	4	5	6	7	8a	9a
								8	9
	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	5,4	5,4

Losa 1 Nivel 1

Caso 4

$$m = a/b = 3.63 \text{ m} / 5.40 \text{ m} = 0.65$$

$$Ma^+ = Ca^+ Cvu a^2 + Ca^+ Cmu a^2$$

$$Ma^+ = 0.062 (680.00 \text{ kg/m}) (3.63 \text{ m})^2 + 0.050 (508.2 \text{ kg/m}) (3.63 \text{ m})^2 \\ = 890.36 \text{ kg-m}$$

$$Ma^- = Ca^- Cut a^2 = 0.085 (1,188.2 \text{ kg-m}) (3.63 \text{ m})^2 = 1,330.83 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = Cb^+ Cvu b^2 + Ca^+ Cmu b^2$$

$$Mb^+ = 0.011(680.00 \text{ kg/m}) (5.40 \text{ m})^2 + 0.009 (508.20 \text{ kg/m}) (5.4 \text{ m})^2 \\ = 351.49 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = Cb^- Cut b^2 = 0.015 (1,188.20 \text{ kg-m}) (5.4 \text{ m})^2 = 519.72 \text{ kg-m}$$

$$Mb = Cb^- Cut b^2 = 351.49 \text{ kg-m} / 3 = 117.16 \text{ kg - m}$$

Losa 10 Nivel 1

Caso 4

$$M (-) = (Cu L^2) / 14$$

$$M (-) = 1,018.20 \text{ kg/m} * (2.35 \text{ mt})^2 / 14 = 401.56 \text{ kg-m}$$

$$M (+) = (Cu L^2) / 10$$

$$M (+) = 1018.20 \text{ kg/m} * (2.35 \text{ mt})^2 / 10 = 562.30 \text{ kg-m}$$

Este procedimiento se aplica en las losas restantes, dando como resultado los momentos significativos y críticos para el cálculo de acero a utilizar.

En la unión de losas, se encontrarán momentos actuantes con diferentes valores, por lo que habrá que balancear los momentos por el método de rigideces.

$$K1 = 1 / L1$$

$$K2 = 1 / L2$$

D1 factor de distribución

$$D1 = K1 / K1 + K2$$

$$D2 = K2 / K1 + K2$$

Mb = Momento balanceado

$$Mb = M1 + ((M2 - M1) * D1) = M2 - ((M2 - M1) * D2)$$

Cálculo del peralte (d)

$$d = t - \text{rec.} = 12 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm} = 9.5 \text{ cm}$$

Cálculo del límite de acero

$$A_{s_{\min}} = (14.1 / f_y) b * d$$

$$A_{s_{\min}} = (14.1 / 4200 \text{ kg./cm}^2) 100 \text{ cm} * 9.5 \text{ cm} = 3.19 \text{ cm}^2$$

Usando la varilla No. 3 con área 0.71cm² se calcula el espaciamiento

$$S = 0.71 \text{ cm}^2 (100 \text{ cm}) / 3.19 \text{ cm}^2 = 22.25 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo esta dado por la expresión

$$S_{\max} = 2 t = 2 (12 \text{ cm}) = 24 \text{ cm} ; \text{ es } > \text{ s de } A_{s_{\min\text{imo}}}$$

Por lo que el espaciamiento máximo será 24 cm

Calcular el momento que resiste el área de acero mínimo = 3.19 cm²

$$M_{A_{s_{\min\text{ima}}}} = A_{s_{\min\text{ima}}} f_y \phi \left\{ d - \frac{A_{s_{\min\text{ima}}} f_y}{1.7 f'c b} \right\}$$

$$= 0.90(3.19 \text{ cm}^2(4200 \text{ kg/cm}^2)) ((9.5 \text{ cm} - 3.19 \text{ cm}^2 (4200 \text{ kg/cm}^2) / 1.7(281 \text{ kg/cm}^2 (100 \text{ cm})))$$

$$M_{A_{s_{\min\text{ima}}}} = 1,111.71 \text{ kg.-m}$$

El acero mínimo 3.19 cm², no cubre todos los momentos de las losas, por lo que se tiene que hacer el cálculo para los momentos mayores, los resultados se muestran en tablas No.VI y VII.

Tabla VII. Resumen área y separación de acero en losas, sentido (x)

LOSAS	MOMENTO Kg-m	ÁREA DE ACERO cm*2	ÁREA DE VARILLA No. 3 cm*2	SEPARACIÓN cm
losa 1-2	1315.17	3.79	0.71	0.189
losa 2-3	1299.51	3.74	0.71	0.189
losa 8-9	1489.86	4.31	0.71	0.1648
losa 10-11	563.5	1.86	0.71	0.44

El armado de losa en el sentido (x), será con varilla No. 3 y espaciamiento a cada 0.16 m

Tabla VIII. Resumen área y separación de acero en losas, sentido (y)

LOSAS	MOMENTO Kg-m	ÁREA DE ACERO cm*2	ÁREA DE VARILLA No. 3 cm*2	SEPARACIÓN cm
losa1-10	315.38	0.88	0.71	0.88
losa 2-11	1078.32	3.08	0.71	0.23
losa 8a-17	585.18	1.65	0.71	0.43
losa 9a-18	594.45	1.68	0.71	0.42

El armado de losa en el sentido (y), será con varilla No. 3 y espaciamiento a cada 0.23 m

Cargas para diseño de escaleras

Carga Muerta (CM)

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

$$T = 0.15 \text{ mts espesor de losa}$$

$$C = 0.15 \text{ mt contrahuella}$$

$$CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$$

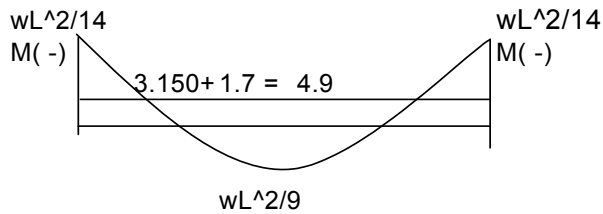
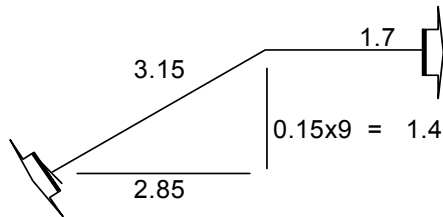
$$\begin{aligned} PP(\text{escalera}) &= W_u (t + c/2) \\ &= 2,400 \text{ kg/m}^3 (0.15 \text{ m} + .15/2 \text{ m}) = 540 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$PP (\text{ acabados}) = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 540 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 411 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{No. de escaleras} = 3.10/0.15 = 20 \text{ escalones}$$



Integración de carga

CM

$$\text{PP escaleras} = 1.4 (540 \text{ kg/m}^2) = 756 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{PP acabados} = 1.4 (60 \text{ kg/m}^2) = 84 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 840 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 1.7 (411 \text{ kg/m}^2) = 700 \text{ kg/m}^2$$

$$Wu = 1,540 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos

$$M(-) = WuL^2 / 14 = 1,540(4.85)^2 / 14 = 2,587.48 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = WuL^2 / 9 = 1,540 (4.85)^2 / 9 = 4,024.96 \text{ kg-m}$$

Cálculo de Área de acero

$$As(+) = bd - \left((bd)^2 - M b / 0.003825 f'c \right)^{1/2} * 0.85 f'c / fy$$

$$= (100 * 12.5) - \left((100 * 12.5)^2 - 4024.96 * 100 / 0.003825 * 281 \right)^{1/2} * 0.85 * 281 / 4200$$

= 9.09 cm² se propone 2 No. 5 corrido + 2 No.5 y 1 No.4 centro

As(-) = 5.70 cm² Se propone 2 No. 5

Límite de acero

$$As_{\text{mínimo}} = 14.1 \text{ bd} / f_y = 14.1 (100 \cdot 12.5) / 4200 = 4.19 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0.85 \beta_1 (0.003 / f_y / E_s + 0.003) \cdot f'c / f_y$$

$$= 0.85 (0.85) (0.003 / (4200 / 2.063 \times 10^6) + 0.003) \cdot 281 / 4200$$

$$= 0.0286$$

$$As_{\text{max}} = 0.5 \rho \text{ bd} = 0.5 \cdot 0.0286 \cdot 100 \cdot 12.5 = 17.87 \text{ cm}^2$$

Acero de temperatura

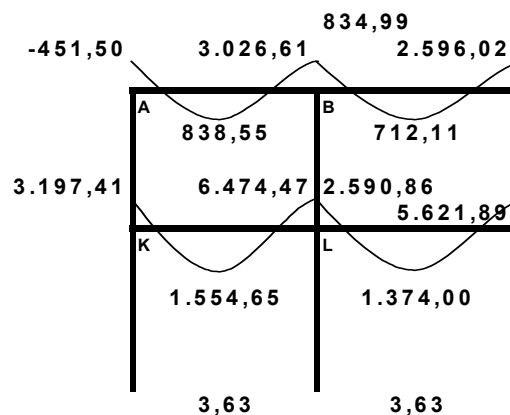
$$As = 0.002 \text{ bt} = 0.002(100) (15) = 3 \text{ cm}^2 \text{ debe de colocar en sentido contrario al calculado con los M}$$

$$\text{Espaciamiento máximo } 3t = 3 (0.15) = 0.45 \text{ cm}$$

2.2.3.3.2 Diseño de viga

En la figura 26 se muestran los momentos que actúan en el tramo de las vigas, dato importante para efectuar el diseño de las mismas

Figura 26. Sentido (x-x) tramo KL primer nivel



$$M_k = 3,197.41 \text{ kg-m}$$

$$M_L = 6,474.47 \text{ kg - m}$$

$$M (+) = 1,554.65 \text{ kg -m}$$

Momentos a Eje

Peralte efectivo de la viga es

$$d = 0.30 - 0.04 \text{ m} = 0.26 \text{ m}$$

$$A_{s_{\min}} = (14.1 / f_y) b * d$$

$$A_{s_{\min}} = (14.1 / 4,200 \text{ kg./cm}^2) 20\text{cm} * 26 \text{ cm} = 1.75 \text{ cm}^2$$

Encontrando (ρ) balanceado con la ecuación

$$\begin{aligned} \rho_{\text{bal}} &= 0.50 ((0.003 * E_s (0.85)^2 f'c) / ((f_y + (0.003 * E_s) * f_y)) \\ &= 0.50 ((0.003 * 2.1 * 10^6) (0.85)^2 (281 \text{kg/cm}^2) / (4,200 \text{ kg/cm}^2) + \\ &\quad (0.003) (2.1 * 10^6) 4,200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0.015$$

$$\text{Acero máximo} = \rho_{\text{bal}} b d = (0.015) (26\text{cm})(20\text{cm}) = 7.80 \text{ cm}^2$$

El acero requerido se obtiene por la ecuación siguiente.

$$A_{s_k} = ((bd) - ((bd)^2 - (M * b) / (0.003825 * f'c))^{1/2} * (0.85) (f'c / f_y))$$

$$A_s = (26\text{cm} * 20\text{cm}) - ((26\text{cm} * 20\text{cm})^2 - (3,197.41 \text{ kg-m} * 20\text{cm}) / 0.003825 * 281 \text{kg/cm}^2)^{1/2} * 0.85 (281 \text{kg/cm}^2 / 4,200 \text{ kg/cm}^2)$$

$$A_{s_k} = 3.45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_l} = ((bd) - ((bd)^2 - (M * b) / (0.003825 * f'c))^{1/2} * (0.85) (f'c / f_y))$$

$$A_{s_L} = (26\text{cm} * 20\text{cm}) - ((26\text{cm} * 20\text{cm})^2 - (6,474.47 \text{ kg-m} * 20\text{cm}) / 0.003825 * 281 \text{kg/cm}^2)^{1/2} * 0.85 (281 \text{kg/cm}^2 / 4200 \text{ kg/cm}^2)$$

$$A_{s_L} = 7.54 \text{ cm}^2$$

Para el momento positivo.

$$A_s = 1.62 \text{ cm}^2$$

Distribución del acero a utilizar en la viga

a) Cama superior

$$A_{s \text{ mínimo}} = 1.75 \text{ cm}^2$$

33% de acero encontrado para momento negativo mayor

$$= 0.33 (7.54 \text{ cm}^2) = 2.49 \text{ cm}^2$$

usar 2 varillas No. 5 = $2 (1.98) = 3.96 \text{ cm}^2$ corridos y

usar 2 varillas No. 5 = $2 (1.98) = 3.96 \text{ cm}^2$ bastón en extremo de (L)

b) Cama inferior

$$A_{s \text{ mínimo}} = 1.75 \text{ cm}^2$$

50% de acero encontrado para momento positivo = $0.50 (1.61 \text{ cm}^2)$

$$= 0.81 \text{ cm}^2$$

50% de acero encontrado para momento negativo mayor = $0.50 (7.54 \text{ cm}^2)$

$$= 3.77 \text{ cm}^2$$

usar 2 varillas No. 6 = $2 (2.85) = 5.70 \text{ cm}^2$ corridos

El área de acero faltante, tanto en la cama superior e inferior, se colocan como bastones.

$A_s (\text{bastón}) = A_s \text{ requerido} - A_{s \text{ min}} \text{ corrido}$

$$A_s (\text{bastón}) = 7.54 \text{ cm}^2 - 3.96 \text{ cm}^2 = 3.58 \text{ cm}^2$$

$$= 2 \text{ No. 5} = 2 (1.98) = 3.96 \text{ cm}^2$$

El mismo proceso de cálculo se aplica para los otros tramos, tanto nivel 1 como nivel 2, en los dos ejes (x) (y).

Refuerzo a corte

El refuerzo transversal (estribos), se calcula utilizando los cortes actuantes.

Tramo K L

$$V_a = 5,022.60 \text{ kg}$$

Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 (f'c)^{1/2} b d$$

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 (281 \text{ kg/cm}^2)^{1/2} (26 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm}) = 3,926.91 \text{ kg}$$

La longitud de confinamiento en la viga, debe estar a una distancia por lo menos el doble del peralte efectivo de la viga, medidos a partir del rostro de la columna.

$$L_o = 2 d = 2 (0.26 \text{ m}) = 0.52 \text{ m}$$

Debe seguirse las siguientes recomendaciones:

El primer estribo debe estar situado a no más de 5 centímetros de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento máximo de los estribos en zona confinado no debe exceder de: $d/4$, $d/2$, $8 \varnothing$ varilla longitudinal, $24 \varnothing$ varilla transversal,

$$S_{\max} = d/2 \text{ parte central y}$$

$$d/4 \text{ en los extremos}$$

$$\text{Parte central} = 26 \text{ cm} / 2 = 13 \text{ cm}$$

$$\text{Parte extremos} = 26 \text{ cm} / 4 = 7 \text{ cm}$$

Figura 27. Armado final de la viga

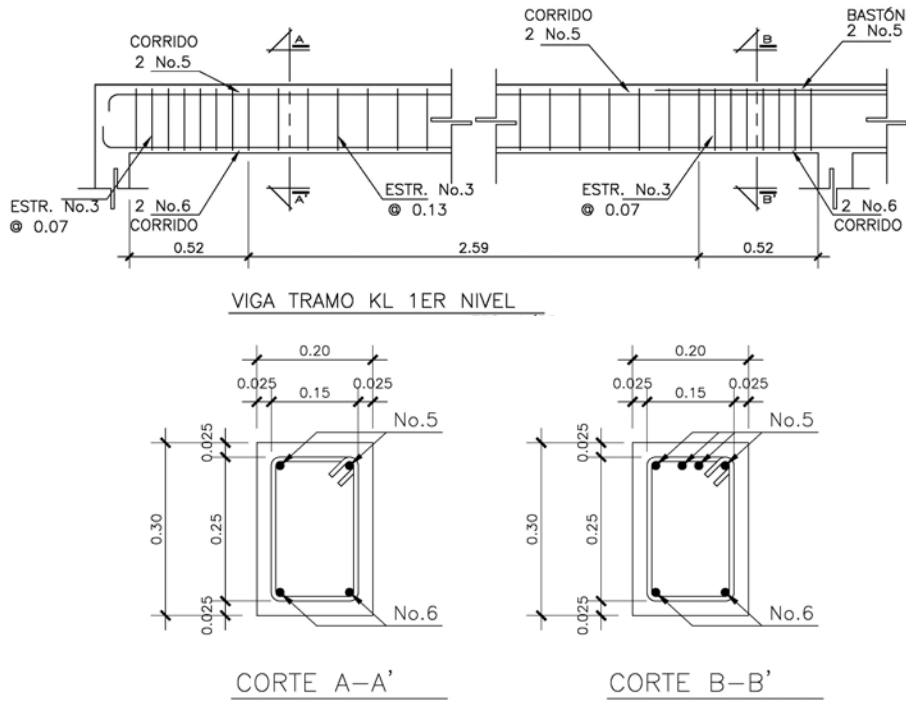


Tabla IX. Resumen de acero de refuerzo viga marco (B) eje (x)

PRIMER NIVEL	
Momentos (kg-m)	As requerido (cm*2)
(-) 3197,41	3,45
(-) 6474,47	7,54
(+) 1554,65	1,62
(-) 5621,89	6,41
(-) 2590,86	2,76
(+) 1374	1,43
(-) 2598,34	2,77
(-) 7570,58	9,09
(+) 1052,23	1,09
(-) 8221,37	10,07
(-) 13389,86	21,26
(+) 4252,88	4,7
(-) 10615,99	14,2
(-) 9991	13,03
(+) 4350,33	4,81

SEGUNDO NIVEL	
Momentos (kg-m)	As requerido (cm*2)
(-) 451,5	0,46
(-) 3026,61	3,26
(+) 838,55	0,86
(-) 834,99	0,86
(-) 2596,02	2,77
(+) 712,11	0,73
(-) 2271,2	2,41
(-) 10295,04	13,59
(+) 2098,92	2,22
(-) 2563,6	2,73
(-) 7660,32	9,23
(+) 2057,95	2,17

2.2.3.3.3 Diseño de columna

Las columnas son elementos estructurales que soportan esfuerzos de compresión y momentos flexionantes, por la carga actuante de losas, vigas y acabados, su refuerzo principal son barras longitudinales, colocadas en sentido paralelo a aplicación de la carga se debe tener cuidado en el análisis de su esbeltez y en el desarrollo de diseño, debe observarse como se clasifica.

Datos:

$$\text{Sección de la columna} = 0.35\text{m} * 0.35\text{m}$$

$$M_x = 11,242.63 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 7,326.75 \text{ kg-m}$$

$$V_a = 3,782.10 \text{ kg}$$

$$\text{Longitud efectiva (Lu)} = 3.22 \text{ m}$$

$$\text{Área tributaria} = 20.93 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga axial (Pu)} = (\text{área tributaria} * C_u) + \text{Peso viga} * F_{cu}$$

$$\text{carga última (Cu)} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

Nivel 2

$$C_u = 1.4 (0.12\text{m} * 2400\text{kg/m}^3 + 50 \text{ kg/m}^2 + 1.7 (100 \text{ kg/m}^2)) = 643.20 \text{ kg/m}^2$$

Nivel 1

$$C_u = 1.4 (0.12\text{m} * 2400\text{kg/m}^3 + 50 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 1.7 (300 \text{ kg/m}^2)) \\ = 1,123.20 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u \text{ total} = 1,766.40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso viga} = 0.20\text{m} (0.30\text{m}) 2400\text{kg/m}^3 (8.05\text{m}) = 1,029.60 \text{ kg}$$

F_{cu} = factor de carga última

$$F_{cu} = C_u / \text{CM} + \text{CV}$$

$$F_{cu} = 1,766.40 \text{ kg/m}^2 / 776 \text{ kg/m}^2 + 400 \text{ kg/m}^2 = 1.50$$

$$P_u = (20.93 \text{ m}^2 * 1,766.40 \text{ kg/m}^2) + (1,029.60 \text{ kg} * 1.50) = 38,506.78 \text{ kg}$$

Según ACI, las columnas se clasifican por su relación de esbeltez (E) en :

- a) cortas si $E < 21$
- b) Intermedias si $21 \leq E \leq 100$
- c) Largas si $E > 100$

Relación de esbeltez (E); si las columnas son consideradas cortas se deben diseñar con los momentos últimos, si son intermedias se deben magnificar los momentos últimos y si son largas no se construyen.

La esbeltez se calcula con la relación

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

K factor de pandeo

L_u = Longitud entre apoyos 3.22 m

R radio de giro = 0.3 * lado menor

Para $\psi_{\text{promedio}} < 2$

$$K = ((20 - \psi_{\text{promedio}}) / 20 * 1 + \psi_{\text{promedio}})^{1/2}$$

Para $\psi_{\text{promedio}} \geq 2$

$$K = 0.90 (1 + \psi_{\text{promedio}})^{1/2}$$

$\psi = \frac{\text{suma rigideces de columnas que se unen en el nodo considerado}}{\text{Suma rigideces de vigas que se unen en el nodo considerado}}$

Suma rigideces de vigas que se unen en el nodo considerado

$$\text{Inercia de columnas} = (1/12)(35\text{cm})(35\text{cm})^3 = 125,052.08\text{cm}^4$$

$$\text{Inercia de vigas} = (1/12)(20\text{cm})(30\text{cm})^3 = 45,000\text{cm}^4$$

La esbeltez de la columna sentido (x)

$$\psi_A = (125,052.00\text{cm}^4/322\text{cm}) / (45,000\text{cm}^4/363\text{cm}) + (45,000\text{cm}^4/363\text{cm}) \\ = 1.57$$

$$\psi_B = ((125,052.00\text{cm}^4/322\text{cm}) + (125,052.08\text{cm}^4/322\text{cm})) / ((45,000\text{cm}^4/363\text{cm}) \\ + (45,000\text{cm}^4/363\text{cm})) \\ = 3.13$$

$$\psi_{\text{promedio}} = (3.13 + 1.57) / 2 = 2.35 \text{ en vista que es } \geq \text{ de } 2$$

Para $\psi_{\text{promedio}} \geq 2$

$$K = 0.90 (1 + \psi_{\text{promedio}})^{1/2}$$

$$K = 0.90 (1 + 2.35)^{1/2} = 1.65$$

ESBELTEZ

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

$$E = (1.65 * 3.22) / (0.30 * 0.35) = 50.60 \text{ es entonces columna intermedia}$$

La esbeltez de la columna sentido (y)

$$\psi_A = (125,052.08\text{cm}^4/322\text{cm}) / (45,000\text{cm}^4/205\text{cm}) + (45,000\text{cm}^4/510\text{cm}) \\ = 1.26$$

$$\psi_B = (125,052.08\text{cm}^4/322\text{cm}) + (125,052.08\text{cm}^4/322\text{cm}) / ((45,000\text{cm}^4/205\text{cm}) \\ + (45,000\text{cm}^4/510\text{cm})) \\ = 2.52$$

$$\psi_{\text{promedio}} = (2.52 + 1.26) / 2 = 1.89 \text{ en vista que es } < \text{ de } 2$$

Para $\psi_{\text{promedio}} < 2$

$$K = ((20 - \psi_{\text{promedio}}) / 20) * (1 + \psi_{\text{promedio}})^{1/2}$$

$$K = ((20 - 1.89) / 20) / (1 + 1.89)^{1/2} = 1.55$$

$$E = (1.55 * 3.22) / (0.30 * 0.35) = 47.53 \text{ es entonces columna intermedia}$$

Por ser columnas intermedias, deben magnificarse los momentos.

$$\delta = 1 / (1 - (P_u / (\phi P_{cr}))) \text{ cuando es } \geq 1 \quad \phi = 0.70 \text{ si se usan estribos}$$
$$\phi = 0.75 \text{ si se usan zunchos}$$

$$P_{cr} = ((\pi)^2 EI) / (K * L_u)^2$$

$$EI = ((E_c * I_g) / 2.5) / (1 + B_d)$$

B_d = momento máximo de carga muerta / momento máximo último

Sentido (x-x)

$$E_c = 15,100(281\text{kg/cm}^2)^{1/2} = 253,122.12 \text{ kg/cm}^2$$

$$B_d = 776 \text{ kg-m} / 11,242.63 \text{ kg-m} = 0.069$$

$$EI = ((253,133.12 \text{ kg/cm}^2 * 125,052.08\text{cm}^4)2.5 / (1 + 0.069))$$
$$= 1.18 * 10^{10} \text{ kg-cm}^2$$

$$P_{cr} = ((\pi)^2 1.18 * 10^{10} \text{ kg-cm}^2) / (1.65 * 322\text{cm})^2 = 4.14 * 10^9 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (38,506.78\text{kg} / (0.70 * 4.14 * 10^9 \text{ kg}))) = 1.00$$

$$M_{dx} = \delta M_x$$

$$M_{dx} = 1.00 (11,242.63 \text{ kg-m}) = 11,242.63 \text{ kg-m}$$

Sentido (y-y)

$$B_d = 776 \text{ Kg.-m} / 7326.75 \text{ Kg.-m} = 0.1059$$

$$EI = ((253,133.12 \text{ kg/cm}^2 * 125,052.08\text{cm}^4)2.5 / (1 + 0.1059))$$
$$= 1.14 * 10^{10} \text{ kg-cm}^2$$

$$P_{cr} = ((\pi)^2 1.14 * 10^{10} \text{ kg-cm}^2) / (1.55 * 322\text{cm})^2 = 4.52 * 10^9 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (38,506.78 / (0.70 * 4.52 * 10^9 \text{ kg}))) = 1.01$$

$$M_{dy} = \delta M_y$$

$$M_{dy} = 1.01 (7,326.75 \text{ Kg.-m}) = 7326.75 \text{ Kg.-m}$$

Cálculo de acero longitudinal

Se aplicará el método de carga inversa, que es un método simple y aproximado desarrollado por Bresler.

$$1/P'u = 1/P'x + 1/P'y + 1/P'o$$

$P'u$ = valor aproximado de la carga última a una excentricidad

$P'x = K'x * f'c$ sección del elemento

= carga última que resiste la columna en la excentricidad e_y ($e_x = 0$)

$P'y = K'y * f'c$ sección del elemento

= carga última que resiste la columna en la excentricidad e_x ($e_y = 0$)

$P'o = 0.70 ((0.85 * f'c * \text{área gruesa}) + \text{área de acero} * f_y)$

= carga última axial que resiste la columna o la carga concéntrica que resiste la misma ($e_x = 0, e_y = 0$)

K_x y K_y , coeficientes que se obtiene del diagrama de interacción.

Si $P'u > P_u$ el armado es correcto, de lo contrario aumentar el área de acero.

Datos de la columna

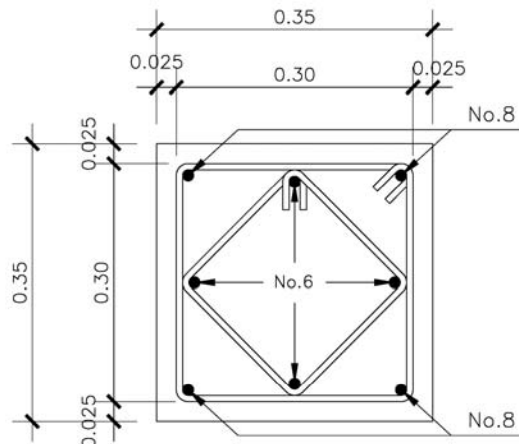
$P_u = 38,506.78 \text{ kg}$

$M_{dx} = 11,242.63 \text{ kg-m}$

$M_{dy} = 7,326.75 \text{ kg-m}$

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

$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^3$



COLUMNA

ESC. 1/10

Calculando el límite de acero

$$1 \% Ag \leq As \leq 6 \% Ag$$

$$As_{\min} = 0.01 (35\text{cm} * 35\text{cm}) = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$As_{\max} = 0.06 (35\text{cm} * 35 \text{ cm}) = 73.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{En éste caso se propone 4 varillas No. 8} = 4(5.07\text{cm}^2) = 20.28 \text{ cm}^2$$

$$4 \text{ varillas No. 6} = 4(2.85\text{cm}^2) = 11.40 \text{ cm}^2$$

$$\text{total} = 31.68 \text{ cm}^2$$

Método de Bresler

Valor de la gráfica

$$Y'x = dx / hx = 24 \text{ cm} / 35 \text{ cm} = 0.97$$

$$Y'y = dy / hx = 24 \text{ cm} / 35 \text{ cm} = 0.97$$

Valor de la curva

$$\rho\mu = (As * fy) / (Ag * 0.85 * f'c)$$

$$= (31.68\text{cm}^2 * 4200\text{kg/cm}^3) / (1225\text{cm}^2 * 0.85 * 281\text{kg/m})$$

$$\rho\mu = 0.45$$

Excentricidades

$$ex = Mdx / Pu = 11,242.63 \text{ kg- m} / 38,506.78 \text{ kg.} = 0.29$$

$$ey = Mdy / Pu = 7,326.75 \text{ kg-m} / 38,506.78 \text{ kg.} = 0.19$$

Valores de diagonales

$$ex / hx = 0.29 / 0.35 = 0.82 \quad \text{por lo tanto según} \quad Kx = 0.30$$

$$ey / hx = 0.19 / 0.35 = 0.54 \quad \text{diagrama de interacción} \quad Ky = 0.45$$

Cálculo de cargas

$$P'x = Kx f'c Ag = 0.30 (281\text{kg/cm}^2) (35\text{cm} * 35\text{cm}) = 72,287.25 \text{ kg}$$

$$P'y = Ky f'c Ag = 0.45(0.70) (281\text{kg/cm}^2) (35\text{cm} * 35\text{cm}) = 108,430.88 \text{ kg}$$

$$P'_{o} = 0.70(0.85 f'_{c} A_{g}) + A_{s} f_{y}$$

$$P'_{o} = 0.70 (0.85 * (281\text{kg/cm}^2) (1,225\text{cm}^2)) + (31.68 \text{ cm}^2) (4200\text{kg/cm}^2) \\ = 292,656.34\text{kg}$$

Calculando P'_{u}

$$1/P'_{u} = 1/P'_{x} + 1/P'_{y} + 1/P'_{o}$$

$$1/P'_{u} = 1/72,287.25\text{kg.} + 1/108,430.88 \text{ kg.} + 1/292,656.34 \text{ kg.} \\ = 50,994.39 \text{ kg.}$$

Como $P'_{u} > P_{u}$

Se concluye que el área de acero propuesto soporta las cargas a que estará sometido el elemento.

Refuerzo a corte consistirá en estribos perpendiculares a la dirección de la carga axial, los cuales sirven para contrarrestar los esfuerzos de corte actuantes, tomando en cuenta que en una zona sísmica, deben asegurarse la ductilidad del elemento, por lo que se considera una longitud de confinamiento de estribos en los extremos de la columna.

Cálculo del acero transversal

Corte resistente:

$$V_{a} = 3,782.10 \text{ kg}$$

$$V_{R} = 0.85 * 0.53 (f'_{c})^{1/2} b d = 0.4505(281\text{kg/m})^{1/2} 35\text{cm} * 29\text{cm} = 7,665.03 \text{ kg}$$

$$V_{R} > V_{a} \quad 7,665.03 \text{ kg.} > 3,782.10 \text{ kg.}$$

Espaciamiento en zona no confinada:

$$S = d/2 = 29 \text{ cm}/2 = 14.5 \text{ cm,}$$

Se usará un espaciamiento de estribos de 14 cm

Confinamiento

$$L/6 = 3.22 \text{ m}/6 = 0.54 \text{ m}$$

Lado mayor de la columna 0.35 m

Usar $L_o = 0.54 \text{ m}$

Para estribos usar como mínimo varilla No. 3 (área de varilla 0.71 cm^2)

Cálculo de la relación volumétrica

$$\rho_s = 0.45 ((A_g / A_{ch}) - 1) (0.85 f'_c / f_y) \quad A_{ch} = dx * dy = 29\text{cm} * 29\text{cm} = 841\text{cm}^2$$

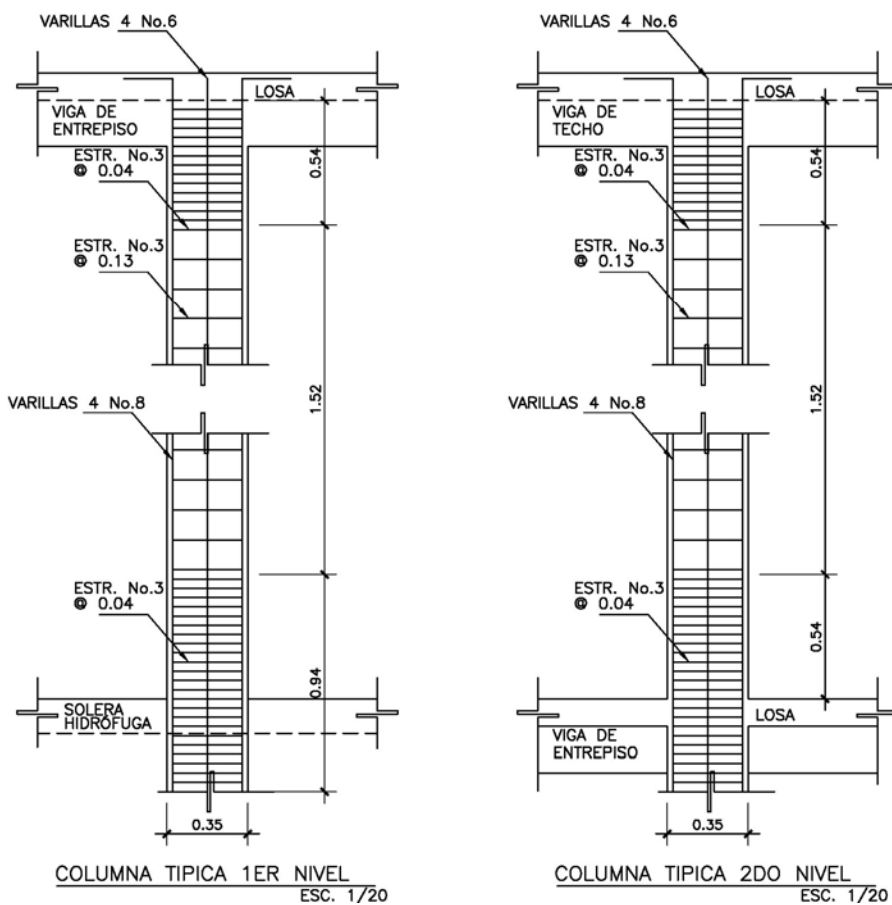
$$\rho_s = 0.45(1,225\text{cm}^2/841\text{cm}^2 - 1) (0.85(281\text{kg/m}) / 4,200\text{kg/cm}^3) = 0.0116$$

Cálculo de espaciamiento de estribos zona confinada

$$S_1 = 2 A_v / (s * L_e) = 2 (0.71\text{cm}^2) / (0.0116 * 29\text{cm}) = 4.13 \text{ cm}$$

El espaciamiento de los estribos debe ser de 4 cm, a una longitud de 0.54 m

Figura 28. Detalle de refuerzo a corte en columnas



2.2.3.3.4 Diseño de cimiento

El cimiento es la parte de la estructura, donde convergen todas las cargas de la estructura. Está destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará sobre ella, la cual transmitirá sobre el suelo las cargas en una forma estable y segura.

2.2.3.3.5 Diseño de zapata

Los datos que se usaron para el diseño de zapatas concéntricas son los siguientes

$$M_x = 9,235.09 \text{ kg. - m}$$

$$M_y = 6,864.76 \text{ kg-m}$$

$$P_u = 39,810.79 \text{ kg}$$

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

$$f_y = 4,200 \text{ kg /cm}^2$$

$$V_s = 17,160 \text{ kg/m}^2$$

$$Y'c = 2,400 \text{ kg/m}^2$$

$$Y's = 1,400 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 0.075\text{m}$$

$$\text{espesor de la zapata} = 0.40 \text{ m}$$

$$\text{cota de cimentación} = 1.00\text{m}$$

$$CM = 1,769 \text{ kg/cm}$$

$$CV = 810 \text{ kg/cm}$$

1) Factor de carga última

$$F_{cu} = ((1.4 CM) + 1.7 CV) / CM + CV$$

$$= (1.4(1,769 \text{ kg/cm}) + 1.7(810 \text{ kg/cm})) / (1,769 \text{ kg/cm} + 810 \text{ kg/cm})$$

$$= 1.50$$

2) Cargas de trabajo

$$P'_{u} = P_{u} / F_{cu} = 39,810.79 \text{ kg} / 1.50 = 26,540.53 \text{ kg.}$$

$$M'_{x} = M_{x} / F_{cu} = 9,235.09 \text{ kg.} \cdot \text{m} / 1.50 = 6,156.73 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M'_{y} = M_{y} / F_{cu} = 6,864.76 \text{ kg}\cdot\text{m} / 1.50 = 4,576.51 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

3) Predimensionamiento del área de zapata

$$A_z = (1.5 \cdot P'_{u}) / V_s = (1.5 (26,540.53 \text{ kg.})) / 17,600 \text{ kg/m}^2 = 2.32 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensiones de zapata (1.90m} \cdot \text{1.90m)} = 3.61 \text{ m}^2$$

4) Chequeo de presión sobre el suelo

$$S = S_x = S_y \text{ módulo de la sección} = 1/6 b h^2 = 1/6 (1.90\text{m}) (1.90\text{m})^2 = 1.14$$

$$P_{\text{total}} = P'_{u} + P_{\text{col}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P'_{u} = 26,540.53 \text{ kg}$$

$$P_{\text{col}} = ((0.35\text{m} \cdot 0.35\text{m}) (4.52\text{m}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) = 1,328.88 \text{ kg}$$

$$P_{\text{suelo}} = (1.00\text{m} \cdot 3.61\text{m}^2) (1,400 \text{ kg.} / \text{m}^2) = 5,054.00 \text{ kg.}$$

$$P_{\text{cimiento}} = (0.40\text{m}) (2,400 \text{ kg./m}^3)(3.61\text{m}^2) = 3,465.60 \text{ kg.}$$

$$P_{\text{total}} = 36,389.01 \text{ kg.}$$

Chequeo por la fórmula:

$$q_{\text{máximo}} = P / A_z + M'_{x} / S_x + M'_{y} / S_y$$

$$q_{\text{máximo}} = 36,389.01 \text{ Kg.} / 3.61 \text{ m}^2 + 6,156.73 \text{ Kg.}\cdot\text{m} / 1.14 + 4,576.51 \text{ Kg.}\cdot\text{m} / 1.14$$

$$q_{\text{máximo}} = 19,495.18 \text{ Kg.} / \text{cm}^2$$

Excede al valor soporte del suelo, aumentar área A_z

$$\text{segunda prueba con } A_z = 2.10 \text{ m} \cdot 2.10\text{m} = 4.41 \text{ m}^2$$

$$S = S_x = S_y \text{ módulo de la sección} = 1/6 b h^2 = 1/6 (2.10\text{m}) (2.10\text{m})^2 = 1.54$$

$$P = P'_{u} + P_{\text{col}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P'_{u} = 26,540.53 \text{ kg}$$

$$P_{\text{col}} = ((0.35\text{m} \cdot 0.35\text{m}) (4.52 \text{ m}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) = 1,328.88 \text{ kg}$$

$$P_{\text{suelo}} = (1.00\text{m} \times 4.41\text{m}^2) (1,400 \text{ kg./m}^2) = 6,174.00 \text{ kg.}$$

$$P_{\text{cimiento}} = (0.40\text{m}) (2,400 \text{ kg./m}^3)(4.41\text{m}^2) = 4,233.60 \text{ kg.}$$

$$P_{\text{total}} = 38,277.01 \text{ kg.}$$

Chequeo por la fórmula:

$$q_{\text{máximo}} = P / Az +- M'x / Sx + - M'y / Sy$$

$$q_{\text{máximo}} = 36,247.09 \text{ kg.} / 4.41 \text{ m}^2 + 6,156.73 \text{ kg.-m} / 1.54 + 4,576.51 \text{ kg.-m} / 1.54$$

$$q_{\text{máximo}} = 15,649.23 \text{ kg./cm}^2 < Vs$$

$$q_{\text{mínimo}} = 36,247.09 \text{ kg.} / 4.41 \text{ m}^2 - 6,156.73 \text{ kg.-m} / 1.54 - 4,576.51 \text{ kg.-m} / 1.54$$

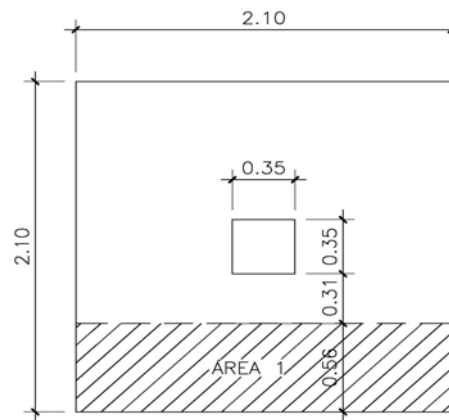
$$q_{\text{mínimo}} = 1,249.65 \text{ kg/cm}^2 > 0 \text{ cumple no existen presiones de tensión en el suelo.}$$

$$5) \text{ Presión última } q_u = q_{\text{max}} * F_{cu} = 15,649.23 \text{ kg./cm}^2 (1.50) = 23,473.84 \text{ kg./m}^2$$

6) Chequeo por corte simple

$$d = \text{espesor} - \text{recubrimiento} - \text{diámetro de varilla} / 2$$

$$d = 40 - 7.5 - 1.98\text{cm} / 2 = 31.51 \text{ cm}$$



ZAPATA CONCÉNTRICA
ESC. 1/25

Corte actuante

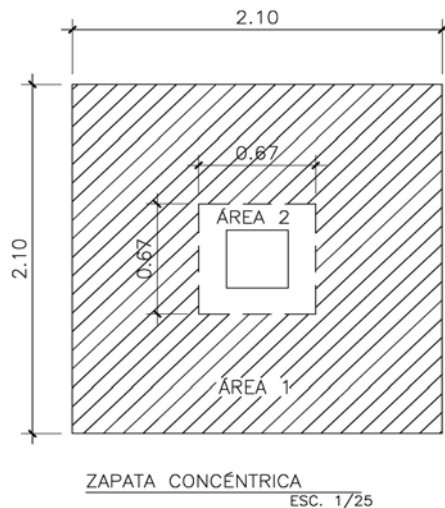
$$V_a = \text{Área } (q_u) = (2.10 \text{ m} * 0.56 \text{ cm}) (23,473.84 \text{ kg. /m}^2) = 27,605.24 \text{ kg.}$$

Valor cortante de concreto

$$V_r = 0.85 (0.53) (f'c)^{1/2} b d = 0.45 (281 \text{ kg/m}^2)^{1/2} 210 \text{ cm} (31.51 \text{ cm})$$
$$= 49,970.73 \text{ kg}$$

$V_a < V_r$ Si chequea por corte

7) Corte por punzonamiento



$$30 \text{ cm} + d = 35 \text{ cm} + 31.51 \text{ cm} = 66.51 \text{ cm}$$

$$V_a = (A_1 - A_2) q_u = ((2.10 \text{ m})^2 - (0.667 \text{ m})^2) (23,473.84 \text{ kg. /m}^2)$$
$$= 93,191.14 \text{ kg.}$$

$$V_r = 0.85 (1.06) (f'c)^{1/2} b_o d = 0.901 (281 \text{ kg/m}^2)^{1/2} (266.04 \text{ cm}) (31.51 \text{ cm})$$

$$V_r = 126,611.54 \text{ kg}$$

$V_a < V_r$

8) Diseño de refuerzo por flexión sentido (x)

$$M_u = q_u * L^2 / 2 = 23,473.84 \text{ kg/m}^2 (0.90 \text{ m})^2 / 2 = 10,563.23 \text{ kg} - \text{m}$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$d = 31.50 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mínimo}} = (14.1 / f_y)bd = ((14.1 / (4,200 \text{ kg/cm}^2)) / 31.51\text{cm}(100\text{cm}) = 10.57 \text{ cm}^2$$

Área requerido x-x

$$M_u = A_s f_y (d - A_s f_y / 1.7 (f'_c) b)$$

$$10,563.23 \text{ kg-m} = 0.90 A_s (4,200 \text{ kg/cm}^2) (31.51\text{cm} - A_s (4,200 \text{ kg/cm}^2)/1.7(281 \text{ kg/cm}^2) (100\text{cm}))$$

$A_s = 9.10 \text{ cm}^2$ Por lo tanto se usará el A_s mínimo

$$A_v = \text{área de varilla No.5} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{Espaciamiento } S = A_v/A_s = 1.98\text{cm}^2 / 10.57\text{cm}^2 = 0.18 \text{ m}$$

Sentido (y)

$$M_u = q_u * L^2/2 = 23,2473.84 \text{ kg/m}^2 (0.90 \text{ m})^2 / 2 = 10,563.23 \text{ kg-m}$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$d = 30.60\text{cm}$$

$$d_y = d_x - \text{diámetro}/2 - \text{diámetro } y / 2 = 31.51 - 1.98/2 - 1.98/2 = 29.53 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mínimo}} = (14.1 / f_y) b d = ((14.1 / (4,200 \text{ kg/cm}^2)) / 29.53 \text{ cm}(100\text{cm})) = 9.91 \text{ cm}^2$$

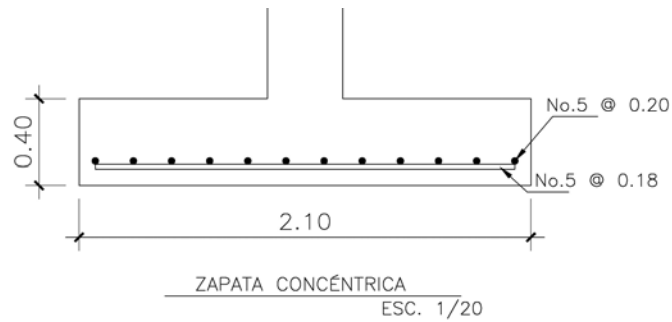
$$M_u = A_s f_y (d - A_s f_y / 1.7 (f'_c) b)$$

$$10,563.23 \text{ kg-m} = 0.90 A_s (4200 \text{ kg/cm}^2) (29.53\text{cm} - A_s (4200 \text{ kg/cm}^2)/1.7(281 \text{ kg/m}^2) (100\text{cm}))$$

$A_s = 9.75 \text{ cm}^2$ Por lo tanto se usará el A_s mínimo

$$A_v = \text{área de varilla No.5} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$S = 1.98\text{cm}^2 / 9.91\text{cm}^2 = 0.20 \text{ cm}$$



Zapata tipo 2 exéntrica

$$M_x = 9,235.09 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$P_u = 31,557.50 \text{ kg}$$

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

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

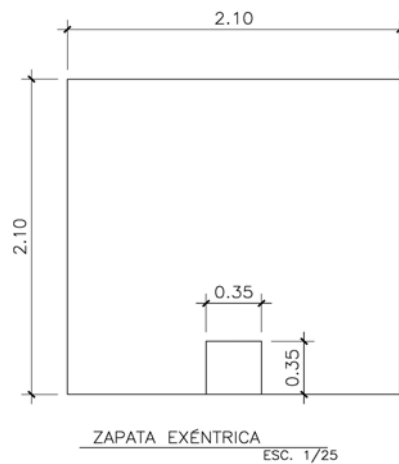
$$V_s = 17,160 \text{ kg/m}^2$$

$$Y'_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$Y'_s = 1,400 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 1,451 \text{ kg/cm}$$

$$CV = 950 \text{ kg/cm}$$



$$\begin{aligned}
 F_{cu} &= ((1.4 \text{ CM}) + 1.7 \text{ CV}) / \text{CM} + \text{CV} \\
 &= (1.4(1451 \text{ kg/cm}) + 1.7(950 \text{ kg/cm}) / (1451 \text{ kg/cm} + 950 \text{ kg/cm}) \\
 &= 1.52
 \end{aligned}$$

1) Cargas de trabajo

$$\begin{aligned}
 P'_{u} &= P_u / F_{cu} = 31,557.50 \text{ kg.} / 1.52 = 20,761.51 \text{ kg.} \\
 M'_{x} &= M_x / F_{cu} = 9,235.09 \text{ kg-m} / 1.52 = 6,075.72 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

2) Predimensionamiento del área de zapata

$$A_z = (1.5 * P'_{u}) / V_s = (1.5 (20,761.51 \text{ kg.})) / 17,160 \text{ kg/m}^2 = 1.81 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensiones de zapata (B = 1.90 m * L = 1.80m) = 3.42 m}^2$$

$$\text{Proponer área de 2.10 m * 2.10 m = 4.41 m}^2$$

3) Carga del centro de gravedad P_{cg}

$$P_{cg} = P'_{u} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + P_{\text{columna}}$$

$$P'_{u} = 20,761.51 \text{ kg}$$

$$P_{\text{col}} = ((0.35 \text{ m} * 0.35 \text{ m}) (4.52 \text{ m}^2) (2,400 \text{ kg/m}^3) = 1,328.88 \text{ kg}$$

$$P_{\text{suelo}} = (1.00 \text{ m} * 4.41 \text{ m}^2) (1,400 \text{ kg.} / \text{m}^2) = 6,174.00 \text{ kg.}$$

$$P_{\text{cimiento}} = (0.30 \text{ m}) (2,400 \text{ kg./m}^3)(4.41 \text{ m}^2) = 3,175.20 \text{ kg.}$$

$$P_{cg} = 31,439.59 \text{ kg.}$$

4) Momento en el centro de gravedad M_{cg}

$$M_{cg} = M_{tx} + P'_{u} * D + P_{\text{col}} * D$$

$$D = (L / 2 - \text{Long. Col} / 2) = 2.10 \text{ m} / 2 - 0.35 \text{ m} / 2 = 0.875 \text{ m}$$

$$P'_{u} * D = 20,761.51 \text{ kg} * 0.875 = 18,166.32 \text{ kg}$$

$$P_{\text{col}} * D = 0.35 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 4.52 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.875 = 1,162.77 \text{ kg}$$

$$M_{cg} = -6,075.72 \text{ kg-m} + 18,166.32 \text{ kg} + 1,162.77 \text{ kg} = 13,253.40 \text{ kg}$$

5) Excentricidad $e = M_{cg} / P_{cg} = 13,253.40 \text{ kg} / 31,439.59 \text{ kg} = 0.41$

Como $e > L / 6 = 2.10 \text{ m} / 6 = 0.34 \text{ m}$

6) Presión máxima del suelo

$$q_{\max} = 4 P_{cg} / 3b (L - 2e)$$

$$q_{\max} = 4 * 31,439.59 \text{ kg} / 3 * 2.10\text{m} (2.10 - 2 * 0.41) = 15,602.77 \text{ kg}$$

El valor de q_{\max} es $<$ al soporte del suelo $17,160 \text{ kg/m}^2$

Las dimensiones asumidas de la zapata son las correctas

7) Presión última de diseño

$$P_u = q_{\max} * F_{Cu} = 15,602.77 \text{ kg} * 1.52 = 23,716.22 \text{ kg}$$

8) Presión última del suelo y cimiento

$$P(s + c) = (\text{desplante } Y's) (t * Y'c) + F_{cu}$$

$$= (1 \text{ mt} * 1,400 \text{ kg/m}^2) (0.40\text{mt} * 2,400 \text{ kg/m}^3 (1.52))$$

$$= 3,587.20 \text{ kg/m}^2$$

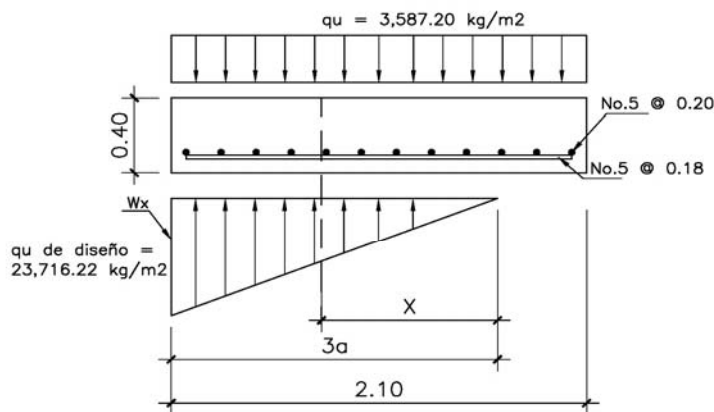


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE
ESC. 1/20

9) Ecuación de carga

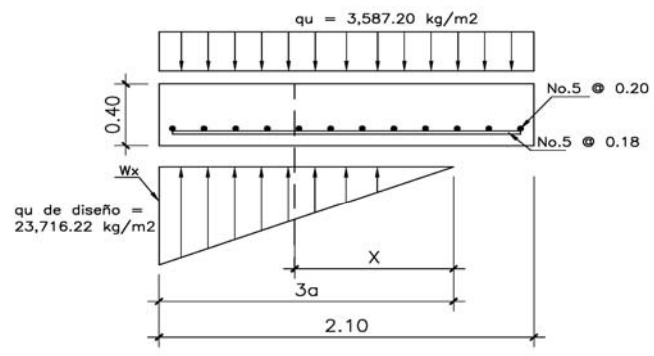
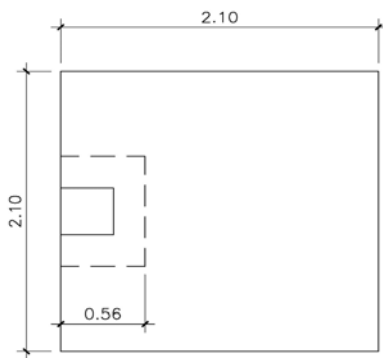
$$W(x) / x = 23,716.22 \text{ kg} / \text{m}^2 (1 \text{ m}) / 1.92 \text{ m} = 12,352.20 \text{ kg} / \text{m}^3 X$$

10) Chequeo por corte

$$d = 40 \text{ cm} - 1.98/2 - 7.5 = 31.50 \text{ cm}$$

$$40 \text{ d}/2 = 40 + 31.50 / 2 = 55.76 \text{ cm}$$

$$40 + d = 40 + 31.50 = 71.51 \text{ cm}$$



11) Sección crítica respecto a (x)

$$X = 3a - (0.40 + d/2) = 1.92 \text{ m} - (0.40 \text{ m} + 0.315 \text{ m} / 2) = 1.36 \text{ m}$$

$$W(x) = 12,352.20 \text{ kg/m}^3 * (1.36 \text{ m}) = 16,798.99 \text{ kg/m}^2$$

12) Corte de punzonamiento actuante

$$\begin{aligned} V_{act.} &= 31,557.50 \text{ kg} + (3,587.20 \text{ kg/m}^2 * 0.9575 \text{ m} * 0.5576 \text{ m}) - \\ &\quad (23,716.22 \text{ kg/m}^3 + 16,798.99 \text{ kg/m}^2) / 2 * (0.9575 \text{ m} * 0.5576 \text{ m}) \\ &= 22,657.13 \text{ kg} \end{aligned}$$

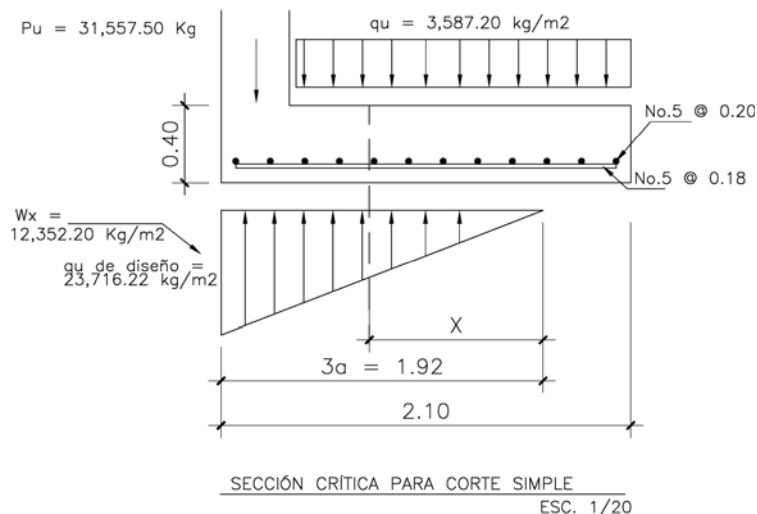
13) Corte punzonante resistente

$$\begin{aligned} V_r &= 0.85 * (1.06) (f'c)^{1/2} b_o d \\ &= 0.85 (1.06) (281)^{1/2} (0.71 + 2 * 55.76) * 0.3151 \text{ m} = 87,071.58 \text{ kg} \end{aligned}$$

$V_{actuante} < V_{resistente}$ por lo tanto está correcto.

14) Chequeo por corte simple

La sección crítica se localiza $x = 3a - (40 + d) = 1.20 \text{ m}$



$$V = 3,587.20 \text{ kg/cm}^2 (0.18 \text{ m}) + 3,587.20 x - \frac{1}{2} x^2 (12,352.20 \text{ kg/m}^3)$$

$$dV/dx = 3587.20 - 12,352.20 x = 0.30 \text{ m}$$

$$V(0.30 \text{ m}) = 645.70 + 3,587.20 \text{ kg/cm}^2 (0.30 \text{ m}) - (6176.10 \text{ kg/m}^3 (0.30 \text{ m})^2) = 1,128.95 \text{ kg}$$

Corte sección crítica

$$V(1.20 \text{ m}) = 645.70 + 3,587.20 \text{ kg/cm}^2 (1.20 \text{ m}) - (5,530.37 \text{ kg/m}^3 (1.20 \text{ m})^2) = 4,060.98 \text{ kg}$$

Corte resistente

$$V_r = 0.85 (0.53) (f'c)^{1/2} b_o d = 0.85 (0.53) (281 \text{ kg/m})^{1/2} (100 \text{ cm}) * 31.51 \text{ cm} = 23,795.58 \text{ kg}$$

$V_r > V_{ac}$

$23,795.58 \text{ kg} > 22,657.13 \text{ kg}$, se resiste el corte punzonamiento, por lo tanto el peralte es correcto.

15) Diseño a flexión sentido (x) rostro de la columna 1.57 m

El momento máximo se da cuando el corte es cero por lo tanto la ecuación queda

$$0 = 179 + 3,587.20 x - 6,176.10 x^2$$

$$x = 0.44$$

$$x_2 = 0.16$$

la carga en cualquier punto está dada por

$$W = 12,352.20 \text{ kg} (1.57\text{m}) = 19,392.95 \text{ kg}$$

Para el momento máximo

$$W (0.44 \text{ m}) = 12,352.20 \text{ kg} (0.44 \text{ m}) = 5,434.97 \text{ kg}$$

Momento al rostro de columna

$$M = 3,587.2, \text{ kg/ cm}^2 (x + 0.18)^2 - W x^2 / 6$$

$$M = 3,587.2, \text{ kg/ cm}^2 (1.57 + 0.18)^2 - 19,392.95 \text{ kg} (1.57 \text{ m})^2 / 6 \\ = 4,828.15 \text{ kg-m}$$

Sustituyendo $x = 0.44 \text{ m}$ $W = 5,434.97 \text{ kg-m}$

Momento máximo

$$M = 3,587.2, \text{ kg/ cm}^2 (0.44 + 0.18)^2 - 5,434.97 \text{ kg} (0.44 \text{ m})^2 / 6 = 936.66 \text{ kg-m}$$

16) Área de acero mínimo

$$A_{s\text{mínimo}} = (14.1/f_y) b t = (14.1/4200 \text{ kg/cm}^3)(100 \text{ cm})(35 \text{ cm}) = 11.75 \text{ cm}^2$$

$$M_r = 0.90 A_s f_y (d - A_s f_y / 1.7 f' c b)$$

$$M_r = 0.90 (11.75 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kg /cm}^3) (31.5 \text{ cm} - 11.75 \text{ cm}^2 (4200 \text{ kg} \\ / \text{cm}^3) / 1.7 (281 \text{ kg/cm}^2 (100 \text{ cm})) \\ = 13,537.69 \text{ kg- m}$$

Usando área de acero mínimo,

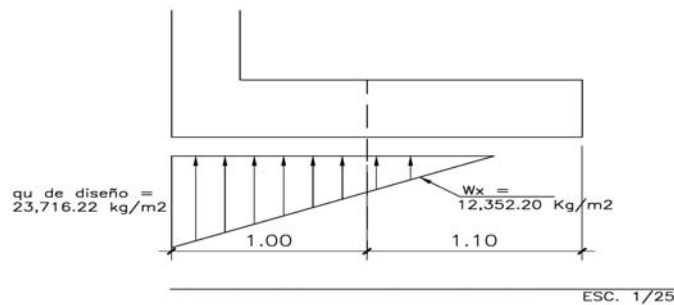
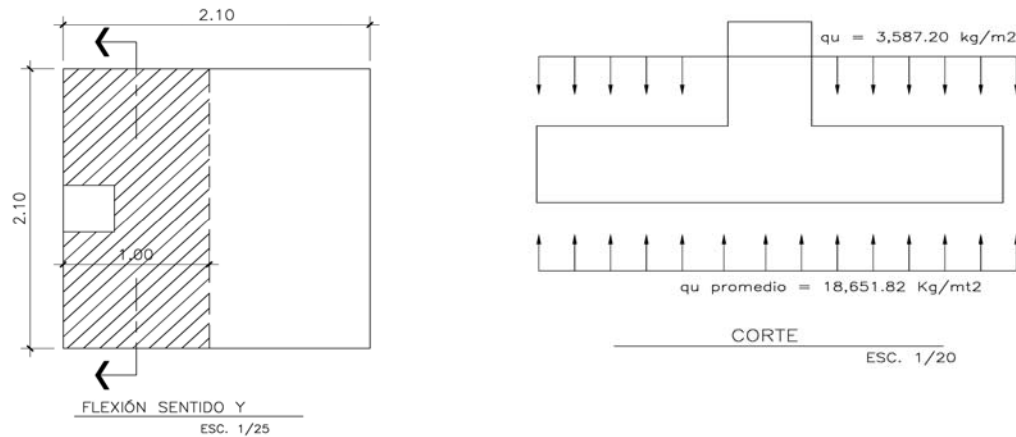
$$\text{Acero No. 5} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$S = A_v / A_{s\text{mínimo}} = 1.98 \text{ cm}^2 / 11.75 \text{ cm} = 0.17 \text{ cm}$$

Acero de temperatura $A_{sm} = 0.002 b t = 0.002 (100 \text{ cm})(40 \text{ cm}) = 8 \text{ cm}^2$

$S = 1.98 \text{ cm}^2 / 8 \text{ cm} = 0.247 \text{ cm}$

17) Flexión sentido (y)



$W (1.10 \text{ m}) = 12,352.20 \text{ kg} (1.10 \text{ m}) = 13,587.42 \text{ kg}$

$q_{\text{promedio}} = (23,716.22 \text{ kg} + 13,587.42 \text{ kg}) / 2 = 18,651.82 \text{ kg}$

$M = 18,651.82 \text{ kg} / \text{cm}^2 (0.825 \text{ cm})^2 / 2 - 23,716.22 (0.85 \text{ cm})^2 / 2$

$M = 1,723.48 \text{ kg-m}$

Peralte efectivo en sentido (y)

$D_y = d_x - \Phi x / 2 - \Phi y / 2 = 31.51 \text{ cm} - 1.98 \text{ cm} / 2 - 1.98 \text{ cm} / 2 = 29.53 \text{ cm}$

Acero requerido

$M_u = 1,723.48 \text{ kg-m}$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$d_y = 29.53 \text{ cm}$$

$$M = 0.90 A_s f_y (d - A_s f_y / 1.7 f'_c b)$$

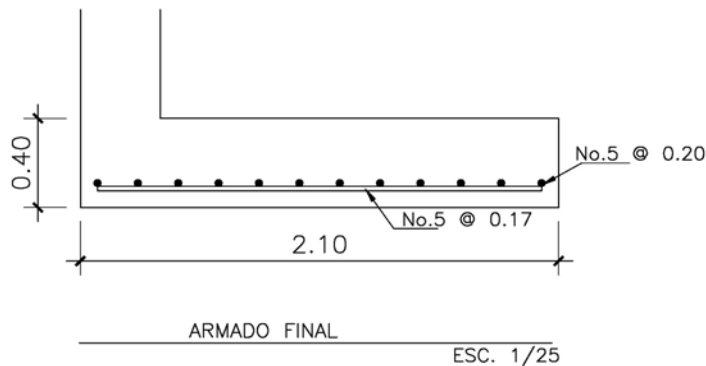
$$191,497.77 = 124026 A_s - 369.27 A_s^2 / 369.27$$

$$A_s = 167.93 + - ((167.93)^2 - 518.54)^{1/2} = 1.55 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ m\u00ednimo}} = 14.1 / f_y) b t = (14.1 / 4200 \text{ kg/cm}^2) (100 \text{ cm}) (29.53 \text{ cm}) = 9.91 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas

$$S = A_v / A_{s \text{ m\u00ednimo}} = 1.98 \text{ cm}^2 / 9.91 \text{ cm} = 0.20 \text{ cm}$$



2.2.3.4 Diseño de instalaciones

2.2.3.4.1 Hidráulica

Se diseñó un sistema a base de circuito cerrado para la distribución de agua potable, se utilizó tubo de PVC 160 PSI, $\varnothing \frac{3}{4}$ " para el circuito principal y de $\varnothing \frac{1}{2}$ " para artefactos secundarios en drenaje sanitario se utilizó tubo de PVC $\varnothing 4$ ", en los lavamanos $\varnothing 2$ ", se ubicaron cajas de unión de caudales y de registro.

2.2.3.4.2 Electricidad

De acuerdo a los ambientes del edificio se propuso lámparas industriales con 2 tubos de 40 Watts tomacorrientes en los salones de estudio, se diseñó varios circuitos independientes tanto para fuerza, con 4 circuitos protegidos con flip-on de 20 amperios, como de iluminación con 12 circuitos protegidos con flip-on de 15 amperios.

2.2.3.5 Planos

Los planos constructivos elaborados son los siguientes: planta amueblada y fachada, planta acotada, planta de columnas cimientos, plano de instalación hidráulica, planta de drenaje sanitario y pluvial, plano de fuerza, plano de iluminación, plano de detalles de muro gradas, y plano de armado de losas y vigas. (Ver anexo)

2.2.3.6 Presupuesto

Para éste trabajo se realizó un presupuesto desglosado por renglones, los precios de los materiales usados son valores promedio en el municipio de Tecpán y los salarios de mano de obra tanto calificada, como no calificada son los mismos que se usan en la municipalidad de Tecpán, se aplicó un 27% de indirectos.

Tabla X . Presupuesto de Instituto de 2 niveles

PRESUPUESTO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA
 PROYECTO: Instituto de 2 niveles Aldea Chirijuyú
 Tecpán Guatemala

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo/Unit.	Total
1	Preliminares	753.60	m2	Q 48.28	Q 36,381.33
2	CIMENTACIONES				
2.1	Zapatatas tipo 1	21.00	U	Q 1,542.58	Q 32,394.26
2.2	Zapatatas tipo 2 (2,10*2,10)	28.00	u	Q 1,551.36	Q 43,438.16
2.3	Zapatatas tipo 3 (0,80*0,80)	16.00	u	Q 282.55	Q 4,520.86
2.3.1	Cimento corrido	358.10	ml	Q 106.19	Q 38,024.92
2,3,2	Columna tipo C-1	48.00	u	Q 1,530.30	Q 73,454.32
2,3,3	Columna tipo C-2	114.00	u	Q 461.93	Q 52,660.33
2,3,4	Columna tipo C-3	33.00	u	Q 148.02	Q 4,884.80
2,3,5	Columna tipo C-4	20.00	u	Q 157.90	Q 3,158.04
3	SOLERAS				Q -
3.1	Solera hidrófuga	358.10	ml	Q 72.99	Q 26,137.88
3.2	Solera intermedia	481.04	ml	Q 109.47	Q 52,659.93
3.3	Solera de corona final	358.10	ml	Q 114.70	Q 41,075.78
4	Levantado de Block de 0.14 x 0.19 x 0.39	692.58	m2	Q 64.04	Q 44,355.77
5	Levantado de muro de tabique				
5.1	Muro tabique de 0,10X 0,19 X 0,39	85.00	m2	Q 44.06	Q 3,745.00
6	LOSA				
6.1.1	Viga tipo V-1	235.20	ml	Q 253.70	Q 59,669.16
6.1.2	Viga tipo V-2	184.80	ml	Q 289.31	Q 53,465.32
6.1.3	Viga tipo V-3	151.20	ml	Q 334.09	Q 50,514.88
6.1.4	Viga tipo V-4	114.80	ml	Q 414.29	Q 47,560.48
6.1.5	Viga tipo V-5	58.08	ml	Q 419.51	Q 24,365.03
6.1.6	Losa de 0,12 mts	780.00	m2	Q 374.42	Q 292,050.00
7	INSTALACIONES				
7.1	Instalaciones hidráulicas	154.66	ml	Q 48.91	Q 7,564.02
7.1.2	Instalacion drenaje	120.00	ml	Q 207.25	Q 24,870.49
7.1.3	Caja unión	9.00	U	Q 431.86	Q 3,886.75
7,1,4	Caja registro	1.00	U	Q 580.05	Q 580.05
7,1,5	Instalación agua pluvial	120.00	ml	Q 73.48	Q 8,818.00
7,1,6	Instalaciones eléctricas	161.00	U	Q 553.26	Q 89,075.20
8	ACABADOS				
8.1	Pintura de estructura	822.86	m2	Q 25.74	Q 21,182.20
8.2	Fachaleta en muro exterior	320.00	m2	Q 373.26	Q 119,444.00
8.3	Repello + cernido en columnas	447.76	m2	Q 26.45	Q 11,845.42
8.4	Repello + cernido en cielo o losa	1,134.00	m2	Q 25.84	Q 29,305.08
8.5	Impermeabilización en Losa	350.00	m2	Q 128.00	Q 44,800.00
9	PUERTAS Y VENTANAS				
9.1	Puertas de metal	29.00	U	Q 1,903.45	Q 55,200.00
9.2	Ventanas de metal	275.00	M^2	Q 622.18	Q 171,100.00
9.3	Artefactos sanitarios	204.00	U	Q 199.38	Q 40,672.80
9.4	piso de granito	923.06	m2	Q 99.71	Q 92,037.90
9.5	Piso de concreto	775.00	m2	Q 42.76	Q 33,139.60
9.6	Limpieza final	753.60	m2	Q 15.00	Q 11,304.00
	SUBTOTAL =				Q 1,749,341.74

INTEGRACIÓN DE COSTOS

COSTOS DIRECTOS

MATERIALES	Q	1,194,623.59
MANO DE OBRA	Q	554,718.20
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS	Q	1,749,341.79

COSTOS INDIRECTOS

<i>Gastos de oficina 2,5 %</i>	Q	43,733.54
<i>Gastos administrativos 10 %</i>	Q	174,934.18
<i>Gastos de supervisión 6,5 %</i>	Q	113,707.22
<i>Utilidad 8 %</i>	Q	139,947.34
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	Q	472,322.28

RESUMEN

TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q	472,322.28
TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q	1,749,341.79
COSTO TOTAL DE LA OBRA	Q	2,221,664.08

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la investigación diagnóstica realizada en el caserío Chuaracanjay y aldea Chirijuyú, se comprobó que las necesidades más prioritarias están orientadas hacia las áreas de servicios básicos (agua potable) e infraestructura (edificio escolar), razón por la cual en este trabajo de graduación se proponen los diseños, como soluciones factibles a ésta problemática.
2. El aforo de la fuente es de 0.98 lts/seg se considera que es suficiente para abastecer a la población del caserío Chuaracanjay, por cuanto la demanda al final del período del diseño de 20 años, es de 90 litros/habitante/día. El sistema de agua potable para el caserío será por medio de gravedad, conducido con tubería de cloruro de polivinilo PVC.
3. El examen bacteriológico determinó que la muestra contiene incontables gérmenes coliformes , y de acuerdo al informe de laboratorio, el agua no es potable, según norma Coguanor NGO 29001, por lo que para efectos de hacerla apta para el consumo humano, se incorporó al diseño un sistema de desinfección a base de cloro, proponiendo un hipoclorador tipo PPG modelo 3015.
4. Se propone para el edificio escolar, una estructura en forma de L, por las dimensiones del área de terreno proporcionada por la comunidad, con junta de construcción en los edificios y en el módulo de gradas, para el análisis estructural se aplicó los resultados obtenidos por el método de Kani, por las facilidades y confiabilidad que éste proporciona.

RECOMENDACIONES

- 1 A la municipalidad de Tecpán:
 - a) La inmediata legalización del área donde se ubican los nacimientos y tanque de distribución, para evitar problemas futuros.
 - b) Proveer el mantenimiento preventivo al sistema de agua potable, sobre todo el lugar donde se localiza la fuente y captación, tratando de mantener reforestado las áreas de los nacimientos.
 - c) Garantizar la supervisión técnica de los trabajos de construcción, por medio de un profesional de la ingeniería civil, para cumplir con los planos así evitar futuros problemas
- 2 A los COCODES autoridades de la aldea y municipalidad de Tecpán
 - a) Que velen por garantizar que el agua sea clorada permanentemente, ya que el informe del laboratorio se indicó la presencia de coliformes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones, 5ª. Edición México Editorial Limusa Noriega Editores 650 páginas
2. Estrada Hurtarte, Gustavo Adolfo. Manual de cuantificaciones de materiales de urbanizaciones y edificaciones, tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1,990
3. Nilson, Arthur H. Diseño de Estructuras de Concreto 9ª edición, Colombia 1,999 Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.
4. Streeter, Victor L. Mecánica de Fluidos 9ª edición, Santa Fe Colombia, Editorial McGraw-Hill 741 páginas
5. Vásquez de León, Willy Rolando, Diseño de introducción de agua y saneamiento básico para los caseríos de Guancaché y Cebaj, Sipacapa San Marcos y caserío San José Siquilá Momostenango, Aldea San Luis Sibilá Santa Lucía la Reforma, Totonicapán, tesis de graduación de ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 1,994

APÉNDICE



SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE AGUA Y SANEAMIENTO

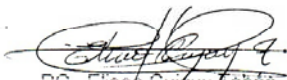
El infrascrito Inspector de Saneamiento Ambiental del Centro de Salud de TECPAN GUATEMALA, departamento de Chimaltenango, **C E R T I F I C A**: Haber realizado el procesamiento de ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO a las MUESTRAS DE AGUA de fuentes que a continuación se describen, ubicados en la Caserio: CHUARANCANJAY, Aldea Pacacay del Mpio. de Tecpán Guatemala, Depto. de Chimaltenango.

No.	FUENTES:	FECHA TOMA MUESTRA:	RESPONSABLE:	No. COLIFORMES FECALES X 100 ml ENCONTRADOS:
1	Nacimiento No.: 1	25/06/2007	Waldemar Chinchilla	INCONTABLE

El recuento de COLIFORMES FECALES, para que sea apto para el consumo humano debe ser CERO por cada 100 ml. de agua, si aparecen conformes, el agua debe ser CLORADA O HERVIDA.


Y, para los usos legales que al interesado le convenga, se firma y sella la presente CONSTANCIA, en una hoja de papel membretado, tamaño carta. En la ciudad de Tecpán Guatemala, a los diez días del mes de Julio del año dos mil siete.-

Vo. Bo.:


PC. Eliseo Cujuy Rohón
Inspector de Saneamiento
Centro de Salud, Tecpán, Guatemala

cc./Archivo.



X 
Dr. Francisco René Népeto Rivas,
Médico Director del Centro de Salud,
Tecpán Guatemala, Chimaltenango



SIRVIENDO CON CALIDEZ, CALIDAD Y COBERTURA

Área de Salud de Chimaltenango
Telefax: 78391964-7512.



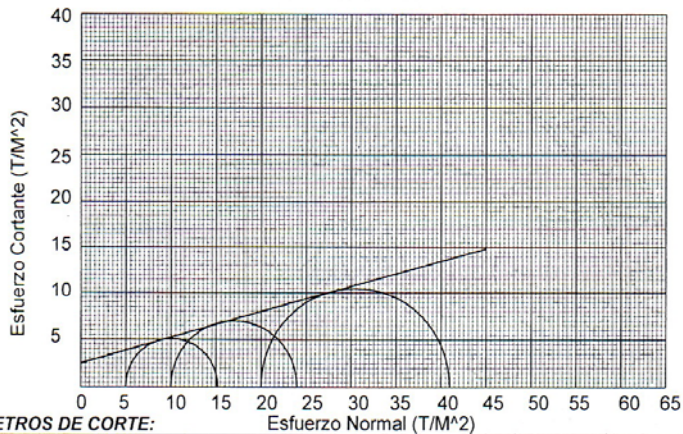
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0277 S.S. O.T.No.: 21,796

INTERESADO: Waldemar Chinchilla Pacay
 PROYECTO: Trabajo de Graduación -EPS-
 UBICACIÓN: Tecpán, Chimaltenango
 pozo: 1 Profundidad: x Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE: Esfuerzo Normal (T/M²)

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 15,33^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 2,5 \text{ T/m}^2$
---	---

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo arenoso con partículas de pómez color café.
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESIÓN LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	10,17	15,73	20,96
PRESIÓN INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA E_r (%)	2,0	4,0	6,5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1,21	1,21	1,21
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,58	1,58	1,58
HUMEDAD (%H)	30,6	30,6	30,6

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarado
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

CÁLCULO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN

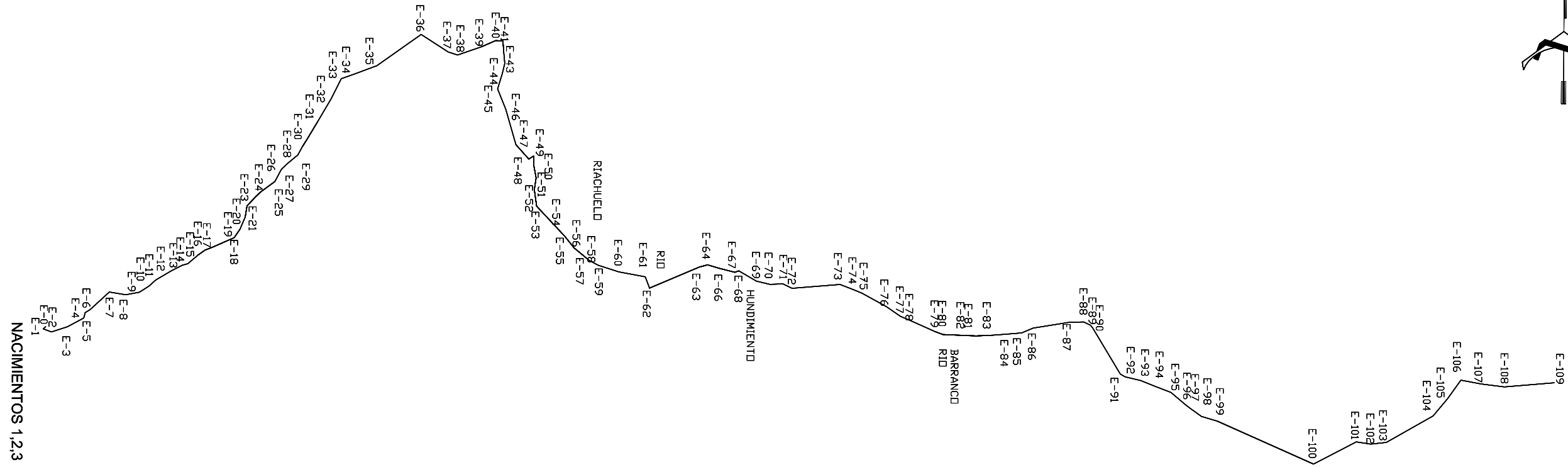
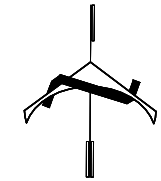
Est.	Po.	Distancia	Distancia	Cota de terreno		Hf	Caudal	Diámetros			
		Horizontal	Real	inicial	final	disponible		Ø I	nominal	comercial	Interno
		[m]	[m]	(m)	(m)	(m)		[L ³ /s]	[Pulg]		pulg
0	17	619.80	638.39	1000.00	993.96	6.04	0.7800	10.97	1.64	1 1/2	1.754
17	31	520.00	535.60	993.96	989.18	6.53	0.7800	8.52	1.55	1 1/2	1.754
31	40	853.27	878.87	989.18	957.08	35.03	0.7800	2.60	1.22	1 1/2	1.754
40	46	168.88	173.95	957.08	942.14	44.05	0.7800	0.41	0.83	1 1/2	1.754
46	86	1883.33	1939.83	942.14	917.57	24.57	0.7800	8.19	1.54	1 1/2	1.754
86	90	237.40	244.52	917.57	888.08	41.01	0.7800	0.62	0.91	1 1/2	1.754
90	98	365.99	376.97	888.08	857.13	30.95	0.7800	1.26	1.05	1 1/2	1.754
98	123	2919.66	3007.25	857.13	822.56	34.57	0.7800	9.03	1.57	1 1/2	1.754
123	162	2976.43	3065.72	822.56	801.53	35.38	0.7800	8.99	1.57	1 1/2	1.754
162	167	245.75	253.12	801.53	751.87	49.66	1.6300	2.07	1.16	1 1/4	1.532

Coefficiente rugosidad	Perdida de energía fricc	Clase de Tubería	Cota Terreno	Cota Piezométrica	Presión Estática	Presión Dinámica	Velocidad
	[m]	[Psi]	[m]	[m]	[mca]	[mca]	[m/s]
150	4.293	160 Pvc	993.960	995.707	6.040	1.747	0.500
150	3.602	160 Pvc	989.180	992.105	6.527	2.925	0.500
150	5.910	160 Pvc	957.080	986.195	35.025	29.115	0.500
150	1.170	160 Pvc	942.140	985.025	44.055	42.885	0.500
150	13.045	160 Pvc	917.570	929.095	24.570	11.525	0.500
150	1.644	160 Pvc	888.080	927.451	41.015	39.371	0.500
150	2.535	160 Pvc	857.130	885.545	30.950	28.415	0.500
150	20.223	160 Pvc	822.560	836.907	34.570	14.347	0.500
150	20.616	160 Pvc	801.530	816.290	35.377	14.760	0.500
150	12.865	160 Pvc	751.870	788.665	49.660	36.795	1.371

CÁLCULO DE LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN

Est.	Po.	Distancia	Distancia	Cota de terreno		Hf	Caudal por	No. de	Caudal	
		Horizontal	Real	inicial	final	disponible	vivienda	Viviendas		Ø
		[m]	[m]	(m)	(m)	(m)	[L ³ /s]	[u]	[L ³ /s]	[Pulg]
162	167	245.75	253.12	801.53	751.87	49.66	1.630	0	1.630	2.0496
167	177	765.18	788.14	751.87	673.96	114.82	0.630	19	0.630	0.4746
167	182	1766.43	1819.42	751.87	746.74	42.04	0.630	30	0.630	2.9924
182	188	867.00	893.01	746.74	739.76	40.87	1.250	9	1.250	5.3742
188	202	759.78	782.57	739.76	650.82	115.58	0.630	19	0.630	0.4682
188	206	1567.74	1614.77	739.76	713.77	52.63	0.870	4	0.870	3.8572
206	209	245.34	252.70	713.77	709.02	44.22	0.260	4	0.260	0.0767
206	216	769.20	792.28	713.77	697.21	56.03	0.760	12	0.760	1.3838
216	228	699.68	720.67	697.21	628.48	92.20	0.260	4	0.260	0.1049
216	225	518.81	534.37	697.21	679.3	41.38	0.470	11	0.470	0.5190
167	170	112.99	116.38	751.87	718.14	70.64	0.630	7	0.630	0.1139

Diámetros			Coeficiente C	Pérdida de energía fricc [m]	Clase de Tubería [Psi]	Cota Terreno [m]	Cota Piezométrica [m]	Presión Estática [mca]	Presión Dinámica [mca]	Velocidad [m/s]
Ø teórico [Pulg]	Ø comer Comeri	Ø interno [Pulg]								
1.159	1 1/4	1.532	150	12.749	160	751.87	788.78	49.66	36.911	1.37
0.858	1	0.926	150	79.244	160	673.96	709.54	114.82	35.577	1.45
1.252	1 1/2	1.754	150	8.152	160	746.74	780.63	42.04	33.889	0.40
1.412	1 1/2	1.754	150	14.233	160	739.76	766.40	40.87	26.636	0.80
0.856	1	0.926	150	78.684	160	650.82	687.71	115.58	36.893	1.45
1.319	1 1/2	1.754	150	13.154	160	713.77	753.24	52.63	39.472	0.56
0.590	1/2	0.716	150	17.262	160	709.02	735.98	44.22	26.961	1.00
1.069	1	1.195	150	32.564	160	697.21	720.68	56.03	23.468	1.05
0.629	1	1.195	150	4.063	160	628.48	716.62	92.20	88.135	0.36
0.874	3/4	0.926	150	31.229	160	679.30	689.45	41.38	10.150	1.08
0.640	1/2	0.716	150	40.946	160	718.14	747.84	70.64	29.696	2.43

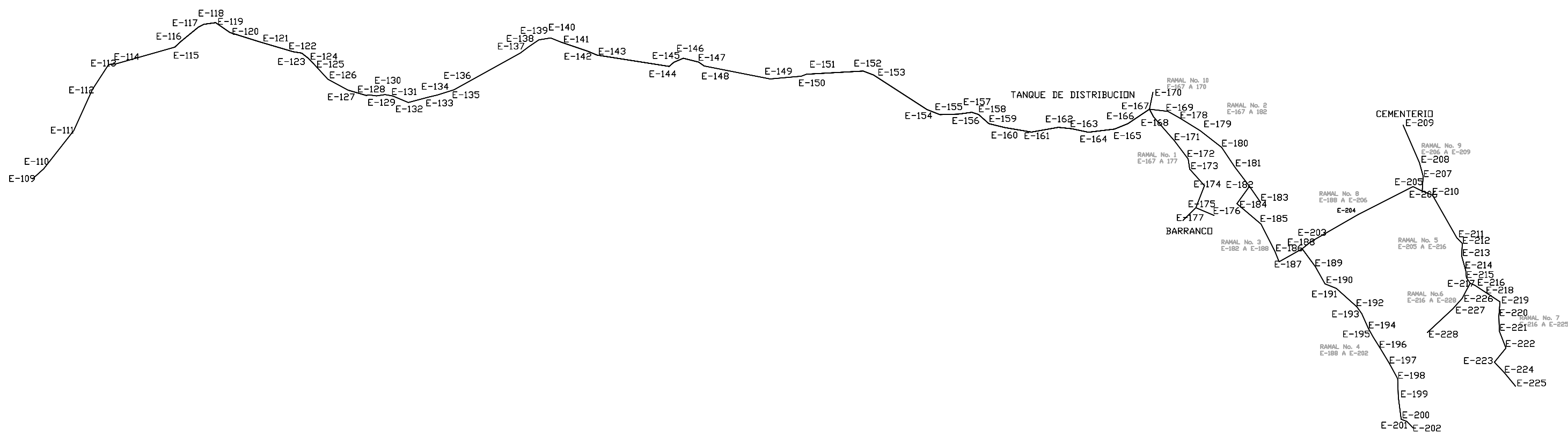
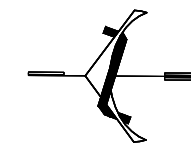


PLANTA GENERAL ESTACION 00 A 109

ESCALA 1/7,500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E P S		PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION	
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 1	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 8	Va. Bo.	
PLANIFICADOR:		ING. JUAN MERCK COS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY			

NACIMIENTOS 1,2,3

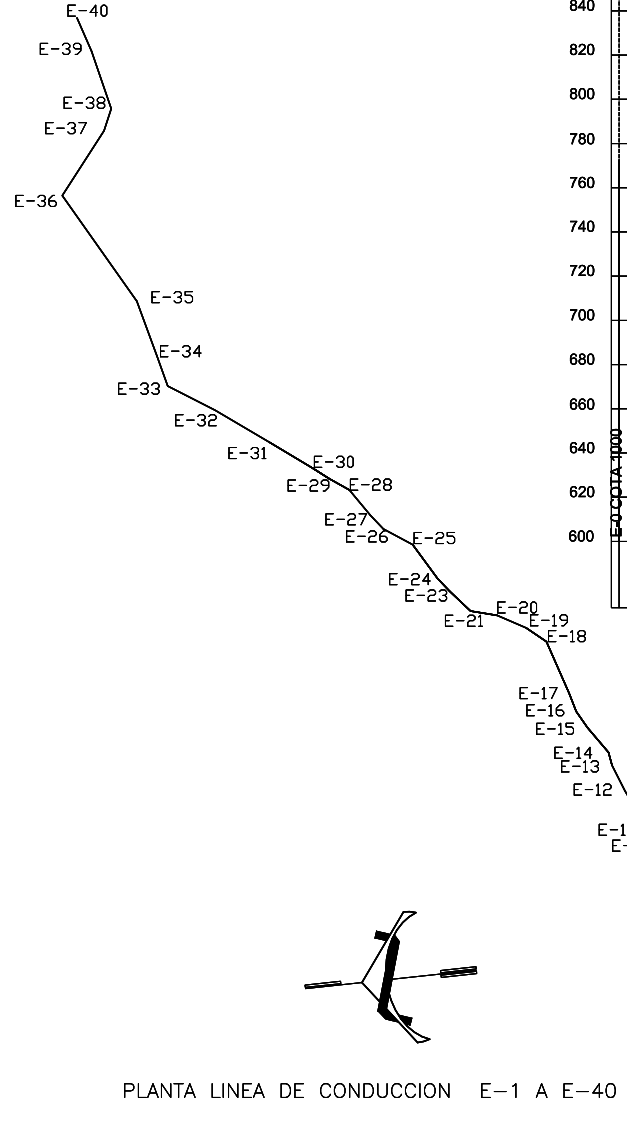
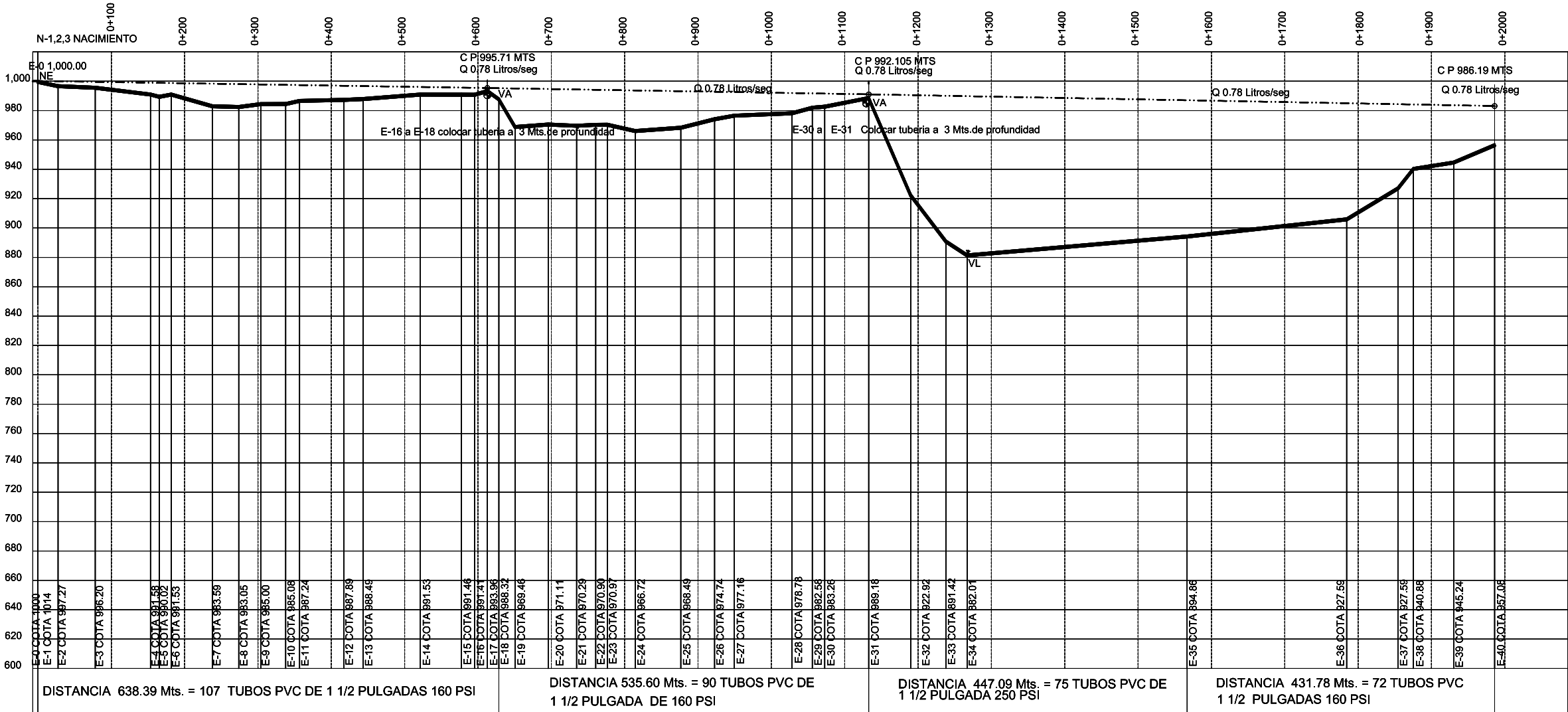


PLANTA GENERAL ESTACION 109 A 228

ESCALA 1/7,500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.		PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION	
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 2	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 8	Va. Ba.	
PLANIFICADOR:		ING. JUAN MERCK COS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY			

PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-0 A E-40



PLANTA LINEA DE CONDUCCION E-1 A E-40

NACIMIENTOS 1,2,3

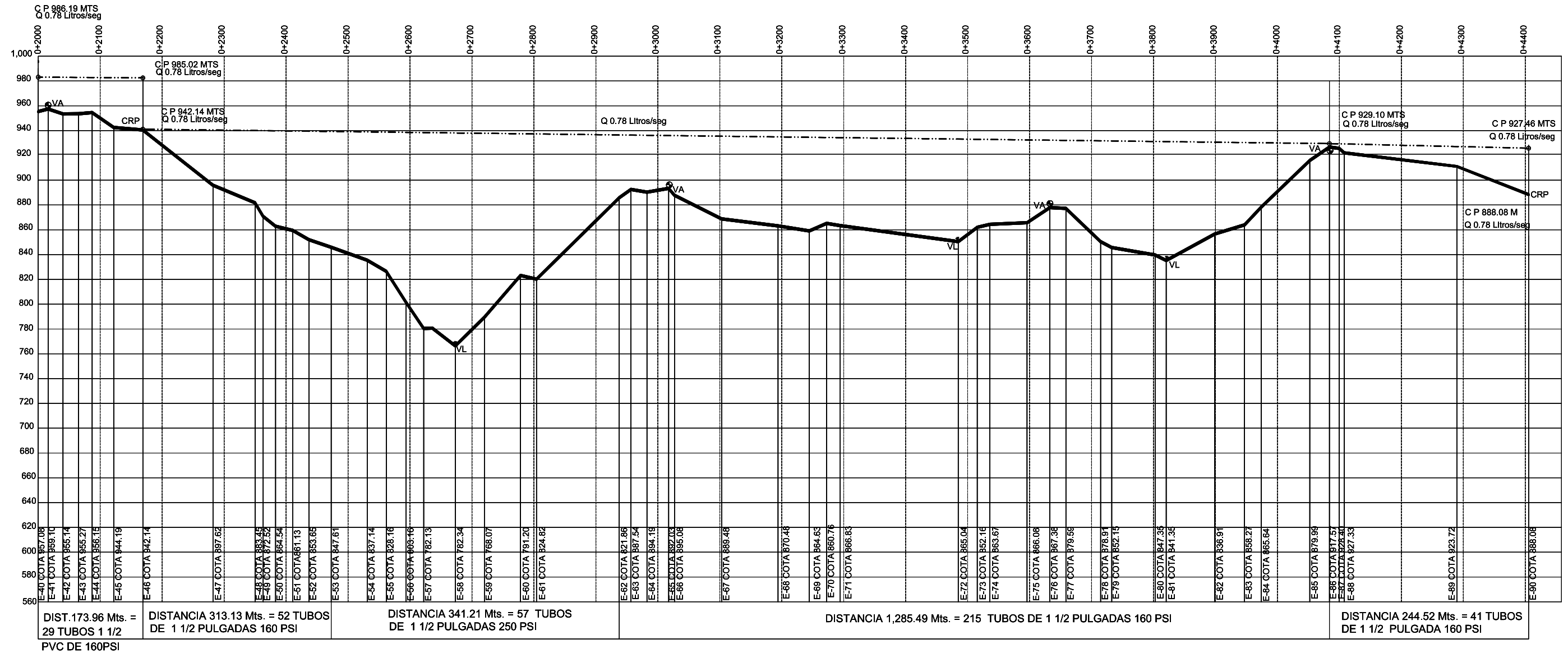
SIMBOLOGÍA

NE-	Nivel estático
CP	Cota piezométrica
E-1	Estaciones Cota de terreno
VA	Válvula de aire
VL	Válvula de limpieza
---	Línea piezométrica
—	Línea de conducción tubo subterráneo
CRP	Caja rompedoras

PERFIL ESC:1/5000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY
ESCALA: INDICADA FECHA: AGOSTO 2007 PLANIFICADOR:	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO Vo. Bo.
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS

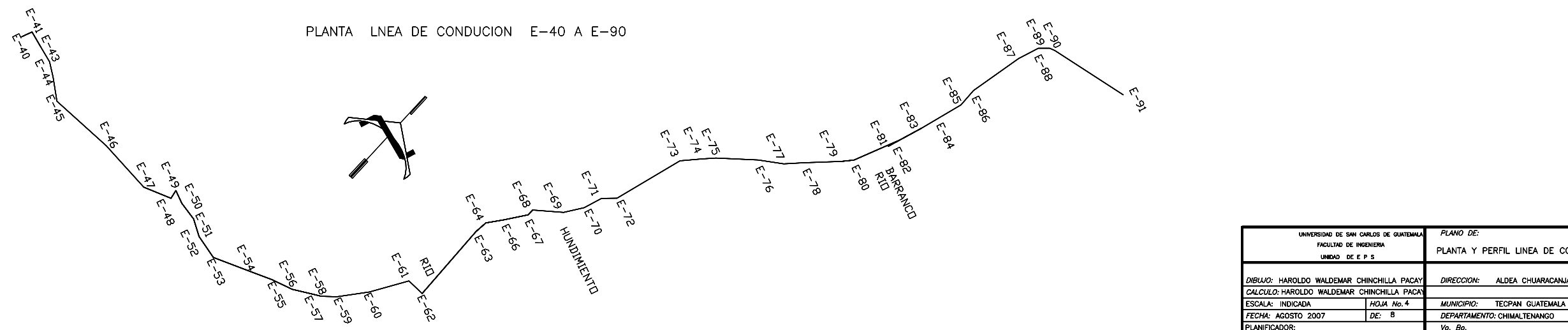
PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-40 A E-90



PERFIL ESC:1/5000

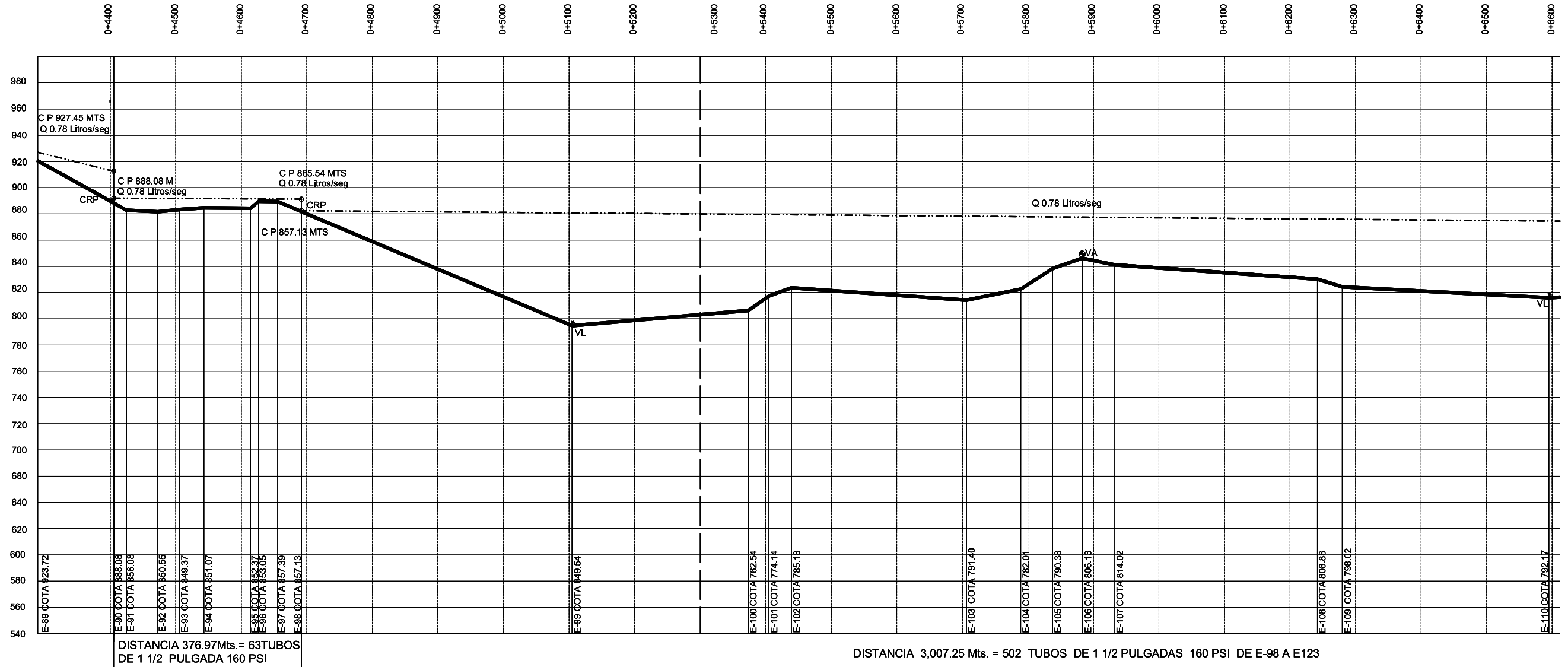
SIMBOLOGÍA

NE	Nivel estático
CP	Cota piezométrica
E-1	Estaciones Cota de terreno
VA	Válvula de aire
VL	Válvula de limpieza
---	Línea piezométrica
—	Línea de conducción tubo subterráneo
CRP	Caja rompedorasiones



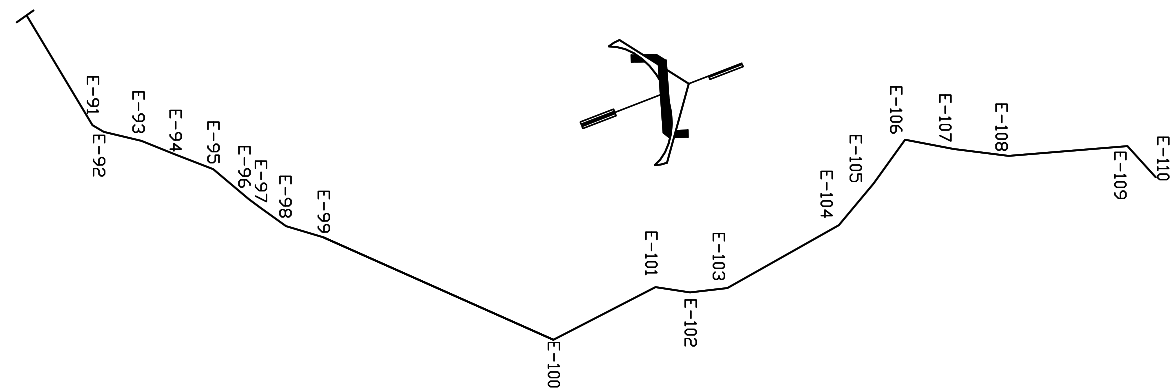
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY
ESCALA: INDICADA FECHA: AGOSTO 2007 PLANIFICADOR:	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO Va. Ba.
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS

PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-90 A E-110



SIMBOLOGÍA

NE-	Nivel estático
CP	Cota piezométrica
E-1	Estaciones Cota de terreno
VA	Válvula de aire
VL	Válvula de limpieza
---	Línea piezométrica
—	Línea de conducción tubo subterráneo
CRP	Caja rompedoras

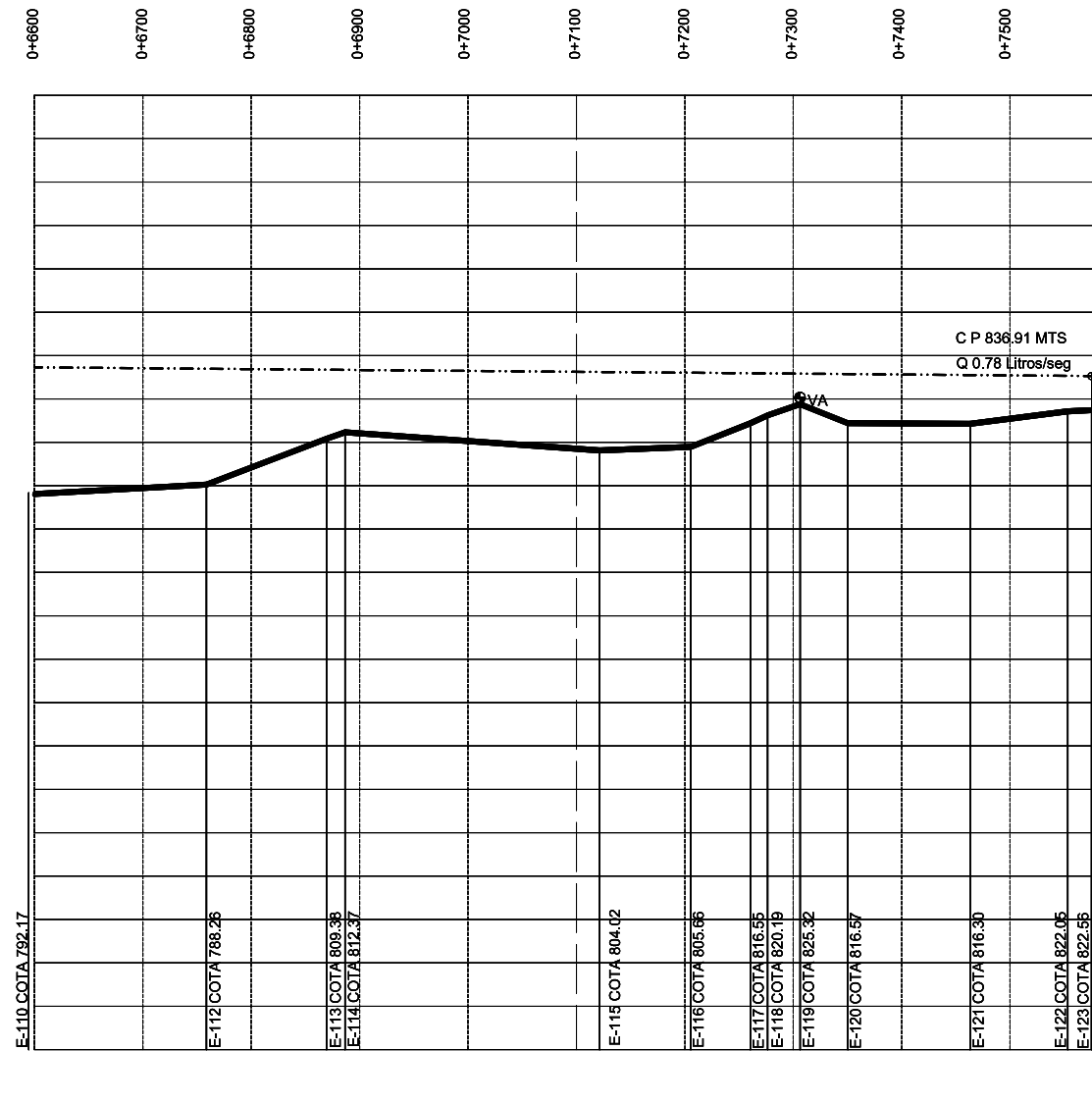
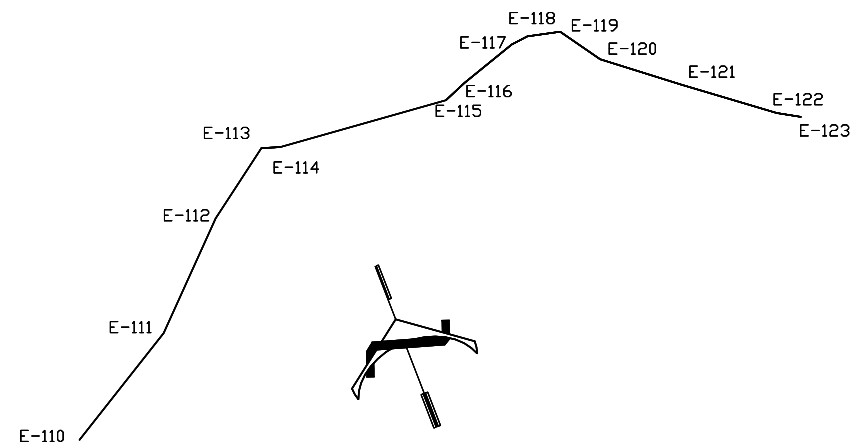


PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-90 A E-110

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2007
HOJA No. 5	DE: 8
PLANIFICADOR:	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	Va. Ba.
	ING. JUAN MERCK COS

PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-110 A E-123

PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-110 A E-123



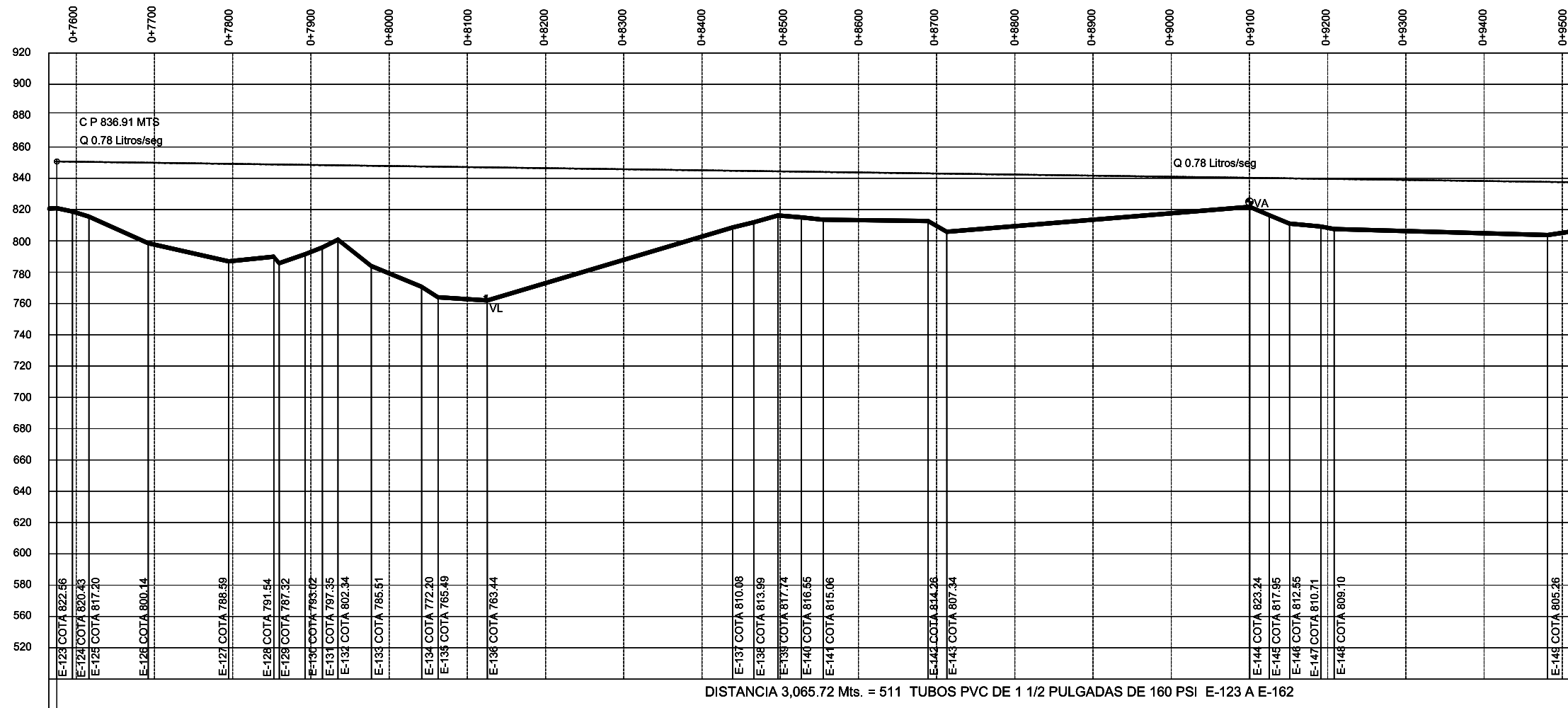
PERFIL ESC:1/5000

SIMBOLOGÍA

NE-	Nivel estático
CP	Cota piezométrica
E-1	Estaciones Cota de terreno
VA	Válvula de aire
VL	Válvula de limpieza
- - - - -	Línea piezométrica
—	Línea de conducción tubo subterráneo
CRP	Caja rompresiones

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E P S	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION
DISEÑO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHUARACANAY
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA	DE: 8
FECHA: AGOSTO 2007	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PLANIFICADOR:	Va. Ba.
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS

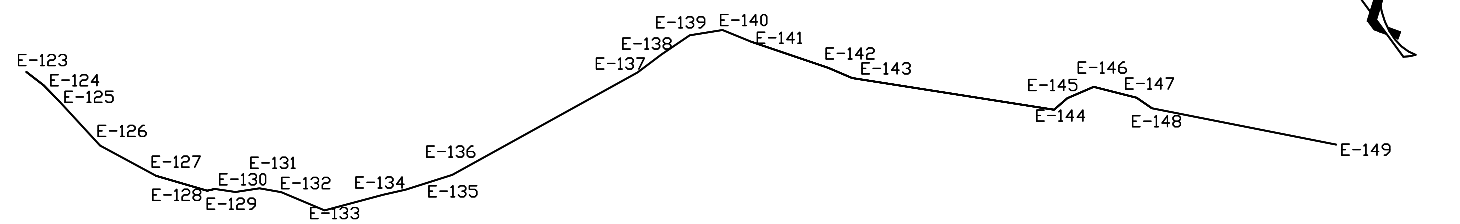
PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-123 A E-149



PERFIL ESC:1/5000

SIMBOLOGÍA

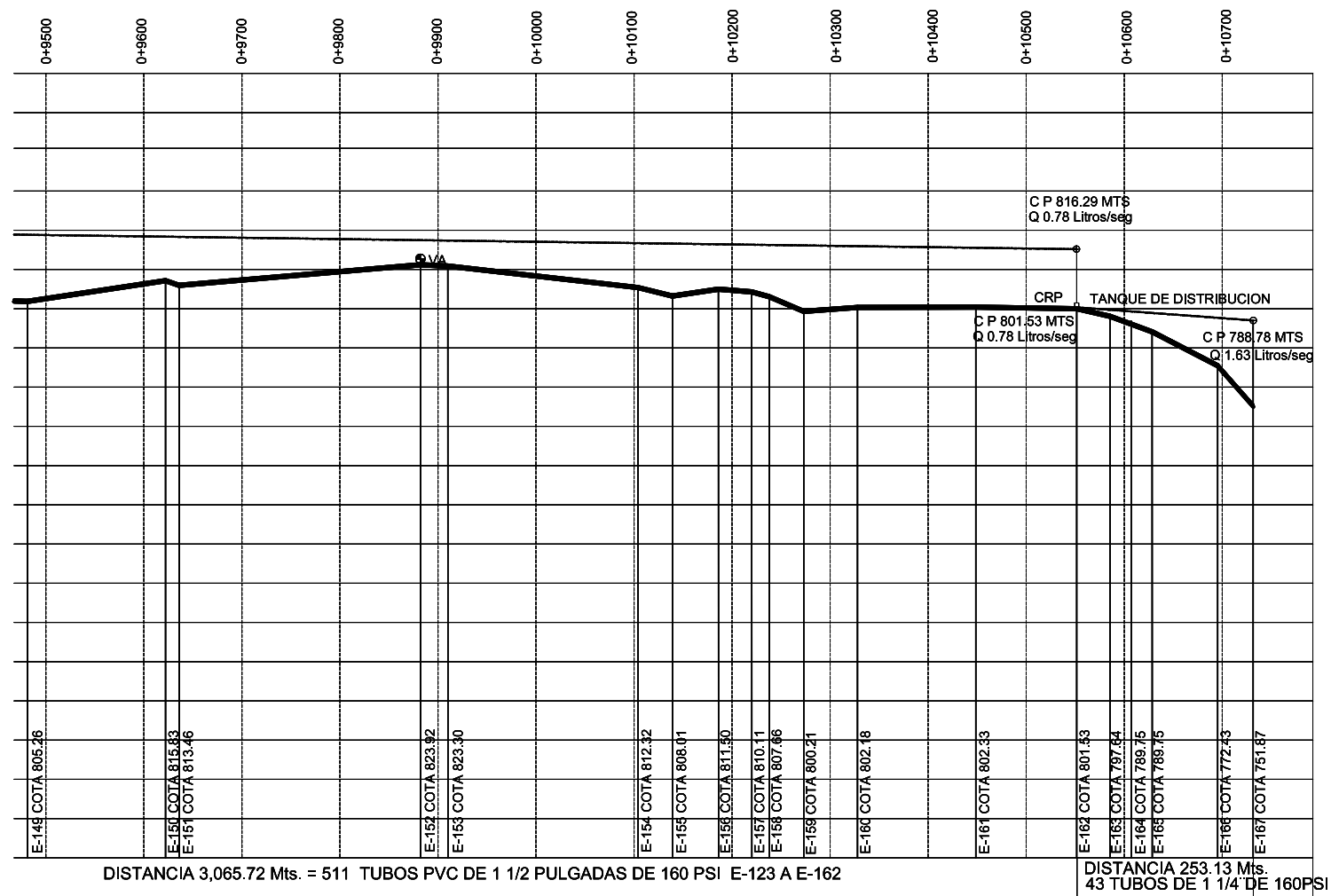
NE-	Nivel estático
CP	Cota piezométrica
E-1	Estaciones Cota de terreno
VA	Válvula de aire
VL	Válvula de limpieza
---	Línea piezométrica
—	Línea de conducción tubo subterráneo
CRP	Caja rompedorasiones



PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-123 A E-149

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E P S		PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION	
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		MUNICIPIO: TEOPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 7	DE: 8	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
FECHA: AGOSTO 2007	PLANIFICADOR: Va. Ba.		
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS	

PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-149 A E-167

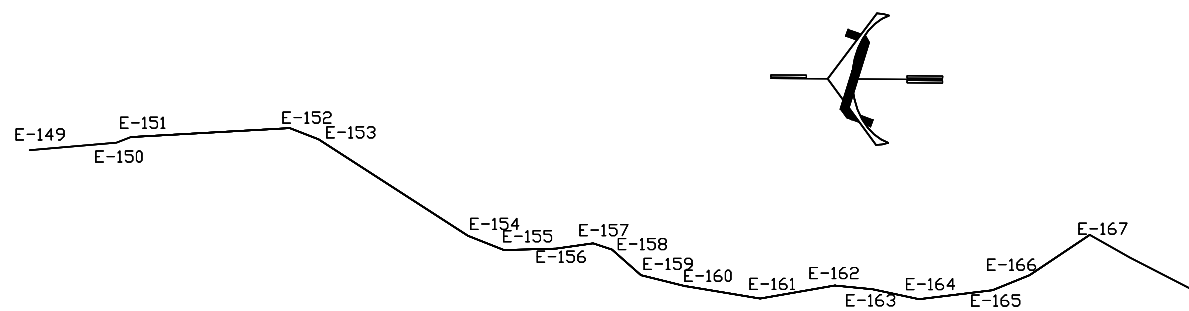


PERFIL ESC:1/5000

SIMBOLOGÍA

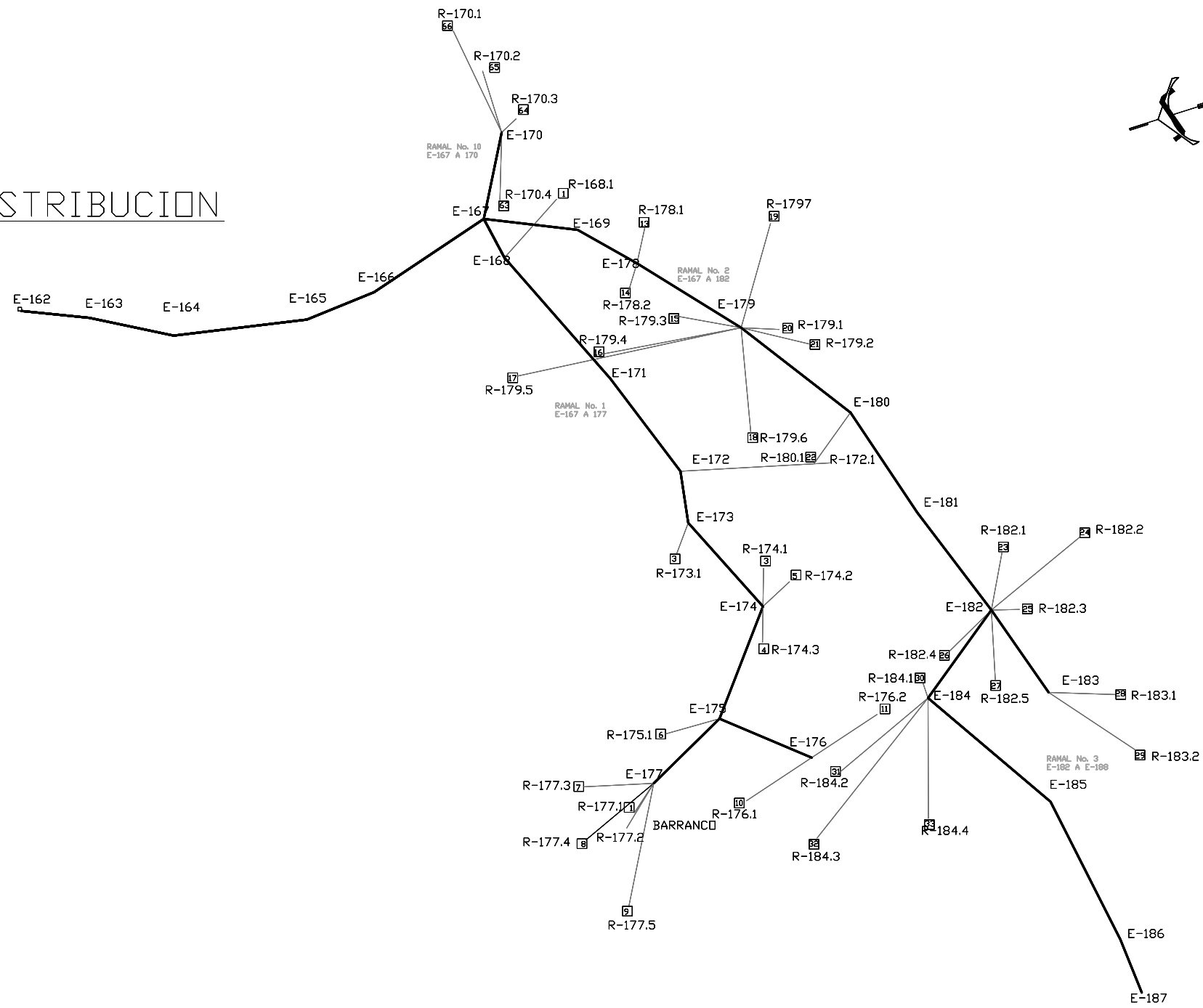
NE—	Nivel estático
CP	Cota piezométrica
E-1	Estaciones Cota de terreno
VA ●	Válvula de aire
VL ☼	Válvula de limpieza
---	Línea piezométrica
—	Línea de conducción tubo subterráneo
CRP	Caja rompedoras

PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-149 A E-167



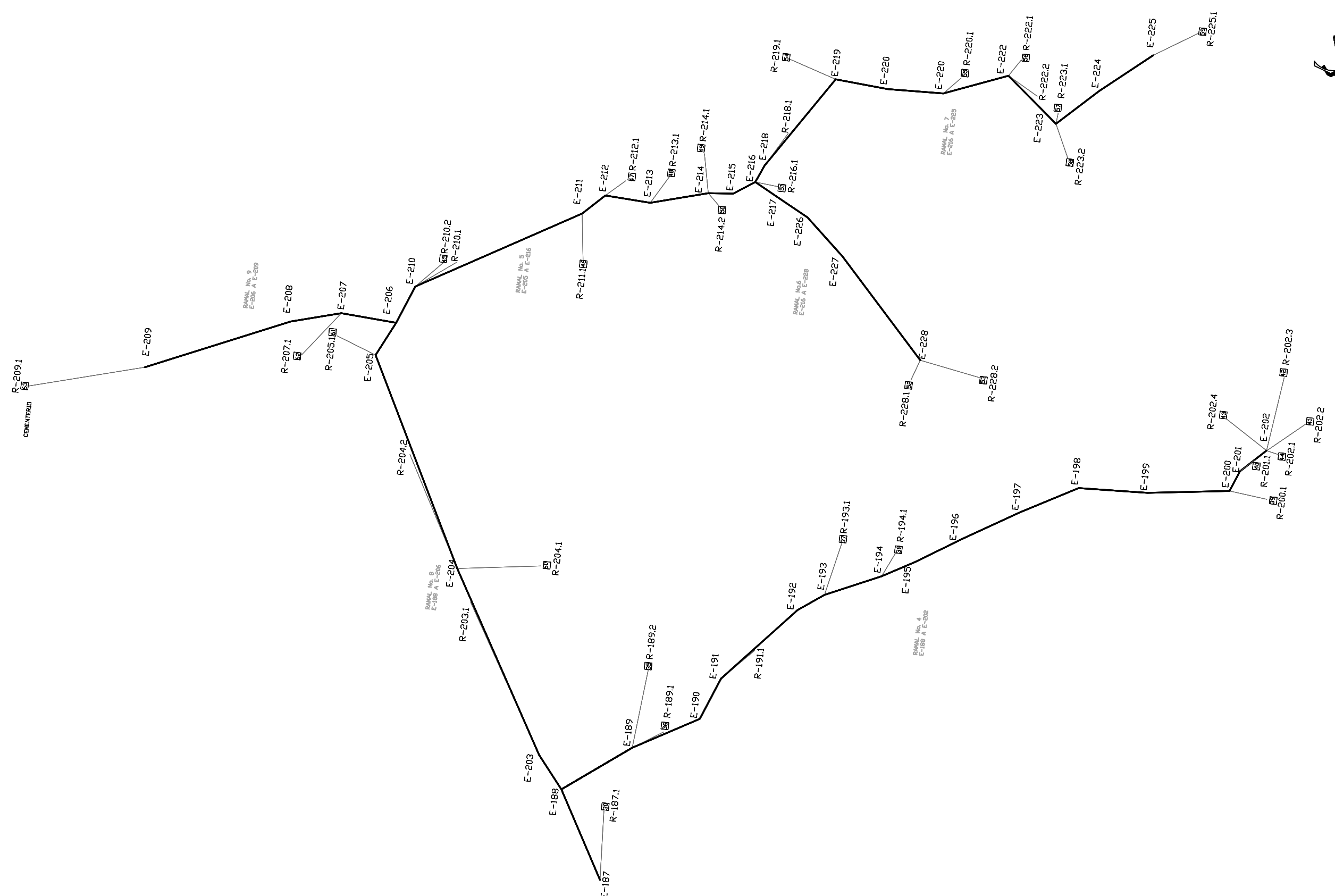
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E P S	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	MUNICIPIO: TEOPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2007
DE: 8	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PLANIFICADOR:	Va. Ba.
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS

TANQUE DE DISTRIBUCION



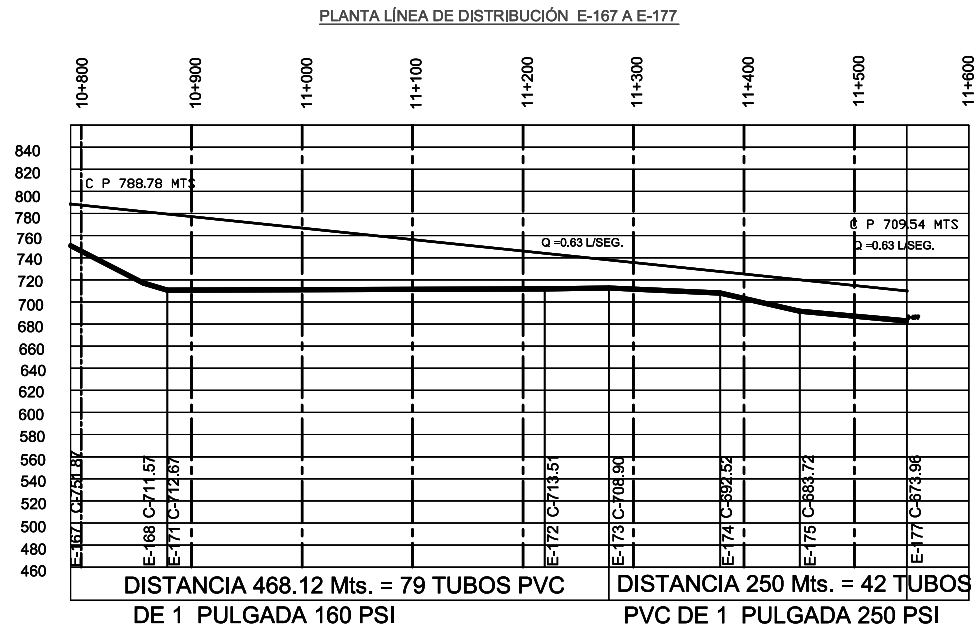
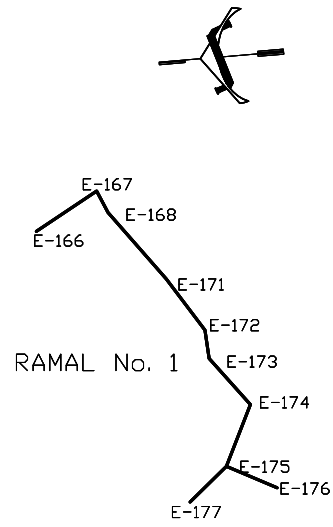
ESCALA 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		PLANO DE:	
FACULTAD DE INGENIERIA		PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION	
UNIDAD DE E. P. S.			
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY			
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 1	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 6	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:		Va. Bo.	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS	



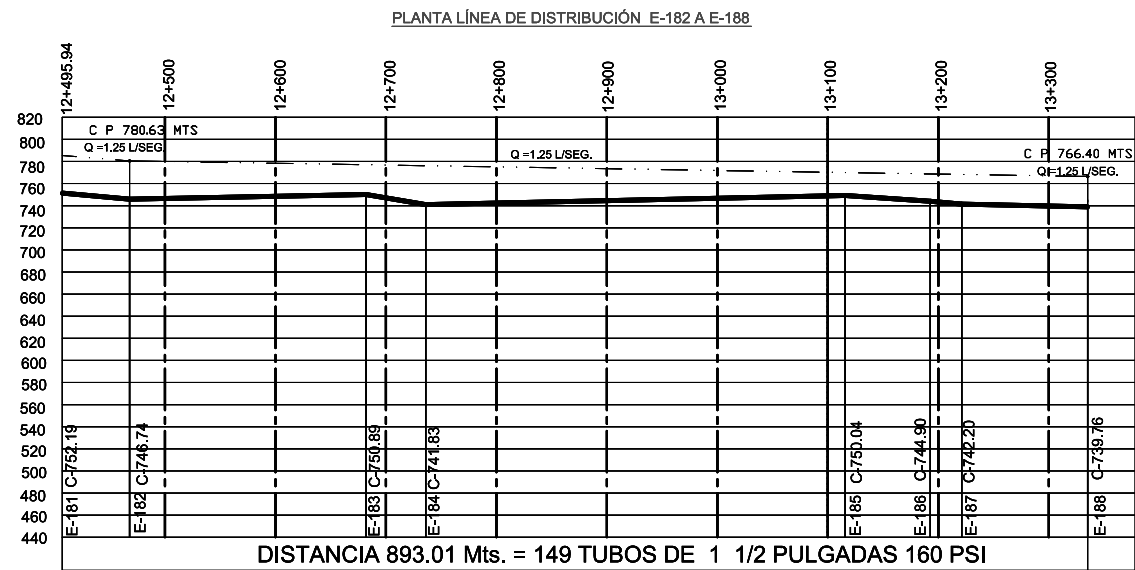
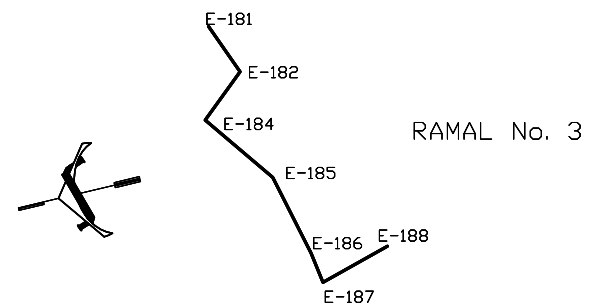
ESCALA 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		PLANO DE:	
FACULTAD DE INGENIERIA		PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION	
UNIDAD DE E.P.S			
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY			
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 2	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 6	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:		Vo. Bo.	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS	



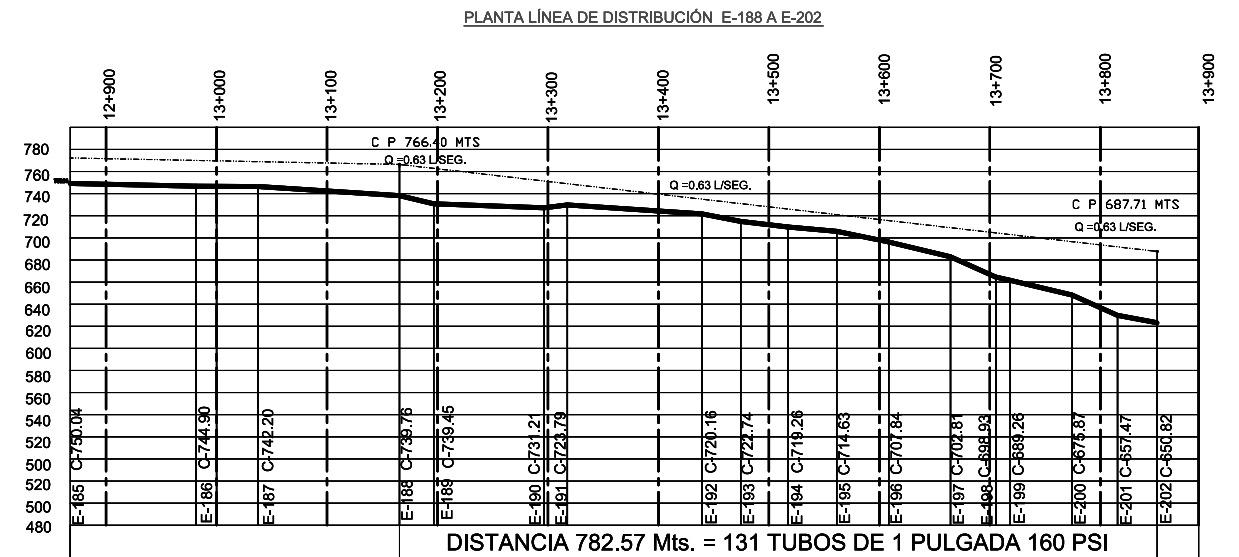
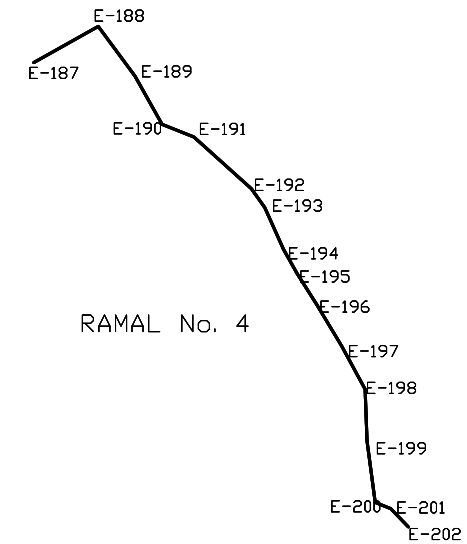
PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-167 A E-177

ESCALA 1/5000



PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-182 A E-188

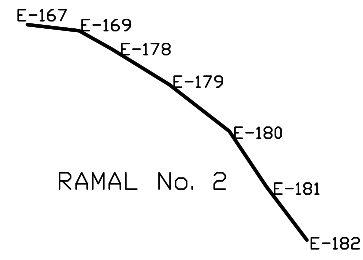
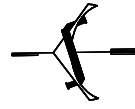
ESCALA 1/5000



PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-188 A E-202

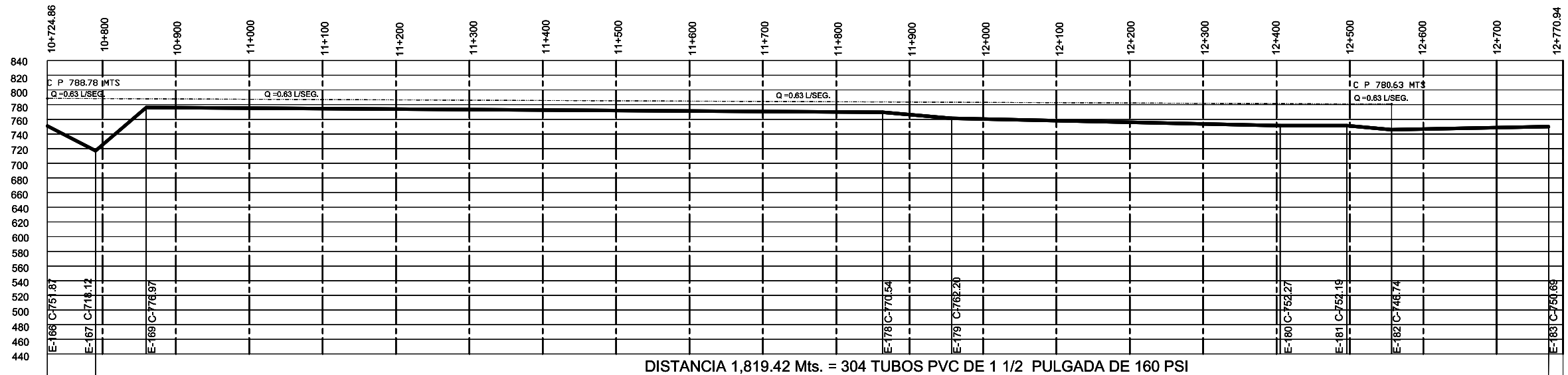
ESCALA 1/5000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.		PLANO DE: PLANTA Y PERFIL RED DE DISTRIBUCION	
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 3	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 6	Va. Ba.	
PLANIFICADOR:		ING. JUAN MERCK COS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY			



RAMAL No. 2

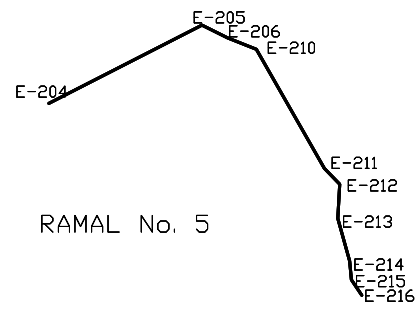
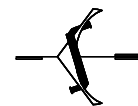
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-167 A E-182



DISTANCIA 1,819.42 Mts. = 304 TUBOS PVC DE 1 1/2 PULGADA DE 160 PSI

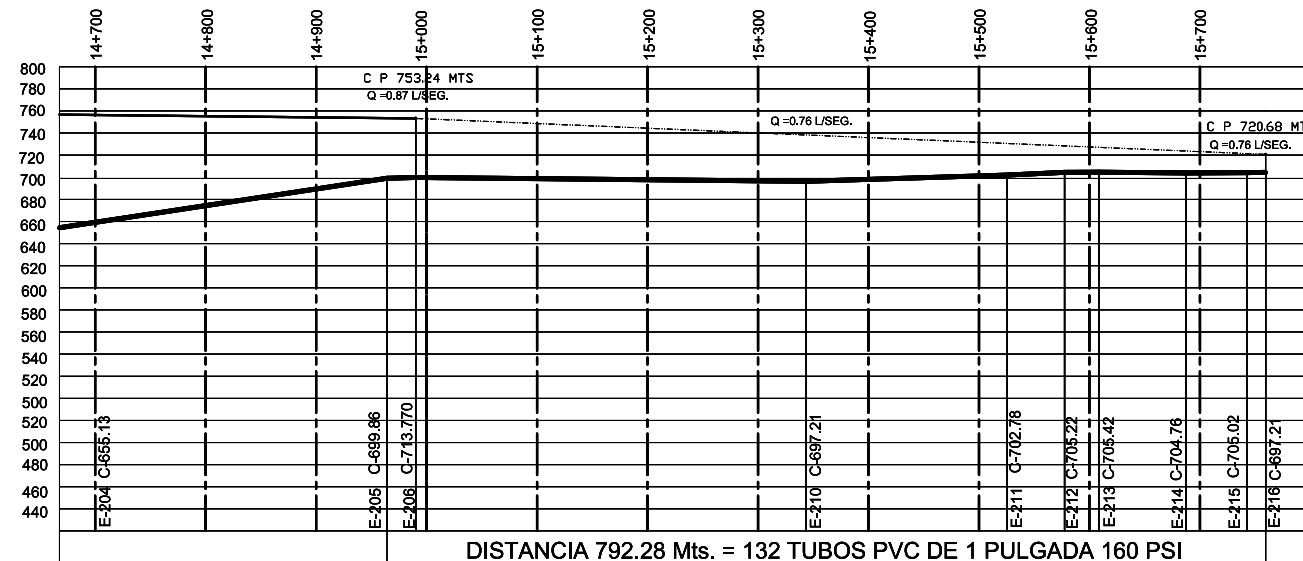
PERFIL RED DISTRIBUCIÓN E-167 A E-182

ESCALA 1/5000



RAMAL No. 5

PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-206 A E-216



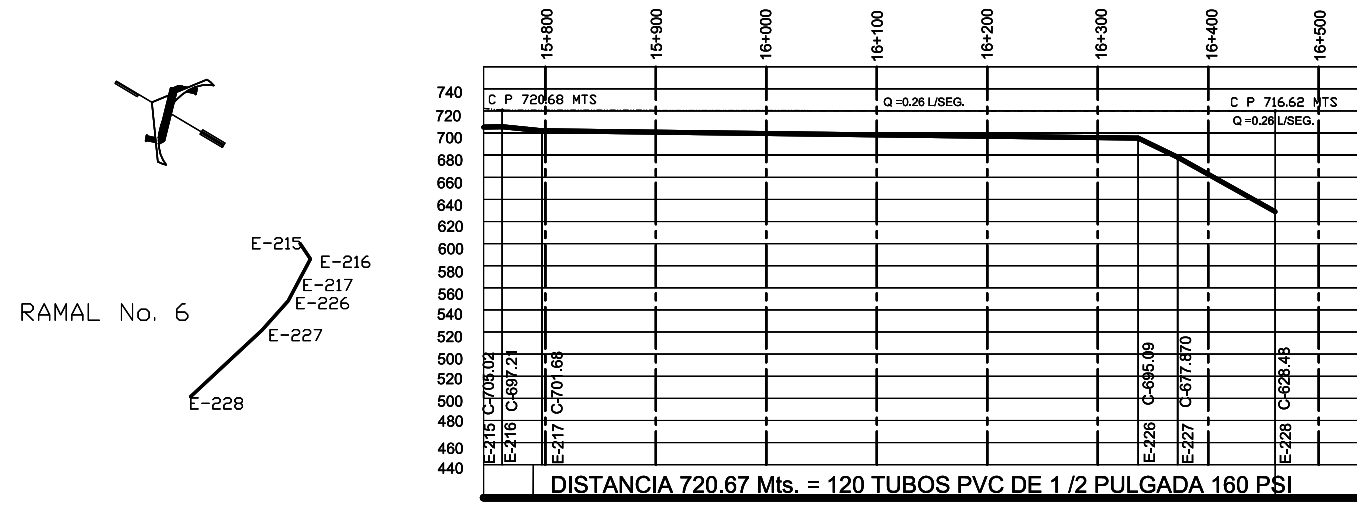
DISTANCIA 792.28 Mts. = 132 TUBOS PVC DE 1 PULGADA 160 PSI

PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-206 A E-216

ESCALA 1/5000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL RED DE DISTRIBUCION
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2007
HOJA No. 4	DE: 6
PLANIFICADOR:	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
	Va. Ba.
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS

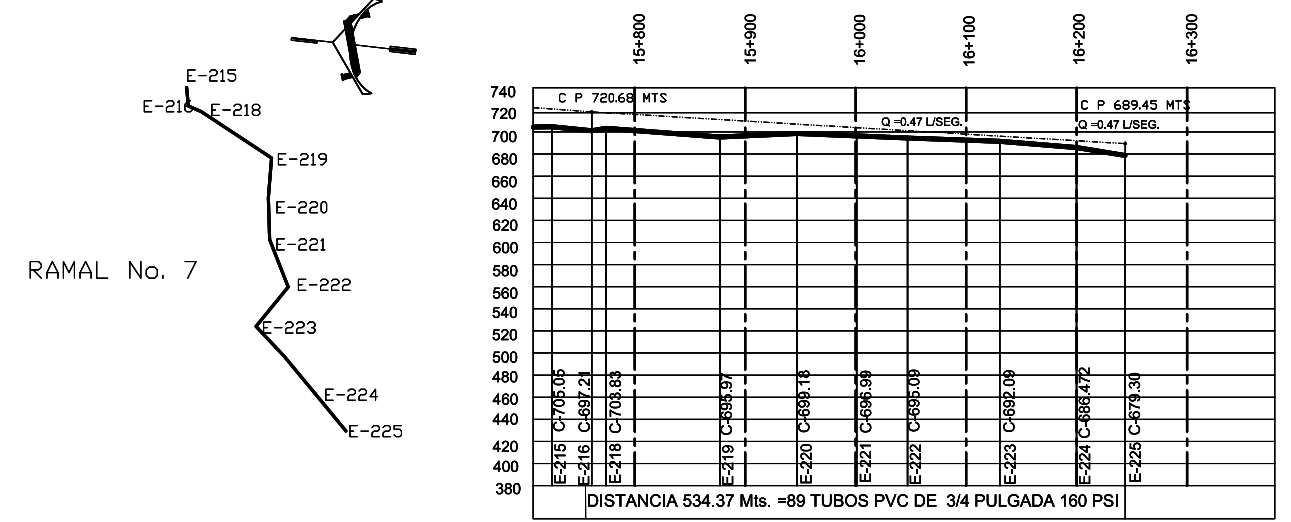
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-216 A E-228



PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-216 A E-228

ESCALA 1/5000

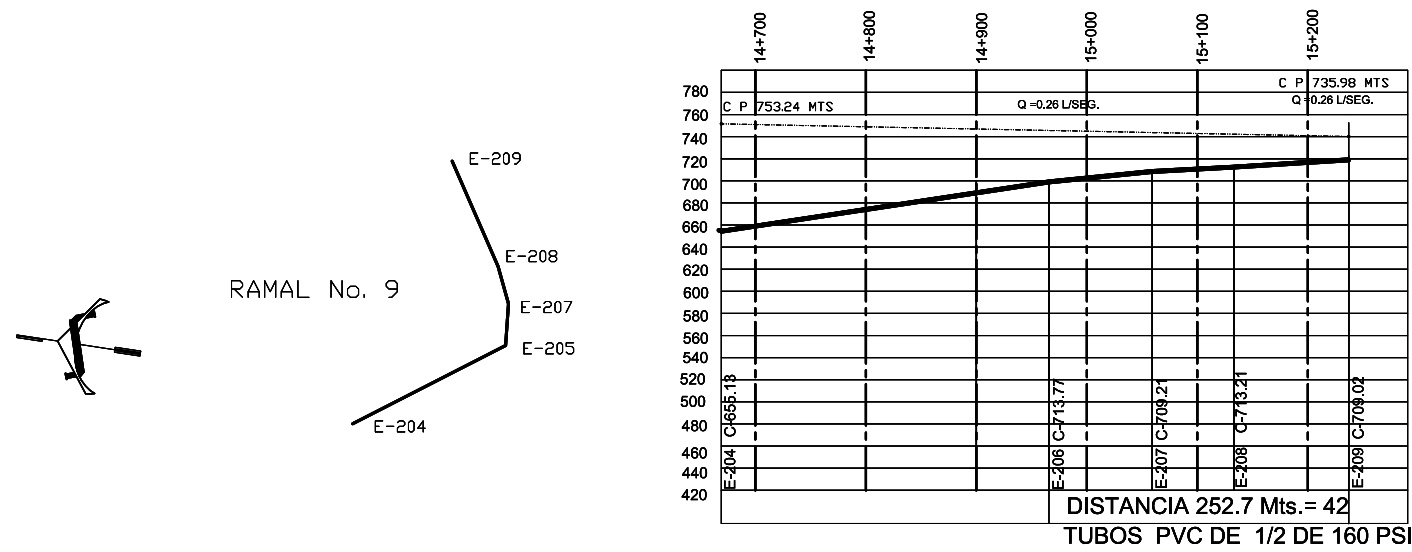
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-216 A E-225



PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-216 A E-225

ESCALA 1/5000

PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-206 A E-209

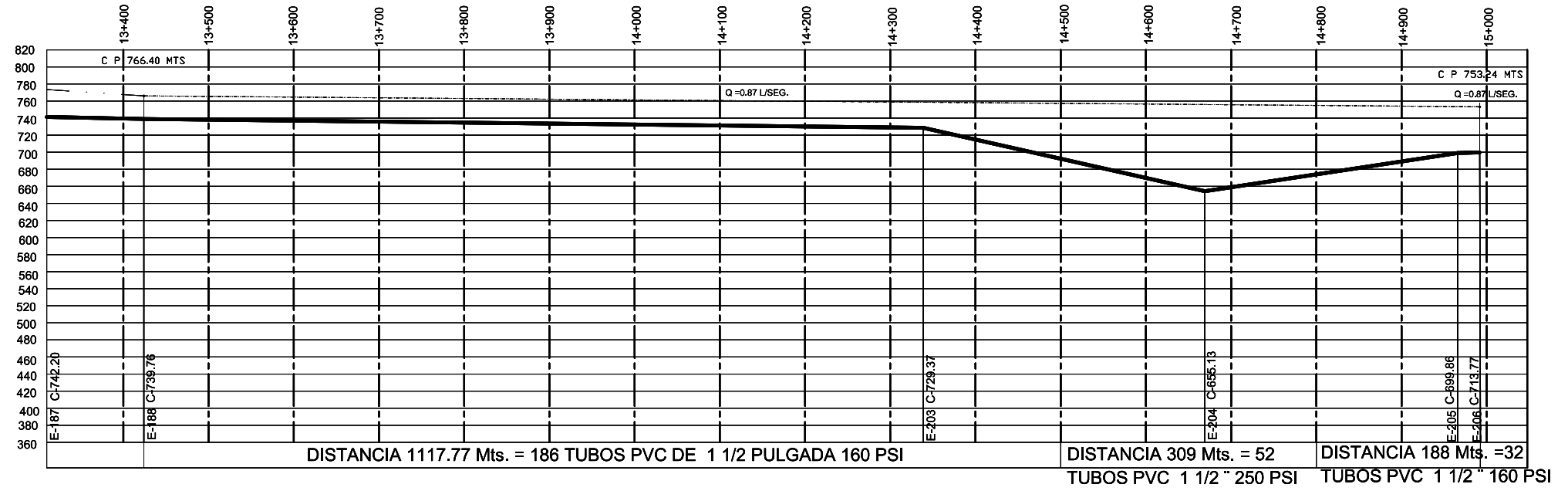


PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-206 A E-209

ESCALA 1/5000

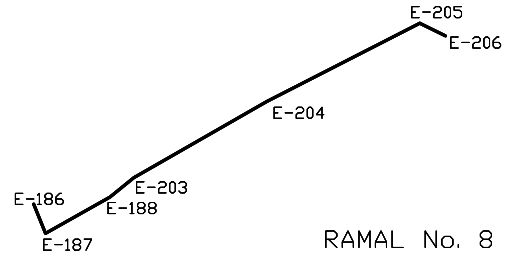
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E P S		PLANO DE: PLANTA Y PERFIL RED DE DISTRIBUCION	
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARCANJAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 5	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 6	Va. Ba.	
PLANIFICADOR:		ING. JUAN MERCK COS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY			

PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-188 A E-206

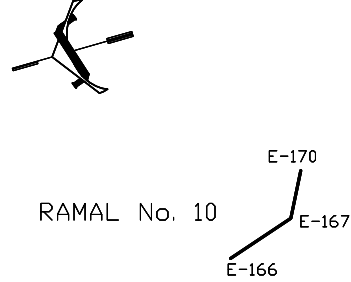


PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-188 A E-206

ESCALA 1/5000

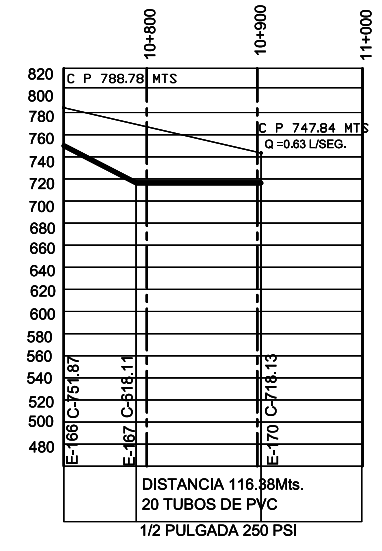


RAMAL No. 8



RAMAL No. 10

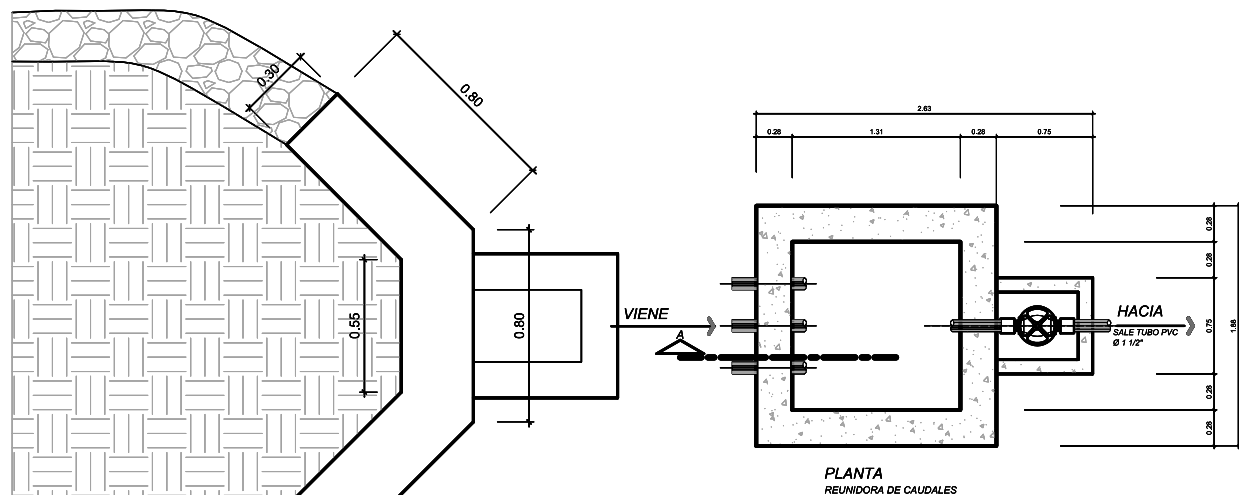
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-167 A E-170



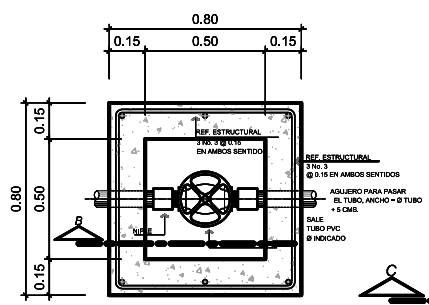
PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN E-167 A E-170

ESCALA 1/5000

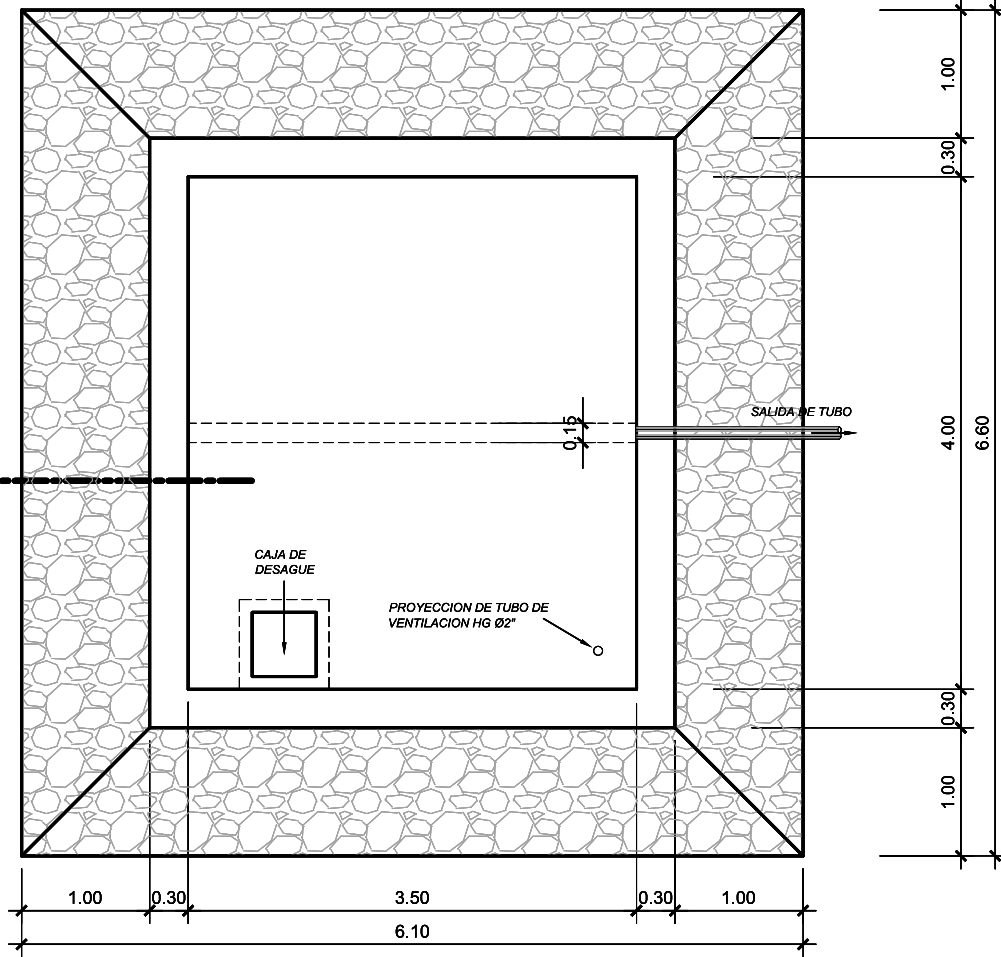
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.		PLANO DE: PLANTA Y PERFIL RED DE DISTRIBUCION	
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 6	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 6	Va. Ba.	
PLANIFICADOR:		ING. JUAN MERCK COS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY			



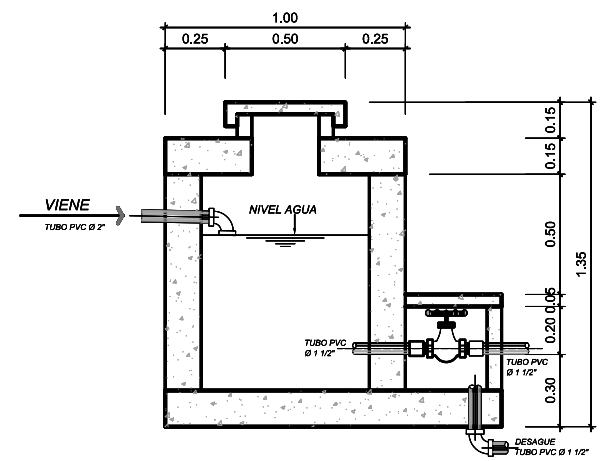
PLANTA
REUNIDORA DE CAUDALES



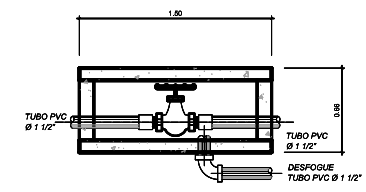
PLANTA
VALVULA DE AIRE



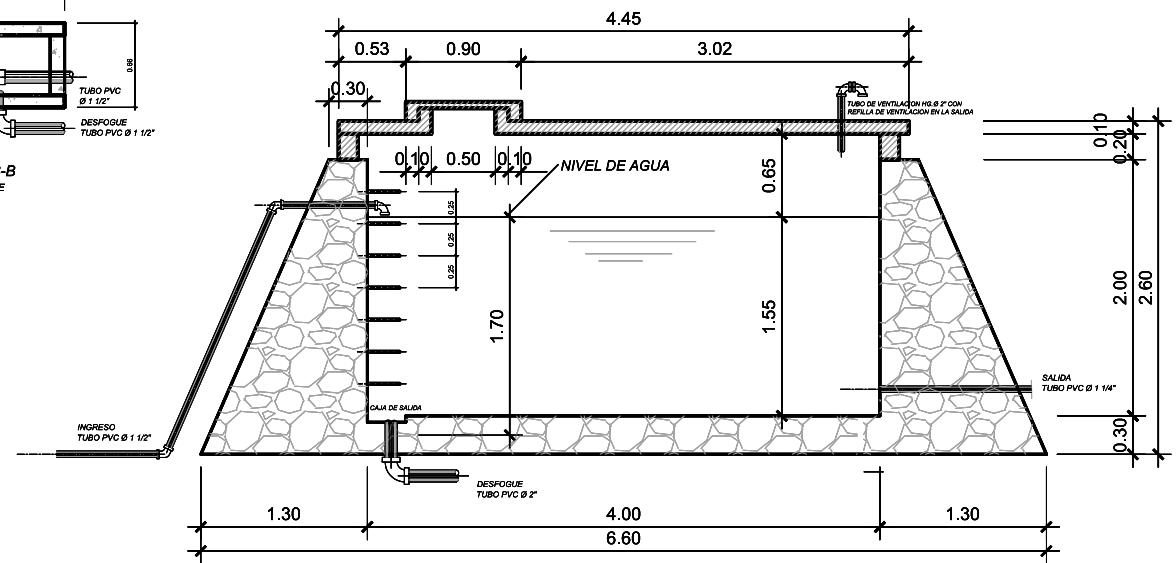
PLANTA
TANQUE



SECCION A-A
REUNIDORA DE CAUDALES

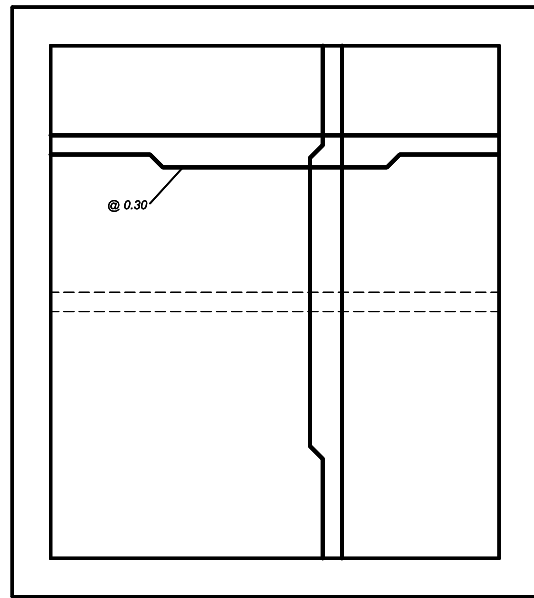


SECCION B-B
VALVULA DE AIRE

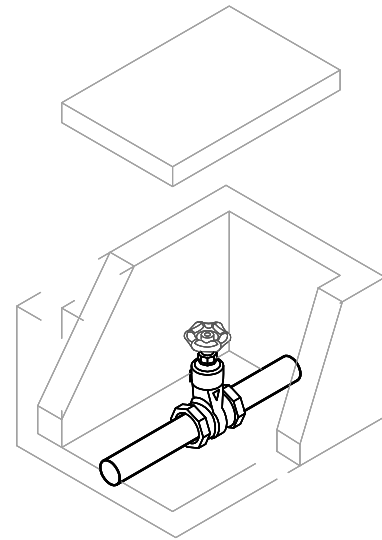


SECCION C-C
TANQUE

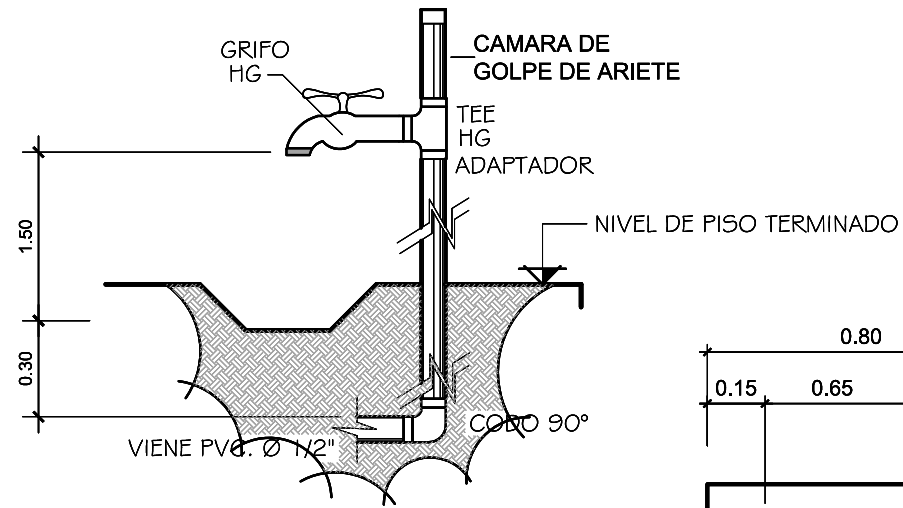
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E P S		PLANO DE: DETALLE DE ESTRUCTURAS	
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		DIRECCION: ALDEA CHUARACANAY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 1	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
FECHA: AGOSTO 2007	DE: 2	Va. Ba.	
PLANIFICADOR:			
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS	



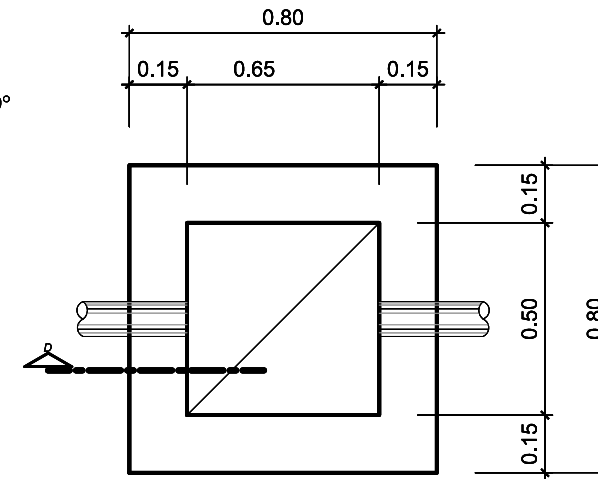
**ESTRUCTURA DE ARMADO
TANQUE**



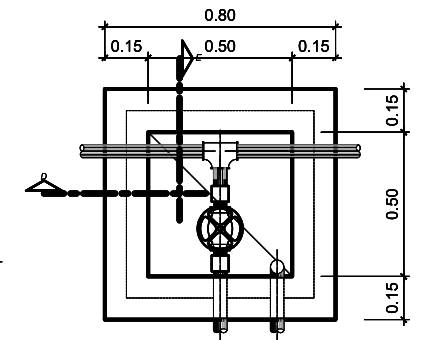
**ISOMETRICO DE VALVULA
SIN ESCALA**



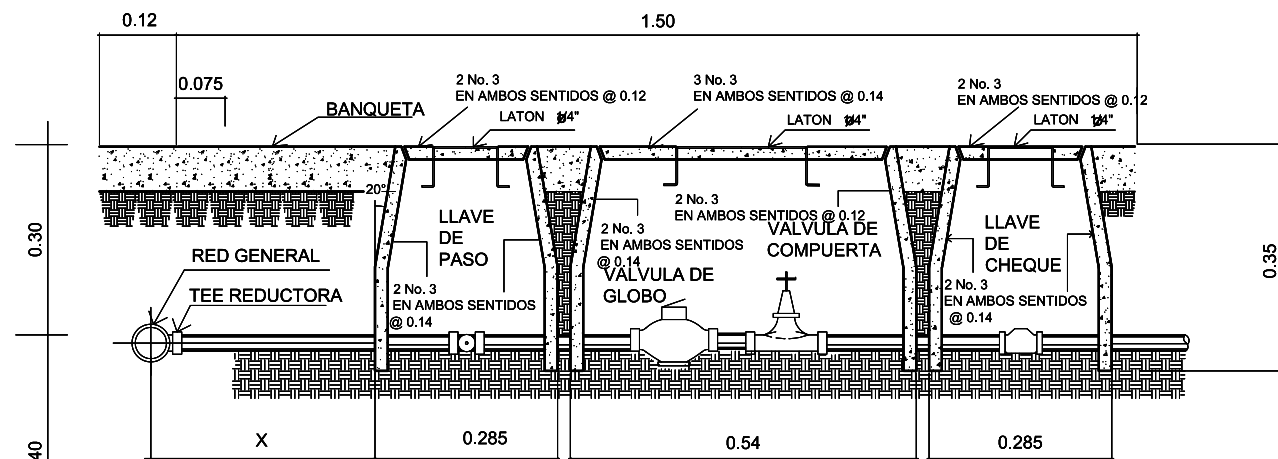
**GRIFO INTERIOR
ESCALA 1/20**



**PLANTA
CAJA ROMPEPRESIONES**

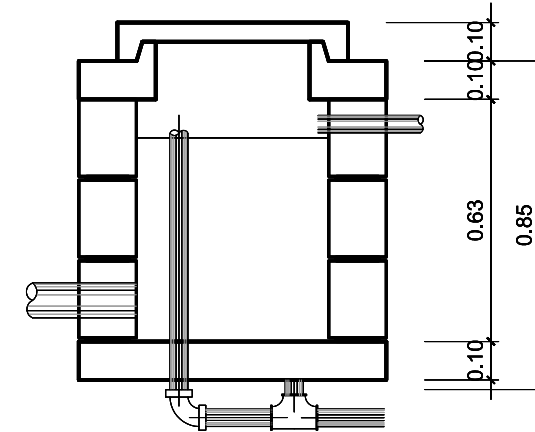


**PLANTA
VALVULA DE LIMPIEZA**

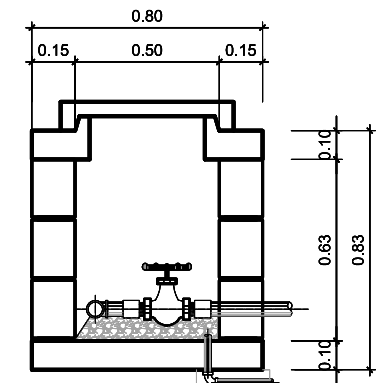


SECCION DE ACOMETIDA HIDRAULICA

ESCALA: 1:10

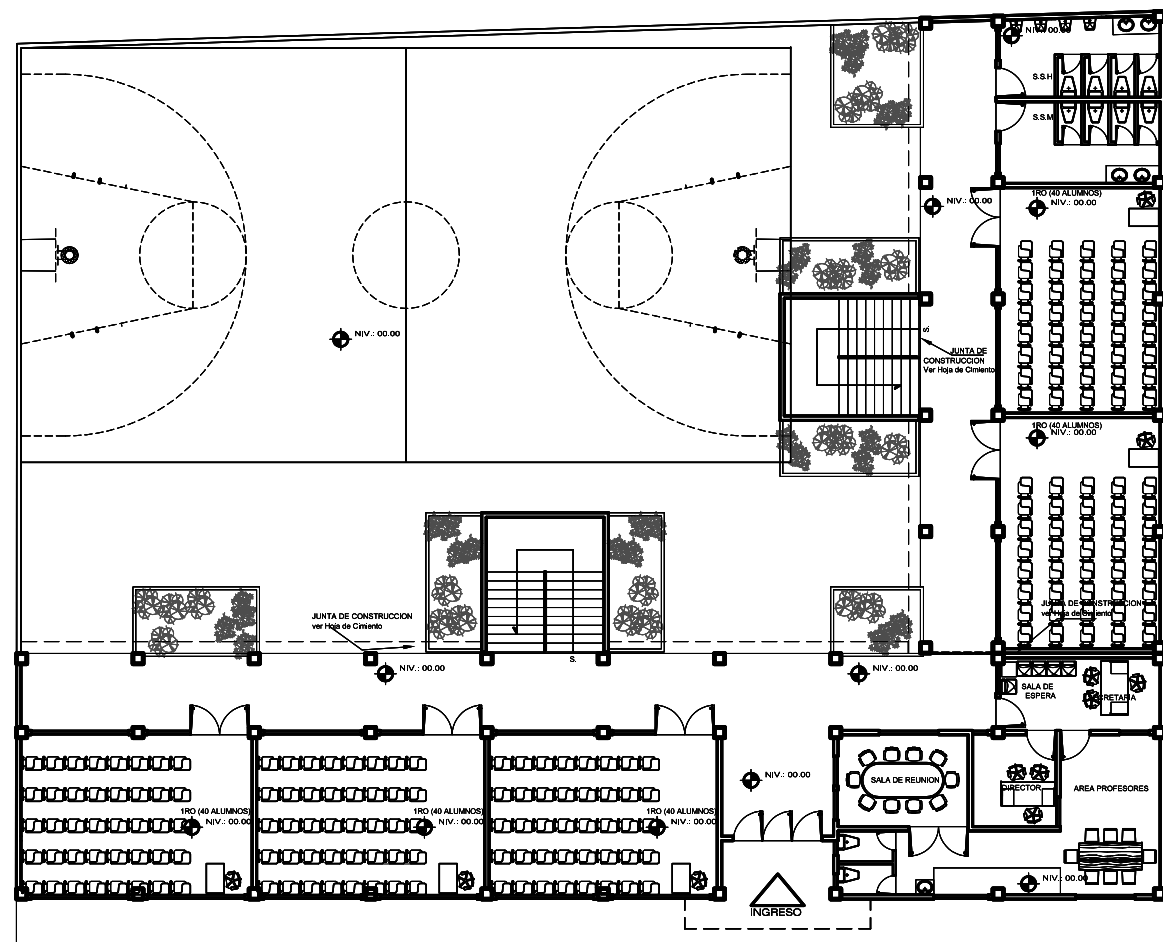
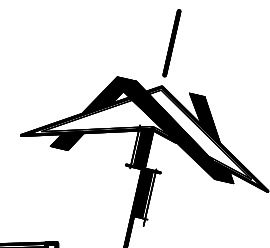


**SECCION D-D
CAJA ROMPEPRESIONES**

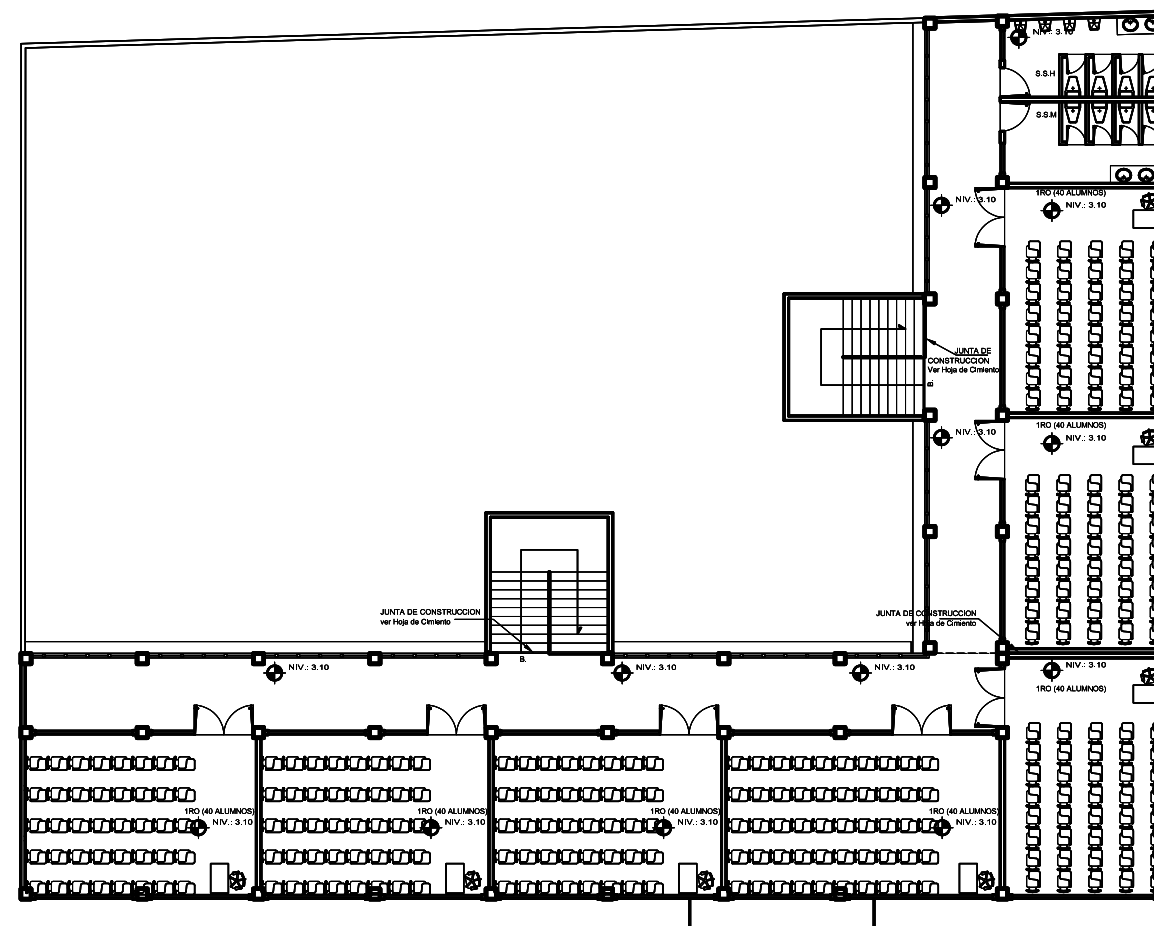


**SECCION E-E
VALVULA DE LIMPIEZA**

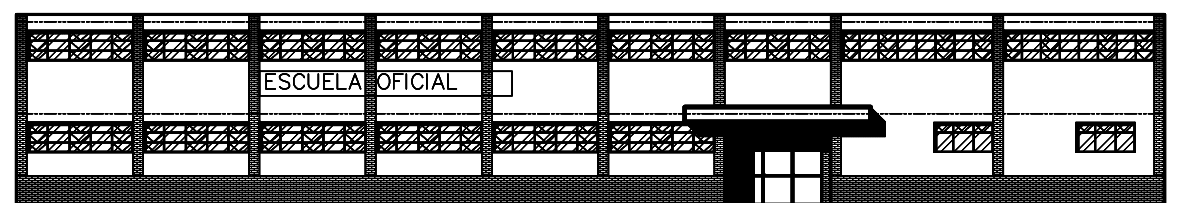
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E P S	PLANO DE: DETALLES CONSTRUCTIVOS
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHUARACANJAY
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA	DE: 2
FECHA: AGOSTO 2007	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PLANIFICADOR:	Va. Ba.
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS



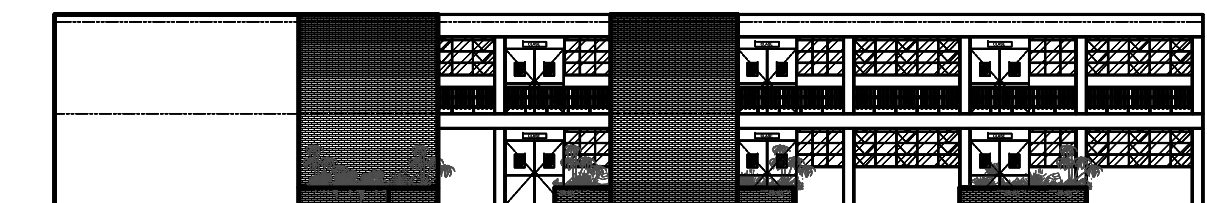
PLANTA AMUEBLADA 1ER NIVEL Esc.:1/125



PLANTA AMUEBLADA 2DO NIVEL Esc.:1/125

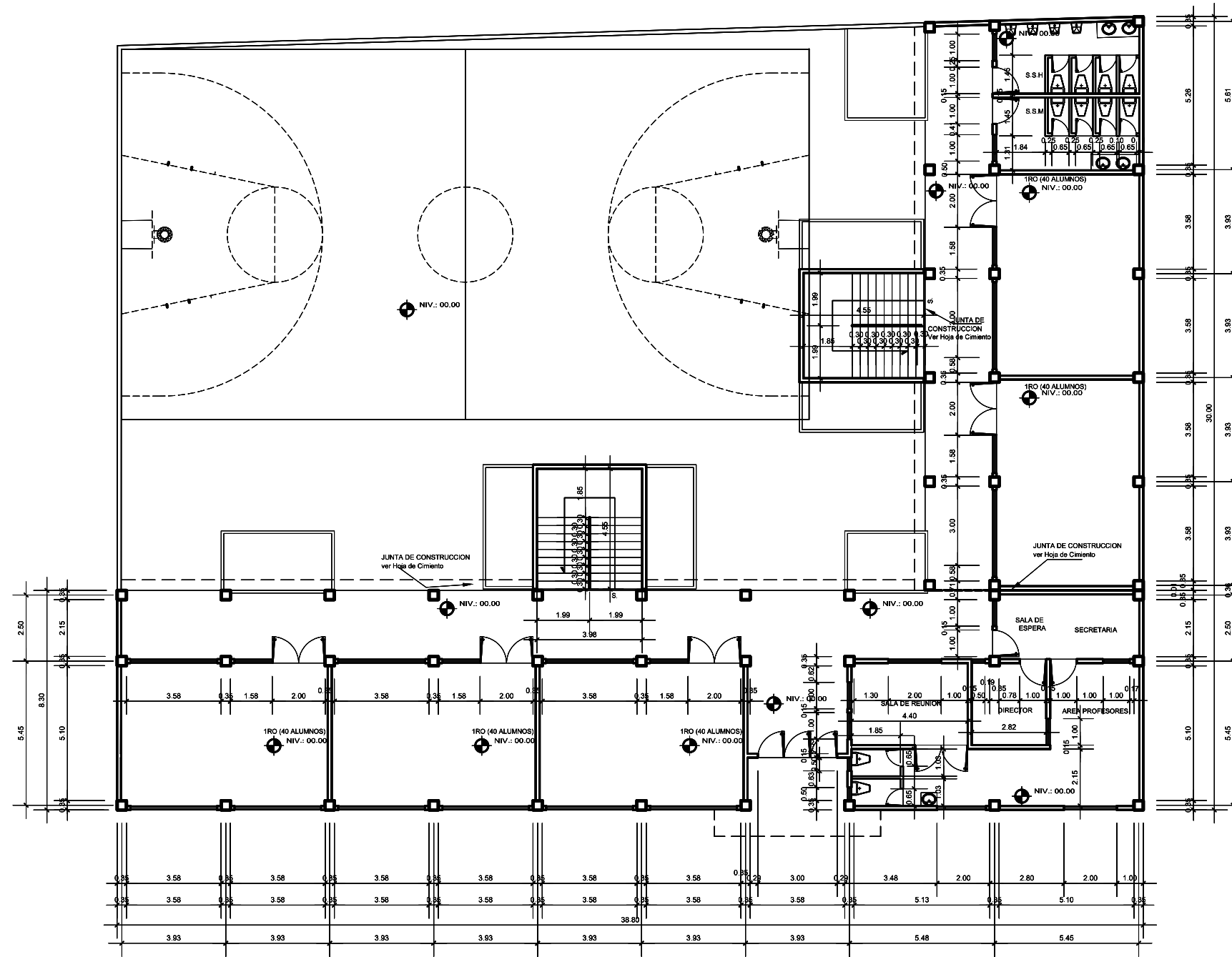
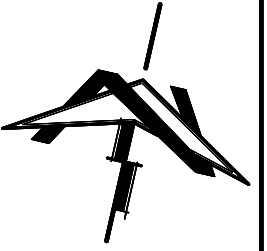


FACHADA FRONTAL Esc.:1/125



FACHADA POSTERIOR Esc.:1/125

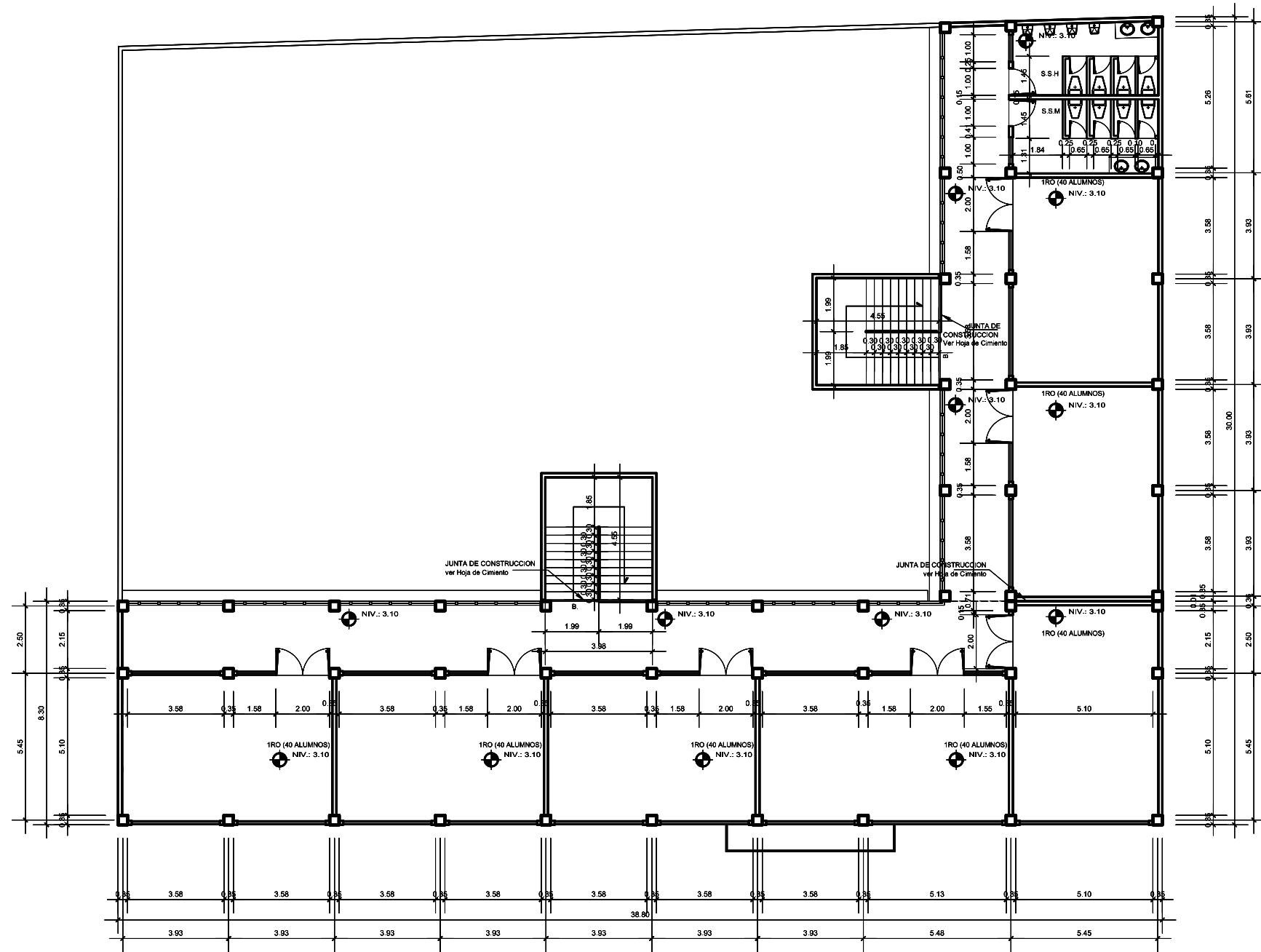
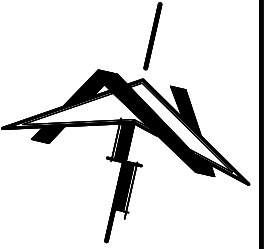
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS	PROYECTO INSTITUTO BASICO PLANO: AMUEBLADA Y FACHADA	1/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRILUJUY COLONIA:	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Bo. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS	



PLANTA ACOTADA 1ER NIVEL

Esc.:1/100

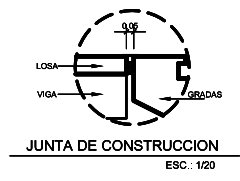
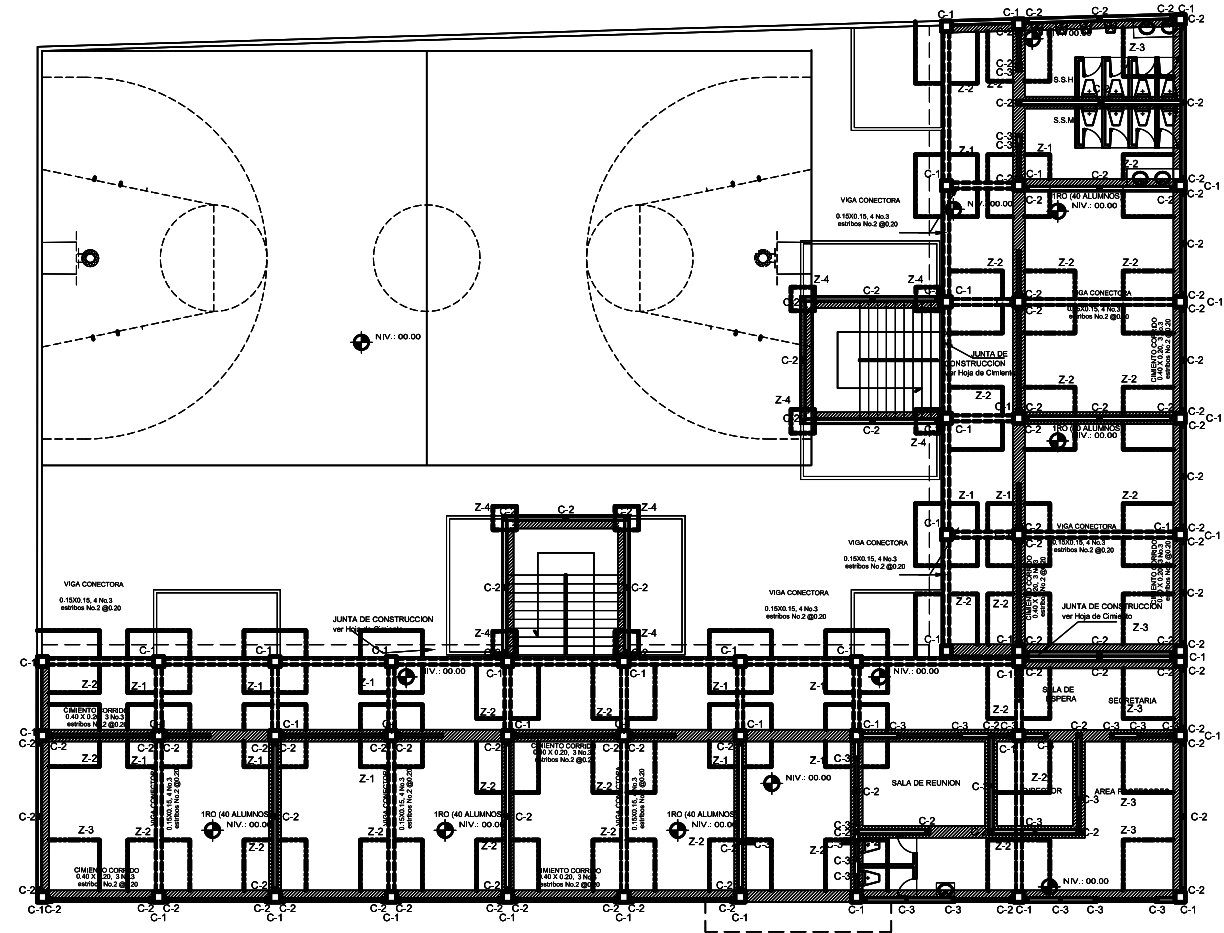
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNISAR - I.E.T.E.	PROYECTO INSTITUTO BASICO PLANO: PLANTA ACOTADA	2/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRILUYU COLONIA:	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Ba. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS



PLANTA ACOTADA 2DO NIVEL

Esc.:1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNISAP DE EPS	PROYECTO INSTITUTO BASICO PLANO: PLANTA ACOTADA	3/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRILUYU	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
FECHA: MARZO 2008	Va. Ba. ASESOR DE EPS	
PLANIFICADOR:		
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS	

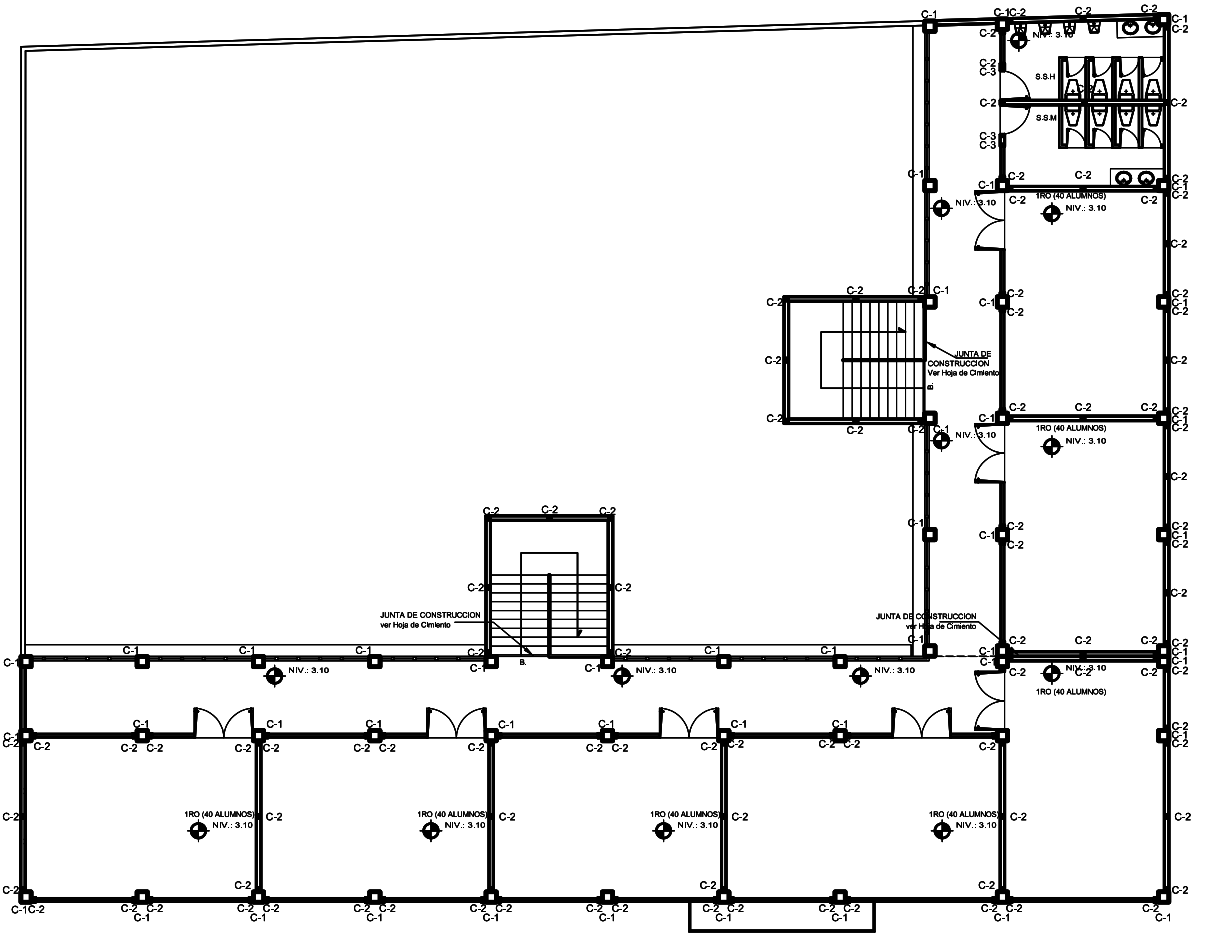


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero grado 60
 $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
 $F_c = 281 \text{ kg/cm}^2$

Recubrimiento:
 Columna = 2.5 cm
 Viga = 2.5 cm

Resistencia de block
 35 kg/cm²

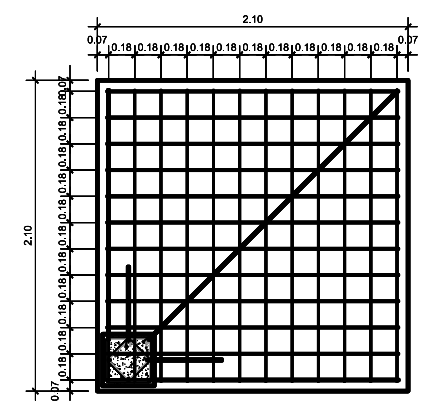
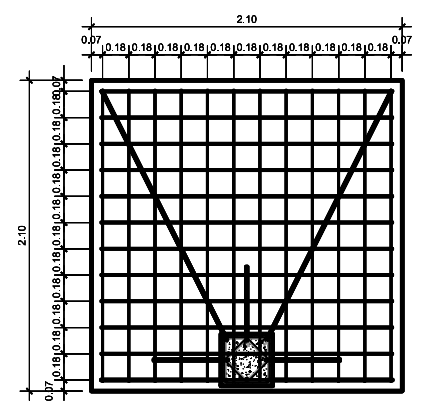
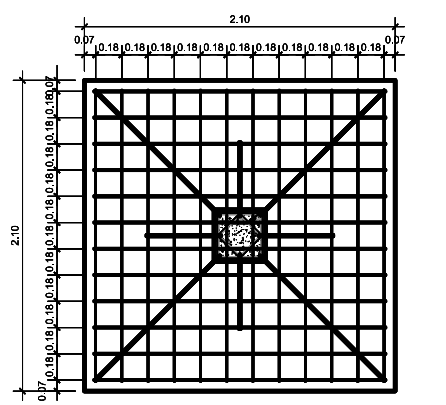
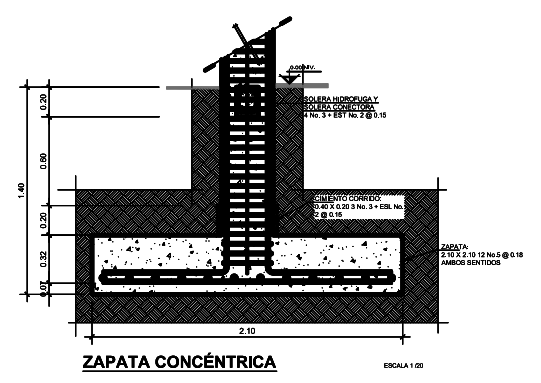
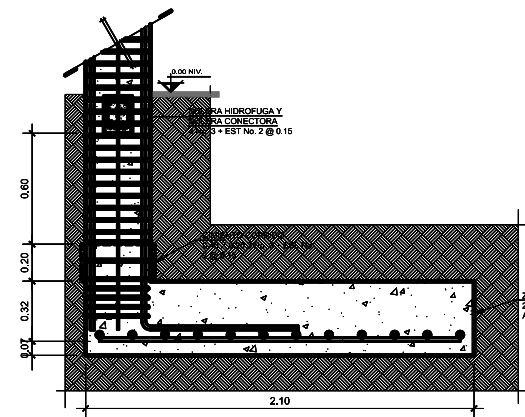
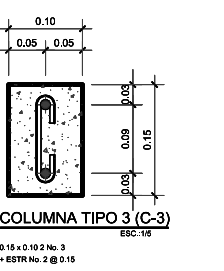
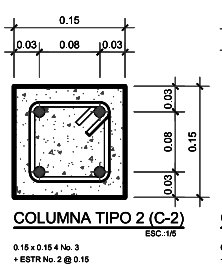
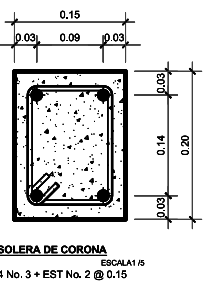
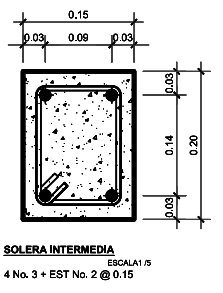
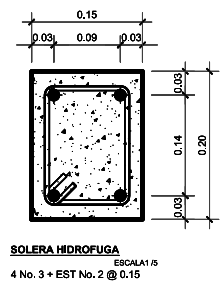
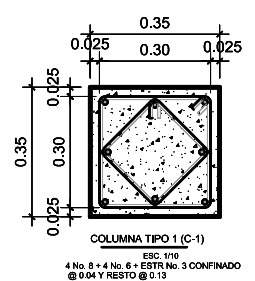


PLANO DE COLUMNAS 1ER NIVEL Esc.:1/125

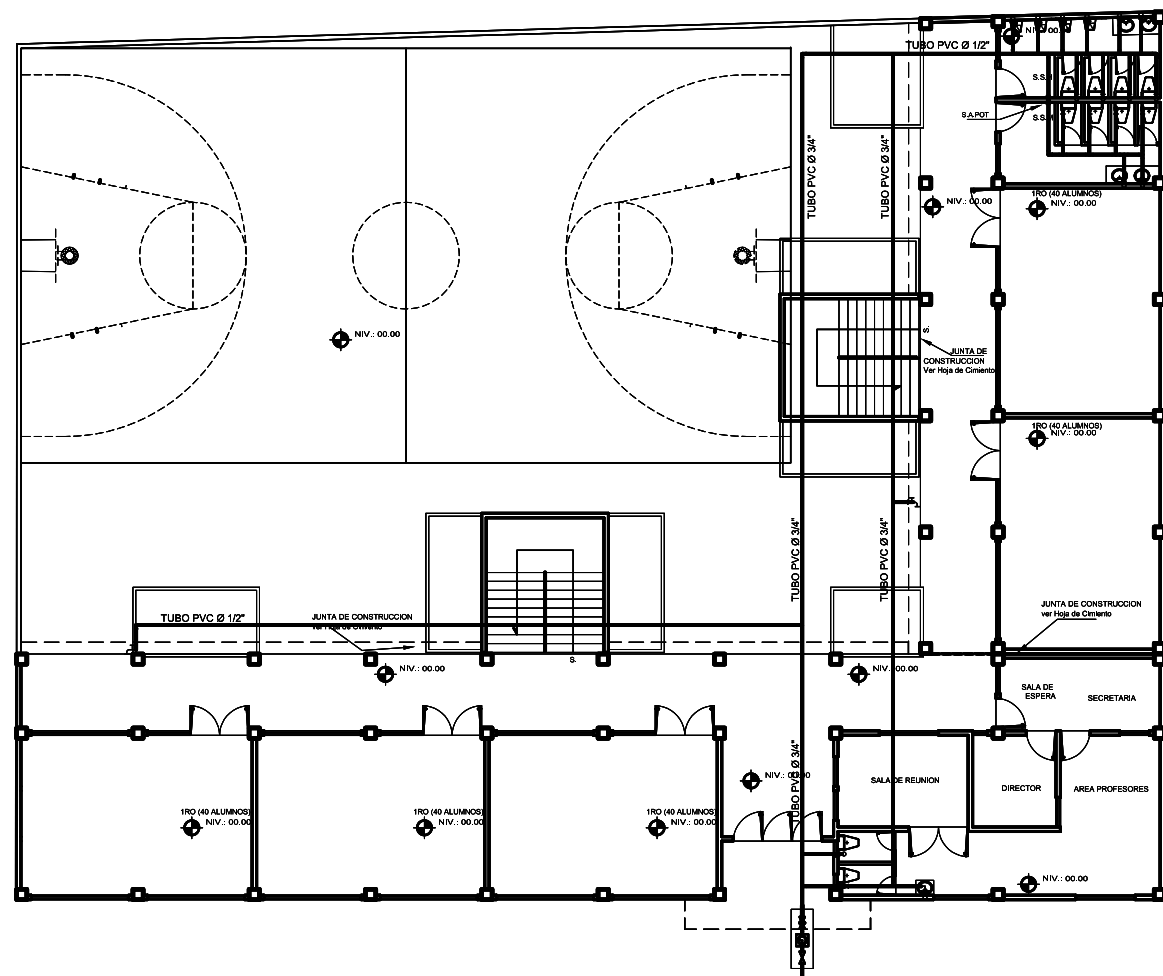
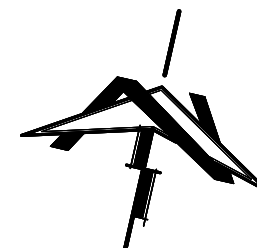
PLANO DE COLUMNA 2DO NIVEL Esc.:1/125

PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	DIMENSION	REFUERZO
C-1	0.35 X 0.35	4 No. 3 + 4 No. 6 + ESTR. No. 3 CONFINADO @ 0.04 Y RESTO @ 0.15 grado 60
C-2	0.15 X 0.15	4 No. 3 + ESTR. No. 2 @ 0.20
C-3	0.15 X 0.10	2 No. 3 + ESTR. No. 2 @ 0.20

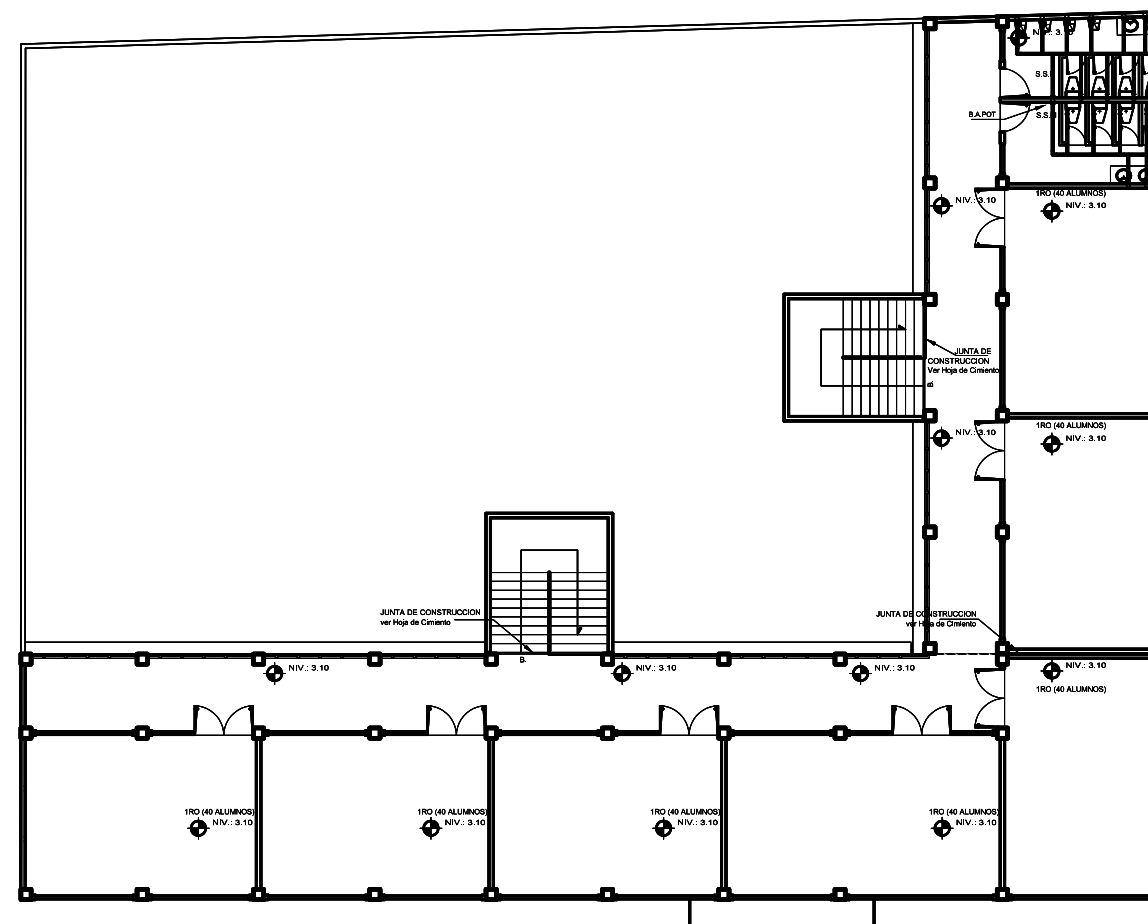


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNISAB - U.P.P.	PROYECTO: INSTITUTO BASICO PLANO: PLANO DE COLUMNAS CIMENTOS Y DETALLES	4/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRILUYU	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Ba. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS



PLANO DE HIDRÁULICA 1ER NIVEL

Esc.:1/125



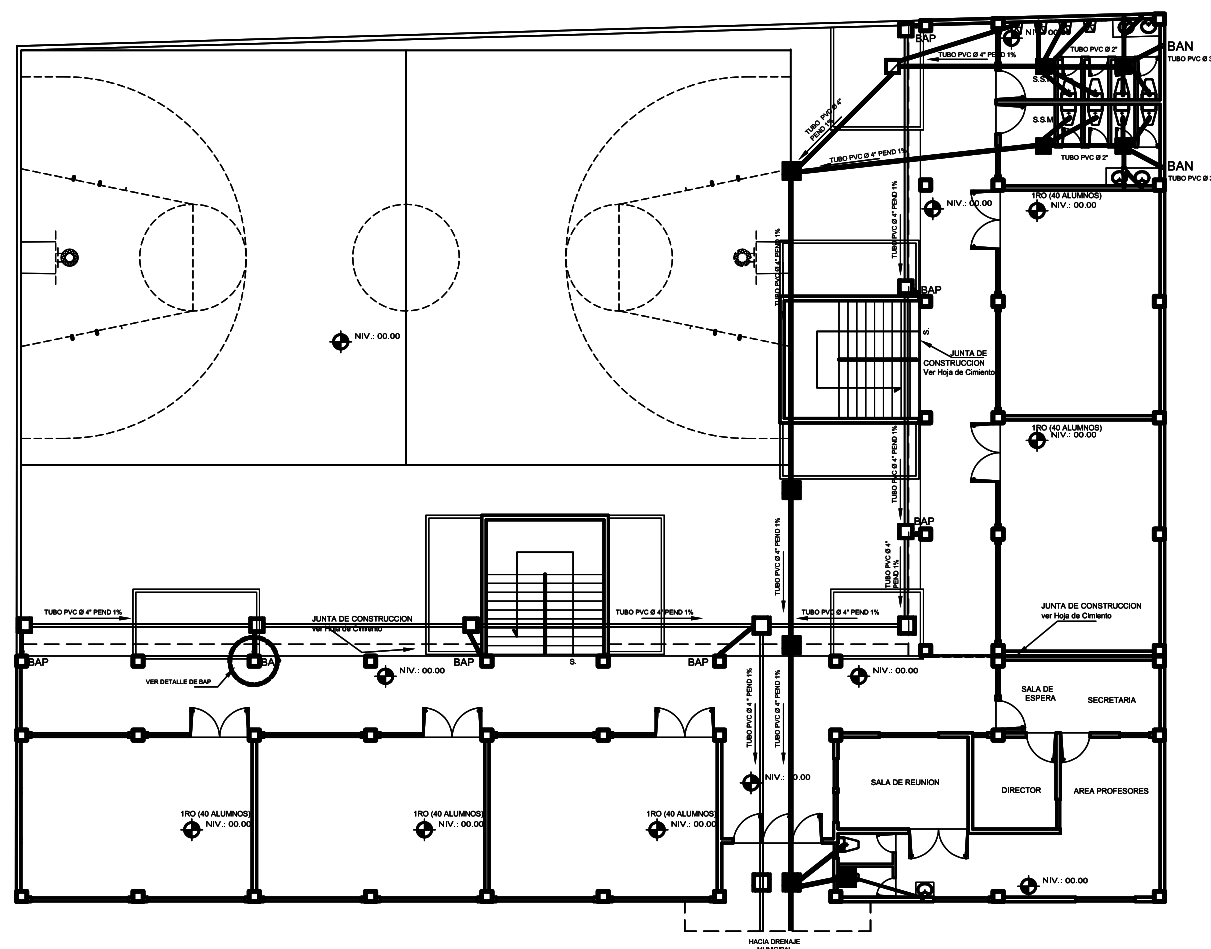
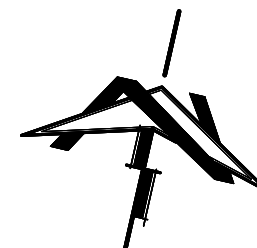
PLANO DE HIDRÁULICA 2DO NIVEL

Esc.:1/125

NOMENCLATURA

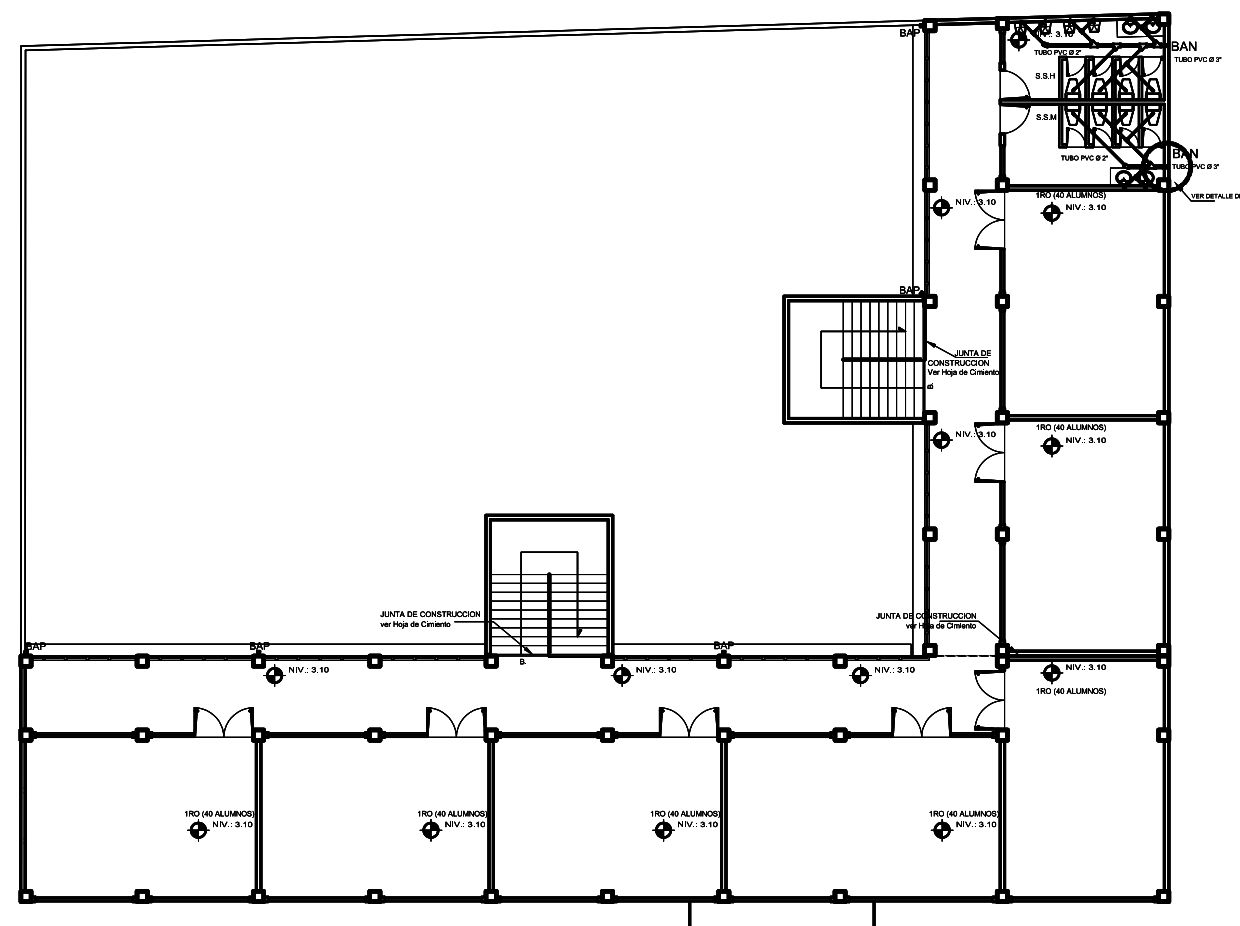
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
⊥	TE PVC 90° VERTICAL
—	TE DE PVC 90° HORIZONTAL
⊘	CODO PVC 90° VERTICAL
⌒	CODO PVC 90° HORIZONTAL
⊥	GRIFO PARA MANGUERA
⊥	REDUCTOR PVC DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
⊥	VALVULA DE PASO
⊥	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
⊥	VALVULA DE COMPUERTA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNISAB DE EPS	PROYECTO INSTITUTO BÁSICO PLANO: PLANO DE HIDRÁULICA	5/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRIJIYU	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	COLONIA:	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Bo. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS



PLANO DE DRENAJE 1ER NIVEL

Esc.:1/125

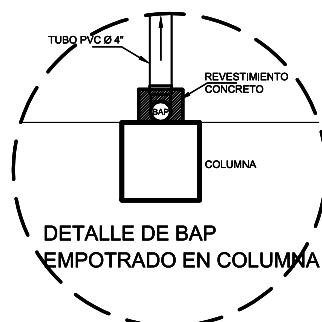


PLANO DE DRENAJE 2DO NIVEL

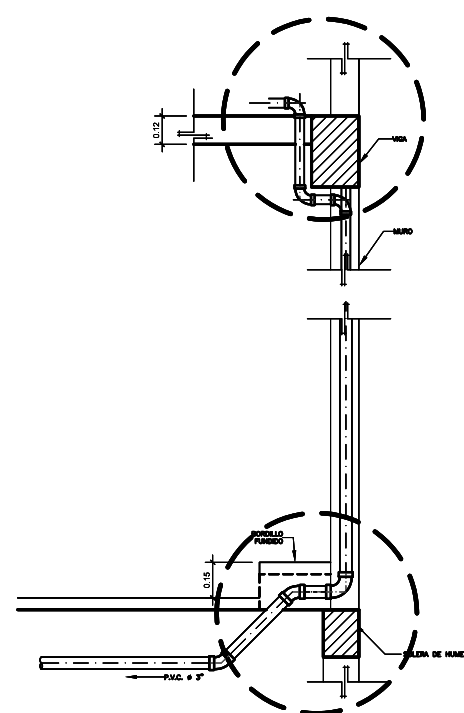
Esc.:1/125

NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE AGUAS NEGRAS
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL
	PENDIENTE DE TECHOS
	AGUA PLUVIAL
	TUBO DE DRAJAJE AGUA PLUVIAL
	TUBO DE DRAJAJE AGUAS NEGRAS
	BAN
	BAP



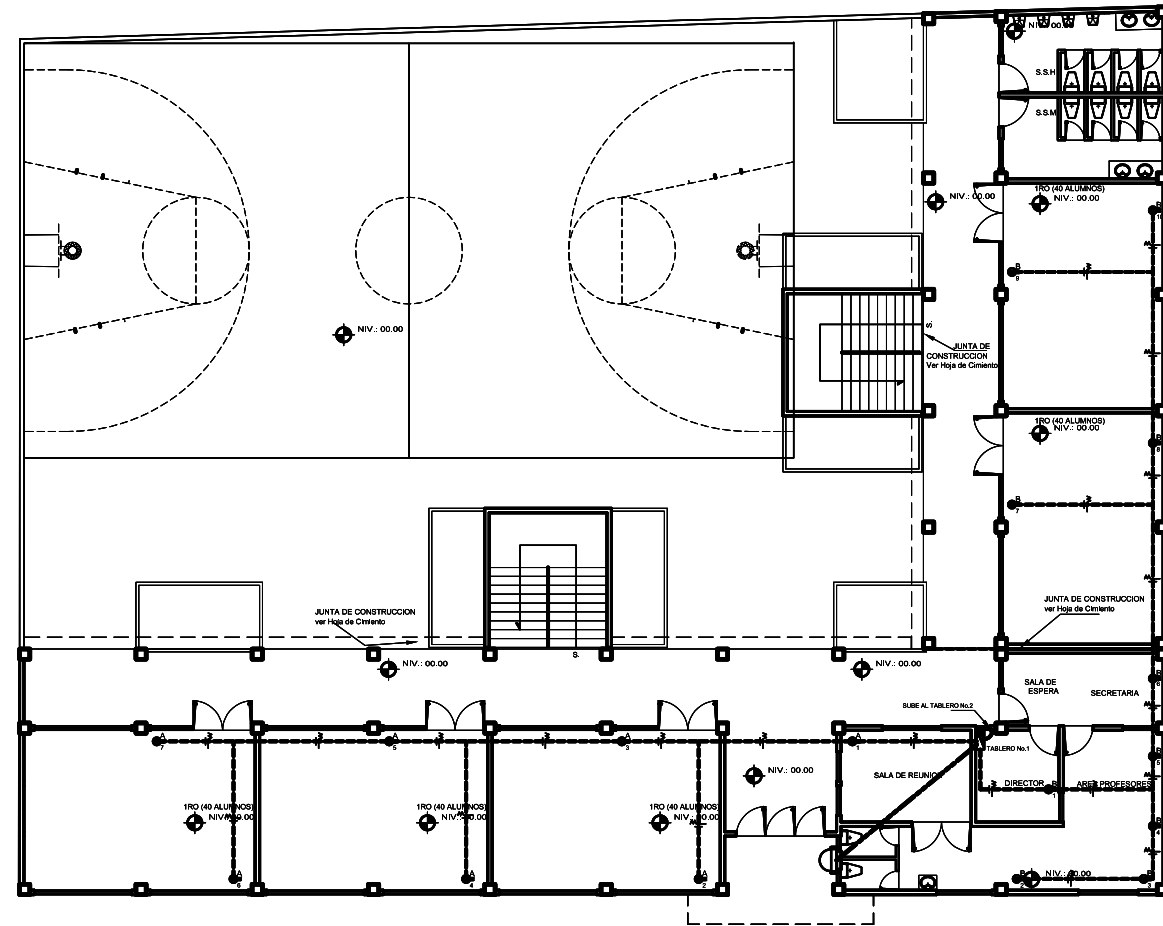
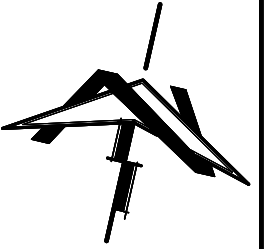
DETALLE DE BAP EMPOTRADO EN COLUMNA



DETALLE DE BAJADA DE AGUAS NEGRAS

ESCALA 1:125.0

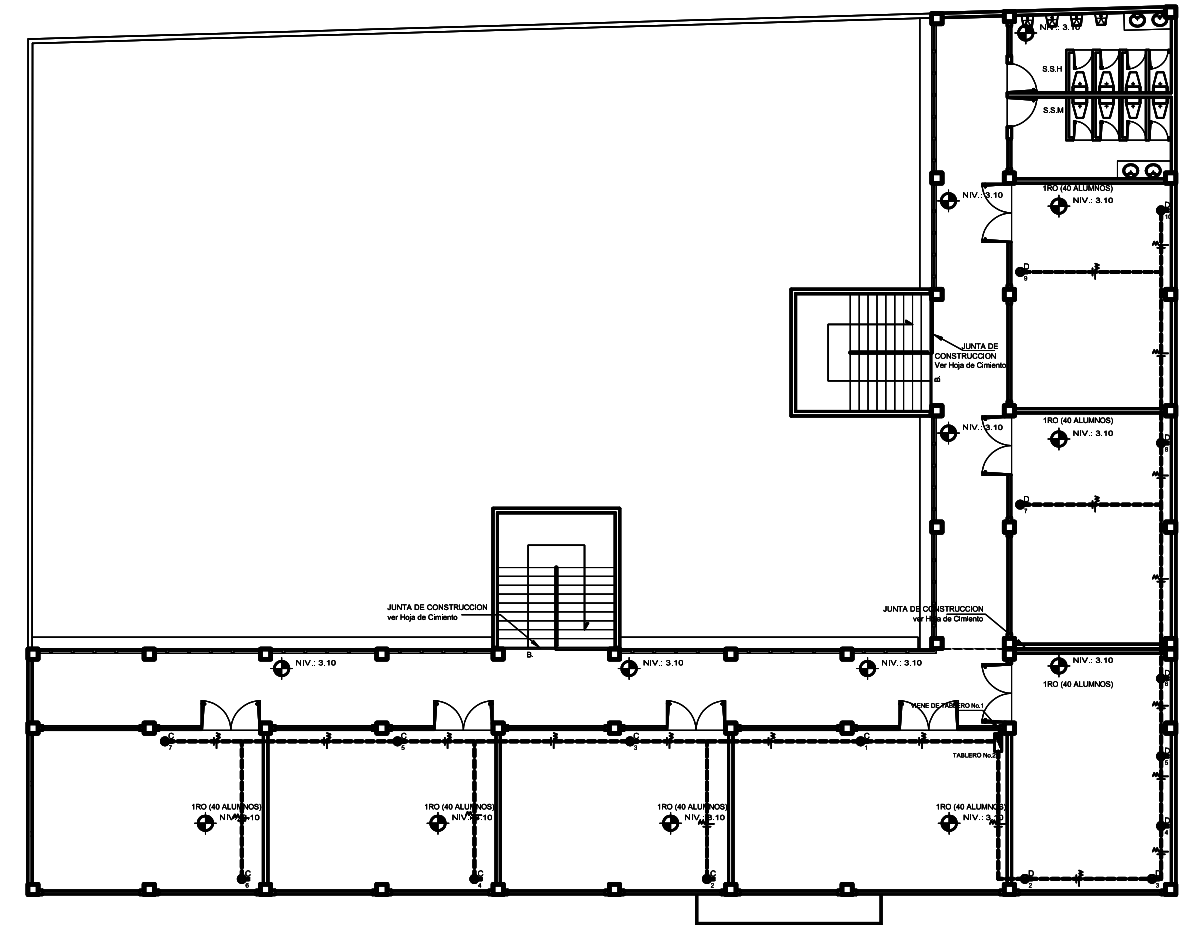
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS	PROYECTO INSTITUTO BASICO PLANO: PLANO DE DRENAJES	6/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRILUJUY	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	COLONIA: TECPAN GUATEMALA	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: CHIMALTENANGO	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: ASesor DE EPS	
PLANIFICADOR:	Va. Bo. ASesor DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS



PLANO DE FUERZA 1ER NIVEL

Esc.:1/125

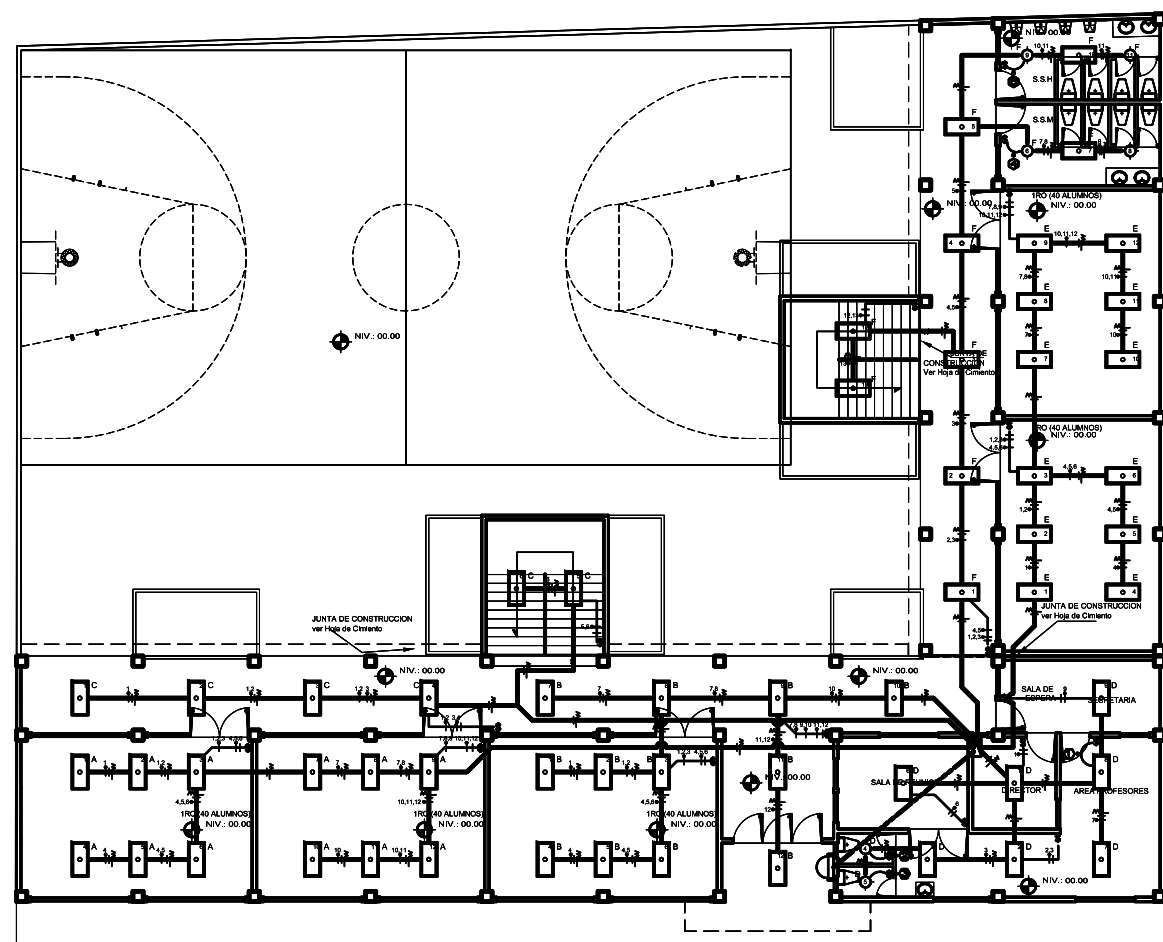
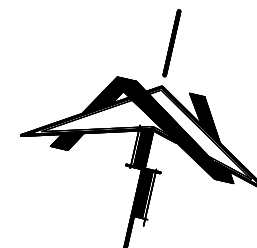
NOMENCLATURA	
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	INDICA TUBERIA PVC Ø 2" HACIA TABLERO DE DISTRIBUCION
	INDICA TUBERIA PVC Ø 3/4" EMPOTRADO
	CONDUCTOR POSITIVO TIPO CABLE THHN # 12
	CONDUCTOR NEUTRO TIPO CABLE THHN # 12
	INDICA TOMACORRIENTE POLARIZADO DE 15A, 120V, EN CAJA DE 4" x 2" h=0.30 m.
A,B,C,D	CIRCUITOS



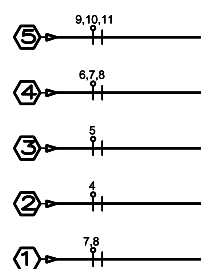
PLANO DE FUERZA 2DO NIVEL

Esc.:1/125

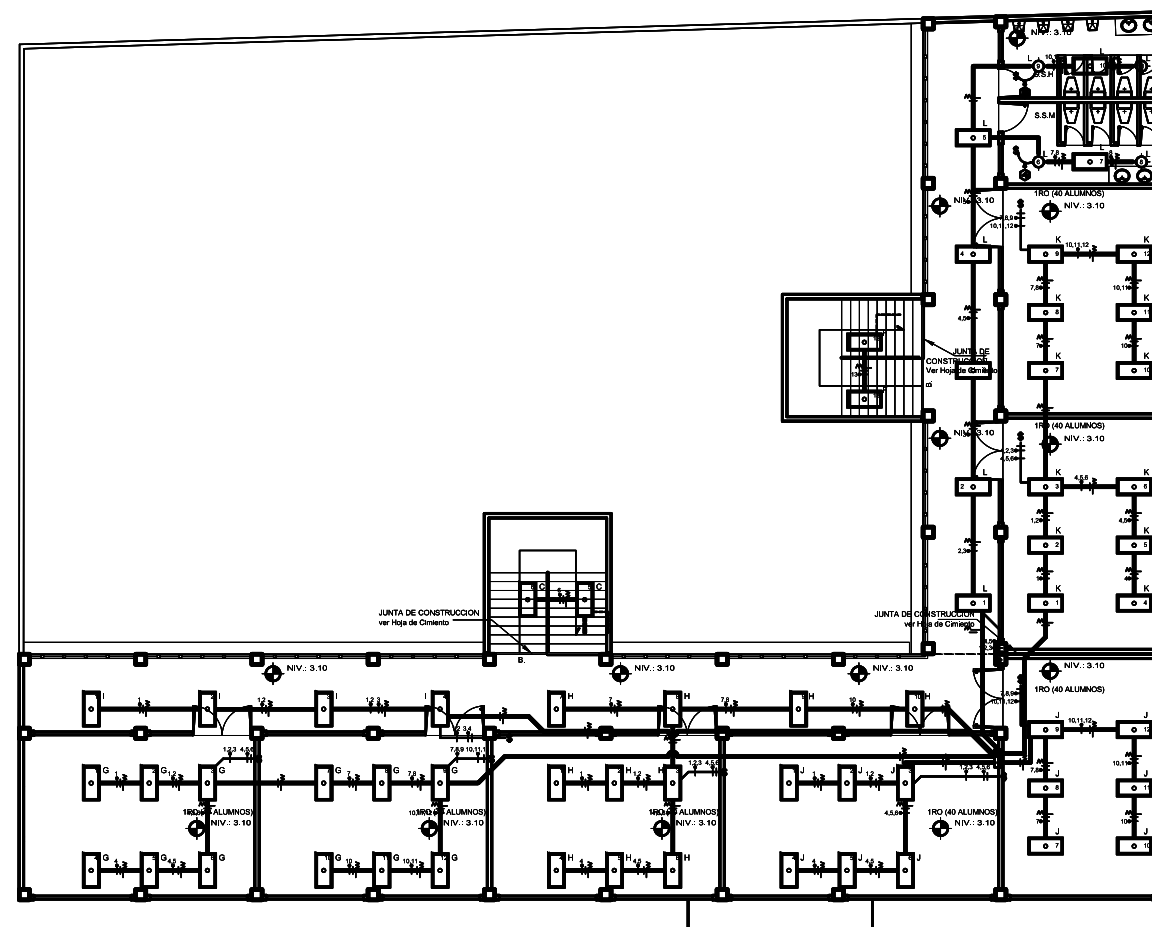
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS	PROYECTO INSTITUTO BASICO PLANO: PLANO DE FUERZA	7/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRIULUYU	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	COLONIA:	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Ba. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS



PLANO DE ILUMINACION 1ER NIVEL Esc.:1/125



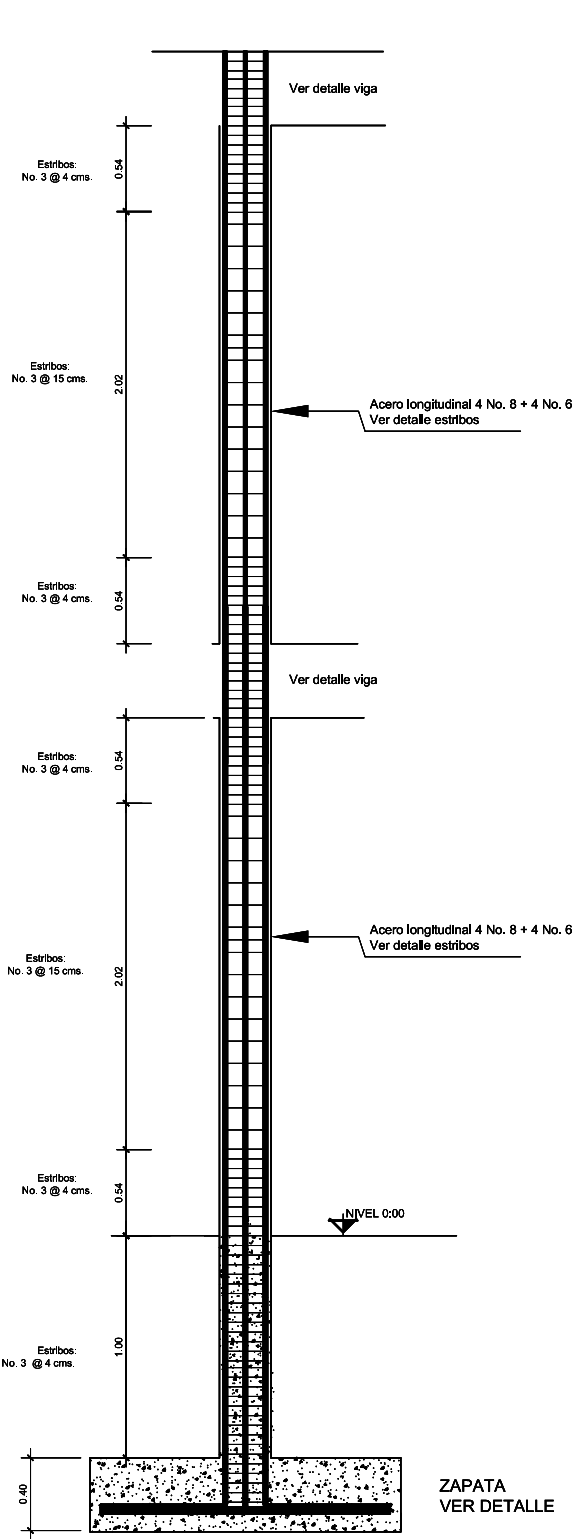
DETALLE DE CABLEADO



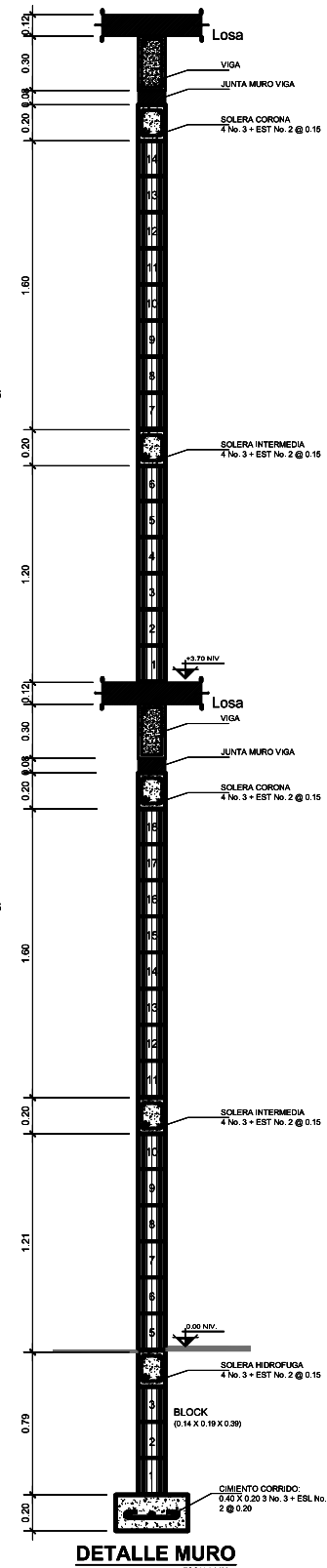
PLANO DE ILUMINACION 2DO NIVEL Esc.:1/125

NOMENCLATURA	
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	LAMPARA DE 2 X 40 w. FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL EMPOTRADA EN CIELO
	INDICA LOCALIZACION DE LAMPARAS EN CIELO
	INDICA TUBERIA PVC Ø 3/4" O INDICADO EN CIELO
	CONDUCTOR RETORNO TIPO CABLE THHN # 12
	CONDUCTOR POSITIVO TIPO CABLE THHN # 12
	CONDUCTOR NEUTRO TIPO CABLE THHN # 12
	INTERRUPTOR SIMPLE A 1.50 M
	INTERRUPTOR DOBLE A 1.50 M
	INTERRUPTOR TRIPLE A 1.50 M

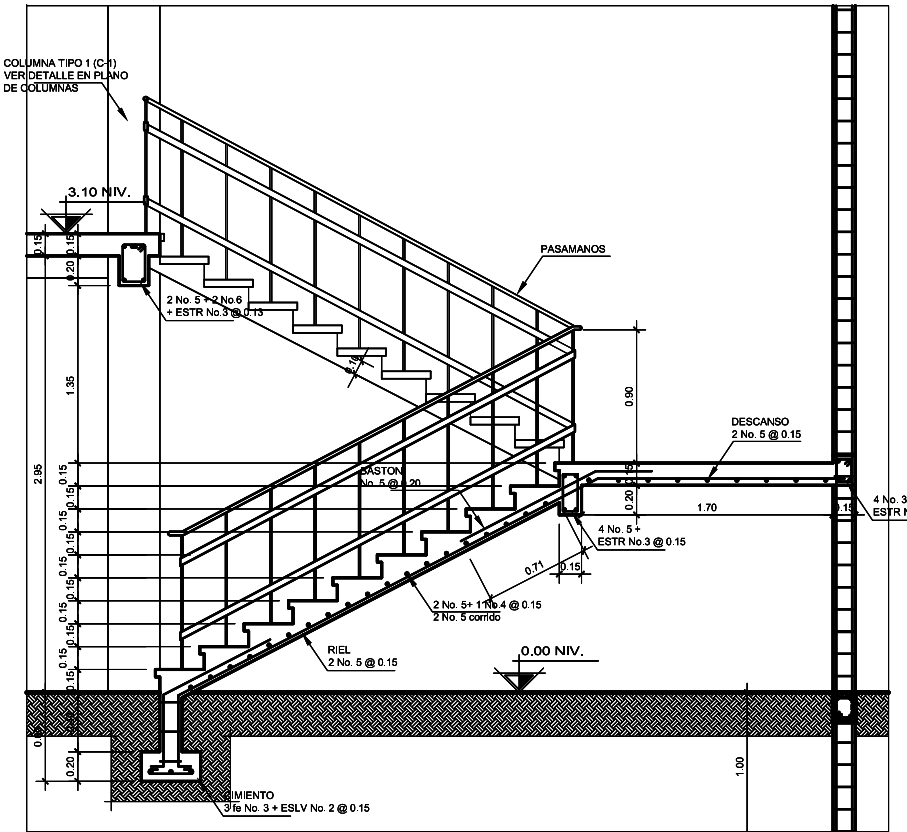
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS	PROYECTO INSTITUTO BASICO PLANO: PLANO DE ILUMINACION	8/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRILUJUY COLONIA:	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TEPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Bo. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	ING. JUAN MERCK COS	



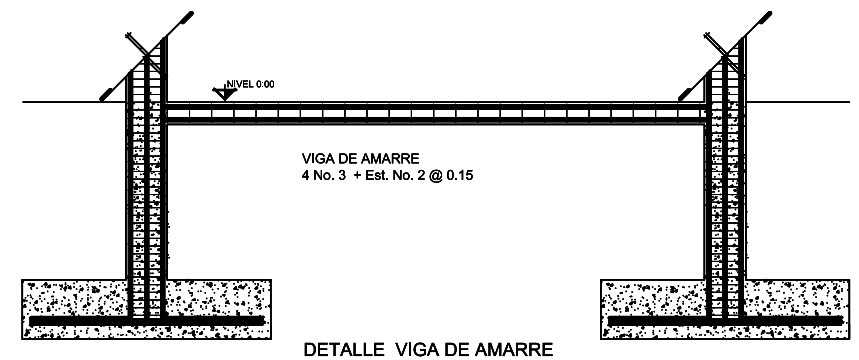
DETALLE MURO DE COLUMNA
ESCALA 1:25



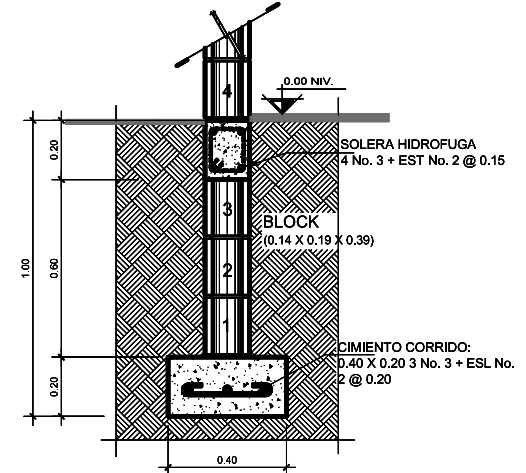
DETALLE MURO
ESCALA 1:20



DETALLE DE GRADAS
Esc.: 1/25

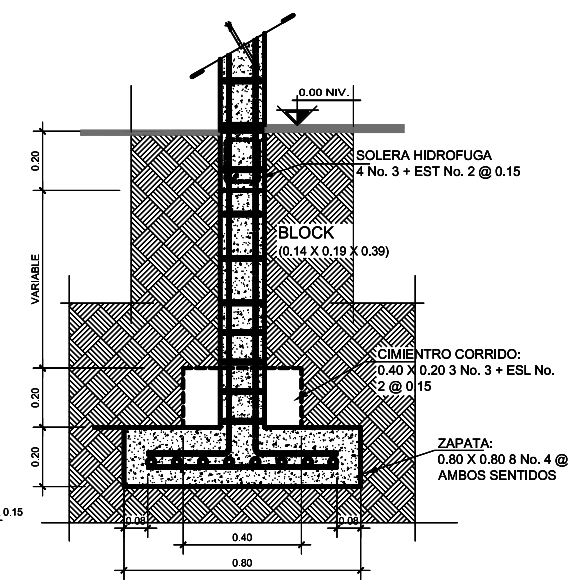


DETALLE VIGA DE AMARRE
ESCALA 1:25

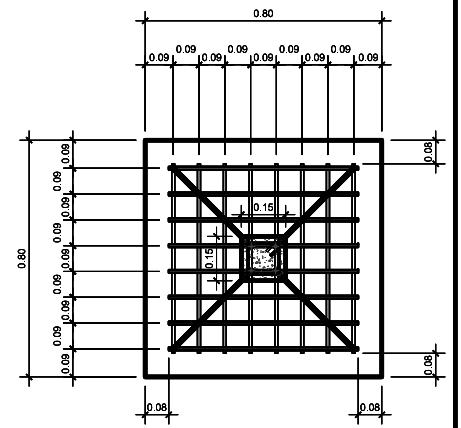


CIMIENTO CORRIDO
ESCALA 1/12.5

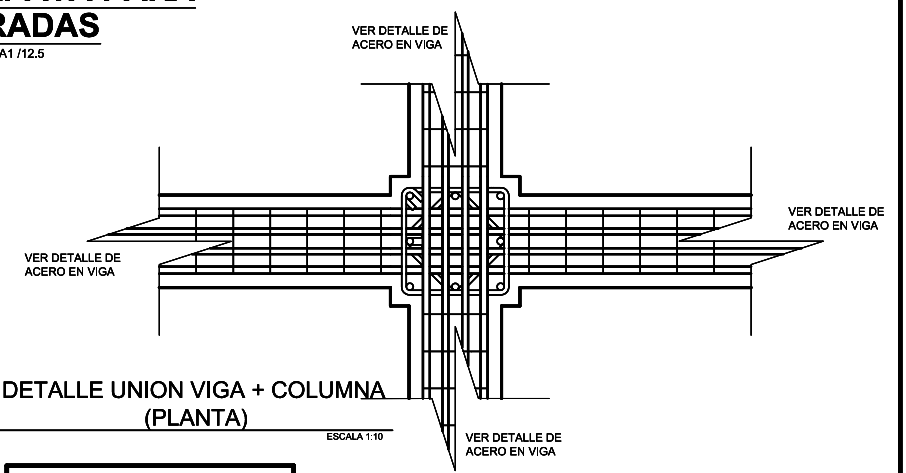
0.40 X 0.20 3 No. 3 + ESL No. 2 @ 0.20



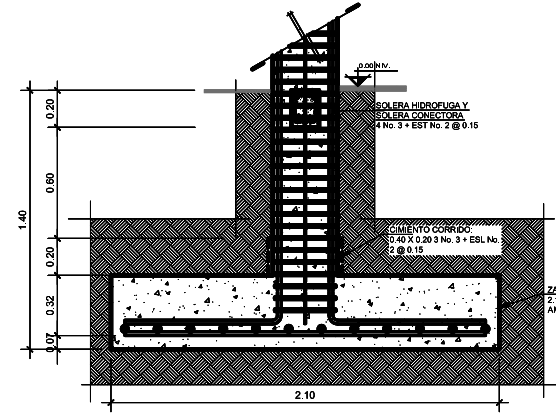
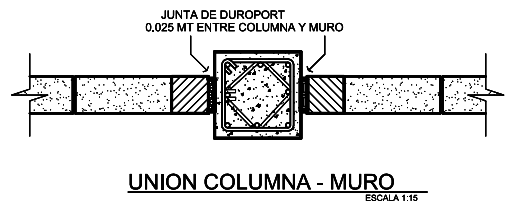
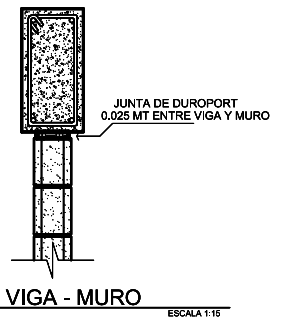
CIMIENTO CORRIDO Y ZAPATA PARA GRADAS
ESCALA 1/12.5



ZAPATA TIPO 4
ESCALA 1/12.5
0.80 X 0.80 8 No. 4 @ 0.09 EN AMBOS SENTIDOS

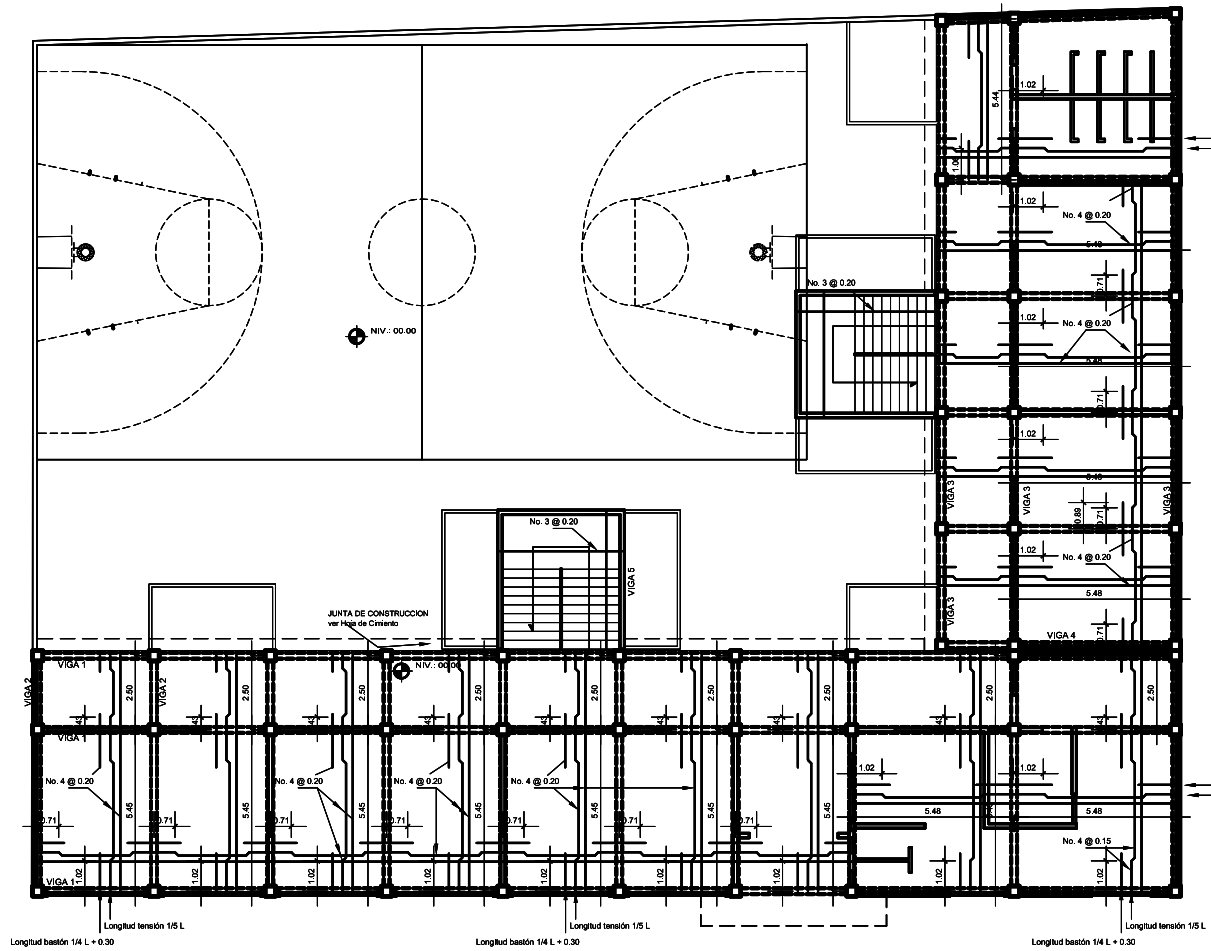


ESPECIFICACIONES TECNICAS
Acero grado 60 en columnas, vigas y zapata
 $F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
 $F'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
Recubrimiento:
Columna = 2.5 cm
Viga = 2.5 cm
Acero en gradas grado 40



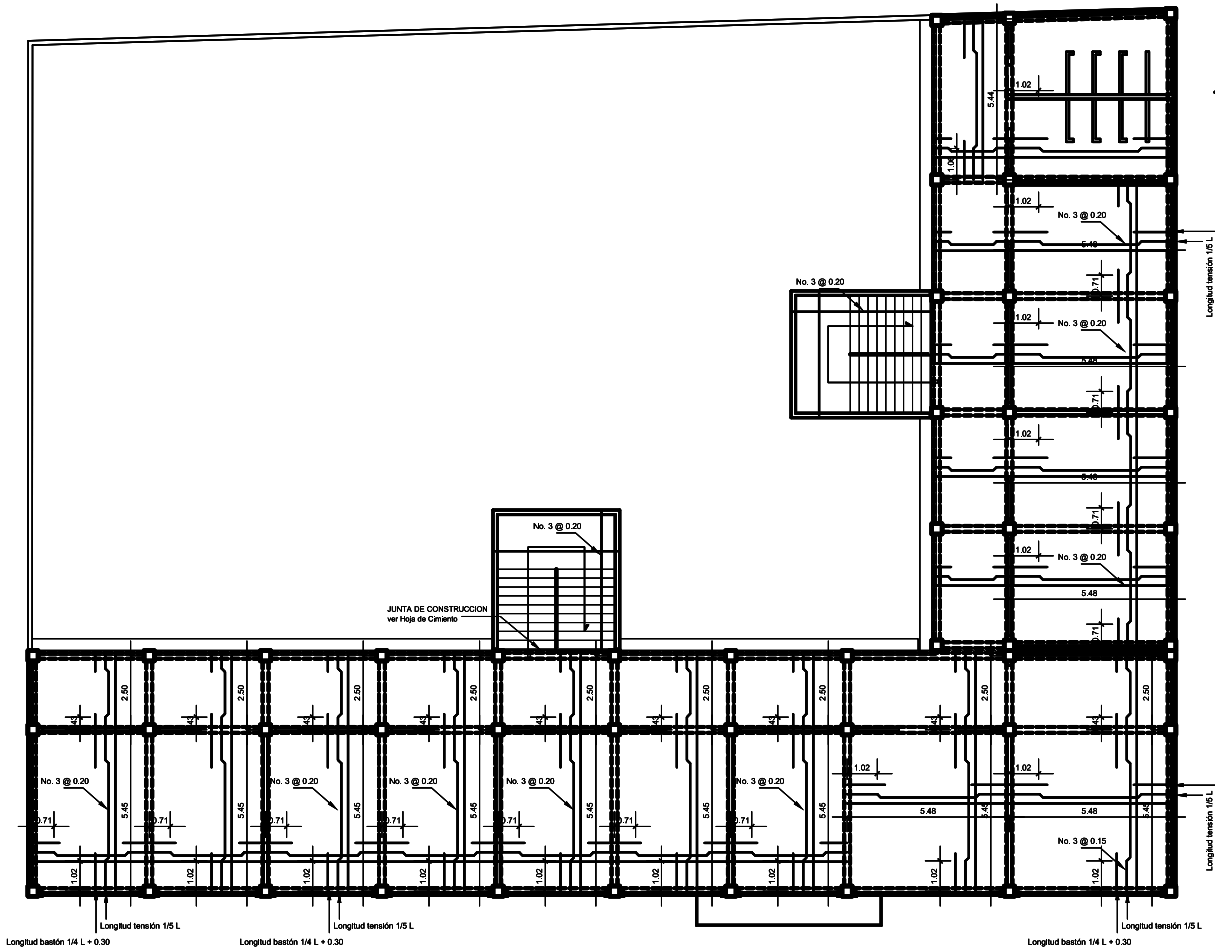
CIMIENTO CORRIDO, VIGA CONECTORA Y ZAPATA
ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIBAS DE EPS	PROYECTO: INSTITUTO BASICO PLANO: DETALLES	9/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRIUYU	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	COLONIA:	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Ba. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS



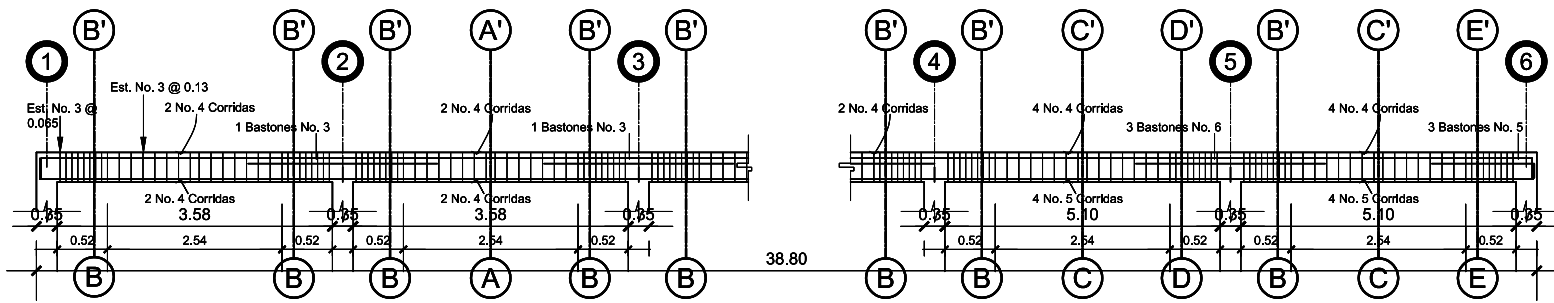
PLANO LOSA 1ER NIVEL

Esc.:1/125



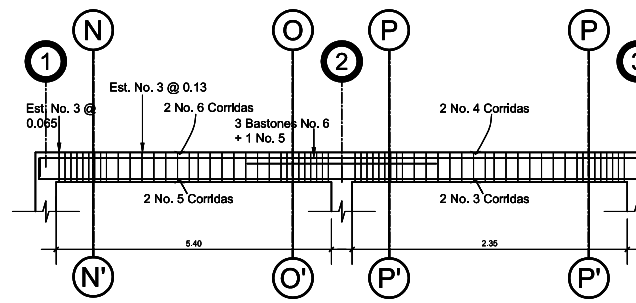
PLANO DE LOSA 2DO NIVEL

Esc.:1/125



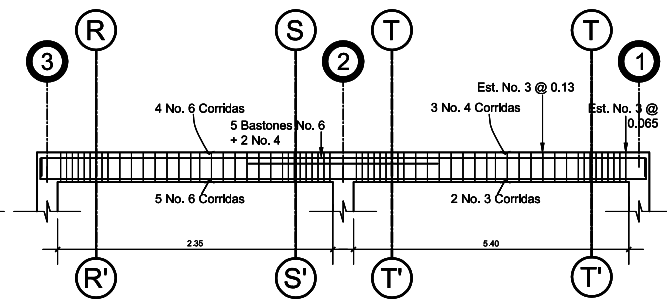
ARMADO DE VIGA NIVEL 2 (SENTIDO LARGO)

ESCALA 1:50



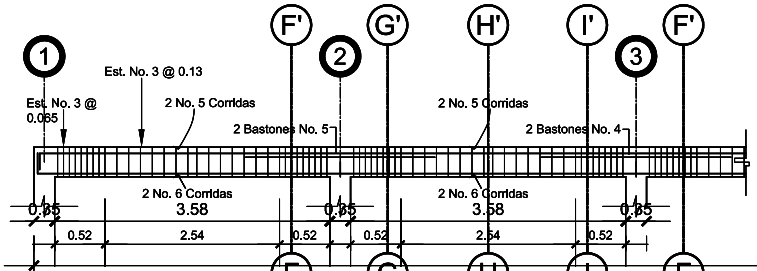
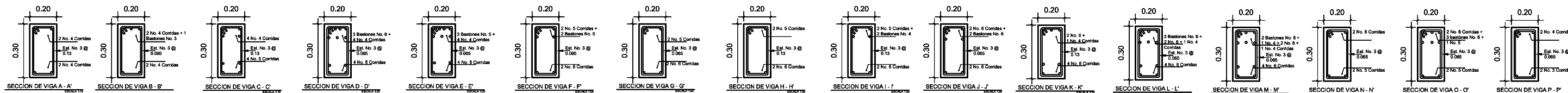
ARMADO DE VIGA NIVEL 2 (SENTIDO CORTO)

ESCALA 1:50



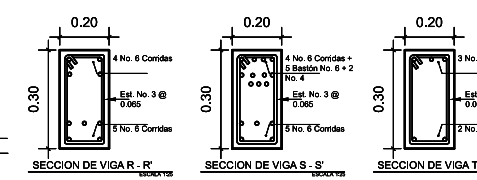
ARMADO DE VIGA NIVEL 1 (SENTIDO CORTO)

ESCALA 1:50



ARMADO DE VIGA NIVEL 1 (SENTIDO LARGO)

ESCALA 1:50



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Acero grado 60 en columnas, vigas y zapata
 $F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
 $F'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$

Recubrimiento:
 Columna = 2.5 cm
 Viga = 2.5 cm

Acero en gradas, Losa y estribos grado 40

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	PROYECTO INSTITUTO BASICO PLANO: PLANO DE LOSA	10/10
DIBUJO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	DIRECCION: ALDEA CHIRIUYU	
CALCULO: HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY	COLONIA:	
ESCALA: INDICADA	MUNICIPIO: TECPAN GUATEMALA	
FECHA: MARZO 2008	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PLANIFICADOR:	Va. Bo. ASESOR DE EPS	
HAROLDO WALDEMAR CHINCHILLA PACAY		ING. JUAN MERCK COS