



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN LA
CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Hengelt Guillermo Escobedo Porras
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN LA
CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HENGELT GUILLERMO ESCOBEDO PORRAS

ASESORADO PORING. JUAN MERCK COS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Marcia IvónneVéliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

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



Hengelt Guillermo Escobedo Porras



Guatemala 01 de febrero de 2011.
Ref.EPS.DOC.125.01.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Hengelt Guillermo Escobedo Porras** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200430587**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA”**.

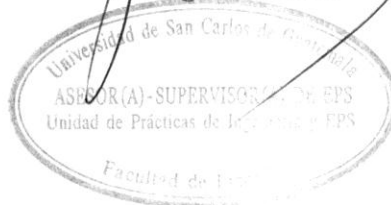
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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



c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala, 01 de febrero de 2011.

Ref.EPS.D.76.01.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Hengelt Guillermo Escobedo Porras**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sandoval Zecena de Serrano

Directora Unidad de EPS

DIRECCION

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

NISZ/ra



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



Guatemala,
1 de marzo de 2011

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hengelt Guillermo Escobedo Porras, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
20 de julio de 2011

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


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hengelt Guillermo Escobedo Porras, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



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



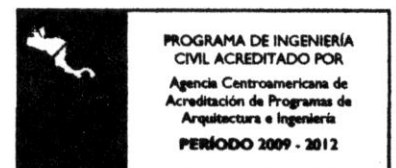
El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Hengelt Guillermo Escobedo Porras, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, octubre de 2011

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOATAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Hengelt Guillermo Escobedo Porras**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, octubre de 2011



/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por toda su misericordia y bondad, al permitirme realizarme como profesional.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme dado el conocimiento en estos años.
La Facultad de Ingeniería	Por permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes anhelos.
Mis padres	Por apoyarme en todo momento.
Mis hermanas	Por su apoyo, amor y consejos, en todos los aspectos de mi vida.
Ingeniero Juan MerckCos	Por su asesoría técnica.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por todas las bendiciones a mi vida y por todo lo que me tiene preparado.
Mis padres	Ruth Nohemí Porras Alvarado Guillermo Escobedo Sahabedra
Mis hermanas	Mónica, Rocío, y Bárbara.
Mi esposa	Kimberly Celeste Argueta Solís
La Facultad de Ingeniería	Por brindarme el conocimiento técnico y científico.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi alma máter.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Monografía de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, Departamento de Escuintla	1
1.1.1	Aspectos físicos.....	1
1.1.1.1.	Localización y ubicación	1
1.1.1.2.	Extensión y colindancias.....	1
1.1.1.3.	Población.....	2
1.1.1.4.	Clima.....	2
1.1.1.5.	Geología	2
1.1.2	Aspectos de infraestructura	3
1.1.2.1.	Vías de acceso	3
1.1.2.2.	Servicios públicos	3
1.1.2.2.1.	Educación.....	3
1.1.2.2.2.	Salud	4
1.1.2.2.3.	Agua potable.....	4
1.1.2.2.4.	Drenajes	4
1.1.2.2.5.	Energía eléctrica.....	4

1.1.3	Aspectos socioeconómicos.....	4
1.1.3.1.	Orígenes	5
1.1.3.2.	Actividad económica	5
1.2.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla	5
1.2.1.	Descripción de las necesidades	5
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades.....	6
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1.	Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de salud en el casco urbano del municipio Guanagazapa, departamento de Escuintla	7
2.1.1.	Descripción de proyecto	7
2.1.2.	Investigación preliminar	8
2.1.2.1.	Terreno disponible	8
2.1.2.2.	Análisis de suelos	8
2.1.2.2.1.	Ensayo triaxial	8
2.1.3.	Diseño arquitectónico	12
2.1.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno	13
2.1.3.2.	Distribución de ambientes.....	13
2.1.3.3.	Altura del edificio	13
2.1.3.4.	Selección del sistema estructural a utilizar	14
2.1.4.	Análisis estructural.....	14
2.1.4.1.	Predimensionamiento estructural	14
2.1.4.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos	21

2.1.4.3.	Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos dúctiles con nudos rígidos	21
2.1.4.4.	Análisis de marcos dúctiles utilizando un <i>software</i> y comprobando por un método numérico	47
2.1.4.5.	Momentos últimos por envolvente de momentos	54
2.1.4.6.	Diagramas finales de momentos y cortes	54
2.1.5.	Diseño estructural	59
2.1.5.1.	Losas	59
2.1.5.2.	Vigas	69
2.1.5.3.	Columnas	74
2.1.5.4.	Zapatas	84
2.1.5.5.	Gradas	91
2.1.6.	Instalaciones eléctricas	95
2.1.7.	Instalaciones hidráulicas	98
2.1.8.	Planos constructivos	102
2.1.9.	Presupuesto	103
2.1.9.1.	Materiales	103
2.1.9.2.	Mano de obra	103
2.1.9.3.	Costo total del proyecto	104
2.2.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San Rafael Cacaotal	106
2.2.1.	Descripción general del proyecto	106
2.2.2.	Aforo, dotación y tipo de servicio	106
2.2.3.	Tasa de crecimiento poblacional	107

2.2.4.	Período de diseño, población futura	107
2.2.5.	Factores de consumo y caudales	108
2.2.5.1.	Caudal medio diario	109
2.2.5.2.	Caudal máximo diario	110
2.2.5.3.	Caudal máximo horario	110
2.2.5.4.	Caudal de vivienda	111
2.2.5.5.	Caudal instantáneo	111
2.2.6.	Calidad del agua y sus normas.....	112
2.2.6.1.	Análisis bacteriológico	113
2.2.6.2.	Análisis físico-químico	113
2.2.7.	Fórmulas, coeficiente y diámetros de tuberías	113
2.2.8.	Presiones y velocidades	114
2.2.9.	Levantamiento topográfico.....	116
2.2.9.1.	Planimetría.....	117
2.2.9.2.	Altimetría.....	117
2.2.10.	Diseño hidráulico del sistema	118
2.2.10.1.	Captación.....	118
2.2.10.2.	Línea de conducción.....	118
2.2.10.3.	Tanque de almacenamiento	121
	2.2.10.3.1. Cálculo del volumen de almacenamiento	122
	2.2.10.3.2. Diseño estructural del tanque.....	123
2.2.10.4.	Red de distribución	133
2.2.10.5.	Sistema de desinfección	136
2.2.10.6.	Obras de arte	137
2.2.10.7.	Válvulas	137
2.2.10.8.	Conexiones domiciliarias	138
2.2.11.	Propuesta de tarifa.....	138

2.2.12.	Programa de operaciones y mantenimiento	140
2.2.13.	Elaboración de planos	142
2.2.14.	Elaboración de presupuesto	143
2.2.15.	Evaluación Socio-económico.....	144
2.2.15.1.	Valor presente neto.....	144
2.2.15.2.	Tasa interna de retorno.....	146
2.2.16.	Evaluación de impacto ambiental	147
CONCLUSIONES		150
RECOMENDACIONES.....		152
BIBLIOGRAFÍA.....		154
ANEXOS.....		157
APÉNDICE.....		171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Dimensión de viga	16
2.	Área tributaria para columna crítica	17
3.	Dimensión de columna	19
4.	Planta centro de salud	25
5.	Planta primer nivel, marco analizado	27
6.	Carga muerta y carga viva, marco 6 y marco C	32
7.	Diagrama de distribución fuerzas por nivel, marco 6	37
8.	Diagrama de distribución fuerzas por nivel, marco C	37
9.	Diagrama de distribución fuerzas por marco, marco 6	40
10.	Diagrama de distribución fuerzas por marco, marco C	40
11.	Centro de masa y centro de rigidez	44
12.	Diagrama de Traslación + torsión, marco 6	46
13.	Diagrama de Traslación + torsión, marco C	47
14.	Momentos por carga muerta en vigas, marco 6	48
15.	Momentos por carga muerta en columnas, marco 6	48
16.	Momentos por carga viva en vigas, marco 6	49
17.	Momentos por carga viva en columnas, marco 6	49
18.	Momentos por carga de sismo en vigas, marco 6	50
19.	Momentos por carga sismo en columnas, marco 6	50
20.	Momentos por carga muerta en vigas, marco C	51
21.	Momentos por carga muerta en columnas, marco C	51
22.	Momentos por carga viva en vigas, marco C	52
23.	Momentos por carga viva en columnas, marco C	52

24.	Momentos por carga de sismo en vigas, marco C	53
25.	Momentos por carga sismo en columnas, marco C	53
26.	Envolvente de momentos en vigas, marco 6.....	55
27.	Envolvente de momentos en columnas, marco 6.....	55
28.	Envolvente de momentos en vigas, marco C	56
29.	Envolvente de momentos en columnas, marco C	56
30.	Diagrama de corte en vigas, marco 6.....	57
31.	Diagrama de corte en columnas, marco 6.....	57
32.	Diagrama de corte en vigas, marco C	58
33.	Diagrama de corte en columnas, marco C	58
34.	Planta losas primer nivel	61
35.	Diagrama de momentos balanceados de losas, primer nivel	65
36.	Secciones de viga	72
37.	Sección de viga longitudinal	73
38.	Detalle de columna.....	84
39.	Corte simple en zapata	87
40.	Corte punzonante en zapata	88
41.	Detalle de zapata	91
42.	Dimensión de gradas y distribución de cargas	92
43.	Detalle de armado de gradas	95
44.	Planta dimensiones del tanque	124
45.	Momentos en losas del tanque.....	126
46.	Diagrama de fuerzas actuantes del muro.....	129

TABLAS

I.	Datos del ensayo triaxial no consolidado y no drenado.....	9
II.	Valor soporte permisible, según el tipo del suelo.....	12
III.	Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas.....	15

IV. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	22
V. Cálculo de momentos en losas.....	62
VI. Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario	100
VII. Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario	101
VIII. Presupuesto centro de salud Guanagazapa, Escuintla	104
IX. Datos generales de diseño	116
X. Cálculo de momento respecto al punto A	131
XI. Manual de operación y mantenimiento	141
XII. Presupuesto sistema de abastecimiento de agua potable.....	143

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
≈	Aproximadamente igual a
A	Área
As	Área de acero
As máx	Área de acero máxima
As mín	Área de acero mínima
Ast	Área de acero por temperatura
CM	Carga muerta
CU	Carga última
W	Carga uniformemente distribuida
CV	Carga viva
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
Ka	Coefficiente de empuje activo
Kp	Coefficiente de empuje pasivo
PVC	Cloruro de polivinilo
Ø	Diámetro
t	Espesor de un elemento
Fs	Factor de seguridad
Fa	Fuerza activa
Ff	Fuerza de fricción

I	Inercia
kg	Kilogramo
kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
psi	Libras por pulgada cuadrada
l	Litros
l/hab/d	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud en vigas
m.c.a.	Metros columna de agua
mm	Milímetros
M	Momento
Ma	Momento activo
Mp	Momento pasivo
Mr	Momento resultante
d	Peralte
Hf	Pérdida de carga
N	Período de diseño
γ_{agua}	Peso específico del agua
γ_c	Peso específico del concreto
γ_{cpeo}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_s	Peso específico del suelo
ft²	Pie cuadrado
Pa	Población actual
Pf	Población futura
P	Presión
Pd	Presión dinámica
in	Pulgada
in²	Pulgada cuadrada

in³	Pulgada cúbica
Fy	Resistencia del acero a tensión
f'c	Resistencia del concreto a compresión
Sen Ø	Seno del ángulo
S	Separación
Σ	Sumatoria
Tc	Tasa de crecimiento de la población
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad
π	3,14159

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en las líneas de las tuberías, tales como codos, niples, llaves, tees, coplas, etc.
ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).
Acueducto	Conducto artificial destinado al transporte de agua de un lugar a otro.
Aforo	Medición del caudal de agua que lleva una corriente.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos del ser humano.
Agua sanitariamente segura	Agua exenta de microorganismos patógenos y de sustancias químicas dañinas a la salud.
Altimetría	Parte de la topografía que mide la altura en una extensión territorial.
Azimut	Es el ángulo formado en la dirección horizontal medido a partir del norte (real, magnético o arbitrario) en el sentido de las agujas del reloj.

Carga muerta	Carga que permanece constante a través del tiempo.
Carga última	Es la suma de carga, viva más la carga muerta afectadas por factores de seguridad.
Carga viva	Carga no permanente en la estructura.
Caudal	Cantidad de agua en un tiempo determinado, expresado en m ³ /s o l/s.
Concreto ciclópeo	Hormigón a cuya masa, una vez vertida en los encofrados, se han incorporado grandes piedras o bloques.
Concreto reforzado	Mezcla proporcional de cemento, arena de río, pedrín y agua combinada con varillas de hierro corrugado.
Deflexión	Desplazamiento vertical que sufre un miembro estructural sometido a flexión.
Demanda	Es la cantidad de agua deseada por el usuario.
Dotación	Es la cantidad de agua que se asigna a una persona por día.
Emplazamiento	Es el lugar donde se ubicarán las obras.
Esfuerzo	Fuerza aplicada por unidad de área, que soporta un material.

Especificaciones	Normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Estructura	Elemento o conjunto de ellos, que forman parte resistente y sustentante en construcción.
Excentricidad	Distancia del punto de aplicación de una fuerza al baricentro de la sección sobre la cual actúa.
Infraestructura	Conjunto de servicios básicos para el funcionamiento de una obra. Es la base para una superestructura.
Límite máximo aceptable	Es el valor de concentración de cualquier deconcentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la cual no es adecuada para consumo humano.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud horizontal del terreno y de la medida de superficies horizontales del mismo.
Pérdida de carga	Es la energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto, es convertida de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía por fricción con las paredes de la tubería,

rugosidad, los cambios de diámetro y los cambios de dirección.

Presión Fuerza normal ejercida por un cuerpo sobre otro, por unidad de superficie.

Punzonamiento Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie pequeña, obligando a ésta a penetrar en el interior del elemento o pieza a que pertenece.

Sismo Terremoto o sismo, temblores producidos en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la tierra. Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas direcciones. El punto donde se origina el sismo se llama foco o hipocentro en el interior de la corteza terrestre y el epicentro es el punto de la superficie terrestre más próximo al foco del terremoto.

Topografía Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra, a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

RESUMEN

El presente trabajo contiene la descripción de las necesidades del municipio de Guanagazapa, Escuintla, las cuales se definieron a través de una investigación diagnóstica de necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio, esta se realizó con la participación de los pobladores y autoridades del municipio.

A través de la priorización de las necesidades se definió que la comunidad de San Rafael Cacaotal requiere de atención inmediata en el área de servicios básicos (agua potable), otra necesidad urgente es en el área de infraestructura para salud.

En la propuesta de solución para el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de San Rafael Cacaotal, se presenta el procedimiento del diseño y los criterios básicos, como son; el levantamiento topográfico, caudal, dotación, población, factores de consumo, presiones y velocidades, todos estos factores están basados en parámetros de diseño, para el buen funcionamiento del sistema.

Para el caso de infraestructura para salud, se realizó el diseño de una edificación de dos niveles a base de marcos dúctiles, para que funcione como centro de salud, iniciando con el ensayo de suelos, para conocer su valor soporte. El análisis estructural se desarrolló aplicando el método de Gaspar Kani y se comprobó por el *software Etabs*, en el diseño de los elementos se aplican los criterios que establece el ACI 318-05.

OBJETIVOS

General

Diseñar la edificación de dos niveles para el centro de salud en la cabecera municipal y el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y el diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla.
2. Capacitar a los miembros del comité de la comunidad San Rafael Cacaotal, sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

San Rafael Cacaotal es una comunidad reciente fundación, perteneciente al municipio de Guanagazapa, Escuintla, poblada por personas denominados "retornados", ya que por el conflicto armado, abandonaron sus tierras y se trasladaron para la ciudad de México, el gobierno del Presidente Álvaro Arzú; por medio de Fontierras adquirió la finca San Rafael Cacaotal y la cedió a estas personas.

Por ser relativamente joven esta comunidad presenta una diversidad de necesidades, y una de ellas es la de un sistema de abastecimiento de agua potable. El abastecimiento de agua potable a comunidades rurales cada vez es más problemático, debido a diversos factores. Como lo pueden ser la falta de fuentes de abastecimientos, topografía del terreno, la estabilidad económica, etc. El presente trabajo está orientado a la solución de estos problemas desde el punto de vista técnico, social y económico.

Este consta de dos capítulos, el primero está enfocado en una investigación del tipo monográfico y un diagnóstico de servicios básicos e infraestructura de esta comunidad, conteniendo aspectos históricos y socioeconómicos de la comunidad, resaltando así las necesidades y priorización de infraestructura.

En el segundo capítulo, se desarrolla el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y el diseño de edificación de dos niveles para centro de salud en el casco urbano.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla

Nombre geográfico oficial: San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, del departamento de Escuintla. Su jurisdicción municipal corresponde a la municipalidad de Guanagazapa, Escuintla. Actualmente cuenta con una población de 67 familias y 74 viviendas, una escuela, un centro de salud, una iglesia católica y una iglesia evangélica; el área aproximada es de 2,45 km². San Rafael Cacaotal pertenece a uno de los municipios más antiguos del departamento de Escuintla como lo es Guanagazapa, que es mencionado por Fuentes y Guzmán hacia 1690 en su “Recordación Florida”.

1.1.1. Aspectos físicos

1.1.1.1. Localización y ubicación

La comunidad San Rafael Cacaotal pertenece al municipio de Guanagazapa del departamento de Escuintla, su nombre geográfico es San Rafael Cacaotal y se localiza a 8,5 km al norte de la cabecera municipal; se ubica a una elevación de 720 metros sobre el nivel del mar (msnm) en las coordenadas geodésicas: latitud 14°16'30" y longitud 90°38'41".

1.1.1.2. Extensión y colindancias

Tiene una extensión territorial de 2,45 km², colinda al Norte con la finca El Tarral, al este con la finca San Isidro, El Pito, al oeste con la finca San Nicolás y al sur con la finca Santa Clara, todas del municipio de Guanagazapa, Escuintla.

1.1.1.3. Población

Actualmente, la comunidad se compone de 67 familias y 74 viviendas, haciendo un total de 337 habitantes, con un promedio de 5 personas por familia. Este dato se obtuvo del censo comunal en noviembre de 2009.

Actualmente los habitantes ya no conservan rastros de sus costumbres, por lo que se expresan y manifiestan de igual forma que otros campesinos de la región sur del país. En su totalidad la población se dedica a la agricultura.

1.1.1.4. Clima

El clima es cálido en la época seca y bastante precipitación en la época de invierno. Cabe mencionar que cuando llueve mucho el terreno se satura, lo que origina que sea bastante difícil de transitar. La temperatura oscila entre los 20°C y 30°C, en promedio anual, ver datos de precipitación en anexo 7.

1.1.1.5. Geología

El clima y las condiciones del suelo han permitido la diversidad de zonas de vida con que cuenta el país. En la región de la costa sur se pueden identificar primordialmente dos zonas de vida: el bosque húmedo sub-tropical

cálido. Sin embargo, en la actualidad es raro encontrar vegetación en estado natural, pues los bosques cedieron paso al cultivo del café, maíz y a los pastos. Con baja densidad se pueden encontrar algunas de las especies sobrevivientes: cedro, caoba y conacaste, las cuales tienen un importante valor económico.

1.1.2. Aspectos de infraestructura

Son las vías de acceso, tipología de las viviendas y servicios públicos.

1.1.2.1. Vías de acceso

Existe únicamente una vía de acceso hacia la comunidad San Rafael Cacaotal, este es de Escuintla por la carretera CA-2 hasta llegar a la desviación hacia la finca agrícola Las Pilas, de donde se continúa por caminos vecinales, roderas y veredas hasta llegar a San Rafael Cacaotal. Cabe mencionar que solamente tiene acceso con vehículos de doble tracción.

1.1.2.2. Servicios públicos

La comunidad únicamente tiene los siguientes servicios: escuela para impartir educación preprimaria y primaria completa, una iglesia católica, una iglesia evangélica y un puesto de salud.

1.1.2.2.1. Educación

En la comunidad existe únicamente una escuela, la que funciona solamente para educación preprimaria y primaria.

1.1.2.2.2. Salud

Solamente cuentan con un puesto de salud, ubicado en el centro de la comunidad, donde atiende un técnico en salud rural.

1.1.2.2.3. Agua potable

La comunidad no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, la forma de abastecerse de agua es un río que baja de la montaña, del cual se extraerá agua para abastecer a la comunidad.

1.1.2.2.4. Drenajes

No se cuenta con servicio de drenaje, por lo que en la mayoría de las casas, utilizan pozos ciegos para la disposición de excretas y las aguas negras corren a flor de tierra.

1.1.2.2.5. Energía eléctrica

Desde finales de 2009, la comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica, puesto en marcha por el alcalde de la cabecera municipal.

1.1.3. Aspectos socioeconómicos

Entre otros, se tiene el origen de la comunidad y actividad económica.

1.1.3.1. Orígenes

El Gobierno del presidente Álvaro Arzú, por medio de Fontierras, adquirió la finca San Rafael Cacaotal a un precio de Q 4 500000,00 otorgándola a la comunidad de guatemaltecos proveniente de México el 17 de agosto de 1998; la comunidad tomó el nombre de San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, Escuintla.

1.1.3.2. Actividad económica

La mayoría de familias de la comunidad se dedica a la agricultura. Se pueden mencionar como principales cultivos: el maíz, frijol, chile, legumbres, frutas y café. La canasta básica familiar de alimento se alterna con otros ingresos; por ejemplo, la crianza de animales domésticos.

Debido a la carencia de fuentes de trabajo y la baja producción de productos agrícolas de la comunidad, los jefes de familia emigran por varios meses a fincas de gran producción de café, caña de azúcar y otras cosechas o actividades en el departamento de Escuintla.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla

1.2.1. Descripción de las necesidades

Las necesidades que se encuentran en la comunidad San Rafael Cacaotal son:

- a. Sistema de abastecimiento de agua potable: actualmente no cuenta con un sistema adecuado, eficiente y capaz de satisfacer las necesidades de toda la comunidad, hacen uso de fuentes inadecuadas con las consecuencias del caso.
- b. Centro de salud: no existe una edificación designada al servicio de salud de la población, obligándolos a buscar éstos servicios en la cabecera municipal.
- c. Salón comunal: la población se ve afectada por la falta de un lugar apropiado para el montaje de actividades socioculturales y eventos importantes en la comunidad.
- d. Cementerio: los pobladores no cuentan con un cementerio para el entierro de sus seres queridos.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

De acuerdo al criterio que las autoridades municipales de Guanagazapa y los miembros del Cocode expusieron, como priorizaron las necesidades de la forma siguientes:

- a. Agua potable
- b. Centro de salud
- c. Salón comunal
- d. Cementerio

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de salud en el casco urbano del municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla

2.1.1. Descripción de proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio de dos niveles para un centro de salud para asistencia primaria.

El edificio contará con ambientes en el primer nivel: recepción, sala de espera, clínica de vacunación, área de crecimiento y desarrollo, salón de hipodermia, encamamiento de mujeres y hombres, lavandería y central de equipos, área de emergencias, sala de partos, servicios sanitarios, bodega y farmacia. En el segundo nivel: sala de espera, saneamiento, enfermería, dirección, tuberculosis, área de planificación familiar, dormitorio para personal permanente, servicio sanitario, comedor y cocina, sala de conferencias, clínica, laboratorio y gradas.

La estructura de la edificación estará conformada por marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos y losas de concreto reforzados y muros de mampostería (tabiques).

2.1.2. Investigación preliminar

2.1.2.1. Terreno disponible

Se cuenta con un terreno en el casco urbano. La forma del terreno es irregular, está ubicado en la colonia Agustín Juárez y tiene un área de 1 954, 41m². El terreno está nivelado y en perfectas condiciones, ya que en este lugar funcionaba una cancha de fútbol.

2.1.2.2. Análisis de suelos

Antes de la planificación de un proyecto de estructuras, se debe conocer el medio físico donde la estructura se sustentará, para conocer datos técnicos como el valor soporte del suelo y el peso específico.

2.1.2.2.1. Ensayo triaxial

Para el estudio de suelos de éste proyecto, se excavó un pozo con una profundidad de 1,2 metros, del cual se extrajo una muestra inalterada de 1 ft³.

Ala muestra inalterada, se le practicó el ensayo de compresión triaxial, no drenada, no consolidada, según norma ASTM D-2850. El ensayo fue llevado a cabo en el laboratorio de Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII). Ver anexo 5. Los datos obtenidos se muestran en la tabla I.

Tabla I. Datos del ensayo triaxial no consolidado y no drenado

Probeta No.	1	1	1
Presión lateral (ton/m ²)	5	10	20
Desviador en rotura q(ton/m ²)	38,88	44,98	56,4
Presión intersticial u(ton/m ²)	x	x	x
Deformación en rotura Er(%)	2,0	3,5	5,5
Densidad Seca (ton/m ³)	1,20	1,20	1,20
Densidad Húmeda (ton/m ³)	1,66	1,66	1,66
Húmedad (%)	38,9	38,9	38,9
Angulo de Fricción interna	$\Phi = 21,63^\circ$		
Cohesión (Cu)	Cu = 11,2 ton/m ²		

Fuente:elaboración propia de ensayo triaxial, CII. 16 de febrero de 2010.

a. Cálculo de la capacidad soporte del suelo por el método de Terzaghi

La capacidad soporte de un suelo, es la capacidad que tiene el suelo de soportar una carga, sin que se produzca una falla en su masa.

Para calcular la capacidad, se utilizará el método desarrollado por el profesor *Terzaghi*, que se describe a continuación.

Para efectos de cálculo y por seguridad, se aplica un factor de seguridad de 3 al ángulo de fricción interna (Φ) y a la cohesión (Cu).

Datos para hallar el valor soporte del suelo

Ángulo de fricción interna (Φ) = 21,63°

Cohesión (C_u) = 11,2 t /m³

Base (B) = 1m

Largo (L) = 1m

Peso específico (γ_s) = 1,66 t/m³

Desplante (Df) = 1,20 m

Descripción del suelo = Limo arcillo arenoso color café.

Nota: Por seguridad se aplicó un factor de 3 a los valores obtenidos de laboratorio.

- Factores de profundidad

$$d_c = 1 + 0,2 \cdot (D_f/B) \cdot \tan(45 + \Phi/2)$$

$$d_c = 1 + 0,2 \cdot (1,2/1) \cdot \tan(45 + 7,21/2) = 1,27$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1 \cdot (D_f/B) \cdot \tan(45 + \Phi/2)$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1 \cdot (1,2/1) \cdot \tan(45 + 7,21/2) = 1,14$$

- Factores de forma

$$S_c = 1 + 0,2 \cdot (B/L) \cdot \tan^2(45 + \Phi/2)$$

$$S_c = 1 + 0,2 \cdot (1/1) \cdot \tan^2(45 + 7,21/2) = 1,26$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0,1 \cdot (B/L) \cdot \tan^2(45 + \Phi/2)$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0,1 \cdot (1/1) \cdot \tan^2(45 + 7,21/2) = 1,13$$

- Factores de capacidad de carga

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right)$$

$$Nq = e^{\pi \tan 7,21} \left(\frac{1 + \sin 7,21}{1 - \sin 7,21} \right) = 1,92$$

$$Nc = (Nq - 1) (\cot 7,21 \phi)$$

$$Nc = (Nq - 1) (\cot 7,21) = 7,23$$

$$Ny = 1,5(Nq - 1) (\tan \phi)$$

$$Ny = 1,5(Nq - 1) (\tan 7,21) = 0,17$$

$$q_0 = D_f \cdot \gamma = 1,2 \cdot 1,66 = 1,99 \text{ t/m}^2$$

$$q = C \cdot Nc \cdot dc \cdot Sc + q_0 \cdot Nq \cdot dq \cdot Sq + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_s \cdot Ny \cdot dy \cdot Sy$$

$$q = 3,73 \cdot 7,23 \cdot 1,27 \cdot 1,26 + 1,99 \cdot 1,92 \cdot 1,14 \cdot 1,13 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,66 \cdot 0,17 \cdot 1,14 \cdot 1,13 =$$

$$q = 48,28 \text{ t/m}^2$$

- Factor de seguridad = 2

$$q = 48,28 \text{ t/m}^2 / 2 = 24,14 \text{ t/m}^2$$

$$q = 24,14 \text{ t/m}^2$$

De acuerdo a la tabla II, el valor soporte se puede considerar dentro de los parámetros normales para este tipo de suelo, por lo que para efectos de diseño se tomó el valor calculado de 24 t/m².

Tabla II. Valor soporte permisible, según el tipo de suelo

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos.

Material del suelo	t/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada.	645	Hay estructura de grietas
Roca regular.	430	
Roca intermedia.	215	
Roca agrietada o porosa.	22 – 86	
Suelos gravillosos.	107	Compactados, buena granulometría.
Suelos gravillosos.	64	Flojos, mala granulometría.
Suelos gravillosos.	43	Flojos, con mucha arena.
Suelos arenosos.	32 – 64	Densos.
Arena fina.	22 – 43	Densa.
Suelos arcillosos.	53	Duros.
Suelos arcillosos.	22	Solidez mediana.
Suelos limosos.	32	Densos.
Suelos limosos.	16	Densidad mediana.

Fuente: CABRERA Jadenón. Guía teórica para el curso de cimentaciones 1 p. 44.

2.1.3. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se ocupa de la proyección y distribución de los ambientes, de acuerdo a las necesidades de cada edificación y de acuerdo a su ocupación. El fin es crear espacios, donde los seres humanos puedan desarrollar cualquier tipo de actividad.

De esta forma se deducen las características físicas, que debe reunir la edificación para un centro de salud.

En el diseño arquitectónico se tomaron en cuenta los ambientes necesarios para un centro de salud, el área a disposición, la iluminación y ventilación en cada ambiente, relación existente entre ambientes y otros.

Se contó con el apoyo del médico jefe del municipio de Guanagazapa para la distribución de los ambientes.

En el primer nivel: recepción, sala de espera, clínica de vacunación, área de crecimiento y desarrollo, encamamiento de mujeres y hombres, lavandería y central de equipos, área de emergencias, sala de partos, servicios sanitarios, bodega y farmacia. En el segundo nivel: sala de espera, saneamiento, enfermería, dirección, tuberculosis, dormitorio para personal, servicio sanitario, comedor y cocina, sala de conferencias, clínica, laboratorio y gradas.

2.1.3.1. Ubicación del edificio en el terreno

La ubicación de la construcción, dentro del terreno, será por la parte frontal, ya que se ubica sobre la calle principal para darle el acceso apropiado, dejando área libre en la parte posterior y lateral, que podría utilizarse para parqueo.

2.1.3.2. Distribución de ambientes

El tamaño de los ambientes y su distribución dentro del edificio, se hizo de forma que queden ubicados conforme a su función y la relación existente entre ellos; es decir, el primer nivel será para atención inmediata, encamamientos, sala de partos y emergencias, y el segundo nivel está destinado para capacitaciones, clínicas, administración, dormitorios y servicios de personal.

2.1.3.3. Altura del edificio

El edificio está compuesto por un módulo, diseñado con el sistema de marcos espaciales dúctiles, conformado por dos niveles. Cada nivel tendrá 3 metros de piso a cielo, siendo la altura total del edificio.

2.1.3.4. Selección del sistema estructural a utilizar

La selección del tipo de estructura depende de ciertos factores: economía, materiales disponibles, área de terreno, dimensiones de cada ambiente, forma y mano de obra disponible.

Con base a estos aspectos, se eligió utilizar el sistema de marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos; el peso de la estructura será distribuida al suelo por medio de zapatas aisladas; los muros serán solo para divisiones ya que no soportarán cargas y trabajarán independientemente de la estructura, pero también estarán confinados por medio de soleras y columnas, y estarán sustentados por medio de un cimiento corrido. Las losas serán tradicionales.

2.1.4. Análisis estructural

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas, sobre los elementos estructurales como lo son vigas, columnas, losas y zapatas.

2.1.4.1. Predimensionamiento estructural

Antes de determinar las dimensiones finales, es necesario realizar un predimensionamiento, aquí es necesario recurrir a la experiencia en obras

similares, y utilizar conocimientos de los elementos que componen el sistema estructural, tomando en cuenta los materiales y las solicitaciones a que será sometido.

Para este trabajo se presentarán los cálculos de los marcos críticos en ambos sentidos.

a. Predimensionamiento de viga

El predimensionamiento de la viga se puede realizar con base al criterio de que por cada metro lineal de luz libre, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a $\frac{1}{2}$ del peralte.

El método ACI 318 en el capítulo 9, tabla 9.5(a), da diferentes situaciones para predimensionamiento. Para este caso se considera una viga continua en un extremo. Tabla III.

Tabla III. Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI – 318-05

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

Fuente: ACI 318-05.

Longitud de viga crítica = 5,15 m

$h_{viga} = 8\% \cdot \text{Longitud de viga}$

$h_{viga} = 0,08 \cdot 5,15\text{m} = 0,412\text{ m}$

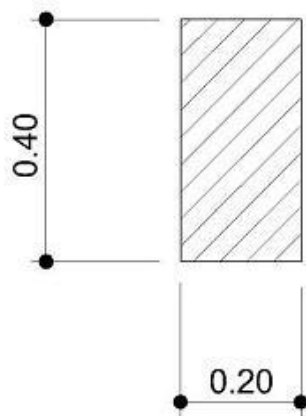
$h_{viga} = L / 18,5 = 5,15/18,5 = 0,28\text{ m}$

$h_{promedio} = (0,412 + 0,28) / 2 = 0,346\text{m}$

$b = h/2 = 0,346 / 2 = 0,173\text{ m}$

Se propone utilizar una sección de viga de 20 cm x 40 cm

Figura 1. **Dimensión de viga**



Fuente: elaboración propia.

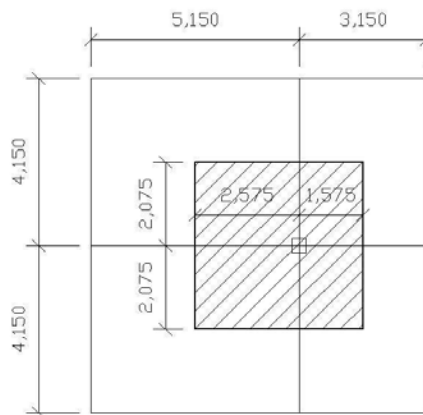
b. Predimensionamiento de columna

El método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, y de esta se determina el área bruta de la sección, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-05, capítulo 10 sección 10.3.6.2. Al tener este valor se puede proponer las medidas de la sección. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

$$\Phi P_n(\max) = 0,8\Phi[0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{yt}] \text{ ecuación (10-2) ACI 318-05}$$

Donde: $1\%A_g \leq A_{st} \leq 8\%A_g$

Figura 2. Área tributaria para columna crítica



Fuente: elaboración propia.

Datos

$$\text{Área tributaria} = 4,15\text{m} \times 4,15\text{m} = 17,22\text{m}^2$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

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

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

$$SC = 80 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Longitud de vigas} = 2,575 \text{ m} + 1,575 \text{ m} + 2,075 \text{ m} + 2,075 \text{ m} = 8,30 \text{ m}$$

$$\text{Sección de vigas} = 0,20 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$$

Igualando $\Phi P_n(\text{máx}) = P_u$

- Para columnas del segundo nivel

$$P_{u_{2\text{do.nivel}}} = 1,4((C.M. \text{ losa} + SC) \cdot A_t + PP_{\text{Vigas}}) + 1,7(C.V. \text{ losa} \cdot A_t)$$

$$P_{u_{2\text{do.nivel}}} = 1,4((0,12\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 80\text{kg/m}^2) \cdot 17,22\text{m}^2 + 0,20\text{m} \cdot 0,40\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 8,3\text{m} + 1,7(100\text{kg/m}^2 \cdot 17,22 \text{ m}^2))$$

$$P_{u_{2\text{do.nivel}}} = 13\,392,74 \text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa de la columna.

$$\Phi P_n(\text{máx}) = 0,8\Phi[0,85 \cdot f'c (A_g - A_{st}) + fy \cdot A_{yt}]$$

$$\text{Donde } A_s = \rho \cdot A_g$$

$$A_g = P_u / (0,8 \cdot (0,85 \cdot f'c \cdot (1 - \rho) + fy \cdot \rho))$$

Donde ρ = cuantía de acero = 1%

$$A_g = 13\,392,744 \text{ kg} / (0,8*(0,85*210 \text{ kg/cm}^2*(1-0,01)+2810 \text{ kg/cm}^2*0,01))$$

$$A_g = 81,74 \text{ cm}^2$$

- Para columnas del primer nivel

$$Pu_{1er. nivel} = 1,4(C.M. losa * A_t + PPvigas + Pcolsup) + 1,7(C.V. losa * A_t) + Pu_{2do.nivel}$$

$$Pu_{1er.nivel} = 1,4(0,12m*2400\text{kg/m}^3*17,22m^2 + (0,20m*0,40m*2400\text{kg/m}^3*8,3m) * 2 + 0,1225*3m*2400\text{kg/m}^3) + 1,7(500\text{kg/m}^2*17,22 \text{ m}^2)$$

$$Pu_{1er. nivel} = 27\,276,98 \text{ kg}$$

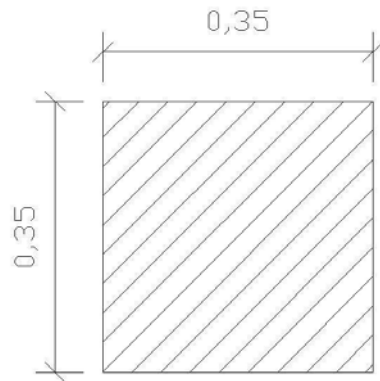
$$A_g = Pu / (0,8*(0,85*f'c*(1-\rho) + fy*\rho))$$

$$A_g = 27\,276,984 \text{ kg} / (0,8*(0,85*210 \text{ kg/cm}^2*(1-0,01) + 2810 \text{ kg/cm}^2*0,01))$$

$$A_g = 166,47 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar una sección de 35cm X 35 cm = 1 225cm², que es mucho mayor que el área requerida, debido a que en el predimensionamiento no se toma en cuenta el efecto del sismo.

Figura 3. **Dimensión de columna**



Fuente: elaboración propia.

c. Predimensionamiento de losa

Se utilizó el criterio del perímetro/180, para losas en dos sentidos. Se utiliza la losa de mayor dimensión.

Relación

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

$m = a / b > 0,5$ losa trabaja en dos sentidos

Donde a = sentido corto de losa y b = sentido largo de losa

Calculando m para losa de mayor dimensión, con $a = 4,15\text{m}$ y $b = 5,15\text{m}$

$m = 4,15\text{m} / 5,15\text{m} = 0,88 > 0,5$; la losa trabaja en dos sentidos

Espesor de losa (t)

$t = \text{perímetro} / 180$

Donde t = espesor de losa

$$t = \frac{(4,15 \cdot 2 + 5,15 \cdot 2)}{180} = 0,1033 \text{ m} \approx 0,12 \text{ m}$$

Se propone losa tradicional con espesor de 12 cm

d. Predimensionamiento de zapatas

Los cimientos se diseñaran con zapatas aisladas. Ver predimensionamiento de zapatas en la sección 2.1.5.4, cimientos.

2.1.4.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

El modelo matemático es un gráfico que representa la forma del marco dúctil y la carga que soporta. Estos sirven para realizar el análisis estructural.

Por la simetría estructural del edificio, se analizan y diseñan únicamente los marcos críticos.

2.1.4.3. Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos dúctiles con nudos rígidos

Las diferentes cargas que se aplican a los marcos, se clasifican según su dirección: verticales o gravitacionales, y horizontales; que pueden ser provocadas por distintos factores como se explicará más adelante.

a. Cargas verticales o gravitacionales

Estas cargas se dividen en carga viva y carga muerta.

- Cargas Vivas

Son todas las cargas predestinadas a un servicio de utilidad, el cual puede ser de ocupación o mantenimiento. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio, y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades, a lo largo de la vida de la estructura, no se conocen con precisión.

La tabla IV, muestra los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, según la norma AGIES y otros códigos. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y al almacenamiento en general.

Tabla IV. Cargas vivas mínimas, uniformemente distribuidas

Tipo de ocupación o uso	(kg / m²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	500
Zonas de circulación	400
Zonas de asientos	Carga depende del tipo de cancha
Canchas deportivas	

Continuación Tabla IV.

Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garajes	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final).	50

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

- Cargas muertas

Son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición, durante la vida de la estructura.

Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros.

Estas cargas se determinan con bastante exactitud, dependiendo de los materiales que se utilicen, los pesos se determinan a partir de las densidades y tamaños.

Cargas muertas y vivas aplicadas al diseño de la edificación del centro de salud:

Cargas vivas (CV)

Techos = 100 kg/m^2

Salas de encamamiento = 200 kg/m^2

Servicios médicos y laboratorios = 350 kg/m^2

Vestíbulos públicos y pasillos = 500 kg/m^2

Cargas muertas (CM)

Concreto = 2400 kg/m^3

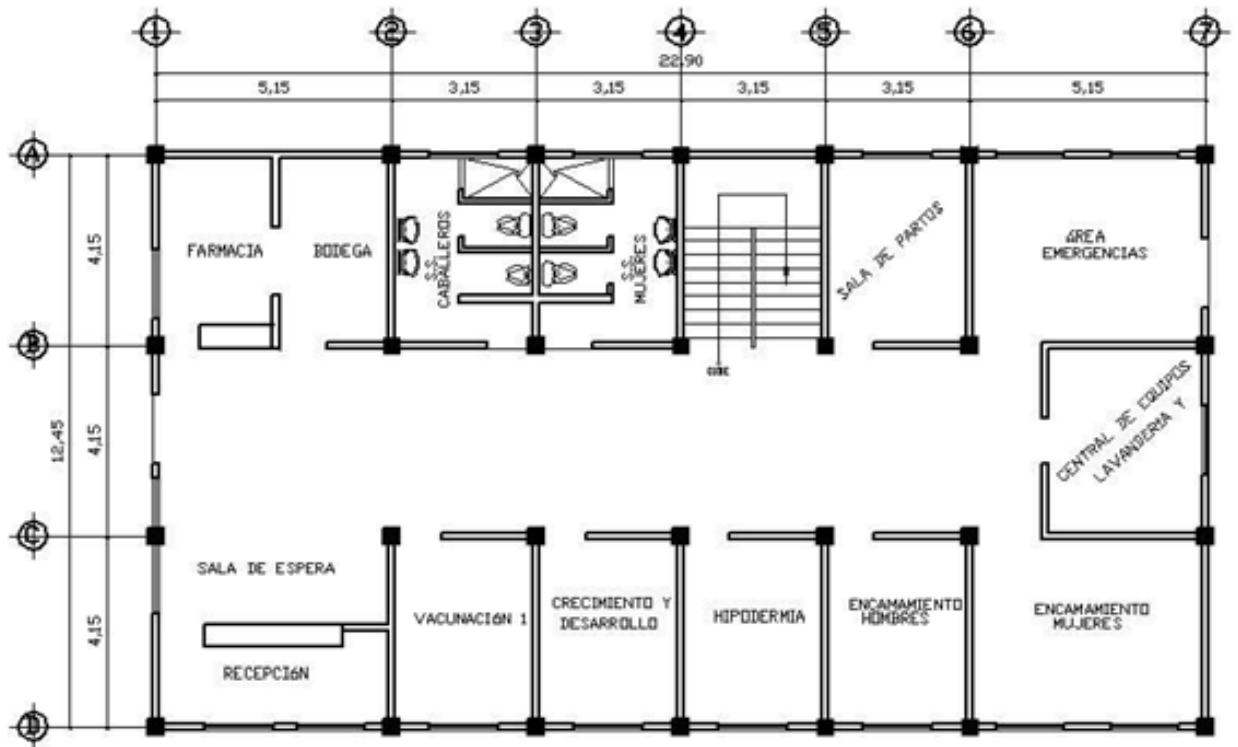
Muros = 210 kg/m^2

Acabados = 80 kg/m^2

✓ Peso de la estructura

Para realizar el cálculo, se define la distribución de los elementos estructurales dentro del edificio. En la figura 4 se muestra la planta del centro de salud.

Figura 4. Planta centro de salud



Fuente:elaboración propia.

○ Segundo nivel

Carga muerta

$$W_{Losa} = \text{Area Losa} \cdot \gamma_c \cdot t$$

$$W_{losa} = 290,43 \text{m}^2 \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,12 \text{m} = 83643,84 \text{ kg}$$

$$W_{viga} = L_{viga} \cdot b_{viga} \cdot (h_{viga} - t_{losa}) \cdot \gamma_c$$

$$W_{viga} = 178,75 \text{ m} \cdot 0,20 \text{m} \cdot 0,28 \text{m} \cdot 2400 \text{kg/m}^3 = 24024,00 \text{ kg}$$

$$W_{columnas} = \text{sección}_{Col} \cdot L_{col} \cdot \gamma_c \cdot \text{No. columnas}$$

$$W_{columnas} = 0,35 \text{m} \cdot 0,35 \text{m} \cdot 1,50 \text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 28 = 12348,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = \text{Area Losa} * W_{\text{acabados}}$$

$$W_{\text{acabados}} = 290,43\text{m}^2 * 80\text{kg/m}^2 = 23234,40 \text{ kg}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 143\,250,24 \text{ kg}$$

Carga viva

$$W_{\text{CV}} = \text{Area Losa} * CV_{\text{Techo}}$$

$$W_{\text{CV}} = 290,43\text{m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2 = 29043,00 \text{ kg}$$

Peso del segundo nivel

$$W = W_{\text{CM}} + 0.25 W_{\text{CV}}$$

$$W = 143,250.24 \text{ kg} + 0.25 * (29,043.00 \text{ kg}) = 150,511.00\text{kg}$$

○ Primer nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 277,36\text{m}^2 * 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12\text{m} = 79879,68 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 178,75\text{m} * 0,20 \text{ m} * 0,28 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 24\,024,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0,35\text{m} * 0,35\text{m} * 3,00\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3 * 28) = 24696,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 277,36\text{m}^2 * 80\text{kg/m}^2 = 22\,188,80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 144,30\text{m} * 2,6\text{m} * 210\text{kg/m}^2 = 78787,80 \text{ kg}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 229\,576,28 \text{ kg}$$

Carga viva

$$W_{\text{CV}} = 73,66\text{m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 + 203,7\text{m}^2 * 350 \text{ kg/m}^2 = 108125,00 \text{ kg}$$

Peso del primer nivel

$$W = W_{\text{CM}} + 0,25 W_{\text{CV}}$$

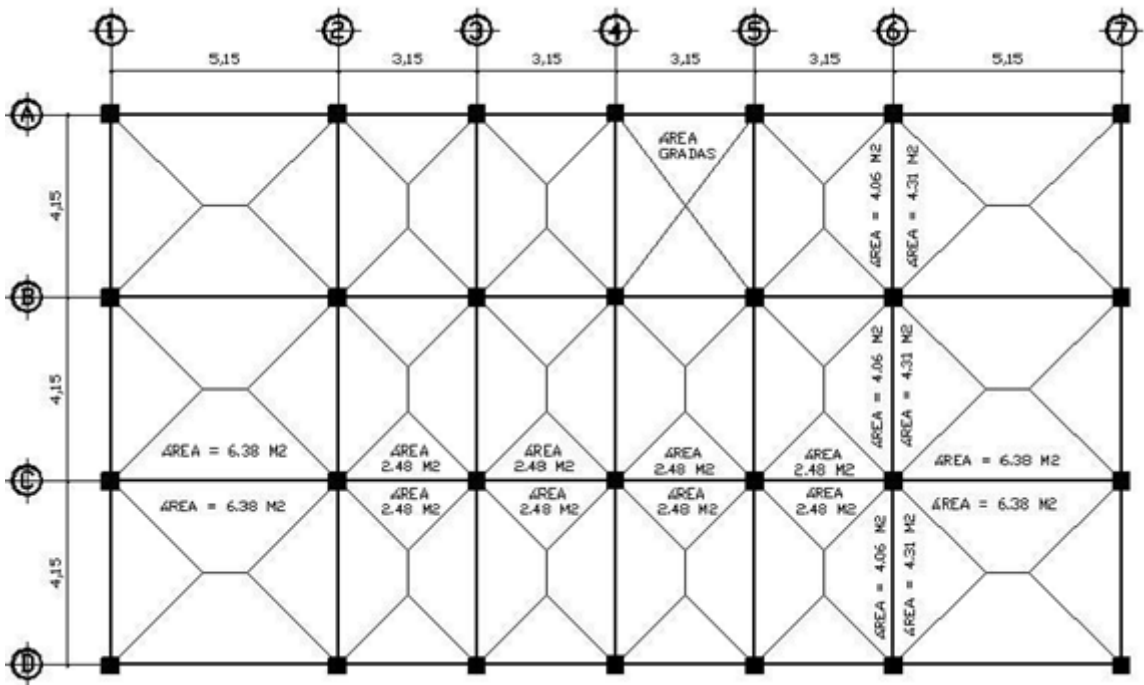
$$W = 229576,28 \text{ kg} + 0,25 * (108125,00 \text{ kg}) = 256607,53\text{kg}$$

Peso total de la estructura = W total
W total = W1nivel + W2nivel
W total = 150511,00kg + 256607,53 kg
W total = 407 118,53 kg

Integración de cargas:

Cargas vivas (CV)	Cargas muertas (CM)
Techos = 100 kg/m ²	Concreto = 2 400 kg/m ³
Servicios médicos y laboratorios= 350 kg/m ²	Muros = 210 kg/m ²
Vestíbulos públicos y pasillos = 500 kg/m ²	Acabados = 80 kg/m ²

Figura 5. Planta primer nivel, marco analizado



Fuente:elaboración propia.

Marco 6 (marco crítico)

$$W_{\text{Losa}} = \text{Área tributaria} * t_{\text{losa}} * \gamma_c / L_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{losa}} = (8,37\text{m}^2) * (0,12\text{m}) * (2400\text{kg/m}^3) / 4,15\text{m} = 580,86 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = b_{\text{viga}} * (h_{\text{viga}} - t_{\text{losa}}) * \gamma_c$$

$$W_{\text{viga}} = (0,20 \text{ m}) * (0,28\text{m}) * (2400\text{kg/m}^3) = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = L_{\text{viga}} * h_{\text{muro}} * CM_{\text{muro}} / L_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{muro}} = (4,15\text{m}^2) * (2,6\text{m}) * (210\text{kg/m}^2) / 4,15\text{m} = 546,00 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{acabados}} = \text{Area tributaria} * W_{\text{acabados}} / L_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{acabados}} = (8,37\text{m}^2) * (80\text{kg/m}^2) / 4,15 \text{ m} = 161,35 \text{ kg/m}$$

Viga A-B

Nivel 2

$$CM = 580,86 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 161,35 \text{ kg/m} = 876,61 \text{ kg/m}$$

$$CV = (8,37\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 4,15 \text{ m} = 201,69 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 580,86 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 161,35 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1 422,61 \text{ kg/m}$$

$$CV = (8,37\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2) / 4,15 \text{ m} = 705,90 \text{ kg/m}$$

Viga B-C

Nivel 2

$$CM = 580,86 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 161,35 \text{ kg/m} = 876,61 \text{ kg/m}$$

$$CV = (8,37\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 4,15\text{m} = 201,69 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 580,86 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 161,35 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1422,61 \text{ kg/m}$$

$$CV = (8,37\text{m}^2) * (500 \text{ kg/m}^2) / 4,15 \text{ m} = 1008,43 \text{ kg/m}$$

Viga C-D

Nivel 2

$$CM = 580,86 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 161,35 \text{ kg/m} = 876,61 \text{ kg/m}$$

$$CV = (8,37\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 4,15 \text{ m} = 201,69 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 580,86 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 161,35 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1422,61 \text{ kg/m}$$

$$CV = (8,37\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2) / 4,15 \text{ m} = 705,90 \text{ kg/m}$$

Marco C (marco crítico)

Viga 1-2

$$W \text{ losa} = (12,76\text{m}^2) * (0,12\text{m}) * (2400\text{kg/m}^3) / 5,15\text{m} = 713,57 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ viga} = (0,20\text{m}) * (0,28\text{m}) * (2400\text{kg/m}^3) = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ muro} = (5,15\text{m}^2) * (2,6\text{m}) * (210\text{kg/m}^2) / 5,15\text{m} = 546,00 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ acabados} = (12,76\text{m}^2) * (80\text{kg/m}^2) / 5,15\text{m} = 198,21 \text{ kg/m}$$

Nivel 2

$$CM = 713,57 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 198,21 \text{ kg/m} = 1046,18 \text{ kg/m}$$

$$CV = (12,76\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 5,15\text{m} = 247,77 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 713,57 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 198,21 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1592,18 \text{ kg/m}$$

$$CV = (12,76\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2) / 5,15\text{m} = 867,18 \text{ kg/m}$$

Viga 2-3

$$W \text{ losa} = (4,96\text{m}^2) * (0,12\text{m}) * (2400\text{kg/m}^3) / 3,15 \text{ m} = 453,48 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ viga} = (0,20\text{m}) * (0,28\text{m}) * (2400\text{kg/m}^3) = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ muro} = (3,15\text{m}^2) * (2,6\text{m}) * (210\text{kg/m}^2) / 3,15 \text{ m} = 546,00 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ acabados} = (4,96\text{m}^2) * (80\text{kg/m}^2) / 3,15 \text{ m} = 125,97 \text{ kg/m}$$

Nivel 2

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} = 713,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = (4,96\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 3,15 \text{ m} = 157,46 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1 259,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = [(2,48\text{m}^2) * (500 \text{ kg/m}^2) + (2,48\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2)] / 3,15\text{m} = 669,21 \text{ kg/m}$$

Viga 3-4

Nivel 2

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} = 713,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = (4,96\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 3,15 \text{ m} = 157,46 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1 259,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = [(2,48\text{m}^2) * (500 \text{ kg/m}^2) + (2,48\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2)] / 3,15\text{m} = 669,21 \text{ kg/m}$$

Viga 4-5

Nivel 2

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} = 713,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = (4,96\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 3,15\text{m} = 157,46 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1\,259,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = [(2,48\text{m}^2) * (500 \text{ kg/m}^2) + (2,48\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2)] / 3,15\text{m} = 669,21 \text{ kg/m}$$

Viga 5-6

Nivel 2

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} = 713,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = (4,96\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 3,15\text{m} = 157,46 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = 453,48 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 125,97 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1\,259,85 \text{ kg/m}$$

$$CV = [(2,48\text{m}^2) * (500 \text{ kg/m}^2) + (2,48\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2)] / 3,15\text{m} = 669,21 \text{ kg/m}$$

Viga 6-7

Nivel 2

$$CM = 713,57 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 198,21 \text{ kg/m} = 1\,046,18 \text{ kg/m}$$

$$CV = (12,76\text{m}^2) * (100 \text{ kg/m}^2) / 5,15\text{m} = 247,77 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

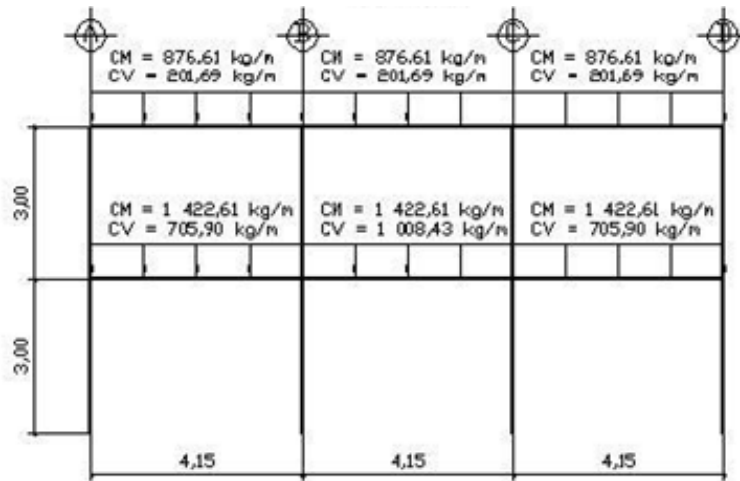
$$CM = 713,57 \text{ kg/m} + 134,4 \text{ kg/m} + 198,21 \text{ kg/m} + 546 \text{ kg/m} = 1\,592,18 \text{ kg/m}$$

$$CV = [(6,38\text{m}^2) * (500 \text{ kg/m}^2) + (6,38\text{m}^2) * (350 \text{ kg/m}^2)] / 5,15 \text{ m} = 1\,053,01 \text{ kg/m}.$$

Ver figura 6.

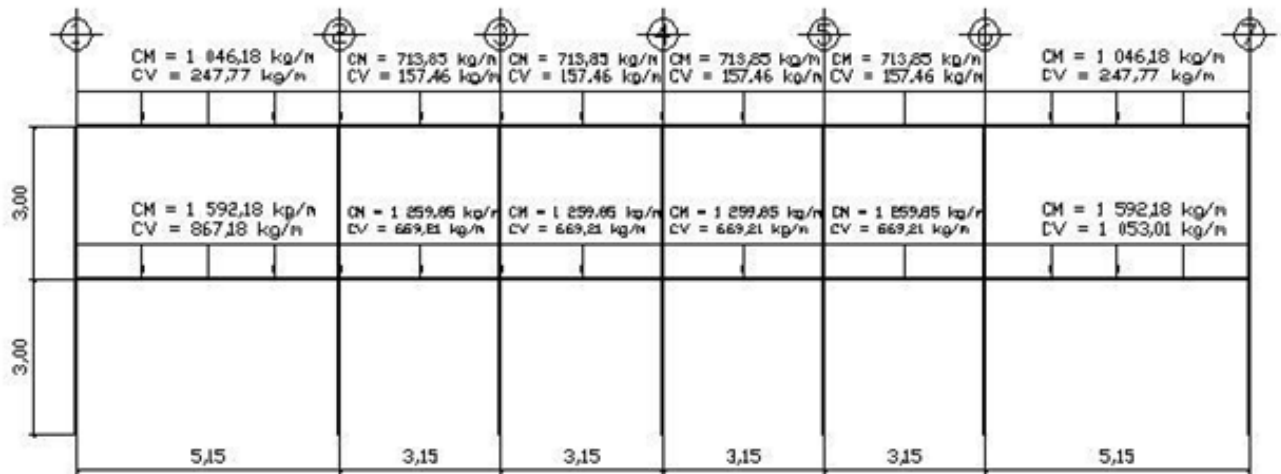
Figura 6. Carga muerta y carga viva

Marco 6



Fuente: elaboración propia.

Marco C



Fuente: elaboración propia.

b. Cargas horizontales

Este tipo de cargas pueden ser provocadas por sismo, viento, empuje de suelo, empuje de fluidos, etc. Son dinámicas, esto quiere decir que es muy baja la probabilidad de que todas actúen al mismo tiempo sobre una estructura.

Guatemala está situada en una zona de gran actividad sísmica, tanto tectónica como volcánica, por lo que es crítico tomar en cuenta la carga sísmica para todo proyecto estructural.

- Carga sísmica

Esta carga, es directamente proporcional al peso total de la estructura, considerando que la estructura está empotrada a nivel del suelo, donde será el punto de aplicación, a esta carga se le conoce como corte basal (V_b), luego se distribuye a cada nivel de la estructura y posteriormente por marcos, proporcional a la rigidez de los elementos estructurales.

Hacer un análisis sísmico de tipo dinámico, es muy complicado, por lo que se utilizará el método alternativo equivalente estático de la SEAOC, el cual se desarrolla a continuación.

$$V = ZIKCSW$$

Donde: $ZIKCS$, son coeficientes que dependen del tipo de estructura, suelo, importancia, intensidad del sismo y zona sísmica y W es el peso muerto total de la estructura, más el 25% de las cargas vivas de diseño.

V = corte basal o corte en la base.

Z = coeficiente que depende de zona sísmica donde se encuentra el edificio. En este caso es 1, considerando que el municipio de Guanagazapa se localiza dentro de la zona 3, que representa zona de riesgos de daños mayores (Ver anexo3, mapa y tabla de zonificación sísmica en Guatemala).

W = peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

I = coeficiente que depende del uso que se le va a dar a la estructura después de que ocurra el evento. Tiene un rango de $1,10 < I < 1,50$ según sea la importancia. Por ser un centro de salud se adoptó un valor de 1,40.

$C = \frac{1}{15}\sqrt{T}$; se conoce también como el coeficiente sísmico. T es el período fundamental de vibración de la estructura, en segundos;

$T = 0,09 * h / \sqrt{b}$, donde h = altura del edificio y b = base del edificio en dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

El valor C debe ser menor que 0,12, si resulta mayor se utilizará 0,12.

S = coeficiente que depende del tipo de suelo. Si se desconoce las características del suelo, utilizar 1,5

El producto $C*S$ no debe ser mayor a 0,14, de lo contrario se utilizará 0,14.

K = coeficiente que depende del tipo de estructura, considera la propiedad de absorción de energía inelástica de los marcos resistentes a los momentos, también la redundancia de los marcos, o la segunda línea de defensa, presente en la mayor parte de los marcos completos, aunque no están diseñados para resistir cargas laterales. Los edificios que poseen, por lo menos, un marco espacial de apoyo de cargas verticales se le asignan un valor alto, $K=0,67$, es el valor sugerido por la *UniformBuildingCode*, para marcos dúctiles con nudos rígidos.

Cálculo del corte basal (V)

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón, se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X y Y; con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

Cálculo del coeficiente C

$$T_x = 0,09 * 6,00 / \sqrt{22,90} = 0,113 \text{ s}$$

$$C_x = 1 / (15 * \sqrt{0,112}) = 0,199 > 0,12 \quad \text{Usar } C_x = 0,12$$

$$T_y = 0,09 * 6,00 / \sqrt{12,45} = 0,153 \text{ s}$$

$$C_y = 1 / (15 * \sqrt{0,153}) = 0,17 > 0,12 \quad \text{Usar } C_y = 0,12$$

$$\text{Chequeo } C_x * S \leq 0,14$$

$$C_x * S = 0,12 * 1,5 = 0,18$$

$$C_y * S = 0,12 * 1,5 = 0,18$$

Como ambos productos no cumplen, tomar $C * S = 0,14$

Sustituyendo valores:

$$V_x = 1 * 1,40 * 0,67 * 0,14 * 407118,53 \text{ kg} = 53462,81 \text{ kg} \approx 53,46 \text{ t}$$

$$V_y = 1 * 1,40 * 0,67 * 0,14 * 407118,53 \text{ kg} = 53462,81 \text{ kg} \approx 53,46 \text{ t}$$

- Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral, V , se distribuye en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula:

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

Donde

W_i = peso de cada nivel

H_i = altura de cada nivel

V = corte basal

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = fuerza por nivel

Fuerza concentrada en la cúspide; según las condiciones siguientes:

Si $T < 0,25$ segundos, $F_t = 0$

Si $T > 0,25$ segundos; calcular $F_t = 0,07 * T * V$

Donde T = período fundamental de la estructura

En el cálculo la fuerza en la cúspide F_t es igual a 0 en los dos sentidos, ya que T_x y T_y son menores a 0,25 segundos.

Como $V_x = V_y$ entonces $F_{ix} = F_{iy}$, por lo que solo se analiza en un sentido.

Fuerza por nivel

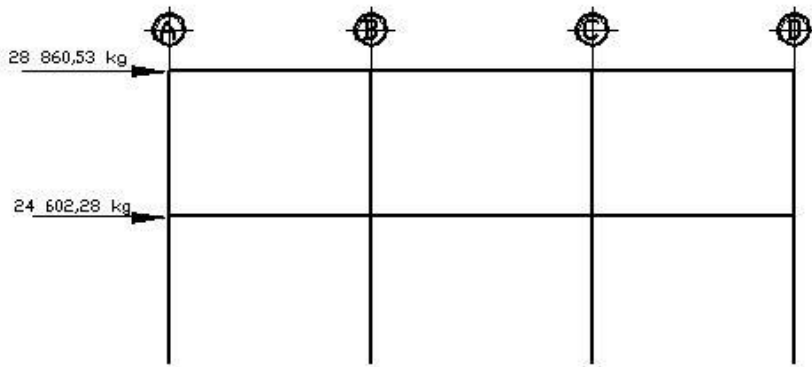
$$F_{1x} = \frac{(53462,81 - 0) * (256\ 607,53 * 3)}{256\ 607,53 * 3 + 150\ 511 * 6} = 24602,28 \text{ kg}$$

$$F_{2x} = \frac{(53\,462,81 - 0) \cdot (150\,511 \cdot 6)}{256\,607,53 \cdot 3 + 150\,511 \cdot 6} = 28\,860,53 \text{ kg}$$

Comprobación

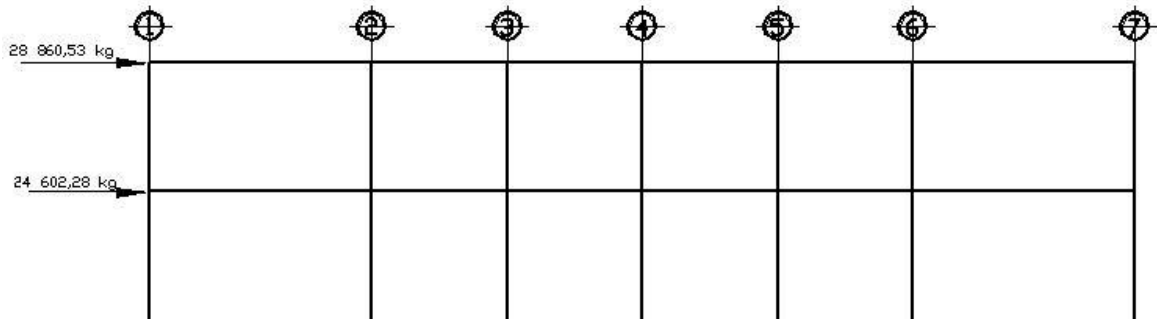
$$V_x = V_y = F_t + F_1 + F_2 = 0 + 24\,602,28 \text{ kg} + 28\,860,53 \text{ kg} = 53\,462,81 \text{ kg}$$

Figura 7. Distribución de fuerza por nivel, marco 6



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Distribución de fuerza por nivel, marco C



Fuente: elaboración propia.

- Distribución por marcos

La distribución del corte de cada nivel a cada marco, se hace por medio de las rigideces de los elementos verticales resistentes a la fuerza horizontal (columnas).

La fórmula de la rigidez para una columna se presenta a continuación

$$k = \frac{V}{\Delta}$$

$\Delta_{\text{flexión}} + \Delta_{\text{corte}}$

$$k = \frac{V}{\frac{VH^3}{12EcI} + \frac{1.2VH}{GA}}$$

Donde:

$$I = \frac{1}{12} bL^3 A = bL; \quad G = 0,4Ec$$

$$k = \frac{Ec A}{\left[\left(\frac{H}{L} \right)^2 + 3 \right]}$$

En el caso de esta estructura E_c , A , H y L son constantes, ya que todas las columnas tienen la misma sección y están hechas del mismo material; de lo contrario, se debe calcular la rigidez de cada elemento vertical, tomando en cuenta columnas y muros de corte si los hubiese.

Distribución de fuerza lateral por marcos

$$f_{ix} = \frac{F_x \cdot K_{\text{marco}}}{K_{\text{piso}}} \quad f_{iy} = \frac{F_y \cdot K_{\text{marco}}}{K_{\text{piso}}}$$

Rigidez de marcos:

	Marco 1 = 4K
	Marco 2 = 4K
Marco A = 7K	Marco 3 = 4K
Marco B = 7K	Marco 4 = 4K
Marco C = 7K	Marco 5 = 4K
Marco D = 7K	Marco 6 = 4K
	Marco 7 = 4K

Marco 6

Nivel 2

$$f_y = 28\,860,53 \cdot 4K / 28K = 4\,122,93 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$f_x = 24\,602,28 \cdot 4K / 28K = 3\,514,61 \text{ kg}$$

Marco C

Nivel 2

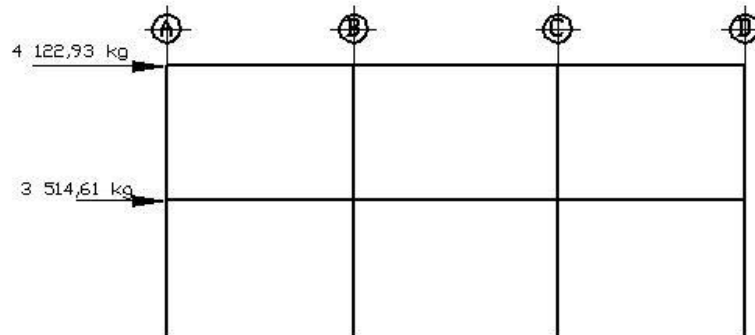
$$f_y = 28\,860,53 \cdot 7K / 28K = 7\,215,13 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$f_x = 24\,602,28 \cdot 7K / 28K = 6\,150,57 \text{ kg}$$

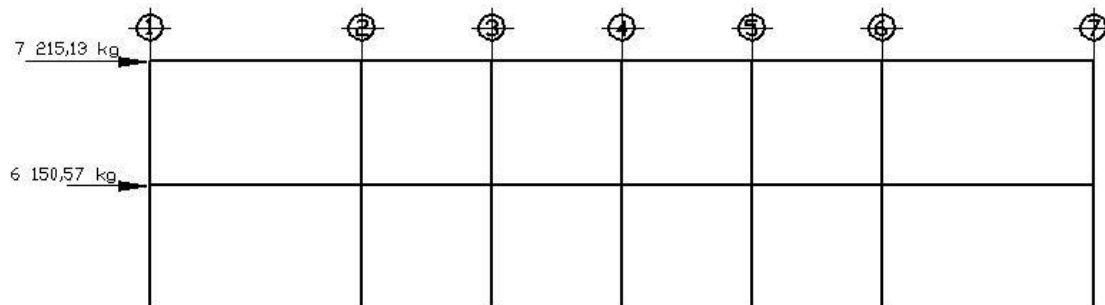
Ver detalle en figura 9 y 10.

Figura 9. Distribución de fuerza por marco, marco 6



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Distribución de fuerza por marco, marco C



Fuente: elaboración propia.

- Incremento de corte por torsión

Además del corte por traslación se debe calcular el corte por torsión, este corte se origina por la variación entre el centro de masa (C.M.) y el centro de rigidez (C.R.).

La distancia entre ambos centros se denomina excentricidad “e”, la cual multiplicada por el cortante sísmico, que actúa en el nivel, produce el momento torsional “To”, que debe ser resistido por los elementos verticales, que forman el sistema que resiste las cargas sísmicas, simultáneamente con los cortantes directos debidos a estas cargas.

La torsión no es más que un giro alrededor de un eje vertical, que coincide con el centro de rigidez. Siempre se busca eliminar la torsión de una estructura, por medio de un diseño simétrico con excentricidad cero o casi cero.

Además de las excentricidades reales hay que tomar en cuenta las excentricidades accidentales. Las causas principales que generan las excentricidades accidentales, incluyen la componente rotacional del movimiento del terreno alrededor de un eje vertical, las diferencias entre los valores asumidos de rigideces y masas, el patrón asimétrico de las relaciones no lineales de fuerza-deformación. Otros factores de menor importancia son la asimetría de las constantes de amortiguamiento y las deformaciones en dirección perpendicular a la considerada.

Debido a lo complejo de determinar los efectos dinámicos sobre la torsión, estudios realizados por *NewmarkRosenblueth*, indican que se debe considerar un factor de magnificación dinámica que incremente la excentricidad calculada multiplicándola por 1,5. Además, se debe considerar la excentricidad accidental debido a posibles errores en la determinación de la excentricidad a partir de los valores teóricos considerados. Dando como resultado una excentricidad de diseño igual a:

$$e_d = 1,5e + \% b$$

Donde:

b = es la dimensión del edificio medida perpendicularmente a la dirección considerada. El porcentaje va de 0,05 a 0,10. Los códigos UBC, SEAOC por ejemplo, especifican como porcentaje 0,05 mientras que el Código Mexicano del Distrito Federal considera como porcentaje 0,10.

- Cálculo del centro de masa (C.M.)

$$X = \frac{\sum W_i X}{\sum W_i} \qquad Y = \frac{\sum W_i Y}{\sum W_i}$$

$$W_{\text{losa}} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{viga}} = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{columnas}} = 294 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = 546 \text{ kg/m}$$

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

Primer nivel

$$X = \frac{\sum W_i X}{\sum W_i}$$

$$X = \frac{\sum (W_{\text{Losa}} * X) + \sum (W_{\text{viga}} * X) + \sum (W_{\text{col}} * X) + \sum (W_{\text{acab}} * X) + \sum (W_{\text{muros}} * X)}{\sum W_i}$$

$$X = \frac{\sum W_i X}{\sum W_i} = \frac{914\,675,33 + 275\,074,8 + 282\,769,2 + 254\,076,48 + 784\,592,45}{229\,576,28} = 10,93 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum W_i Y}{\sum W_i} = \frac{\text{losa} + \text{vigas} + \text{columnas} + \text{acabados} + \text{muros}}{\sum W_i}$$

$$Y = \frac{\sum W_i Y_i}{\sum W_i} = \frac{487\,613,2 + 149\,549,4 + 153\,732,6 + 135\,448,11 + 496\,335,84}{229\,576,28} = 6,20 \text{ m}$$

- Centro de rigidez (C.R.)

$$X_{CR} = \frac{\sum K_y X_i}{\sum K_y} = \frac{K_y \cdot \sum X_i}{K_y \cdot \sum \text{No.col}} \quad Y_{CR} = \frac{\sum K_x Y_i}{\sum K_x} = \frac{K_x \cdot \sum Y_i}{K_x \cdot \sum \text{No.col}}$$

$$X_{CR} = \frac{4K \cdot (5,15 + 8,3 + 11,45 + 14,6 + 17,75 + 22,9)}{28K} = 11,45 \text{ m}$$

$$Y_{CR} = \frac{7K \cdot (4,15 + 8,3 + 12,45)}{28K} = 6,225 \text{ m}$$

- Cálculo de excentricidades

- ✓ Excentricidad real

$$e_x = 11,45 - 10,93 = 0,52 \text{ m}$$

$$e_y = 6,225 - 6,20 = 0,025 \text{ m}$$

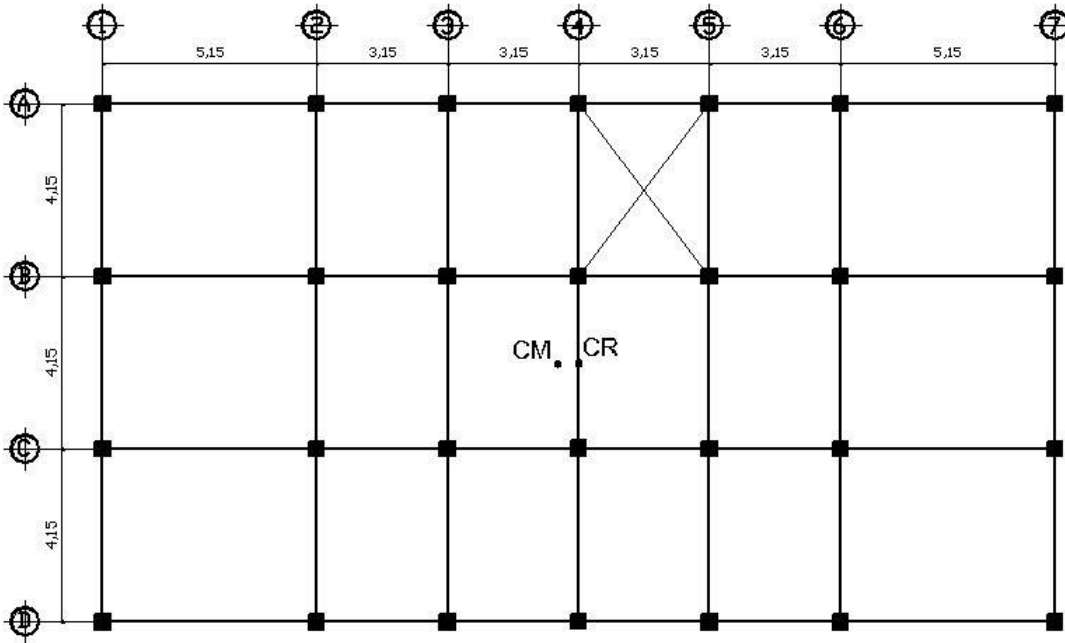
- ✓ Excentricidad mínima

$$e_{min_x} = 5\%L$$

$$e_{min_x} = 0,05 \cdot (22,90) = 1,145 \text{ m}$$

$$e_{min_y} = 0,05 \cdot (12,45) = 0,6225 \text{ m}$$

Figura 11. Centro de masa, centro de rigidez



Fuente:elaboración propia.

✓ Excentricidad de diseño

$$ed_x = 1,5(1,145) + 0,1(12,45) = 2,96 \text{ m}$$

$$ed_y = 1,5(0,625) + 0,1(22,90) = 3,23 \text{ m}$$

Cálculo corte por torsión

Para calcular de forma aproximada los cortantes adicionales debido a los momentos torsionales, se puede asumir que los elementos verticales en cada nivel, se encuentran empotrados en sus extremos a diafragmas rígidos. Las fuerzas cortantes torsionales, que actúan en cada elemento vertical, se pueden considerar que son directamente proporcionales a su rigidez lateral y a su

centro de rigidez, e inversamente proporcionales a la rigidez rotacional total del nivel (J_r) respecto al centro de rigidez.

2do. nivel = 1er. Nivel

$$J_r = \sum(k_x * Y_{CR}^2 + k_y * X_{CR}^2)$$

$$T = F_x * e_{dy} + 0.3 * F_y * e_{dx}$$

$$T = 53\,462,81 * (2,96) + 0,3 * (53\,462,81) * (3,23)$$

$$T = 210\,055,38 \text{ kg-m}$$

Incremento torsional:

$$\Delta V = \frac{T * Y_{CR}}{j} \text{ K eje}$$

$$J_r = k [7 * (6,225)^2 + 7(2,075)^2 + 7(2,025)^2 + 7(6,225)^2 + 4(11,45)^2 + 4(6,3)^2 + 4(3,15)^2 + 4(3,15)^2 + 4(6,3)^2 + 4(11,45)^2]$$

$$J_r = 2\,048,51k$$

Corte por torsión

$$\Delta V_{m6} = \frac{210\,055,38(6,3)(4k)}{2\,048,51k} = 2\,584,02 \text{ kg}$$

$$\Delta V_{mc} = \frac{210\,055,38(2,075)(7k)}{2\,048,51k} = 1\,489,40 \text{ kg}$$

Corte total: traslación + torsión

Marco 6

$$V_{y2} = 4122,93 \text{ kg} + 2584,02 \text{ kg} = 6706,95 \text{ kg}$$

$$V_{y1} = 3154,61 \text{ kg} + 1489,40 \text{ kg} = 5004,01 \text{ kg}$$

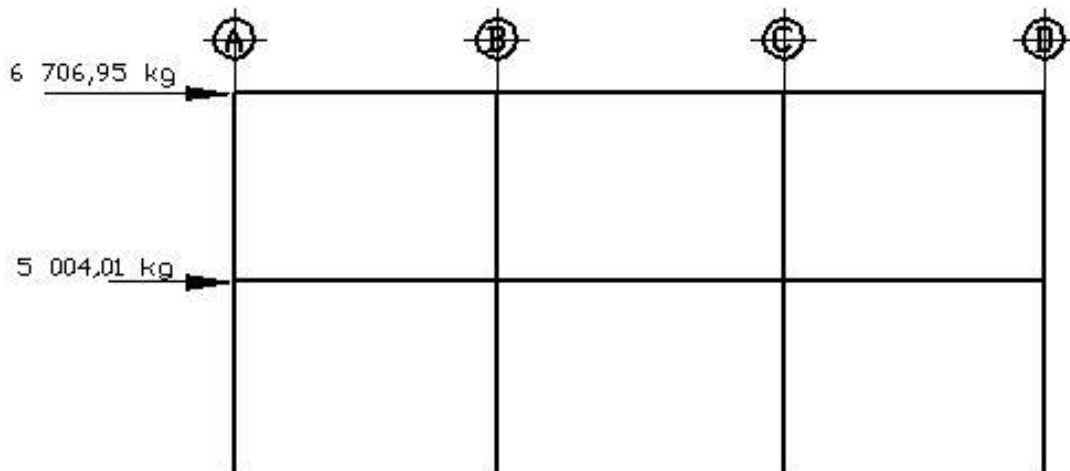
Marco C

$$V_{x2} = 7215,13 \text{ kg} + 2584,02 \text{ kg} = 9799,15 \text{ kg}$$

$$V_{x1} = 6150,57 \text{ kg} + 1489,40 \text{ kg} = 7639,97 \text{ kg}$$

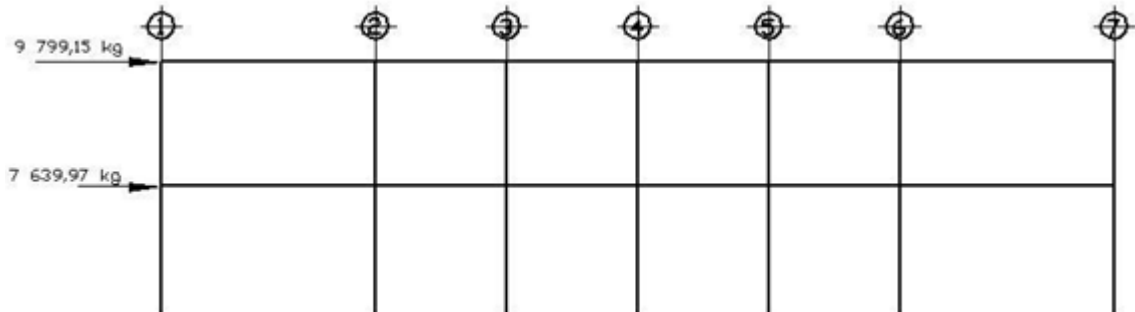
Ver detalle en figura 12.

Figura 12. **Traslación + torsión, marco 6**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Traslación + torsión, marco 6



Fuente: elaboración propia.

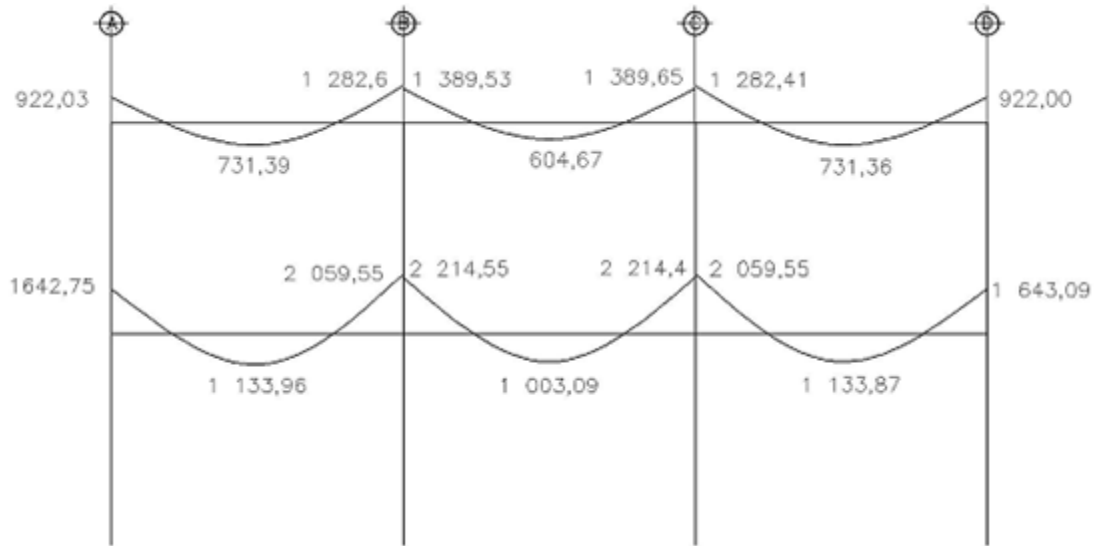
2.1.4.4. Análisis de marcos dúctiles utilizando un *software* comprobando por un método numérico

El análisis de marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos, se realizó aplicando el *software* ETABS V8, programa de análisis tridimensional y diseño, ideal para este tipo de edificios. Para realizar el cálculo se tomó en cuenta las fuerzas verticales, cargas vivas y muertas, que se supone actúan uniformemente distribuidas sobre las vigas, y las fuerzas horizontales producidas por sismo.

A manera de comprobación se analizó la estructura con el método de análisis aproximado *Kani*, los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 2%, por lo que para efectos de diseño, se tomaron los resultados del método de *Kani*.

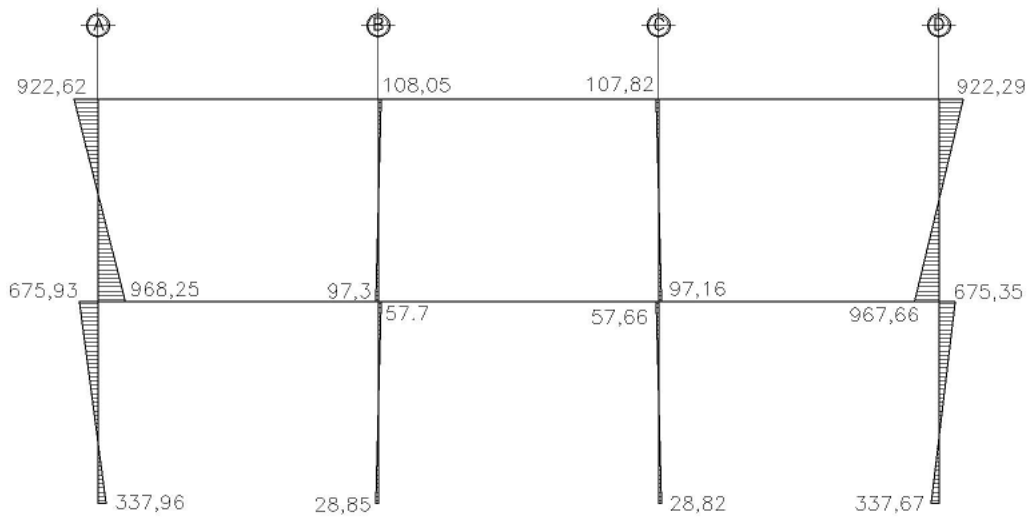
Ver figuras de la 14 a la 25, donde se presentan los diagramas de momentos resultantes en los marcos críticos, analizados para los diferentes tipos de carga actuante.

Figura 14. Momentos por carga muerta, vigas, marco 6



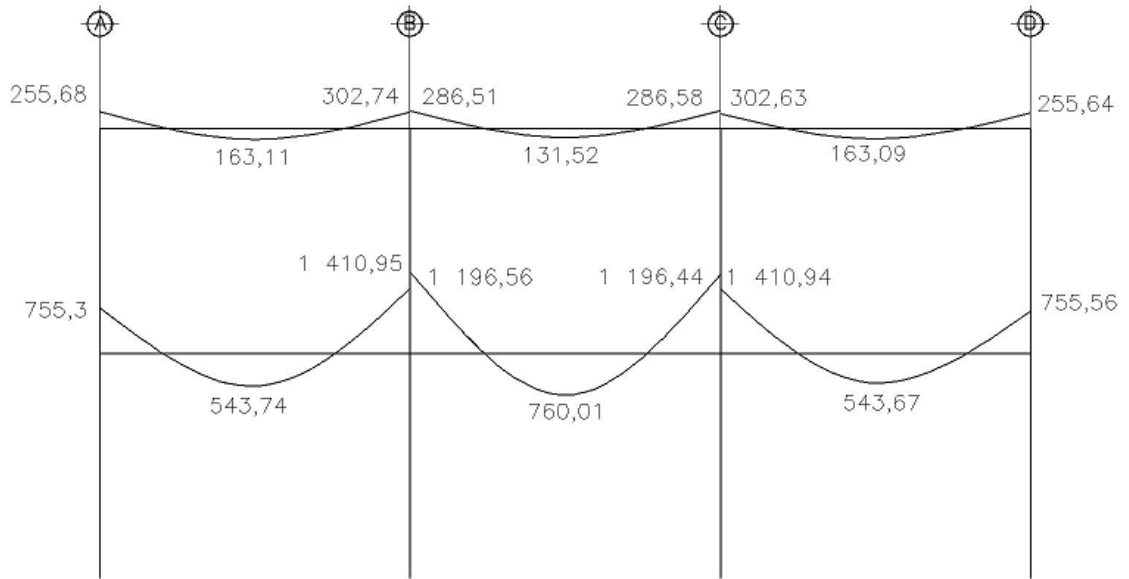
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Momentos por carga muerta, columnas, marco 6



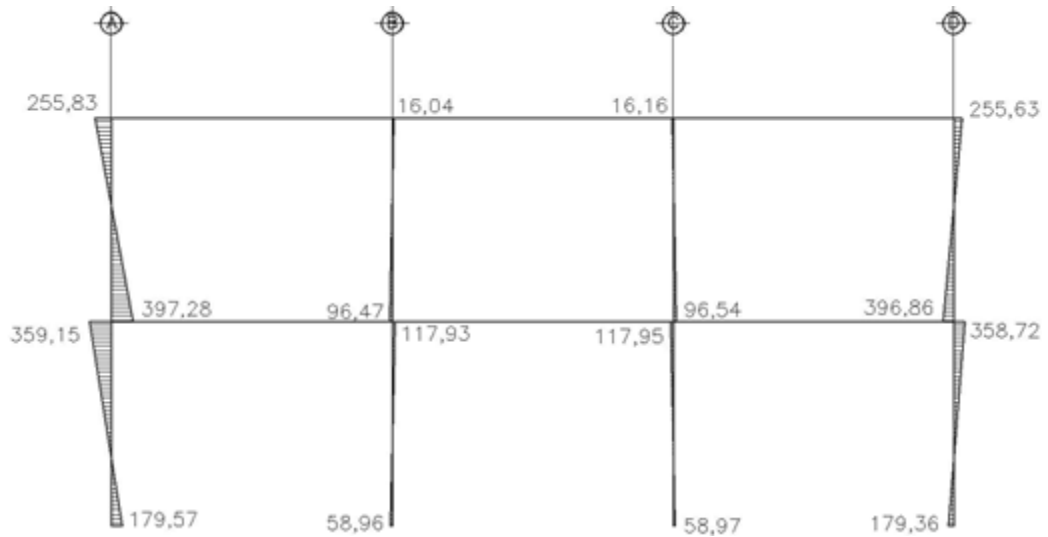
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Momentos por carga viva, vigas, marco 6



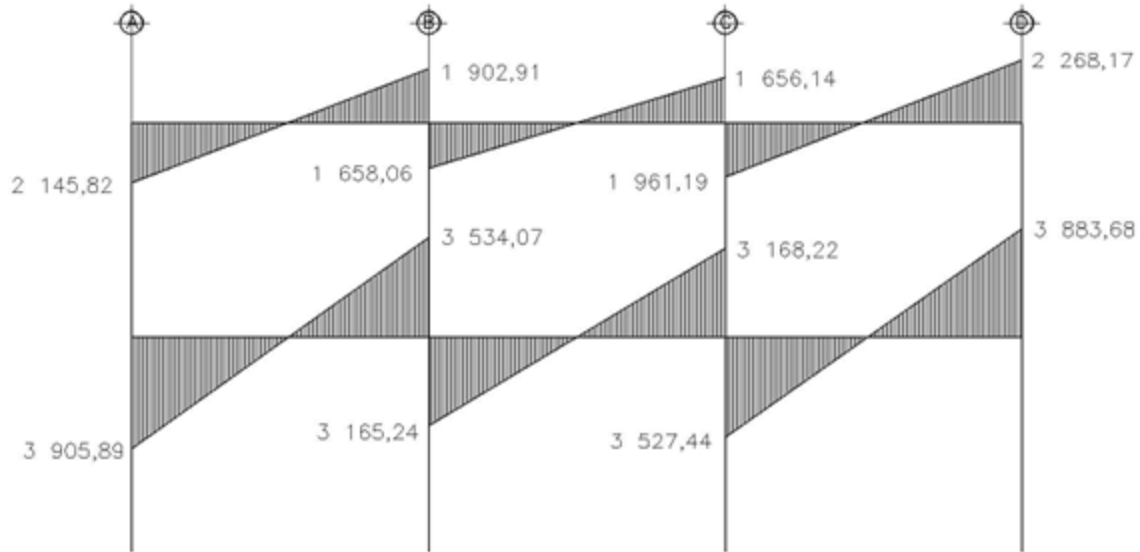
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Momentos por carga viva, columnas, marco 6



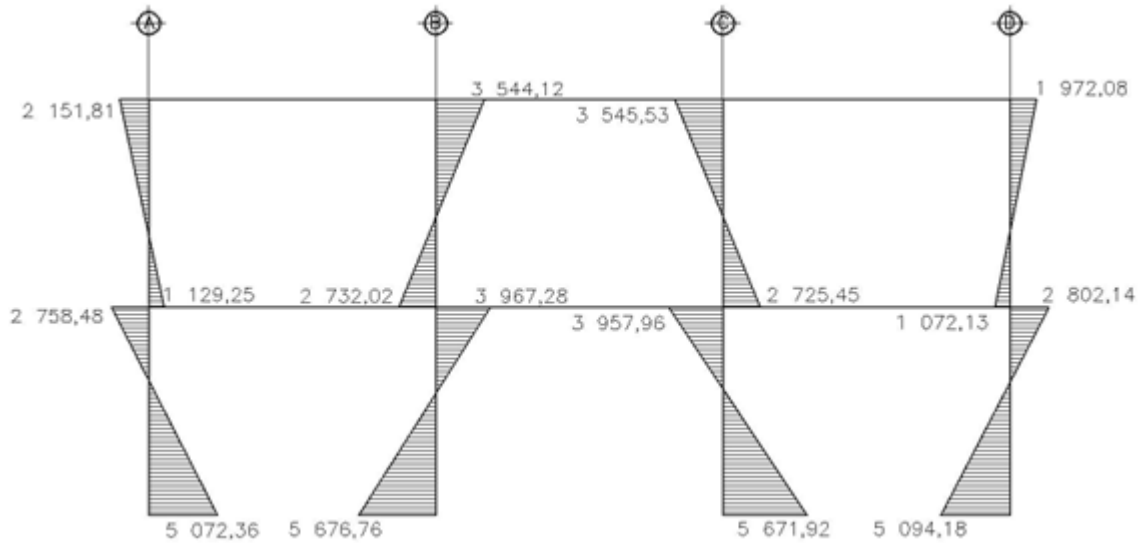
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Momentos por carga de sismo, vigas, marco 6



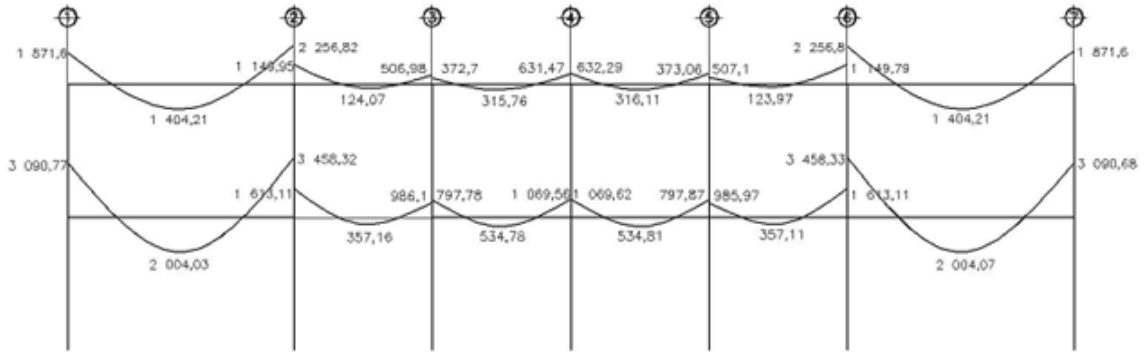
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Momentos por carga de sismo, columnas, marco 6



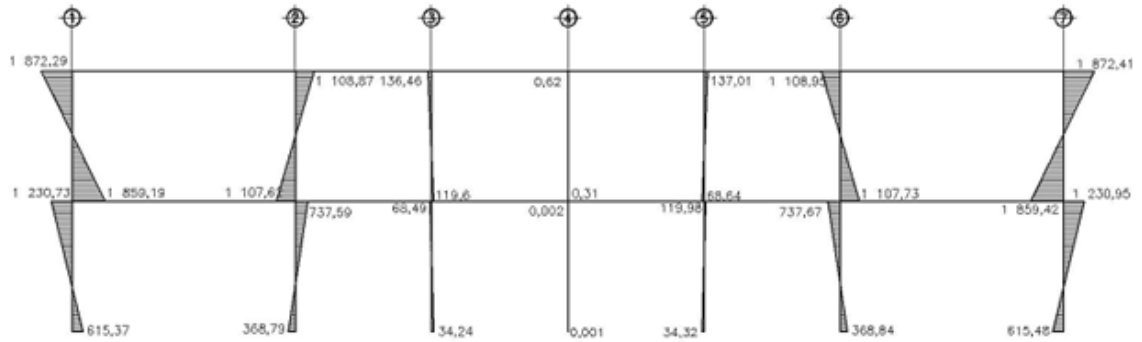
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Momentos por carga muerta, vigas marco C



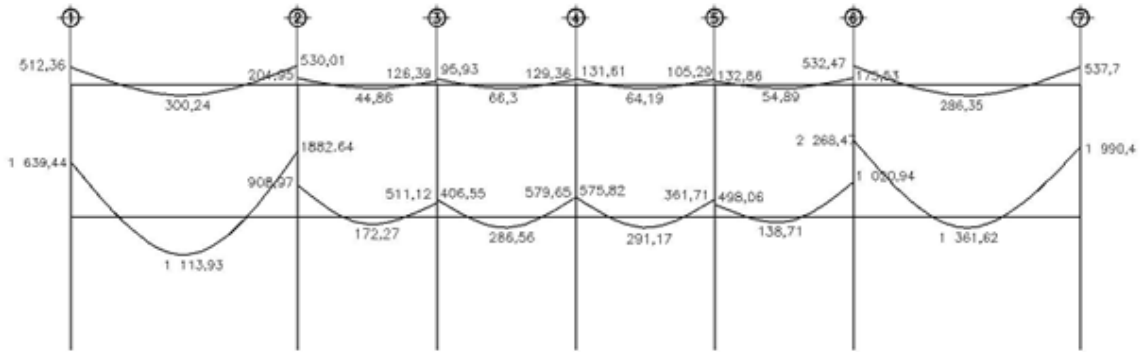
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Momentos por carga muerta, columnas marco C



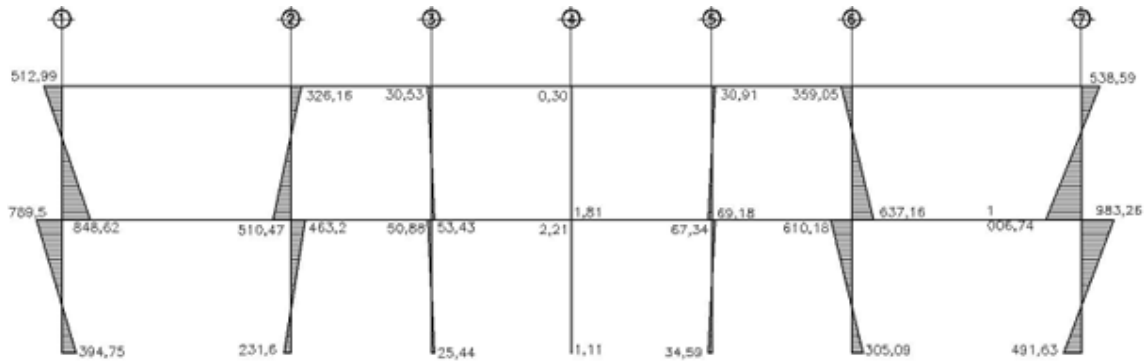
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Momentos por carga viva, vigas marco C



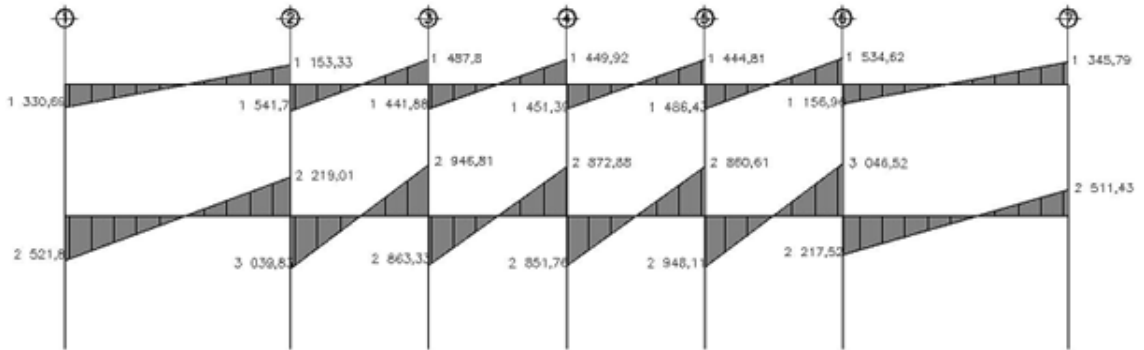
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Momentos por carga viva, columnas marco C



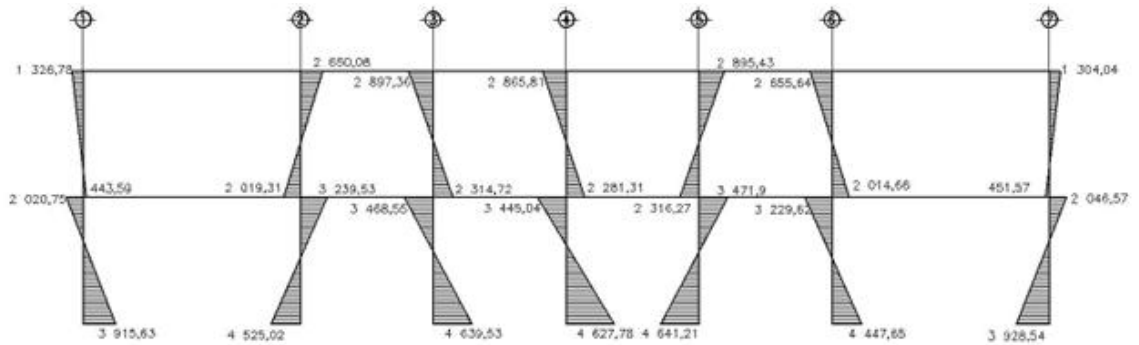
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Momentos por carga de sismo, vigas marco C



Fuente:elaboración propia.

Figura 25. Momentos por carga de sismo, columnas marco C



Fuente:elaboración propia.

2.1.4.5. Momentos últimos por envolvente de momentos

La envolvente de momentos, es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo. Las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado.

La fuerza de corte y momentos flectores, se toman a rostro para el diseño estructural. Para diseño se toman los valores máximos.

- a. $M = 1,4, MCM + 1,7, MCV$
- b. $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV + 1,87 MS)$
- c. $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV - 1,87 MS)$
- d. $M = 0,9 MCM + 1,43MS$
- e. $M = 0,9MCM - 1,43MS$

En el caso del edificio para centro de salud, se comprobó que los valores críticos los presenta la combinación 2, para vigas y columnas.

Ver diagramas de momentos últimos por envolvente en 2.1.4.6, en las figuras presentadas de la 26 a 29.

2.1.4.6. Diagramas finales de momentos y cortes

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

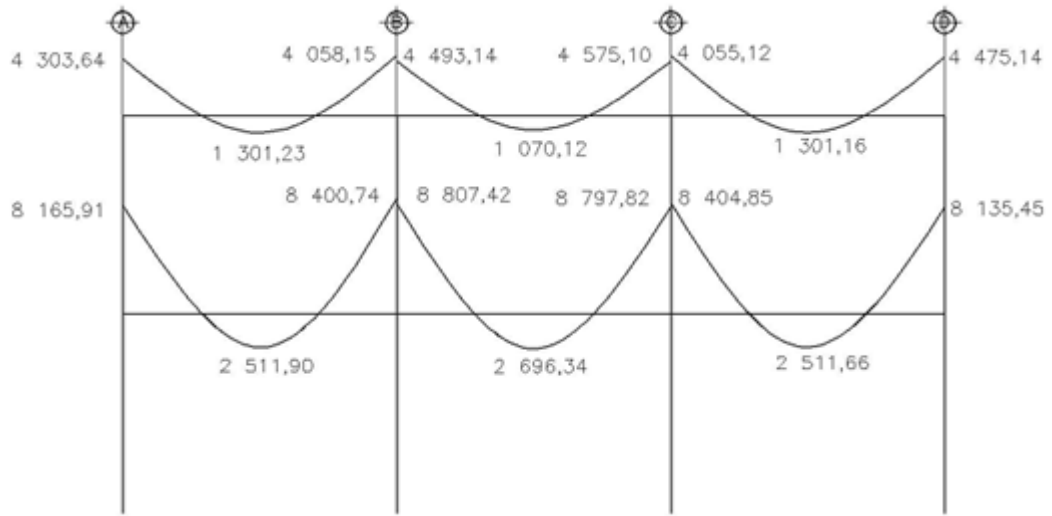
Corte en vigas:

$$V_v = 0,75 * \left[\frac{1,4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87(\sum Ms)}{L} \right]$$

Corte en columnas:

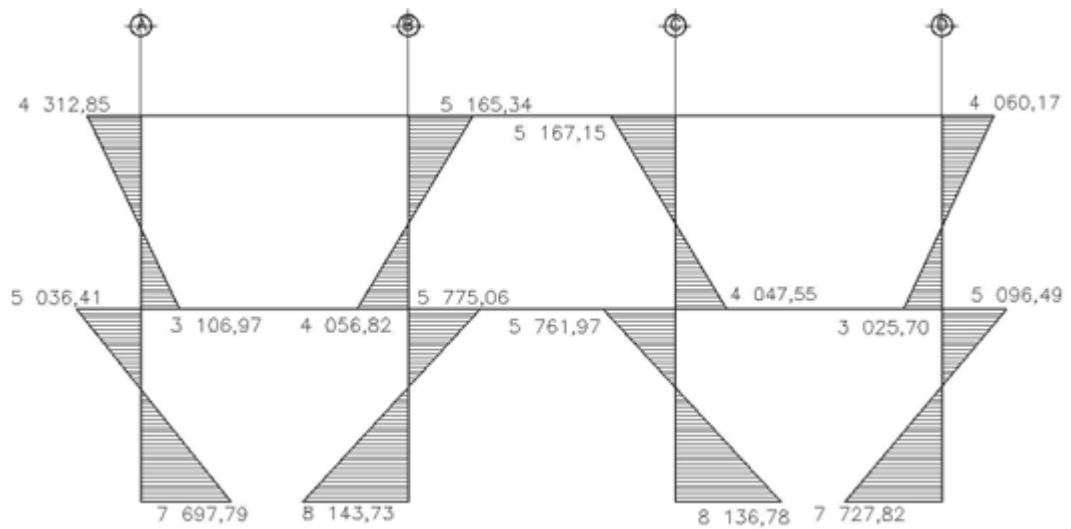
$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Figura 26. **Envolvente de momentos, vigas, marco 6**



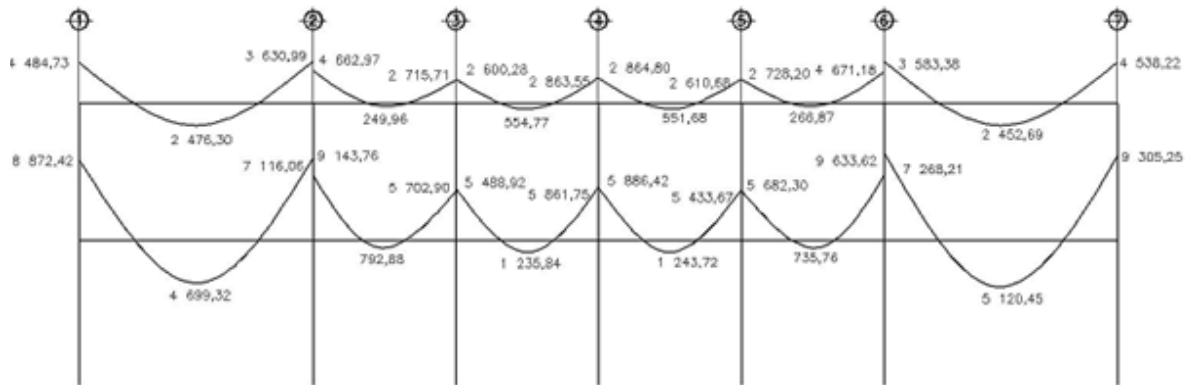
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Envolvente de momentos, columnas, marco 6**



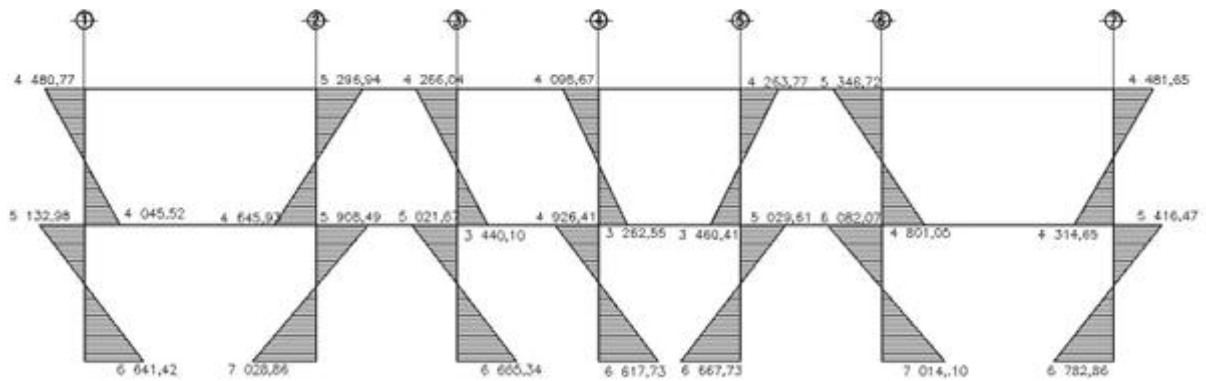
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Envolvente de momentos, vigas, marco C**



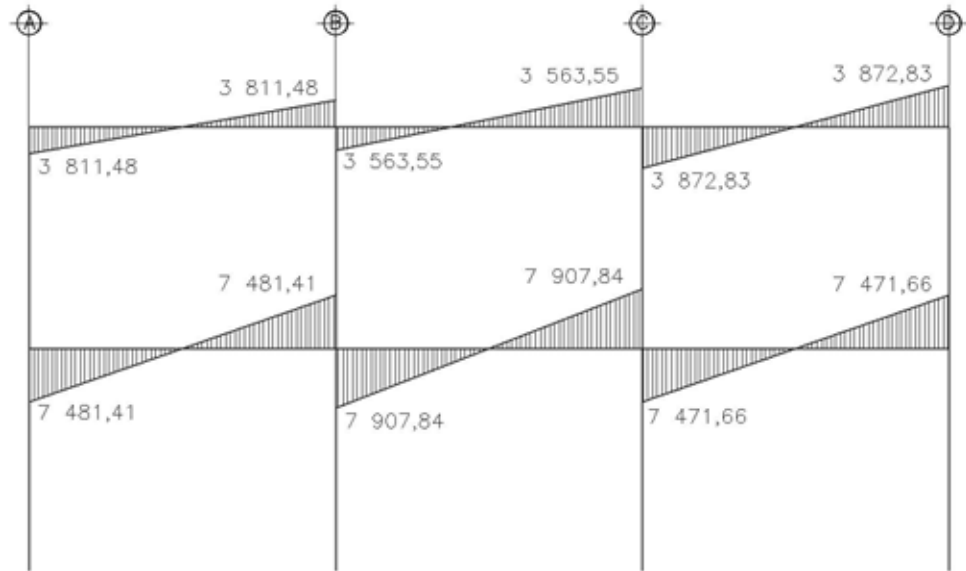
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Envolvente de momentos, columnas, marco C**



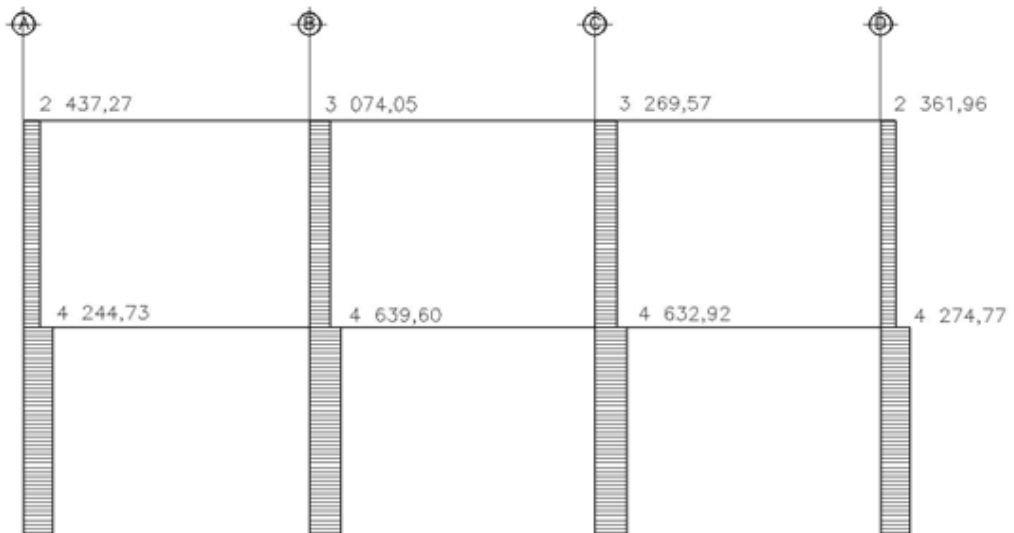
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Diagrama de corte en vigas, marco 6



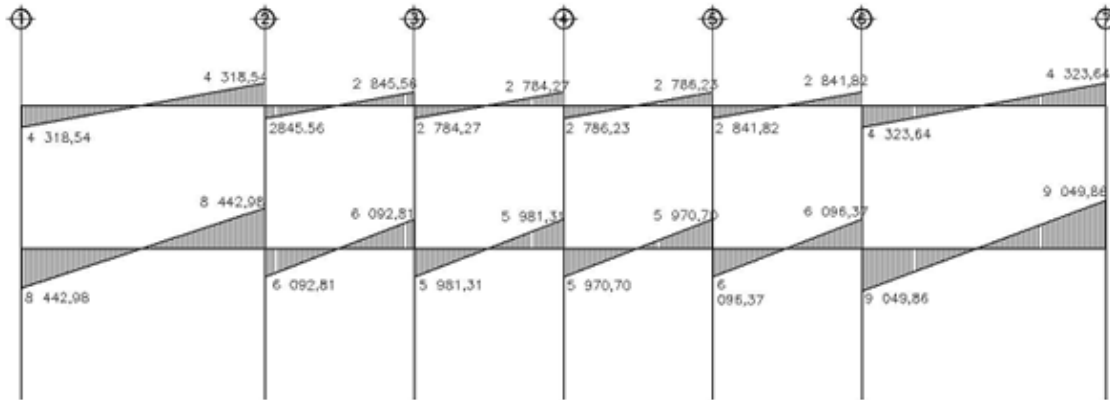
Fuente:elaboración propia.

Figura 31. Diagrama de corte en columnas, marco 6



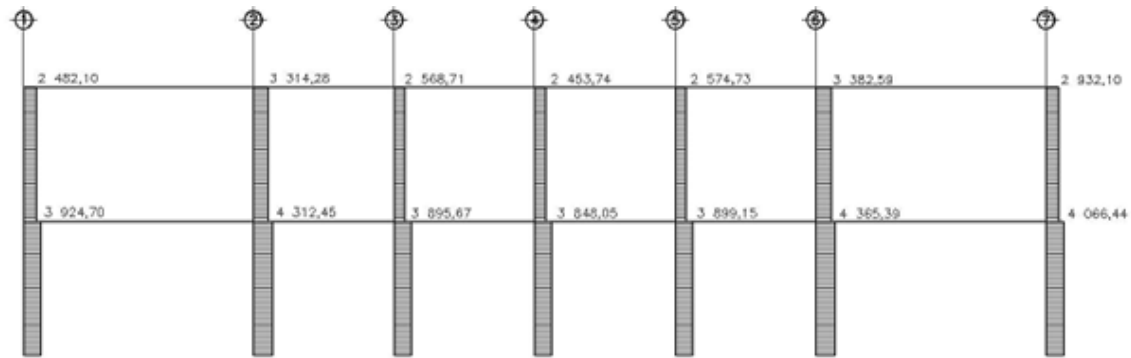
Fuente:elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de corte en vigas, marco C



Fuente:elaboración propia.

Figura 33. Diagrama de corte en columnas, marco C



Fuente:elaboración propia.

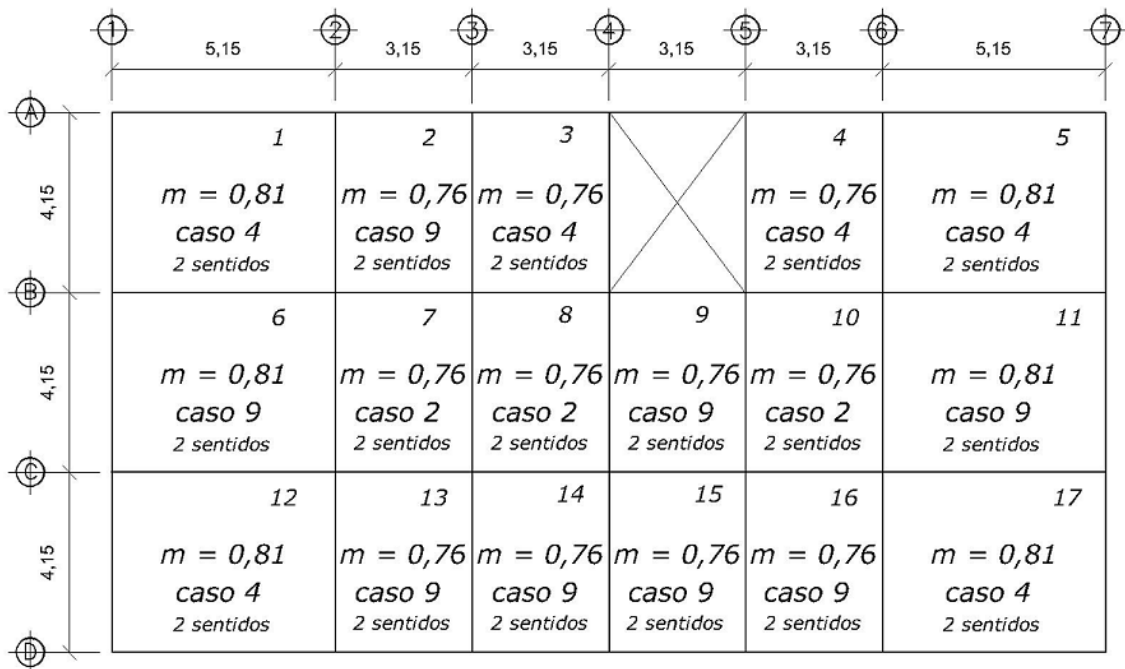
2.1.5. Diseño estructural

Es la etapa en la cual se utilizan los resultados del análisis estructural, para calcular el refuerzo de los elementos estructurales (vigas, columnas, losas y cimentación). El diseño de los elementos de concreto armado, serán con base al código ACI 318-05 y con las siguientes propiedades de los materiales; concreto con resistencia de 210 kg/cm², acero estructural con resistencia de 2810 kg/cm².

2.1.5.1. Losas

En el diseño de las losas, se aplicó el método 3 ACI, tratándose de losas planas en dos direcciones, figura 34, planta de losas del primer nivel.

Figura 34. Planta losas primer nivel



Fuente:elaboración propia.

Datos

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

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

Espesor de losa = 0.12 m

Peso específico del concreto = 2400 kg/m³

Sobrecarga y acabados = 100 kg/m²

Cargas vivas

Vestíbulo y pasillos = 500 kg/m²

Servicios médicos y laboratorios = 350 kg/m²

Integración de cargas

De losa 1 a la 5 y de losa 12 a la 17

$$CVU = 1,7 \cdot (350 \text{ kg/m}^2) = 595,00 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4 \cdot (0,12 \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 + 100 \text{ kg/m}^2) = \underline{543,20 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Carga última total (CUT)} = 1138,20 \text{ kg/m}^2$$

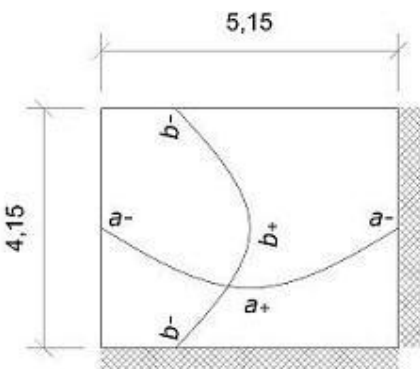
Losa 6 – 11

$$CVU = 1,7 \cdot (500 \text{ kg/m}^2) = 850,00 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4 \cdot (0,12 \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 + 100 \text{ kg/m}^2) = \underline{543,20 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Carga última total (CUT)} = 1393,20 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:



Metodo 3 ACI

$$Ma- = Ca^- \cdot (CUT)(a)^2$$

$$Mb- = Cb^- \cdot (CUT)(b)^2$$

$$Ma+ = Ca^+ \cdot (CMU)(a)^2 + Ca^+ \cdot (CVU)(a)^2$$

$$Mb+ = Cb^+ \cdot (CMU)(b)^2 + Cb^+ \cdot (CVU)(b)^2$$

Donde:

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

$Ca^{+/-}Cb^{+/-}$ = factores dados por relación a/b

Ma^{-} y Mb^{-} = momentos negativos en losa

Ma^{+} y Mb^{+} = momentos positivos en losa

✓ En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

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

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

Losa 1

$$m = a / b = 4,15/5,15 = 0,81 \text{ Caso 4}$$

✓ Momentos negativos

$$Ma^{-} = Ca^{-} * (CUT)(a)^2$$

$$Ma^{-} = (0,07)*1138,2*(4,15)^2 = 1372,19 \text{ kg-m}$$

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

$$Mb^{-} = (0,03)*1138,2*(5,15)^2 = 905,64 \text{ kg-m}$$

✓ Momentos positivos

$$Ma^{+} = Ca^{+} * (CMU)(a)^2 + Ca^{+} * (CVU)(a)^2$$

$$Ma^{+} = (0,0384)*543,2*(4,15)^2 + (0,047)*595*(4,15)^2 = 840,87 \text{ kg-m}$$

$$Mb^{+} = Cb^{+} * (CMU)(b)^2 + Cb^{+} * (CVU)(b)^2$$

$$Mb^{+} = (0,0166)*543,2*(5,15)^2 + (0,0206)*595*(5,15)^2 = 564,24 \text{ kg-m}$$

✓ Momentos negativos en lado de losa sin continuidad

$$Ma^{-} = 1/3*Ma^{+} = 1/3*840,87 = 280,29 \text{ kg - m}$$

$$Mb^{-} = 1/3*Mb^{+} = 1/3*564,24 = 188,08 \text{ kg - m}$$

Este procedimiento se aplicó al resto de losas. Ver tabla V total de resultados.

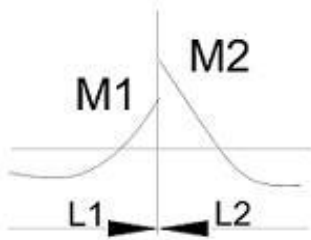
Tabla V. Cálculo de momentos en losas

CÁLCULO DE MOMENTOS EN LOSAS																		
PRIMER NIVEL																		
Losa	Lado		m=a/b	Caso	Coef.				Coef.				Lado de losa sin continuidad					
	a	b			Ca (-)	Cb (-)	Ca (+)	Cb (+)	Ma (-)	Mb (-)	Ma (+)	Mb (+)	Ma (-)	Mb (-)	Ma (+)	Mb (+)		
1	4,15	5,15	0,805	4	0,070	0,030	0,038	0,017	0,047	0,021	0,047	0,021	1372,185	905,637	840,869	564,243	280,290	188,081
2	3,15	4,15	0,759	9	0,077	0,015	0,031	0,008	0,045	0,014	0,045	0,014	874,139	286,199	431,787	212,514		70,838
3	3,15	4,15	0,759	4	0,075	0,025	0,042	0,014	0,051	0,017	0,051	0,017	847,034	490,066	529,733	299,388	176,578	99,796
4	3,15	4,15	0,759	4	0,075	0,025	0,042	0,014	0,051	0,017	0,051	0,017	847,034	490,066	529,733	299,388	176,578	99,796
5	4,15	5,15	0,805	4	0,070	0,030	0,038	0,017	0,047	0,021	0,047	0,021	1372,185	905,637	840,869	564,243	280,290	188,081
6	4,15	5,15	0,806	9	0,074	0,018	0,029	0,011	0,041	0,018	0,041	0,018	1785,182	657,730	875,491	549,491		183,164
7	3,15	4,15	0,759	2	0,068	0,023	0,028	0,009	0,044	0,015	0,044	0,015	942,799	551,871	521,550	301,671		
8	3,15	4,15	0,759	2	0,068	0,023	0,028	0,009	0,044	0,015	0,044	0,015	942,799	551,871	521,550	301,671		
9	3,15	4,15	0,759	9	0,077	0,015	0,031	0,008	0,045	0,014	0,045	0,014	1069,979	350,318	546,153	273,120		91,040
10	3,15	4,15	0,759	2	0,068	0,023	0,028	0,009	0,044	0,015	0,044	0,015	942,799	551,871	521,550	301,671		
11	4,15	5,15	0,806	9	0,074	0,018	0,029	0,011	0,041	0,018	0,041	0,018	1785,182	657,730	875,491	549,491		183,164
12	4,15	5,15	0,806	4	0,070	0,030	0,038	0,017	0,047	0,021	0,047	0,021	1372,185	905,637	840,869	564,243	280,290	188,081
13	3,15	4,15	0,759	9	0,077	0,015	0,031	0,008	0,045	0,014	0,045	0,014	874,139	286,199	431,787	212,514		70,838
14	3,15	4,15	0,759	9	0,077	0,015	0,031	0,008	0,045	0,014	0,045	0,014	874,139	286,199	431,787	212,514		70,838
15	3,15	4,15	0,759	9	0,077	0,015	0,031	0,008	0,045	0,014	0,045	0,014	874,139	286,199	431,787	212,514		70,838
16	3,15	4,15	0,759	9	0,077	0,015	0,031	0,008	0,045	0,014	0,045	0,014	874,139	286,199	431,787	212,514		70,838
17	4,15	5,15	0,806	4	0,070	0,030	0,038	0,017	0,047	0,021	0,047	0,021	1372,185	905,637	840,869	564,243	280,290	188,081

Fuente:elaboración propia.

Balance de momentos

Sí el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente.



$$M2 > M1$$

1. Sí $M1 > 0,8 * M2$; entonces, $MB = (M1 + M2) / 2$
2. Sí $M1 < 0,8 * M2$; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas:

$$K1 = \frac{1}{L1}$$

$$K2 = \frac{1}{L2}$$

Donde:

K1, K2 = rigideces de losas a y b

L1, L2 = longitudes de losas

D1, D2 = factores de distribución de losas 1 y 2

$$D1 = \frac{K1}{k1+k2}$$

$$D2 = \frac{K2}{k1+k2}$$

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente

$$MB = M1 + (M2-M1)*D1$$

$$MB = M2 - (M2-M1)*D2$$

MB = Momento balanceado.

Balance de momentos en losa 1 y 2

$$M2 = 905,64 \text{ Kg-m} \quad 0,8*(905,64) = 721,51 \text{ kg-m}$$

$$M1 = 874,14 \text{ Kg-m} \quad M1 > 0,8 * M2$$

$$MB = \frac{874,14 + 905,64}{2} = 889,89 \text{ kg-m}$$

Balance de momentos en losa 1 y 6

$$M2 = 1785,18 \text{kg-m} \quad L2 = 4,15 \text{ m}$$

$$M1 = 1372,19 \text{kg-m} \quad L1 = 4,15 \text{ m}$$

$$0,8*(1785,18) = 1428,14 \text{ kg-m}$$

$M1 < 0,8 * M2$ se distribuye proporcional a la rigidez

$$K1 = K2 = \frac{1}{4,15} = 0,241$$

$$D1 = D2 = \frac{0,241}{0,241 + 0,241} = 0,5$$

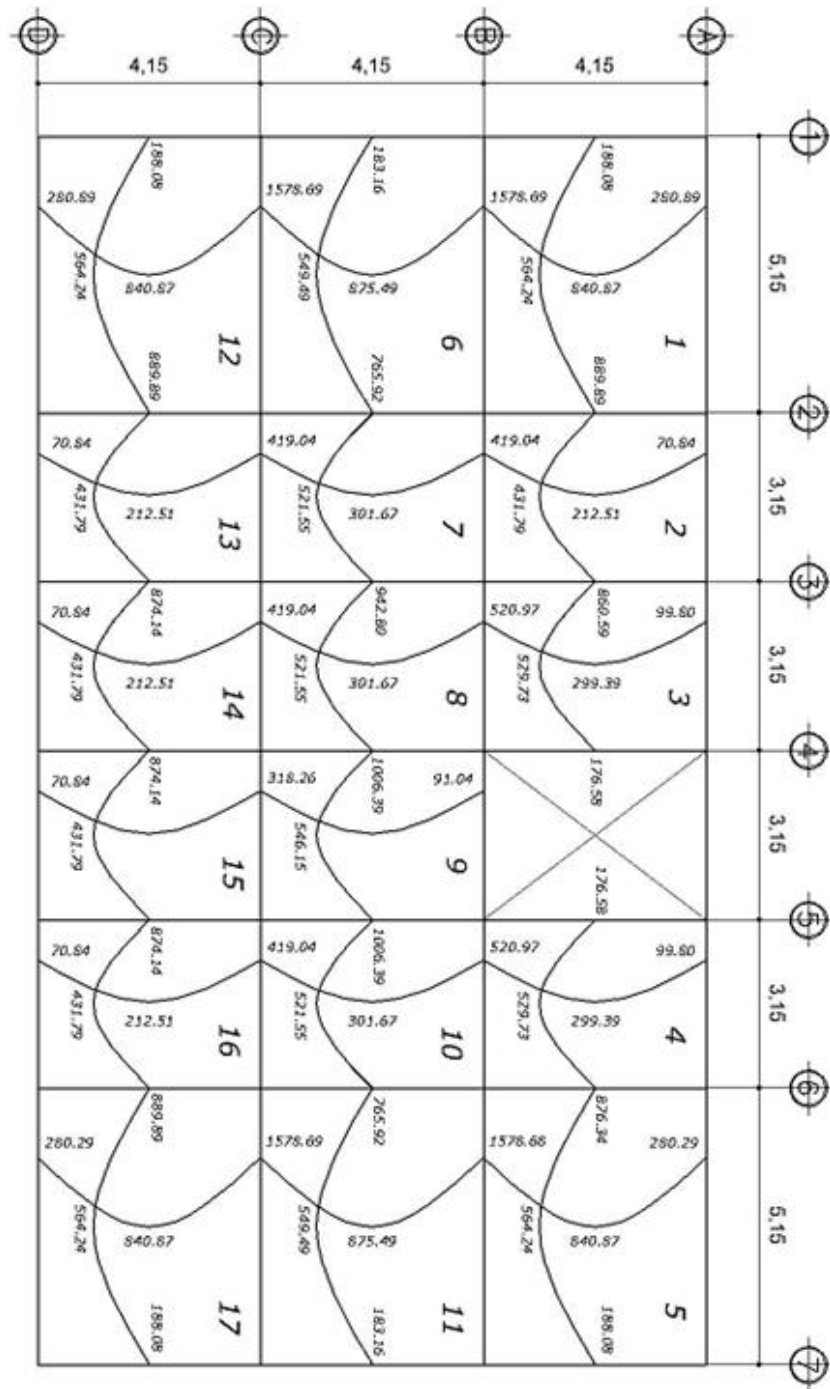
$$MB = 1372,19 + (1785,18 - 1372,19)*0,5 = 1578,685 \text{ kg-m}$$

$$MB = 1785,18 - (1785,18 - 1372,19)*0,5 = 1578,685 \text{ kg-m}$$

El momento balanceado entre losa 1 y 6 es 1 578,685 kg-m

Este procedimiento se aplicó a todas las losas de la estructura. Figura 35, momentos balanceados losas primer nivel.

Figura 35. Diagrama de momentos balanceados de primer nivel



Fuente: elaboración propia.

Diseño del armado de losa

Se define el área de acero mínimo y el momento que resiste. Luego se calcula el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo. Basado en el Código del ACI 318-05.

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 3000 \text{ psi}$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 40000 \text{ psi}$$

$$B = 100 \text{ cm (franja unitaria)}$$

$$t = 0,12 \text{ m}$$

Acero mínimo:

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = 14,1 / f_y$$

b = franja unitaria

t = espesor de la losa

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 9,5 \text{ cm}$$

$$A_{smín} = (14,1 / 2810) * 100 * 9,5 = 4,77 \text{ cm}^2$$

Separación para $A_{smín}$ con varillas No. 3

$$4,77 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 100 \text{ cm}$$

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

$$S = 14,89 \text{ cm}$$

$$\text{Separación máxima } S_{máx} = 2t = 2(12 \text{ cm}) = 24 \text{ cm}$$

Por lo tanto se usará $S = 14 \text{ cm}$

Momento que resiste el Asmín = $4,77 \text{ cm}^2$

$$M_{As \text{ min}} = \phi \left[As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{As \text{ min}} = 0,9 * \left[4,77 * 2810 * \left(9,5 - \frac{4,77 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 1100,72 \text{ kg-m}$$

Para los momentos menores a $M_{As \text{ min}}$, se armarán con Asmín y $S = 14 \text{ cm}$, para momentos mayores se armarán según indique el cálculo.

El resumen de los cálculos de As y espaciamiento necesario, para los momentos mayores al que cubre el Asmín se presenta a continuación.

$$As = \left[b * d - \sqrt{\left((bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c} \right)} \right] * 0,85 \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

$$As = \left[100 * 9,5 - \sqrt{\left((100 * 9,5)^2 - \frac{1578,69 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * 0,85 \left(\frac{210}{2810} \right) = 6,97 \text{ cm}^2$$

Separación para Asmín con varillas No. 3

$6,97 \text{ cm}^2$ _____ 100 cm

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

$S = 10 \text{ cm}$

Intercalar 1 bastón @ 10 cm , ver en apéndiceC.

Revisión por corte

El esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado.

Corte máximo actuante

$$V_{\max} = \frac{C_u \cdot L}{2} = \frac{1\,393,20 \cdot 3,15}{2} = 2\,194,29 \text{ kg}$$

L = Lado corto

Corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = \phi \sqrt{210} b \cdot d = 0,85 \cdot \sqrt{210} \cdot 100 \cdot 9,5 = 11\,701,79 \text{ kg}$$

Comparar V_r con V_{\max}

Si $V_r > V_{\max}$, el espesor es adecuado, caso contrario aumentar t.

Como $V_r > V_{\max}$, espesor $t = 0,12 \text{ m}$ es adecuado.

Losas del segundo nivel

El procedimiento es similar al anterior, como los momentos actuantes son menores al $M_{A_{\text{smín}}}$, se colocó $A_{\text{smín}}$ con $S = 14 \text{ cm}$, el armado final se presenta en planos (ver apéndice C).

2.1.5.2. Vigas

Elementos estructurales que trabajan a flexocompresión y fuerzas cortantes. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman del análisis estructural.

A manera de ejemplo, se presenta el diseño de la viga entre ejes A y B, primer nivel.

Datos:

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

$$M(-)_1 = 8\,165,91 \text{ kg-m}$$

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

$$M(-)_2 = 8\,807,42 \text{ kg-m}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$M(+) = 2\,511,9 \text{ kg-m}$$

$$d = 36 \text{ cm}$$

$$V_u = 7\,481,41 \text{ kg-m}$$

$$\text{Rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$L = 4,15 \text{ m}$$

Límites de acero

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 * \rho_{\text{bal}} * b * d$$

$$\rho_{\text{bal}} = \left(\frac{0,85 * \beta_1 * 6\,120 * f'_c}{f_y * (f_y + 6\,120)} \right)$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2\,810} * 20 * 36 = 3,61 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 * \left(\frac{0,85 * 0,85 * 6\,120 * 210}{2\,810 * (2\,810 + 6\,120)} \right) * 20 * 36 = 13,32 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

Cálculo para $M(-)_1 = 8\,165,91 \text{ kg-m}$

$$A_s = \left[b \cdot d - \sqrt{\left((bd)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0,003\,825 \cdot f'_c} \right)} \right] \cdot 0,85 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_{s(-)1} = \left[20 \cdot 36 - \sqrt{\left((20 \cdot 36)^2 - \frac{8\,165,91 \cdot 20}{0,003\,825 \cdot 210} \right)} \right] \cdot 0,85 \left(\frac{210}{2\,810} \right) = 10,08 \text{ cm}^2$$

El resultado es menor al $A_{s\text{máx}}$, por lo que la sección y f_y son correctos.

Cálculo para $M(-)_2 = 8\,807,42 \text{ kg-m}$

$$A_{s(-)2} = \left[20 \cdot 36 - \sqrt{\left((20 \cdot 36)^2 - \frac{8\,807,42 \cdot 20}{0,003825 \cdot 210} \right)} \right] \cdot 0,85 \left(\frac{210}{2\,810} \right) = 11,00 \text{ cm}^2$$

Cálculo para $M(+) = 2\,511,9 \text{ kg-m}$

$$A_{s(+)} = \left[20 \cdot 36 - \sqrt{\left((20 \cdot 36)^2 - \frac{2\,511,9 \cdot 20}{0,003825 \cdot 210} \right)} \right] \cdot 0,85 \left(\frac{210}{2\,810} \right) = 2,85 \text{ cm}^2$$

As requerido es menor a $A_{s\text{mín}}$, colocar $A_{s\text{mín}} = 3,61 \text{ cm}^2$.

Para el armado final de la viga, se debe cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 capítulo. 21

a. Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones

$$\left. \begin{array}{l} \text{Asmín} = 3,61 \text{ cm}^2 \\ 33\% \text{ As}(-) \text{ mayor} = 3,63 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{colocar } 3,63 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 5 = 3,96 cm².

Para cubrir los momentos negativos en viga, se completa el As requerido colocando bastones.

$M(-)_1 = 8165,91 \text{ kg-m} \rightarrow 2 \text{ varillas corridas No. 5} + \text{bastones } 2 \text{ No.6} + 1 \text{ No. 4 (Ver Detalle)}$

$M(-)_2 = 8807,42 \text{ kg-m} \rightarrow 2 \text{ varillas corridas No. 5} + \text{bastones } 2 \text{ No.6} + 1 \text{ No. 5 (Ver Detalle)}$

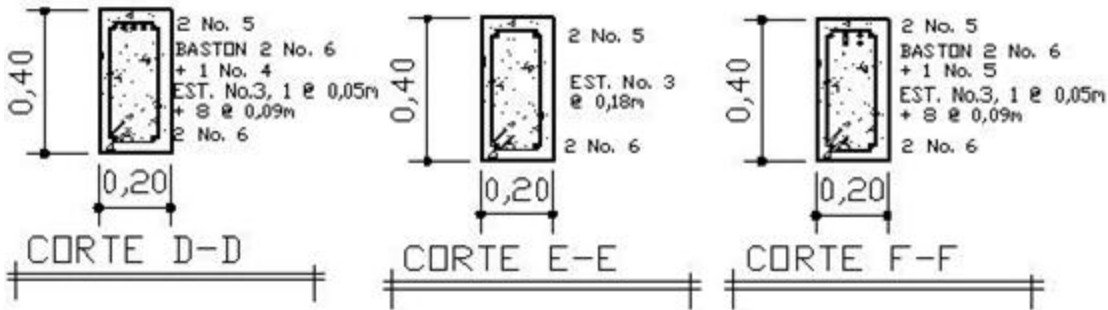
b. Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones

$$\left. \begin{array}{l} \text{Asmín} = 3,61 \text{ cm}^2 \\ 50\% \text{ As}(-) \text{ mayor} = 5,50 \text{ cm}^2 \\ 50\% \text{ As}(+) = 1,42 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{colocar } 5,50 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: 2 varillas corridas No. 6 = 5,70 cm².

Figura 36. Secciones de viga



Fuente:elaboración propia.

Corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 20 * 36 = 4\,700,42 \text{ kg}$$

$$V_u = 1\,863,26 \text{ kg.}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$, la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{\text{máx.}} = d/2 < 30\text{cm}$

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

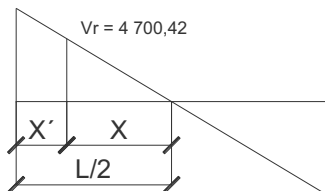
En este caso, $V_r = 4\,700,42 \text{ kg} < V_u = 7\,481,41 \text{ kg}$

Calcular estribos con varilla No.3 grado 40:

$$S = \frac{2 * 0,71 * 2810 * 36}{7\,481,41} = 19,20 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx.}} = \frac{d}{2} = \frac{36}{2} = 18 \text{ cm}$$

$V_u = 7\,481,41$



$$\frac{V_u}{L} = \frac{V_c}{X} \quad X = 1,3$$

$$X' = 0,77$$

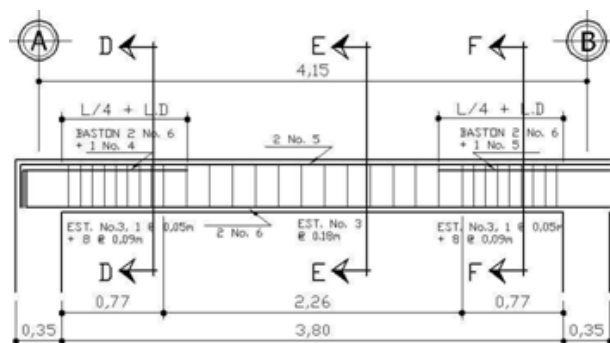
Según ACI artículo 21.3.3, deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.

- a. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.
- b. El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:
 - $d/4 = 10,25 \text{ cm}$
 - $8 \text{ } \varnothing \text{ var longitudinal} = 10,16 \text{ cm}$
 - $24 \text{ } \varnothing \text{ var transversal} = 22,95 \text{ cm}$
 - 30 cm

Separación de estribos en zona confinada: 9 cm y 18 cm en zona no confinada, con varilla No.3.

Distribución final de estribos en viga: primer estribo a 0,05m + 8 estribos a 0,09m, en zona confinada en ambos extremos y resto a 0,18 en zona no confinada. Ver figura 33 de sección longitudinal de viga.

Figura 37. **Sección de viga longitudinal**



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.3. Columnas

Elementos estructurales sometidos a carga axial y momentos flexionantes.

La carga axial es el resultado de todas las cargas últimas verticales aplicadas a la columna, la que se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes provienen del análisis estructural. En el diseño, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta.

El diseño es por nivel, seleccionando la columna crítica, es decir, la que está sometida a mayores esfuerzos. Los resultados se aplican a todas las columnas del nivel respectivo. Como ejemplo se desarrolla el cálculo para la columna crítica del primer nivel.

Datos

Sección de columna = 35 cm*35 cm $M_y = 8\,143,73 \text{ kg} - \text{m}$

Sección de viga = 20 cm*40 cm $M_x = 7,028.86 \text{ kg} - \text{m}$

Longitud de columna = 3 m $V_y = 4\,639,60 \text{ kg}$

Longitud de vigas = 8,30 m $V_x = 4\,365,39 \text{ kg}$

Espesor de losa = 0,12 m Área tributaria = 17,22 m²

Carga Axial: $CU = 1,4 CM + 1,7 CV$

$CU_2 = 1,4 (2400*(0,12) + 80) + 1,7 (100) = 685,20 \text{ kg/m}^2$

$CU_1 = 1,4 (2400*(0,12) + 80 + 210) + 1,7 (500) = 1\,659,2 \text{ kg/m}^2$

$CU = 685,20 + 1659,85 = 2344,4 \text{ kg/m}^2$

Factor de carga última $F_{cu} = \frac{CU}{CM+CV} = \frac{2,344.4}{1,546} = 1,52$

Carga axial

$$P_u = (A T * C U) + (P P \text{ vigas} * F_{cu})$$

$$P_u = (17,22 * 2344,4) + [0,20 * 0,40 * 2400 * (2,575 + 1,575 + 2,075 + 2,075)] * 1,52$$

$$P_u = 41\,964,17 \text{ kg}$$

Esbeltez (E)

Las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas en un rango, para determinar su comportamiento.

- Columnas cortas ($E < 22$): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural.
- Columnas intermedias ($22 > E > 100$): diseñarlas magnificando los momentos actuantes.
- Columnas largas ($E > 100$): no construirlas.

Esbeltez de columna, sentido X

Coeficiente que mide el grado de empotramiento en las columnas (Ψ)

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

$$K = \frac{I}{L};$$

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

$$I_{viga} = \frac{20 * 40^3}{12} = 103\,666,67 \text{ cm}^4$$

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

$$K_{viga} = \frac{106\,666,67}{4,95} + \frac{106\,666,67}{2,95} = 57\,707,02$$

$$K_{col} = \frac{125\,052,08}{2,6} + \frac{125\,052,08}{2,6} = 96\,193,91$$

$$\Psi_a = \frac{(96\,193,91)}{(57\,707,02)} = 1,67$$

Extremo inferior

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2}$$

$$\Psi_p = \frac{1,67 + 0}{2} = 0,84$$

Coeficiente K

$$K = \frac{20 + \Psi_p}{20} \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p \leq 2$$

$$K = 0,9 \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 + 0,59}{20} \sqrt{1 + 0,84} = 1,41$$

Esbeltez de columna

$$E = \frac{K \cdot Lu}{\sigma} \quad \text{donde } \sigma = 0,3 \cdot \text{lado}$$

$$E = \frac{1,41 \cdot 2,6}{0,3 \cdot 0,35} = 34,91 \quad (\text{columna intermedia } 22 < E < 100)$$

Esbeltez de columna, sentido Y

$$\Psi_a=1,78$$

$$\Psi_p=0,89$$

$$K=1,44$$

$$E=35,68 \quad (\text{columna intermedia } 22 < E < 100)$$

Según los resultados de esbeltez, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos, sentido X

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{C M_u}{C U} = \frac{1,4 * 946}{2 * 344,4} = 0,56$$

El total del material

$$E_c = 15 \cdot 100 \sqrt{f'_c}$$

$$I_g = \frac{1}{12} * b * h^3$$

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

$$EI = \frac{(15 \cdot 100 * \sqrt{210}) (35 * \frac{35^3}{12})}{2,5 * (1 + 0,56)} = 7,01 * 10^9 \text{ kg-cm}^2 = 701,64 \text{ t-m}^2$$

Carga crítica de *Euler*

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K \cdot Lu)^2} = \frac{\pi^2 (701,64)}{(1,41 \cdot 2,6)^2} = 515,26 \text{ t}$$

Magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0,70$ si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{41,96}{0,7 \cdot 515,26}} = 1,13 > 1$$

Momento de diseño, sentido X

$$M_{dx} = \delta \cdot M_u = 1,13 \cdot 7\,028,86 = 7942,61 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Momento de diseño, sentido Y

$$\beta_d = 0,56 \quad EI = 701,64 \text{ t} \cdot \text{m}^2$$

$$P_{cr} = 494,02 \text{ ton} \quad \delta = 1,14 > 1$$

$$M_{dy} = \delta \cdot M_u = 1,14 \cdot 8143,73 = 9283,51 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Acero longitudinal por el método *BRESLER*

Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios.

El método *Bresler* consiste en aproximar el valor $1/P'u$, a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ox$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'oy$).

Límites de acero

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$, en zona sísmica.

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (35 \times 35) = 12,25 \text{ cm}^2; A_{s\text{máx}} = 0,06 (35 \times 35) = 73,50 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado

Es recomendable iniciar con un valor cerca del $A_{s\text{mín}}$.

$$\text{Armado propuesto: } 4 \text{ No. } 8 + 4 \text{ No. } 6 = 4 \times (5,07) + 4 \times (2,85) = 31,68 \text{ cm}^2$$

a. Valores a utilizar en diagramas

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas.

Valor de la gráfica

$$Y=X = \frac{H_{\text{núcleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{B-2\text{rec}}{h} = \frac{0,35-2 \times (0,035)}{0,35}$$

b. Valores de la curva

$$\rho_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot A_g} = \frac{31,68 \cdot (2\ 810)}{0,85 \cdot (210) \cdot (1\ 225)} = 0,41$$

c. Exentricidades

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{9\ 283,51}{41\ 964,17} = 0,2212$$

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{7\ 942,61}{41\ 964,17} = 0,1892$$

d. Valor de las diagonales

$$\frac{e_y}{e_h} = \frac{0,2212}{0,35} = 0,63$$

$$\frac{e_x}{e_h} = \frac{0,1892}{0,35} = 0,54$$

Con los valores obtenidos anteriormente, se obtienen los coeficientes K_y y K_x , en los diagramas de interacción. $K_y = 0,38$ y $K_x = 0,44$

Cargas

a. Carga resistente de la columna a una exentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0,38)(210)(35 \cdot 35) = 97\ 755 \text{ kg}$$

b. Carga resistente de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * b * h = (0,44)(210)(35 * 35) = 113 190 \text{ kg}$$

c. Carga axial resistente de la columna

$$P'_o = \phi(0,85 * f'_c(Ag - A_s) + A_s * f_y) = 0,70 * (0,85 * 210 * (1225 - 31,68) + 31,68 * 2810)$$

$$P'_o = 211419,89 \text{ kg}$$

d. Carga resistente de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{p'_{uy}} + \frac{1}{p'_{ux}} + \frac{1}{p_o}} = \frac{1}{\frac{1}{97 755} + \frac{1}{113 190} + \frac{1}{211 419,89}} = 69 762,18 \text{ kg}$$

$$P'_u > P_u / 0,70$$

$$69762,18 > 59948,81$$

Como $P'_u > P_u / 0,70$ el armado propuesto resiste las fuerzas aplicadas, caso contrario incrementar el área de acero hasta que cumpla.

Refuerzo transversal

Debe proveérseles suficiente ductilidad a las columnas, para que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Las columnas con confinamiento incrementan su capacidad de carga y mejora notablemente la ductilidad.

Chequear V_r con V_u

Si $V_r > V_u$, colocar estribos a $S = d / 2$

Si $V_r < V_u$, diseñar estribos por corte

Corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53 f' c * b * d = 0,85 * 0,53 * 210 * 35 * 32,5 = 7426,02 \text{ kg}$$

$$V_u = 4 639,60 \text{ kg}$$

$V_r > V_u$; colocar estribos en zona no confinada a $d/2 = 32,5/2 = 16 \text{ cm}$

El diámetro mínimo de varilla para columnas estructurales es No. 3 y se colocaran a cada 15 cm.

Confinamiento

Para la longitud de confinamiento, se selecciona la mayor de las siguientes opciones.

- a. $L / 6 = 2,55 / 6 = 0,43 \text{ m}$
- b. Lado mayor de la columna = 0,35 m
- c. 48Ø varilla transversal. = 0,4572m
- d. 16Ø varilla longitudinal. = 0,305m

Longitud de confinamiento 0,45 m, en ambos extremos.

Espaciamiento de estribos en zona confinada

Relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45 * \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] * \left[\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right] \quad \text{chequear que } \rho_s \geq 0,12 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0,45 * \left[\left(\frac{35^2}{28^2} \right) - 1 \right] * \left[\frac{0,85 * 210}{2810} \right] = 0,0161$$

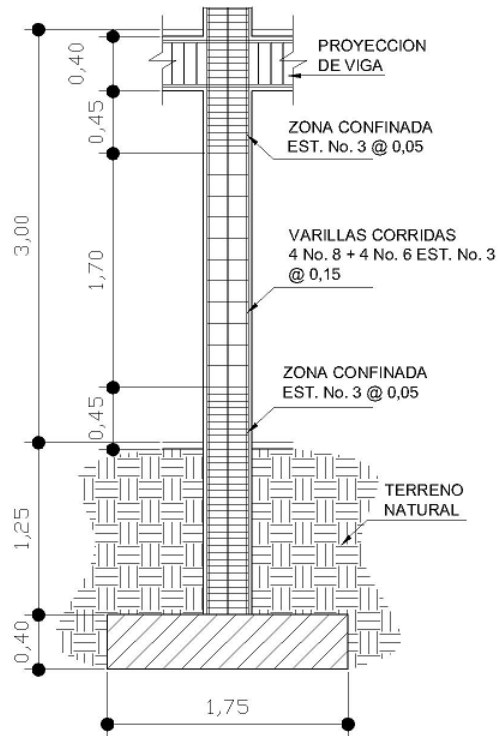
$$\rho_s \geq 0,12 * \left[\frac{210}{2810} \right] = 0,0089 \quad 0,0161 \geq 0,0089$$

Espaciamiento en zona confinada:

$$S_1 = \frac{2A_v}{\rho_s L_n} = \frac{2 * 0,71}{0,0161 * 28} = 3,15 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45%, según ACI 318, artículo 7.10.5.3. Por tener doble estribo en zona confinada, el espaciado se adopta de 5 cm. Ver detalle columna primer nivel, figura 38.

Figura 38. Detalle de columna



Fuente: elaboración propia.

Para las columnas del segundo nivel, se aplicó el procedimiento anterior.

El armado de la columna del segundo nivel es igual al armado de la columna del primer nivel.

2.1.5.4. Zapatas

Son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores, transmitiéndolo al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo.

En este caso se diseñan zapatas concéntricas de forma cuadrada. Los datos para diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

$$M_y = 8,14 \text{ t-m}$$

$$M_x = 7,03 \text{ t-m}$$

$$P_u = 41,96 \text{ t}$$

$$V_s = 24 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,66 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ t/m}^3$$

$$F_{cu} = 1,52$$

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

$$\text{Desplante } D_f = 1,20 \text{ m}$$

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

Cargas de trabajo

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{41,96}{1,52} = 27,61$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} \quad M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{8,14}{1,52} = 5,36 \text{ t-m}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{7,03}{1,52} = 4,63 \text{ t-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5P't}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 27,61}{24} = 1,73 \text{ m}^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas de $1,75 \cdot 1,75 = 3,06 \text{ m}^2 > 1,73 \text{ m}^2$

Comprobación de dimensión de zapatas

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{ty} \cdot y}{I_x} \pm \frac{M_{tx} \cdot x}{I_y} \quad \text{donde } q_{\max} < V_s \text{ y } q_{\min} > 0$$

$$P_{cg} = p \cdot t + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P_{cg} = 27,61 + (0,35 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 8) + (1,66 \cdot 0,8(1,75^2 - 0,35^2)) + (2,4 \cdot 0,4 \cdot 1,75^2)$$

$$P_{cg} = 3,802 \text{ t}$$

$$I_x = I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 1,75 \cdot 1,75^3 = 0,78 \text{ m}^4$$

$$q = \frac{36,802}{1,75^2} \pm \frac{5,36 \cdot (0,875)}{0,78} \pm \frac{4,63 \cdot (0,875)}{0,70}$$

$$q_{\max} = 23,22 \text{ t/m}^2 \quad \text{cumple } q_{\max} < V_s$$

$$q_{\min} = 0,81 \text{ t/m}^2 \quad \text{cumple } q_{\min} > 0$$

Por lo tanto las dimensiones de la zapata son correctas.

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

Presión última:

$$q = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 23,22 * 1,52 = 35,29 \text{ t/m}$$

Peralte efectivo

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

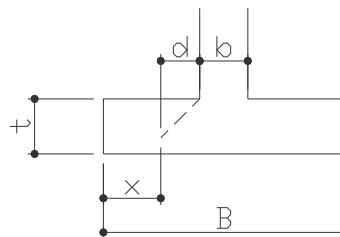
$$t \text{ asumido} = 0,40 \text{ m}$$

$$d = 40 - 7,5 - 2,54/2 = 31,23 \text{ cm}$$

Corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, ver figura 39.

Figura 39. **Corte simple en zapata**



Fuente: elaboración propia.

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

$$x = 1,75/2 - 0,35/2 - 0,3123 = 0,3877 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{\text{act}} = \text{Area} * q_u = (1,75) * (0,3877) * (35,29) = 23,94 \text{ t}$$

Corte resistente

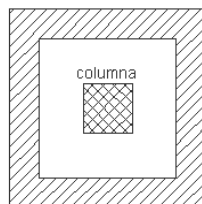
$$V_r = \phi * 0,53 * f'c * B * d = (0,85) * (0,53) * (210) * (175) * (31,23) / 1000 = 35,68 \text{ t}$$

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

Corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte producidos en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla está a una distancia $d/2$ del perímetro de la columna. Ver figura 40.

Figura 40. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante por punzonamiento

$$d + \text{sección de columna} = 31,23 + 35,00 = 66,23 \text{ cm}$$

$$V_{act \text{ pun}} = \text{Área} * q_u = (1,75 * 1,75 - 0,6623 * 0,6623) * 35,29 = 92,60 \text{ t}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_{rpun} = \phi * 1,06 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

$$b_o = 4(d + 45)$$

$$b_o = 4(31,23 + 45) = 304,92$$

$$V_{r\text{pun}} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 304,92 * \frac{31,23}{1000} = 124,33 \text{ t}$$

$V_{act\text{ pun}} < V_{r\text{ pun}}$ cumple; el peralte propuesto resiste el corte punzonante.

Diseño del refuerzo

La zapata se diseña a flexión. La zapata actúa como una losa en voladizo.

Momento último

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{2}$$

$$M_u = \frac{35,29 * 0,70^2}{2} = 8,64 \text{ t-m}$$

L = distancia del rostro de columna a final de la zapata.

Área de acero

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{\left((bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,03825 * f'c} \right)} \right] * 0,85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_{s(-)1} = \left[70 * 31,23 - \sqrt{\left((70 * 31,23)^2 - \frac{8640 * 70}{0,03825 * 210} \right)} \right] * 0,85 \left(\frac{210}{2810} \right) = 11,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 70 * 31,23 = 10,97 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas.

Usando var # 6

$$11,40 \text{ cm}^2 \longrightarrow 70 \text{ cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 17,5 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

Colocar varillas No. 6 @ 15 cm en ambos sentidos de la zapata. Ver en figura 41 el detalle de zapata.

Acero por temperatura

$$A_{st} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 40 = 8 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas.

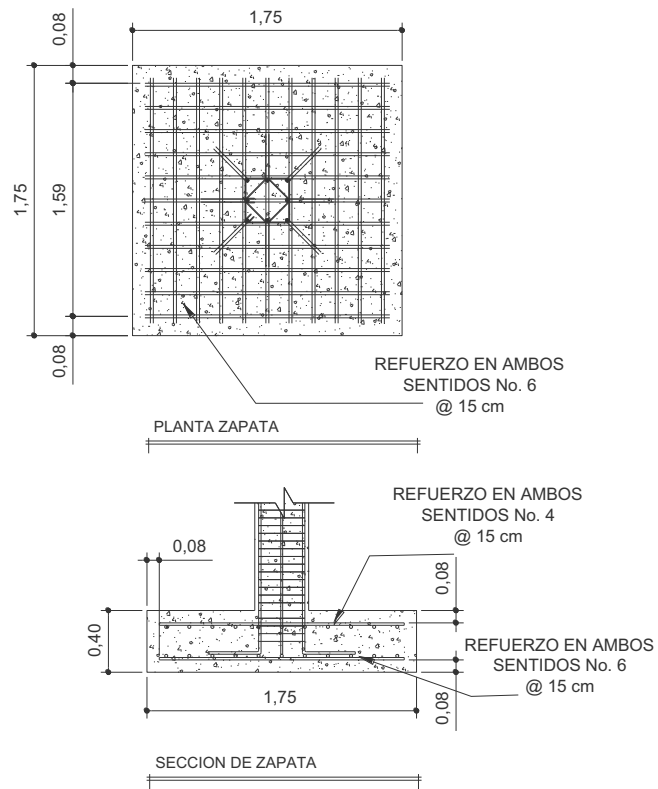
Usando var # 4

$$8 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

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

$$S = 15,88 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

Figura 41. Detalle de zapata



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.5. Gradadas

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella y si C = huella y H = contrahuella se deben cumplir los siguientes criterios.

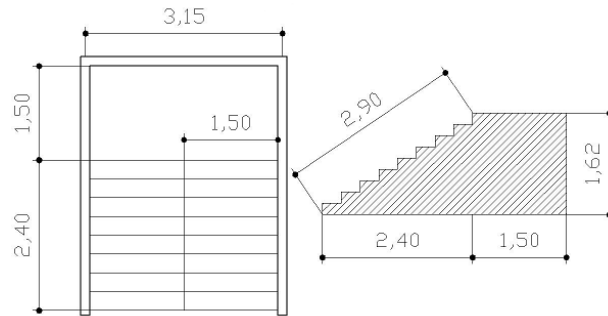
Datos:

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ $CV= 500 \text{ kg/m}$

$f_y=2810 \text{ kg/cm}^2$ Altura $h= 3 \text{ m}$

$t = 12 \text{ cm}$ Área disponible= $3,15 \text{ m} \times 4,15 \text{ m}$

Figura 42. Dimensiones de las gradas



Fuente: elaboración propia.

Integración de cargas

$$\text{Peso propio de la escalera} = 2\,400 (0,12 + 0,17 / 2) = 492 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{Total} = 592 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,4 (592) + 1,7 (500) = 1\,678,80 \text{ kg/m}^2$$

Distribución de carga y momento

$$d = \sqrt{(2,4)^2 + (1,62)^2} = 2,90 \text{ m}$$

$$M(+)= \frac{C_U \cdot d^2}{9} = \frac{1\,678,8 \cdot (2,9)^2}{9} = 1\,568,75 \text{ kg}$$

$$M(-)= \frac{C_U \cdot d^2}{14} = \frac{1\,678,8 \cdot (2,9)^2}{14} = 1\,008,48 \text{ kg}$$

Acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 9,5 = 4,07 \text{ cm}^2$$

Acero máximo

$$A_{s_{\max}} = 0,5 \left(\frac{0,85 * 0,85 * 6120 * 210}{2810 * (2810 + 6120)} \right) * 20 * 36 = 13,32 \text{ cm}^2$$

Para M(-) usar $A_{s_{\min}} = 4,77 \text{ cm}^2$

Área de acero requerido por los momentos

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

$$A_{s(+)} = \left[100 * 9,5 - \sqrt{\left((100 * 9,5)^2 - \frac{1568,75 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * 0,85 \left(\frac{210}{2810} \right) = 6,93 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(-)} = \left[100 * 9,5 - \sqrt{\left((100 * 9,5)^2 - \frac{1008,48 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right] * 0,85 \left(\frac{210}{2810} \right) = 4,35 \text{ cm}^2$$

Separación para $A_{s(+)} = 6,93 \text{ cm}^2$

Espaciamiento entre varillas.

Usando varilla # 3

$$\begin{array}{l} 6,93 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S \end{array}$$

$$S = 10,24 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas No.3 @ 10 cm

Para dirección transversal

Acero por temperatura No. 3

$$A_{st} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 12 = 2,4 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas.

Usando var # 4

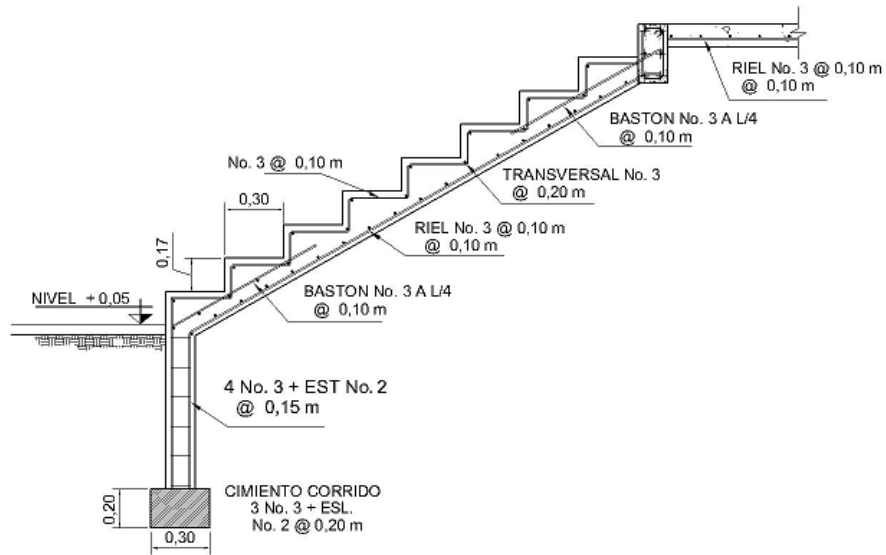
$$\begin{array}{l} 2,4 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \longrightarrow S \end{array}$$

$$S = 29,58 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas No.3 @ 20 cm

Figura 43. Detalle de armado de gradas



Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Instalaciones eléctricas

Con base en el manual de normas para acometidas de servicio eléctrico de la empresa eléctrica de guatemala (eegsa), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares.

Normas y códigos para instalación comercial

Acometida

Conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:

- a. Poste de distribución

- b. Poste de acometida
- c. Cables de acometida
- d. Contador o medidor
- e. Caja socket para contador
- f. Medios de protección
- g. Tableros de distribución

De acuerdo a lo anterior, se colocará un contador, un tablero principal con tierra física.

Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y 1/2" de diámetro.

Circuitos

Según la norma los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un *flip-on* de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

Se consideró el método del total de potencia que son los *Watts* o *Kilowatts* que suman todas las lámparas, tomacorrientes y el resto de conexiones eléctricas y, así lograr la iluminación adecuada en cada área específica.

17 bombillas de 35 *Watts* cada una = 595 *watts*

33 tomacorrientes de 100 *Watts* cada uno = 3300 *Watts*

Sumatoria = 3895 *Watts*

En base a lo especificado por la norma, y teniendo una potencia de 3895 *Watts*, se colocarán 5 circuitos, 2 para iluminación y 3 circuitos para fuerza del puesto de salud.

Conductores

El calibre de los conductores será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los 2 circuitos para cada nivel:

(2 circuitos) 35 *Watts* * 17 bombillas = 595 *Watts*

$$I_{\text{alambrado}} = \frac{P}{V} = \frac{595 \text{ Watts}}{120} = 4,95 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada bombilla es de 2,25 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2% de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel, tomando en cuenta el uso simultaneo de los tomacorrientes, y la conexión de computadoras:

(3 circuitos) 100 *Watts* * 33 tomacorrientes = 3300 *Watts*

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{3\,300 \text{ Watts}}{120} = 28 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente de 5 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2% de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Debido a que la corriente es de 4,95 A para iluminación y de 28 A para fuerza, se colocara un *flip-on* de 20 A por cada circuito, dando como resultado es uso de 3 *flip-on*.

Tubería y ductos

Se utilizará tubería plástica (poliducto), en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables.

Dependiendo del calibre y el número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

2.1.7. Instalaciones hidráulicas

Agua potable

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- a. El servicio de agua potable será continuo durante las 24 horas del día.
- b. La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día.
- c. Son aceptables redes de distribución diseñados por circuitos cerrados.
- d. En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento;

- sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.
- e. El tipo de tubería a utilizar será de cloruro polivinilo PVC de 3/4" de diámetro para ramales principales y PVC de 1/2" de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.
 - f. Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que estas.
 - g. En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 centímetros, por encima protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 metro, a cada lado del cruce.
 - h. Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalarán sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado; siendo estos tanques o cisternas con equipos hidroneumáticos.

Datos:

Presión entrada del sistema = 30 m.c.a

$$H_f = (1743.811 \times Q^{1.85} \times \text{longitud}) / (150)^{1.85} \times (\text{diámetro})^{4.87}$$

$$CP = (C_{\text{inicial}} - H_f)$$

Datos:

$$L = 0,86$$

$$D = \frac{3}{4}''$$

$$Q = 0,75 \text{ l/s}$$

$$H_f = (1743,811 \times 0,75^{1.85} \times 0,86) / (150)^{1.85} \times (3/4)^{4.87}$$

$$H_f = 0,3752 \text{ M}$$

$$P_{\text{salida}} = 30 - 0,3752$$

$$P_{\text{salida}} = 9,6248 \text{ M.C.A.}$$

Ver figura 49. Diseño hidráulico en apéndice C.

Drenaje

La función del sistema de drenaje en el edificio consistirá en eliminar con seguridad y rapidez los desechos sólidos de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- a. Deberá dotarse de un sistema separativo de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales.
- b. El objetivo del drenaje sanitario es la evacuación de las aguas residuales provenientes de sanitarios, cocinas y otros, debiendo diseñarse de acuerdo a los requisitos siguientes:

Tabla VI. **Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario**

ARTEFACTO	DIÁMETRO MÍNIMO
Inodoro	4"
Lavamanos	1 ½"
Urinal	1 ½"
Pila	2"
Reposadera de piso	1 ½"

Fuente: OMP. Municipalidad deGuanagazapa, Escuintla.

- c. Las tuberías enterradas deben tener una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6%.
- d. El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo a los requisitos siguientes:

Las bajadas deben ubicarse si es posible en paredes que den a exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.

El área máxima para drenar con un bajante, según su diámetro es el siguiente:

Tabla VII. Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial

DIÁMETRO	ÁREA MÁXIMA(M ²)
2	30
2 ½	60
3	100
4	210
6	625

Para intensidad de lluvia de 200 mm/hr

Fuente: OMP. Municipalidad de Guanagazapa, Escuintla.

Los diámetros requeridos para tuberías horizontales son aceptables de 4" en áreas interiores y 6" para áreas exteriores.

Datos:

Parámetros para diseño de tramo

Diámetro de tubería = 3 pulgadas

Pendiente de tubería = 2,00%

Caudal de diseño = 0,20l/s

Tipo de tubería = PVC

Coefficiente "n" = 0,009

Caudal (q)

$$q = 0,20 \text{ l/s}$$

Área de tubo

$$A_{\text{TUBO}} = \pi/4 * D^2 = \pi/4 * (3 * 0,0254)^2 = 0,045 \text{ m}^2$$

Velocidad a sección llena

$$V_{\text{SEC LLENA}} = 1/n * R_H^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V_{\text{SEC LLENA}} = 1/0,009 * (0,03429 * (3'')^{2/3} * (2,0/100)^{1/2} = 1,2 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = 1,2 \text{ m/s} * 0,045 \text{ m}^2 * 100 = 0,504 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{DIS}}/Q_{\text{SEC LLENA}} = 0,20 \text{ l/s} / 0,504 \text{ l/s} = 0,39$$

$$v/V_{\text{SEC LLENA}} = 0,93$$

$$v = 0,33 * 1,12 = 1,05 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0,34$$

Ver diseño de drenaje apéndice C.

2.1.8. Planos constructivos

Se elaboraron 11 planos:

- a. Planta amueblada
- b. Planta acotada

- c. Planta de cimentación y columnas
- d. Corte de muros y detalles estructurales
- e. Módulo de gradas
- f. Planta de acabados
- g. Planta instalación hidráulica
- h. Planta instalación drenajes
- i. Planta de instalaciones eléctrica iluminación
- j. Planta de instalaciones eléctrica fuerza
- k. Fachadas y secciones

2.1.9. Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, aplicando un 35% de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. El salario de mano de obra calificada y no calificada se consigno, de acuerdo a los valores que maneja la municipalidad en casos similares al tipo de proyecto.

2.1.9.1. Materiales

Para el presupuesto de la edificación para supervisión escolar, se tomaron en cuenta los precios que se manejan en el municipio de Guanagazapa y el departamento de Escuintla, incluyendo el transporte.

2.1.9.2. Mano de obra

Los salarios de mano de obra, tanto calificada como no calificada, se tomaron según se manejan en la región.

2.1.9.3. Costo total del proyecto

Tabla VIII. Centro de salud de Guanagazapa, Escuintla

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	P.U.	Subtotal
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	Limpieza y nivelación	359,81	m ²	Q30,00	Q10 794,15
1,2	Trazo y estaqueado	178,75	m	Q22,00	Q3 932,50
1,2	Excavación	280,2	M ³	Q25,00	Q7 005,00
2	CIMENTACIÓN				
2,1	Zapata tipo 1	28,00	U	Q6 245,94	Q174 886,19
2,2	Cimiento corrido	178,75	m	Q204,07	Q36 477,76
3	MAMPOSTERÍA				
3,1	Solera hidrófuga	178,75	m	Q237,15	Q42 389,83
3,2	Solera de amarre	20,75	m	Q264,07	Q5 479,42
3,3	Levantado de muros	583,04	m ²	Q173,74	Q101 295,57
3,4	Solera tipo U	178,75	m	Q131,68	Q23 537,16
3,5	Solera final	178,75	m	Q237,15	Q42 389,83
4	COLUMNAS				
4,1	Columna C-1	201,6	m	Q1 260,72	Q254 161,93
4,2	Columna C-2	515,20	m	Q212,47	Q109 462,80
4,3	Columna C-3	323,20	m	Q189,18	Q61 143,39
4,4	Columna para bajada de agua	54,00	m	Q213,45	Q11 526,53
5	VIGAS				
5,1	Viga sentido Y (losa 2do. nivel)	91,6	m	Q691,64	Q63 354,67
5,2	Viga sentido X (losa 2do. nivel)	87,15	m	Q694,66	Q60 539,93
5,3	Viga sentido Y (losa 1er. nivel)	91,6	m	Q873,94	Q80 053,01
5,4	Viga sentido X (losa 1er. nivel)	87,15	m	Q860,21	Q74 967,48
6	LOSAS				
6,1	Losa 2do. Nivel	285,11	m ²	Q838,48	Q239 054,21
6,2	Losa 1er. Nivel	285,11	m ²	Q854,56	Q243 638,32

Continuación tabla VIII.

7	ACABADOS				
7,1	Piso de granito	570,21	m ²	Q351,61	Q200 489,40
7,2	Repello + cernido + pintura	1166,1	m ²	Q15,27	Q17 801,23
7,3	Azulejo	58,4	m ²	Q211,66	Q12 360,88
7,4	Repello en cielo + pintura	570,21	m ²	Q21,41	Q12 209,27
8	PUERTAS Y VENTANAS				
8,1	Puerta P-1	3	U	Q3 751,31	Q11 253,94
8,2	Puerta P-2	1	U	Q750,26	Q750,26
8,3	Puerta P-3	1	U	Q4 501,58	Q4 501,58
8,4	Puerta P-4	18	U	Q4 376,53	Q78 777,56
8,5	Puerta P-5	2	U	Q5 752,01	Q11 504,03
8,6	Puerta P-6	1	U	Q750,26	Q750,26
8,7	Ventana V-1	29	U	Q1 250,44	Q36 262,69
8,8	Ventana V-2	1	U	Q1 125,39	Q1 125,39
8,9	Ventana V-3	4	U	Q500,18	Q2 000,70
8,10	Ventana V-4	1	U	Q625,22	Q625,22
9	MÓDULO DE GRADAS				
9,1	Módulo de gradas	1	Global	Q36 440,75	Q36 440,75
10	INSTALACIÓN AGUA POTABLE				
10,1	Instalación agua potable	1	Global	Q10 020,73	Q10 020,73
11	INSTALACIÓN SISTEMA DE DRENAJE				
11,1	Instalación sistema de drenaje	1	Global	Q22 340,32	Q22 340,32
12	INSTALACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO				
12,1	Instalación sistema eléctrico	1	Global	Q28 000,00	Q210 942,72
13	ARTEFACTOS SANITARIOS				
13,1	Inodoros	5	U	Q550,00	Q2 750,00
13,2	Lavamanos	6	U	Q650,00	Q3 900,00
13,3	Migitorios	1	U	Q500,00	Q500,00
13,4	Lavatrastos	1	U	Q650,00	Q650,00
13,5	Pila	1	U	Q1 200,00	Q1 200,00
Costo Total					Q 2 325 246,60

Fuente: elaboración propia.

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San Rafael

2.2.1. Descripción general del proyecto

El proyecto de introducción de agua para la comunidad San Rafael, Cacaotal, se realizará por medio de un sistema por gravedad en lo que corresponde a la línea de conducción y distribución, esto se hará debido a que el terreno lo permite y porque la diferencia de alturas entre la fuente y el punto donde se colocará el tanque de distribución es de 24,56 metros.

El proyecto inicia en una represa, la cual hace la función de caja de captación, ya que la fuente es un río ubicado aproximadamente a 2 metros de la misma, la línea de conducción tiene una longitud de 1 102,36 metros.

El tipo de tanque de distribución será semienterrado con una altura de 2,60 metros y una longitud de 4,30 metros por lado, para un volumen de 25 m³.

La línea de distribución tiene una longitud aproximada de 643 metros, es por ramales abiertos, la conexión domiciliar es tipo predial.

2.2.2. Aforo, dotación y tipo de servicio

La fuente es un río, el cual se encuentra limpio ya que proviene de la montaña y se denomina El Silencio, se captará el caudal medio de aforo que es 0,99 l/s.

La dotación de acuerdo con las normas del INFOM, y debido a que la comunidad tiene un clima templado y la actividad económica de los pobladores de la comunidad, se adoptó de 100l/hab/d

El tipo de servicio es por conexiones prediales.

2.2.3. Tasa de crecimiento poblacional

Según datos de población del Instituto Nacional de Estadística, obtenido del censo de 2002, y los parámetros utilizados por la Oficina de Planificación Municipal de Guanagazapa, la tasa es de 2,50%.

2.2.4. Período de diseño, población futura

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Con base a las normas establecidas, todas las partes del proyecto fueron diseñadas para un período de 21 años.

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método de crecimiento geométrico.

$$Pf = Po*(1+ r)^n$$

Donde:

Pf= población futura

Po = población actual según censo realizado en el E.P.S. = 337 hab

r = tasa de crecimiento poblacional (%) = 2,5%

n = período de diseño = 21 años

Sustituyendo valores:

$$Pf = 337 * (1 + 0,0250)^{21}$$

$$Pf = 567 \text{ habitantes}$$

2.2.5. Factores de consumo y caudales

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas, que son inherentes a una comunidad y que varía de una comunidad a otra.

Durante el día, el caudal dado por una red pública varía continuamente, en horas diurnas, supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día, y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

La aplicación de estos factores de seguridad garantiza el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición, el cual se describen a continuación:

Factor de día máximo (FDM): éste incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente:

- a. Para poblaciones < 1000; FDM de 1,5
- b. Para poblaciones > 1 000; FDM de 1,2

Para éste proyecto se utilizó un FDM de 1,5

Factor de hora máximo (FHM): éste, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente:

- a. Para poblaciones < 1000; FHM de 2,5
- b. Para poblaciones > 1000; FHM de 2

Para éste proyecto se utilizó un FHM de 2,5

2.2.5.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros, generalmente se asume como el producto de la dotación por el número posible de usuarios al final del período de diseño. Se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_m = D \cdot P / 86400$$

Donde:

Q_m = caudal medio en l/s

D = 100 l/Hab/d

P = número de habitantes futuros

Sustituyendo valores:

$$Q_m = (100 \text{ l/s}) \cdot (567 \text{ hab}) / 86400 = 0,66 \text{ l/s}$$

2.2.5.2. Caudal máximo diario

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

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

Donde:

$$FDM = 1,5$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = (0,66 \text{ l/s}) * (1,5) = 0,99 \text{ l/s}$$

2.2.5.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario es aquel que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año, las cuales indican que:

$$Q_{mh} = Q_m * FHM$$

Donde:

$$FHM = 2,5$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{mh} = (0,66 \text{ l/s}) * (2,5) = 1,65 \text{ l/s}$$

2.2.5.4. Caudal de vivienda

Es el caudal que se asignará a cada una de las viviendas. Se calcula a través de:

$$Q_v = Q_{mh}/\text{No. de viviendas}$$

Donde:

$$Q_{mh} = 1,65 \text{ l/s}$$

$$\text{No. de viviendas} = 74 \text{ viviendas}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_v = 1,65 \text{ l/s} / 74 \text{ viv} = 0,022 \text{ l/s}$$

2.2.5.5. Caudal instantáneo

Es el caudal obtenido con base a la probabilidad de que todas las viviendas de un ramal hagan uso simultáneamente del sistema. Se determina según la siguiente ecuación:

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

Donde:

$$k = 0,15, \text{ para menos de 55 viviendas}$$

$$k = 0,20, \text{ para más de 55 viviendas}$$

$$n = \text{número de viviendas}$$

2.2.6. Calidad del agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- a. Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas
- b. Inodora, insípida y fresca
- c. Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica
- d. Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

2.2.6.1. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, que puedan transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, que determinan el número más probable de bacterias presentes.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua, dictaminado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, CII/USAC, se presenta en el anexo5; desde el punto de vista bacteriológico, el agua es apta para consumo humano, pero para mayor confiabilidad, se hace necesario implementar una desinfección a base de cloro, para aprovechar los efectos residuales. Con esto, se logrará una mayor seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación por una inadecuada manipulación del agua.

2.2.6.2. Análisis físico-químico

Este análisis determina las características físicas del agua tales como: aspecto, color, olor, sabor, su pH, y su dureza. Para éste proyecto, como se mencionó anteriormente, el agua es apta para consumo humano dictaminado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, CII/USAC. Ver anexo5.

2.2.7. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se recurre a la fórmula de *Hazen Williams*, la cual está expresada por:

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

Donde:

H_f = pérdida de carga en metros

C = coeficiente de fricción interno (Para HG (C=100), y para PVC (C=150))

D = diámetro interno en pulgadas

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal en litros por segundo

Conociendo la altura máxima disponible por perder, se toma como H_f, la cual permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la fórmula anterior, se tiene:

$$D = \left[\frac{(1\,743,811) \cdot (L) \cdot (Q^{1,85})}{(h_f) \cdot (C^{1,85})} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula la H_{ffinal} .

2.2.8. Presiones y velocidades

El diseño hidráulico se hará con base a la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea, se incluye los principales conceptos utilizados:

a. Presión estática en tuberías

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

La máxima presión estática que soportan las tuberías de 160 psi = 112mca, teóricamente puede soportar más, pero por efectos de seguridad si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de PVC de 250 psi o HG.

En la red de distribución, la presión dinámica, debe mantener entre 60 y 10 mca, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería; aunque en muchas de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica mínima de 6 mca, partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

b. Presión dinámica en la tubería

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor disminuyendo por la resistencia o fricción de la paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se le llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto A, es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota del terreno en ese punto.

c. Velocidades

En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si ésta se encuentra dentro de los límites recomendados.

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad, según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites

Mínima = 0,60 m/s

Máxima = 3 m/s

La siguiente tabla describen todos los datos obtenidos para el diseño hidráulico del sistema.

Tabla IX. Datos generales para diseño

Tipo de sistema	Gravedad
No. de conexiones	74
Población actual	337 hab.
Población futura	567 hab.
Viviendas actuales	74 viviendas
Viviendas futuras	114 viviendas
Período de diseño	21 Años
Tasa de crecimiento	2,50%
Dotación	100 l / h / d
Caudal medio	0,66 l / s
Caudal de conducción	0,99 l / s
Caudal de distribución	1,65 l / s
Factor día máximo	1,5
Factor hora máximo	2,5
Clase de tubería	PVC
Presión de trabajo	160 psi y 250 psi
Coefficiente hidráulico	150
Factor de almacenamiento	25%
Volumen de tanque	25 m ³

Fuente: elaboración propia.

2.2.9. Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción, zona del tanque de almacenamiento, áreas de posibles obras de arte y red de distribución. Los levantamientos topográficos para acueductos

rurales contienen las dos acciones principales de la topografía, las cuales son: planimetría y altimetría, pueden ser de 1er. 2do. y 3er. orden; dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice.

En la realización de este proyecto se utilizó una topografía de primer orden. Se utilizó como equipo un teodolito *Sokisha* modelo TM20E, nivel de precisión marca *Wild* modelo N24, dos plomadas, una cinta métrica con longitud de 50 metros, un estadal de acero de 4 metros, una almadana y machetes.

2.2.9.1. Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. Tiene como objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como superficiales que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc.

Para la planimetría se aplicó el método de conservación del azimut.

2.2.9.2. Altimetría

La altimetría, se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. En el presente trabajo, la medición altimétrica se realizó por medio de taquimetría; los resultados se presentan en el plano topográfico, ver apéndice A.

2.2.10. Diseño hidráulico del sistema

2.2.10.1. Captación

Se define como las obras de artes o estructuras de obra civil adecuadas para la captación total o parcial de una fuente de abastecimiento, que puede ser superficial, brote definido y galerías de infiltración; todas diseñadas bajo ciertas normas y reglamentos. La fuente de abastecimiento constituye el elemento primordial en el diseño de un acueducto y previo a cualquier paso, debe definirse su tipo, cantidad, calidad y ubicación.

Para la toma de decisiones del tipo y forma de la estructura de captación a emplear, es importante conocer los tipos de fuentes de abastecimientos existentes. Para este proyecto la fuente es superficial (río), la captación es de 0,99 l/s.

2.2.10.2. Línea de conducción

La línea de conducción es un conjunto de tuberías libres o forzadas (presión), que parten de las obras de captación al tanque de distribución. Para el diseño de una línea de conducción por gravedad, se deben tener los siguientes aspectos fundamentales.

- a. Capacidad suficiente para transportar el caudal de día máximo.
- b. La selección del diámetro y clase de la tubería que se empleará deberá ajustarse a la máxima economía.

Ejemplo de diseño

Tramo 1 de E-0 a E-18

Datos

$$C_{E-0} = 1000 \text{ m}$$

$$C_{E-18} = 987,22 \text{ m}$$

$$L = 727,42 \text{ m}$$

$$Q = 0,99 \text{ l/t}$$

Cálculo de la carga disponible

La carga disponible es la diferencia de nivel entre el punto de partida y el punto posterior, se calcula de la siguiente manera.

$$H_{f\text{disponible}} = C_o - C_f$$

$$H_{f\text{ disponible}} = (1000 \text{ m} - 987,22 \text{ m}) = 12,78 \text{ m, carga disponible.}$$

Cálculo del diámetro teórico de la tubería

De *Hazen Williams* se despeja el diámetro teórico y se sustituyen los valores.

$$D = \left[\frac{(1\,743,811) \cdot (L) \cdot (Q^{1,85})}{(hf) \cdot (C^{1,85})} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left[\frac{(1\,743,811) \cdot (727,42) \cdot (0,99^{1,85})}{(12,87) \cdot (150^{1,85})} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,58$$

Usar $\left. \begin{array}{l} D_1 = 1 \frac{1}{2}'' \\ D_2 = 2'' \end{array} \right\}$

Cálculo de las pérdidas por fricción

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

Para $D_1 = 1 \frac{1}{2}'' = 1,754$ in

$$H_f = \frac{(1\,743,811) \cdot (727,42) \cdot (0,99^{1,85})}{(150^{1,85}) \cdot (1,754^{4,87})} = 7,60 \text{ m}$$

Para $D_2 = 2'' = 2,193$ in

$$H_f = \frac{(1\,743,811) \cdot (727,42) \cdot (0,99^{1,85})}{(150^{1,85}) \cdot (2,193^{4,87})} = 2,56 \text{ m}$$

Usar 2" ya que produce menos pérdida.

Cálculo de la cota piezométrica

$$P_{lf} = P_{lo} - H_f$$

Donde:

P_{lf} = cota piezométrica final del tramo

P_{lo} = cota piezométrica al inicio del tramo

H_f = pérdida por fricción o pérdidas de carga

$$P_{f_{E-18}} = 1\,000 - 2,56 = 997,44 \text{ m}$$

Cálculo de presiones

$$P \text{ dinámica} = 997,44 - 987,22 = 10,24 \text{ m.c.a}$$

$$P \text{ estática} = 12,8 \text{ m.c.a}$$

Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$

V = velocidad del agua en metros por segundo.

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

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

$$V = \frac{1,974 * 0,99}{2,193^2} = 0,41 \text{ m/s}$$

El resumen del cálculo hidráulico se encuentra en el anexoB.

2.2.10.3. Tanque de almacenamiento

Estos tienen como fin cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos durante el transcurso del día; además, proporcionan agua durante algunas horas en caso de emergencia, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes funciones.

- a. Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- b. Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias.
- c. Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
- d. Regular presiones en la red de distribución.
- e. Reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

2.2.10.3.1. Cálculo del volumen de almacenamiento

Según normas, en sistemas por gravedad, el volumen de almacenamiento de un tanque debe estar entre el 25% y 40% del caudal medio diario, sin considerar reservas para eventualidades.

En este proyecto se tomó el criterio de calcular el volumen del tanque considerando el 40 % del caudal medio diario.

$$V_{total} = \frac{40\% * Q_{md} * 86\ 400}{1\ 000}$$

$$V_{total} = \frac{40\% * 0,66 * 86\ 400}{1\ 000} = 22,81\ m^3$$

$$Vol = L * a * h$$

Donde:

L = a

h = 2 m

$$a = \sqrt{\frac{25}{2}} = 3,54 \text{ m} \approx 3,70 \text{ m}$$

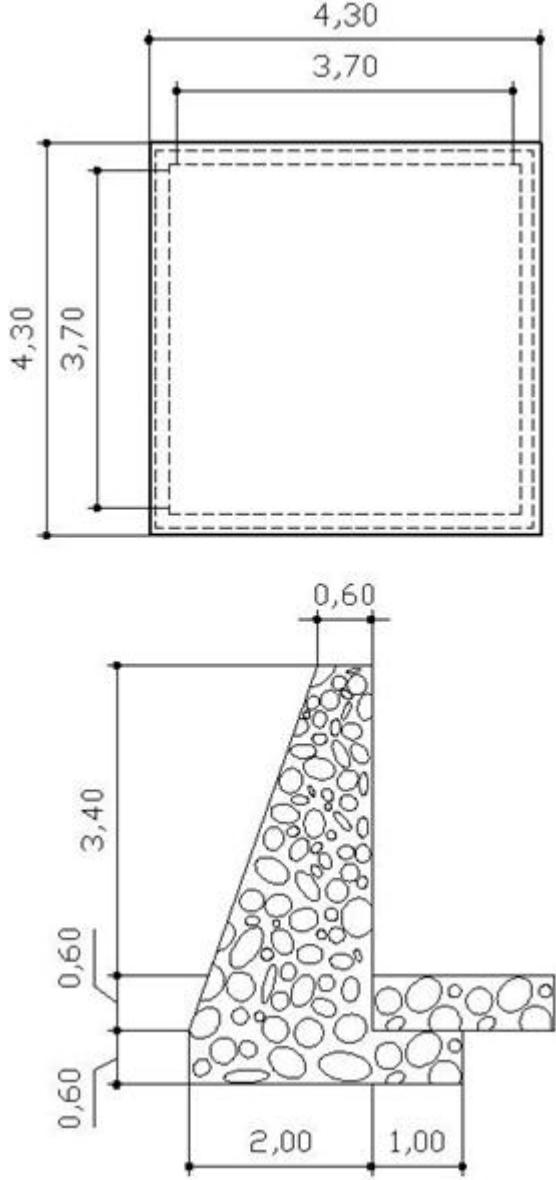
El tanque se diseñará semienterrado, los muros serán de gravedad de concreto ciclópeo, la losa de concreto reforzado, largo 3,7 metros, ancho 3,7 metros y altura 2,60 metros. Ver en anexoC, plano de tanque de distribución de 25 m³.

2.2.10.3.2. Diseño estructural del tanque

Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de muros de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada y cubierta de losa de concreto reforzado; en los tanques elevados, predomina el uso de acero.

Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. En este caso, el tanque se diseñará con muros de gravedad de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado, semienterrado, donde la condición crítica es cuando ésta se encuentra completamente lleno.

Figura 44. Planta dimensiones del tanque



Fuente: elaboración propia.

Diseño de la losa del tanque de distribución

Datos:

$$a = 4,30 \text{ m}$$

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

$$b = 4,30 \text{ m}$$

$$\delta_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

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

$$\text{S.C (sobre carga)} = 100 \text{ kg/m}^2$$

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

Cálculo de espesor de losa (t)

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4,30}{4,30} = 1$$

$$t = \frac{P}{180} = \frac{4,30 \cdot 4}{180} = 0,09 \approx 0,1 \text{ m}$$

Cálculo del peso propio de la losa (CM)

$$\text{CM} = \delta_c \cdot t + \text{S.C}$$

Sustituyendo datos:

$$\text{CM} = 2400 \cdot 0,10 + 100 = 340 \text{ kg /m}^2$$

Integración de cargas últimas (CUT)

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

$$\text{CU} = 1,7(100) + 1,4(340) = 646 \text{ kg/m}^2$$

El cálculo de momentos actuantes se realiza según el método 3 del ACI

$$CMU=1,4(340)=476 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU=1,7(100)=170 \text{ kg/m}^2$$

Momentos positivos

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

$$Ma^+ = (0,036)*476*(4,30)^2 + (0,036)*170*(4,30)^2 = 430\text{kg-m}$$

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

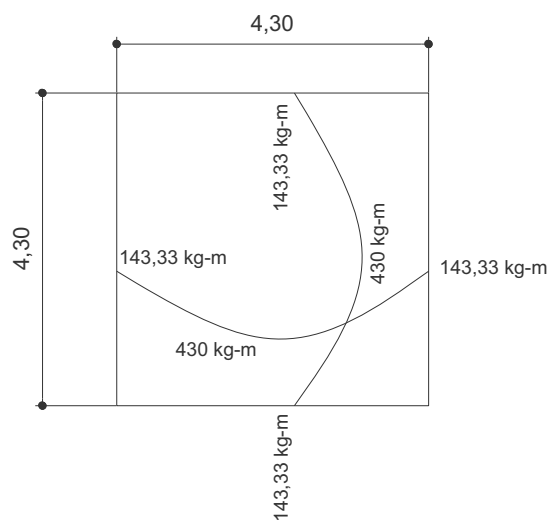
$$Mb^+ = (0,036)*476*(4,30)^2 + (0,036)*170*(4,30)^2 = 430 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos en lado de losa sin continuidad:

$$Ma^- = 1/3*Ma^+ = 1/3*430 = 143,33 \text{ kg - m}$$

$$Mb^- = 1/3*Mb^+ = 1/3*430 = 143,33 \text{ kg - m}$$

Figura 45. Momentos actuantes en losa del tanque



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de peralte de losa

$$d = t - \text{Rec} - \Phi/2$$

t = espesor de losa

Rec = recubrimiento

Φ = diámetro de varilla

Sustituyendo datos:

$$d = 10 - 2 - 0,5 = 7,5 \text{ cm}$$

Cálculo del refuerzo requerido:

El cálculo se efectúa para una franja unitaria de $b = 100$ centímetros, con los siguientes datos

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad d = 7,5 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2 \cdot 810} * 100 * 7,5 = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$\text{Espaciamiento máximo (S}_{\max}) = 2 * t = 2 (10) = 20 \text{ cm}$$

Armado para $A_{s_{\min}}$

Usando varilla # 3

$$3,76 \text{ cm}^2 \quad \longrightarrow \quad 100 \text{ cm}$$

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

$$S = 18,88 \text{ cm} > S_{\max}$$

Se colocarán varillas No.3 @ 18 cm

Momento que resiste el Asmín = 3,55 cm²

$$M_{Asmín} = \phi \left[A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 f'_c \cdot b} \right) \right]$$

Donde

$\phi = 0,90$ (flexión)

$M_{Asmín} = 648,26$ kg-m

Chequeo por corte

$$V_{máx} = \frac{CU \cdot L}{2}$$

$$V_{máx} = \frac{646 \cdot 4,30}{2} = 1\ 388,9 \text{ kg}$$

Cálculo del corte que resiste el concreto

$$V_{cu} = \phi \cdot 1,7 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{10}} \cdot b \cdot d$$

$$V_{cu} = 0,75 \cdot 1,7 \cdot \sqrt{\frac{210}{10}} \cdot 100 \cdot 7,5 = 4\ 382,08 \text{ kg}$$

Si $V_{cu} < V_{máx}$ (aumentar peralte)

Si $V_{cu} > V_{máx}$ (peralte adecuado)

Como $V_{cu} > V_{máx}$ el peralte es el adecuado.

Diseño del muro del tanque datos

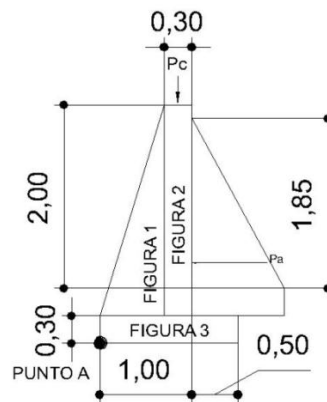
Peso específico del agua (δ_a) = 1 000 kg /m³

Peso específico del concreto (δ_c) = 2400 kg /m³

Peso específico del concreto ciclópeo (δ_{cc}) = 2 500 kg /m³

Valor soporte del suelo (V_s) = 15 000 kg /m² (asumido)

Figura 46. **Diagrama de fuerzas actuantes del muro**



Fuente: elaboración propia.

Determinación de la carga uniforme sobre el muro (W sobre - muro)

$$W_{\text{sobre muro}} = W_{\text{At}} + W_{\text{viga}}$$

a. Peso del área tributaria de la losa sobre el muro (W_{At})

$$W_{\text{At}} = CU * A_t$$

Donde CU = integración de carga última

A_t = área tributaria de la losa sobre el muro

$$A_t = \frac{1}{2} * 3,7 * 1,85 = 3,42 \text{ m}^2$$

Sustituyendo valores

$$W_{At} = 646 * 3,42 = 2\ 209,32 \text{ kg}$$

b. Peso de viga perimetral (W_{viga})

$$W_{viga} = (\text{Volumen viga} * \delta_c) * 1,4$$

$$W_{viga} = (0,15 * 0,20 * 4,30 * 2\ 400) * 1,4 = 433,44 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobre muro}} = 2\ 209,32 + 433,44 = 2\ 642,76 \text{ kg}$$

c. El peso total para un metro unitario de muro es

$$W_{\text{metro unitario}} = \frac{2\ 642,76}{4,30} = 614,60 \text{ kg/m}$$

d. Considerando W como carga puntual (P_c)

$$P_c = 614,60 \text{ Kg/m} * 1\text{m} = 614,60\text{kg}$$

e. El momento que ejerce la carga puntual respecto del punto A es

$$M_C = 614,60 \text{ Kg} * (1 + \frac{0,3}{2}) = 706,79 \text{ kg-m}$$

Fuerza activa (Fa)

$$Fa = \delta_{\text{agua}} * \left(\frac{H^2}{2} \right)$$

$$Fa = \frac{1\,000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \left(\frac{1,8^2}{2} \right) = 1\,620 \text{ kg}$$

f. Momento de volteo respecto del punto A es:

$$M_{\text{act}} = Fa * \left(\frac{H}{3} + E \right)$$

$$M_{\text{act}} = 1\,620 \text{ kg} * \left(\frac{1,8}{3} + 0,3 \right) = 1\,458 \text{ kg-m}$$

Tabla X. **Cálculo de momento respecto al punto A**

Fig	$\gamma_{\text{cc}} * \text{Área W (kg/m)}$	Brazo (m)	MR (kg m/m)
1	$2\,500 * (0,5 * 1 * 2,3) = 2\,875$	$2/3 * (1)$	1916,67
2	$2\,500 * (2,3 * 0,3) = 1\,725$	$(1 + 0,3/2) = 1,15$	1 983,75
3	$2\,500 * (1,8 * 0,3) = 1\,350$	$(1,8/2) = 0,90$	1 215,00
$\Sigma WR = 5\,950 \text{ kg/m}$		$\Sigma MR = 5\,115,42 \text{ kg}$	

Fuente: elaboración propia.

Carga total (WT) = Pc + WR

$$WT = 614,60 + 5950 = 6564,60 \text{ kg}$$

- Verificación de la estabilidad contra el volteo ($F_{sv} > 1,5$)

$$F_{sv} = \frac{MR+MC}{Mact} = \frac{5\,115,42+706,79}{1\,458} = 3,99 > 1,5$$

- Verificación de la estabilidad contra el deslizamiento (F_{sd}) > 1,5

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

$$F_d = 6\,564,60 * 0,9 * \text{tg}(30) = 3\,411,07 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = \frac{F_d}{F_a} = \frac{3\,411,07}{1\,620} = 2,10 > 1,5$$

- Verificación de la presión bajo la base del muro

$$P_{max} < V_s \text{ y } P_{min} > 0 \quad \text{donde la excentricidad (ex) = Base/2 - a}$$

$$ex = \frac{\text{base}}{2} - a \quad a = \text{excentricidad del muro}$$

$$a = \frac{MR+MC-Mact}{WT} = \frac{5\,115,42+706,79-1\,458}{6\,564,60} = 0,66$$

$$ex = \frac{1,8}{2} - 0,66 = 0,24 \quad a = \text{excentricidad del muro}$$

Módulo de sección

$$S_x = \frac{1}{6} * \text{base}^2 * \text{Long} = \frac{1}{6} * 1,8^2 * 1 = 0,54 \text{ m}^3$$

La presión es:

$$P = \frac{WT}{A} \pm \frac{WT * ex}{S_x} = \frac{6\,564,60}{1,8 * 1} \pm \frac{6\,564,60 * 0,24}{0,54}$$

$$P_{\max}=6\,564,60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 15\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\min}=729,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0$$

Las dimensiones del muro son las adecuadas ya que la P_{\min} es mayor a cero y la presión máxima es menor al valor soporte del suelo. Ver detalle en planos en anexo C.

2.2.10.4. Red de distribución

Para diseñar la red de distribución se utilizó el método de ramales abiertos, debido a que las viviendas se encuentran dispersas; se tomará en cuenta que el análisis de redes abiertas, es similar al de la línea de conducción sección 2.210.2, por lo que solo se ejemplificará el resumen del tramo E-27 al E-13, ya que el procedimiento es el mismo. El resumen completo del cálculo hidráulico se presenta en el anexo B.

Ramal principal

Datos

$$C_{E-27} = 975,44 \text{ m}$$

$$C_{E-7} = 920,93 \text{ m}$$

$$L = 332,93 \text{ m}$$

$$Q = 1,65 \text{ l/t}$$

Cálculo de la carga disponible

$$H_{\text{disponible}} = C_o - C_f$$

$$H_{\text{disponible}} = (975,44 \text{ m} - 920,93 \text{ m}) = 54,51 \text{ m, carga disponible.}$$

Cálculo del diámetro teórico de la tubería

$$D = \left[\frac{(1\,743,811) * (L) * (Q^{1,85})}{(hf) * (C^{1,85})} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left[\frac{(1\,743,811) * (727,42) * (1,65^{1,85})}{(54,51) * (150^{1,85})} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,21$$

Usar } $D_1 = 1 \frac{1}{4}"$
 } $D_2 = 1 \frac{1}{2}"$

Cálculo de las pérdidas por fricción

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

Para $D_1 = 1 \frac{1}{4}" = 1,532$ in

$$H_f = \frac{(1\,743,811) * (727,42) * (1,65^{1,85})}{(150^{1,85}) * (1,532^{4,87})} = 17,31 \text{ m}$$

Para $D_2 = 1 \frac{1}{2}" = 1,754$ cm

$$H_f = \frac{(1\,743,811) * (727,42) * (1,65^{1,85})}{(150^{1,85}) * (1,754^{4,87})} = 8,95 \text{ m}$$

Usar $1 \frac{1}{4}"$, este diámetro genera más pérdidas y disminuye la presión para cumplir con los parámetros de diseño.

Cálculo de la cota piezométrica

$$P_{If} = P_{Io} - H_f$$

$$P_{If_{E-7}} = 975,44 - 17,31 = 958,13 \text{ m}$$

Cálculo de presiones

$$P \text{ dinámica} = 958,13 - 920,93 = 37,2 \text{ m.c.a}$$

$$P \text{ estática} = 54,51 \text{ m.c.a}$$

Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$

Donde:

V = velocidad del agua en metros por segundo

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

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

$$V = \frac{1,974 * 1,65}{1,754^2} = 1,39 \text{ m/s}$$

Los ramales restantes, se diseñan siguiendo este procedimiento, teniendo en cuenta para el diseño las siguientes consideraciones.

- a. El diseño se hará utilizando el caudal máximo horario (Q_{mh}), con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- b. Para el chequeo de redes, debe tomarse en cuenta lo siguiente.

- El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nudo.
- La presión dinámica estará entre 10 y 40 m.c.a. excepto en puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 6 m.c.a.
- Caudal unitario de vivienda = $Q_{mh} / \text{No. viviendas}$
- Presión mínima al final del tramo 10 m.c.a.
- Caudal instantáneo = $K = n^{-1}$; donde $k = 0,15$ si $n \leq 55$, $k = 0,20$ si $n \geq 55$, y $n =$ número de viviendas en cada tramo.

El resumen del cálculo hidráulico se encuentra en el anexoB.

2.2.10.5. Sistema de desinfección

Se utilizará un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción, a la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 0,99 l/s haciendo un total de 85536 litros diarios.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90% y 10% de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal de conducción, se aplica siguiente.

$$G = \frac{CMD}{\%CL}$$

Donde:

G = Gramos de tricloro

- C = Miligramos por litro deseados
M = Litros de agua a tratarse por día
D = Número de días
%CL = Concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07% y 0,15%, éste depende del caudal a tratar, para este proyecto (0,99 l/s=85 536 l/d) se utilizará un valor del 0,11 %, por lo que se tiene.

$$G = \frac{0,0011 * 85\,536 \frac{l}{día} * 30 \text{ día}}{0,90} = 3\,136,32 \text{ g}$$

Se necesitarán 16 tabletas mensuales, las que deberán ser colocadas de forma gradual una vez al mes.

2.2.10.6. Obras de arte

Las obras de arte que irán en el proyecto son: válvula de limpieza y válvula de aire.

2.2.10.7. Válvulas

Válvula de limpieza

Son utilizadas para extraer los sedimentos que hayan ingresado en la tubería, y que se acumulan en los puntos más bajos de la línea de conducción. La válvula será de compuerta de bronce de diámetro 3/4".

El total de válvulas de limpieza del proyecto son 3 y están ubicadas en los siguientes estacionamientos: 0+459,87, 0+645,24 y 0+896,72.

Válvula de aire

La función de una válvula automática de aire, es expulsar el aire disuelto en el agua, que tiende a depositarse en los puntos más altos de la línea de conducción, esta acumulación de aire reduce la sección de la tubería y por consiguiente, la capacidad de conducción.

El total de válvulas de aire del proyecto son 4 y están ubicadas en los siguientes estacionamientos: 0+260,86, 0+ 501,07, 0+594,28 y 0+727,47.

2.2.10.8. Conexiones domiciliarias

Estas se construirán inmediatas al cerco de las propiedades, con el objetivo de que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, debido a la variación de estas longitudes y para efectos de presupuesto se asumieron dos tubos de PVC de ½" por conexión domiciliar.

2.2.11. Propuesta de tarifa

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

Salario fontanero mensual Q1 800,00

Costo de mantenimiento (M)

Este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado.

$$M = \frac{0,004 * \text{Costo proyecto}}{12} = \frac{0,004 * 274\,597,36}{12} = 91,53 = \text{Q}100,00/\text{mes}$$

Costo de tratamiento (T)

Éste será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

$$T = \text{Costo tableta en gramos} * \text{Número de tabletas a utilizar en un mes}$$

$$T = \frac{\text{Q}25,00}{\text{tableta}} * 16 \text{ tabletas} = \text{Q}400,00/\text{mes}$$

Costo de administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos administrativos. Se estima un 15% de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15 * (O + M + T) = 0,15 * (\text{Q}1\,800,00 + \text{Q}91,53 + \text{Q}400,00) = \text{Q}343,73/\text{mes}$$

Costo de reserva (R)

El monto dedicado a cualquier imprevisto, será del 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$R=0,12*(O+M+T)=0,12*(Q1,800.00+Q91,53+Q400,00)=Q274,98/mes$$

Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O+M+T+A+R}{\#viviendas} = \frac{Q1\ 800,00+Q91,53+Q400,00+Q343,73+Q274,98}{74\ viviendas}$$
$$= Q39,33/mes$$

Se propone una tarifa mínima de Q40,00 por servicio mensual.

2.2.12. Programa de operaciones y mantenimiento

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

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

ESTRUCTURA	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO	CARGO
Captación	Inspección de área adyacente para determinar posible contaminación de fuente.	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión de estructuras para determinar fisuras y filtraciones.	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión de válvulas para determinar posibles fugas.	Cada 4 meses	Fontanero
	Toma de muestras para análisis de laboratorio.	Cada mes	Fontanero
	Lavar caja captación, con cepillo plásticos, sin usar jabón o detergente.	Cada 6 meses	Fontanero
	Limpieza de caja de captación, abriendo válvula de compuerta para eliminar sedimentos en el fondo.	Cada mes	Fontanero
Línea de conducción	Limpia, chapeo e inspección para determinar fugas.	Cada mes	Fontanero
	Verificar caja de válvula de limpieza para determinar daños y fugas.	Cada mes	Fontanero
	Verificar caja de válvula de aire para determinar daños y fugas.	Cada 6 meses	Fontanero
Tanque de distribución	Verificar cajas de válvulas de compuerta, tubería y accesorios para determinar posibles fugas.	Cada mes	Fontanero
	Limpia y chapeo de área adyacente, para evitar crecimiento de maleza.	Cada 3 meses	Fontanero
	Limpieza y lavado de tanques eliminando material sedimentado.	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión del tanque para determinar fisuras.	Cada 6 meses	Fontanero
	Aforo para determinar producción de fuente.	Cada mes	Fontanero

Continuación tabla XI.

Equipo de desinfección	Revisar existencia de tabletas hipoclorito calcio.	Cada semana	Fontanero
	Revisar válvulas, tubería y dosificador para determinar fugas y daños.	Cada semana	Fontanero
	Chequear cloro residual en puntos más lejanos de la red de distribución.	Cada semana	Fontanero
Red de distribución	Recorrido de calles para determinar fugas.	Cada mes	Fontanero
	Toma de muestras de agua para análisis de laboratorio.	Cada 6 meses	Fontanero
	Verificar caja de válvula de aire para determinar daños y fugas.	Cada 6 meses	Fontanero
Conexiones	Revisar llaves de paso y chorro, para determinar posibles fugas.	Cada mes	Fontanero
	Revisar la base de concreto y determinar que el chorro se encuentre firme.	Cada 6 meses	Fontanero
	Revisar que la caja de la llave de chorro no esté dañada.	Cada 6 meses	Fontanero
	Eliminar cualquier estancamiento de agua.	Cada mes	Fontanero

Fuente: elaboración propia.

2.2.13. Elaboración de planos

Los planos que se elaboraron para el sistema de abastecimiento de agua potable, son los siguientes.

- a. Planta de conjunto
- b. Planta – perfil línea de conducción general
- c. Planta – perfil red de distribución general

- d. Planta – perfil 7 ramales
- e. Obra de captación
- f. Tanque de distribución de 25 m³ + detalles estructurales
- g. Detallehipoclorador + conexiones domiciliare

2.2.14. Elaboración de presupuesto

Tabla XII. Sistema de abastecimiento de agua potable, comunidad San Rafael Cacaoatal, Guanagazapa, Escuintla

Presupuesto final

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	TOTAL
1. Replanteo topográfico	2805,60	m	Q 1,50	Q 4 208,40
2. Excavación para tubería	845,69	M3	Q 25,00	Q 21 142,32
3. Relleno y compactación	845,69	M3	Q 13,50	Q 11 416,85
4. Tubería de conducción				
4.1. Tubería PVC de 2"	128	Tubos	Q 258,31	Q 33 063,93
4.2. Tubería PVC de 1 1/4"	66	Tubos	Q 125,82	Q 8 303,92
5. Red de distribución				
4.1. Tubería PVC de 1 1/4"	59	Tubos	Q 137,98	Q 8 140,62
4.2. Tubería PVC de 1"	57	Tubos	Q 111,48	Q 6 354,54
4.1. Tubería PVC de 3/4"	161	Tubos	Q 92,18	Q 14 841,38
6. Obras hidráulicas				
6.1. Captación	1	Unidad	Q19 310,47	Q 19 310,47
6.2. Tanque de Distribución de 25 m ³	1	Unidad	Q41 635,37	Q 41 635,37
6.3. Válvula de aire de 1/2" con caja	4	Unidad	Q 4 316,35	Q 17 265,41
6.4. Válvula de limpieza de 2" con caja	3	Unidad	Q 3 498,53	Q 10 495,60
6.5. Válvula de compuerta con caja	3	Unidad	Q 3 574,70	Q 10 724,11
6.6. Hipoclorador	1	Unidad	Q 5 290,92	Q 5 290,92
6.7. Conexiones domiciliare	74	Unidad	Q 662,39	Q 49 016,73
Costo Total				Q 274 271,09

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Evaluación socio-económico

En su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.2.15.1. Valor presente neto

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

La municipalidad de Guanagazapa contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 1800,00 mensuales. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q300,00 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q10,00. Suponiendo una tasa de interés anual del 8%, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q 274 597,36
Ingreso inicial	Q300/viv * 74viv	Q22 200,00
Salario fontanero	Q1 800/mes * 12 meses	Q21 600,00
Ingreso anual	Q40/viv * 74viv * 12meses	Q35 520,00
Vida útil		21 años

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

Anualidad

$$A = Q35\ 520 - Q21\ 600 = Q13\ 920$$

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

VPN = Valor presente dado un pago uniforme.

A = Anualidad, según sea ingreso y/o egreso.

i = Tasa de interés anual.

n = número de años en que se proyecta la obra.

$$VPN = 13\ 920 \left[\frac{((1+0,08)^{21} - 1)}{0,08 * (1+0,08)^{21}} \right] - (274\ 597,36 - 22\ 200)$$

$$VPN = -112\ 963,46$$

Como el Valor Presente Neto calculado es menor que cero, se dice que el proyecto no es rentable, significa que la inversión a realizar no se recuperará, por lo que se propone utilizar fondos ajenos a la municipalidad. A pesar que no es rentable, el proyecto es necesario debido al beneficio de 74 familias que adquirirán este servicio indispensable.

2.2.15.2. Tasa interna de retorno

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

a. Si se utiliza una tasa de interés de 8%

$$VPN=13\ 920 \left[\frac{((1+0,08)^{21}-1)}{0,08*(1+0,08)^{21}} \right] -(274\ 597,36-22\ 200)$$

$$VPN=-112\ 963,46$$

b. Si se utiliza una tasa de interés de 7%

$$VPN=13\ 920 \left[\frac{((1+0,07)^{21}-1)}{0,07*(1+0,07)^{21}} \right] -(274\ 597,36-22\ 200)$$

$$VPN=-101\ 566,82$$

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

7% VPN=-101 566,82

TIR VPN=0

8% VPN=-112, 963,46

Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$TIR = \left[\frac{(8-7) - (0 - (-101\,566,82))}{-112\,963,46 - (-101\,566,82)} \right] + 8$$

TIR=16,91% anual

2.2.16. Evaluación de impacto ambiental

Una definición de impacto ambiental podría determinarse como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes, con cierta magnitud y complejidad, originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana.

Un estudio de impacto ambiental es un documento que describe las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

La evaluación de impacto ambiental, es el análisis de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales, que estos están en condiciones de proporcionar.

Algunos de los fines cubiertos por el estudio del impacto ambiental son:

- a. Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- b. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- c. Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- d. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- e. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Control ambiental

Residuos y/o contaminantes que serán generados (en cantidades y contenidos) durante el proceso de construcción será producto del suelo suelto y el polvo, el cual será remojado para minimizar el impacto. Tanto en la etapa de construcción como en la de operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, ni humo a la atmósfera.

Recursos naturales que serán aprovechados en las diferentes etapas: se utilizará piedra, arena para la construcción de la cajas de válvulas, tanque de distribución, obras de captación, además el suelo removido durante el zanjeo,

se aprovechará para cubrir la tubería. Será utilizado en el proceso: cal, cemento, tubería pvc, hierro, arena, piedrin, solvente, agua, piedra bola y madera.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), es muy importante, ya que da la oportunidad de realizar proyectos reales, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica del estudiante, razón por la cual se constituye en un importante complemento por la adquisición de experiencia y criterio técnico.
2. El proyecto de introducción de agua potable desde el punto de vista financiero, no es viable, ya que en el tiempo de vida que tiene el proyecto no se recuperará la inversión; sin embargo, los beneficios sociales son de gran magnitud, muy difíciles de cuantificar en términos monetarios.
3. El costo al que asciende el proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable es: Q274 271,09 (doscientos setenta y cuatro mil doscientos setenta y uno con nueve centavos) con una longitud de 2 642,72 metros lineales; el costo unitario por usuario es de Q103,78, valor que se considera aceptable para las instituciones que financian este tipo de proyectos.
4. La distribución de ambientes necesarios de la edificación del centro de salud, se realizó cumpliendo con los requerimientos que la jefatura del área de salud, autoridades municipales y COCODE solicitaron, con el propósito de que reuniera las condiciones que demanda una edificación de esta naturaleza, sobre todo por ser una edificio de uso público y que en caso de emergencia tiene que garantizarse su funcionamiento.

RECOMENDACIONES

1. A la Facultad de Ingeniería

Incorporar dentro de la formación académica, nuevos métodos de aprendizaje para la formación de nuevos profesionales.

2. A la Municipalidad de Guanagazapa

Capacitar a los miembros delCOCODEy autoridades de la comunidadSan Rafael Cacaotal, en lo concerniente a gestión de proyectos.

Promover entre los usuarios de los proyectossu buen manejo y mantenimiento.

3. A las autoridades de la comunidad de San Rafael Cacaotal

Promover la participación de pobladores en la ejecución de los proyectos, principalmente con el aporte de mano de obra no calificada, cuidado y mantenimiento de la obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ CUTZAL, Samuel Eduardo. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Cantón San Isidro y edificación escolar de dos niveles en la cabecera municipal de Olintepeque, Departamento de Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 170 p.
2. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 155 p.
3. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 13a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
4. PAZ CHACÓN, Sindy Anabella. *Diseño del edificio escolar de dos niveles, para la aldea El Manzanillo y sistema de alcantarillado sanitario, para el sector sur del casco urbano de San Lucas Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 162 p.
5. POZ CHOZ, Lester Guillermo. *Planificación y diseño del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Casa Blanca y diseño de mercado municipal, municipio de Salcajá, Departamento de Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 175 p.

ANEXOS

Anexo 1

Diámetros internos de tubería PVC para diseño de acueductos

Diámetro comercial	Diámetro interior 100 psi	Diámetro interior 125 psi	Diámetro interior 160 psi	Diámetro interior 250 psi	Diámetro interior 315 psi
1/2"					0,716
3/4"				0,926	
1"			1,195	1,161	
1 1/4"			1,532	1,464	
1 1/2"			1,754	1,676	
2"			2,193	2,095	
2 1/2"			2,655	2,537	
3"		3,284	3,230	3,088	
4"	4,280	4,224	4,154	3,970	
6"	6,301	6,217	6,115	5,845	
8"	8,205	8,095	7,961	7,609	

Fuente: Durman Esquivel.

Anexo 2

Método SEAOC, factor Z para sismos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0
Daño menor (intensidades 5 y 6 EMM)	1	0,25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0,50
Daño mayor (intensidad 8 y más EMM)	3	1

Método SEAOC, factor I importancia de la estructura

TIPO DE ESTRUCTURA	FACTOR
Estructuras vitales	1,50
Estructuras normales	1

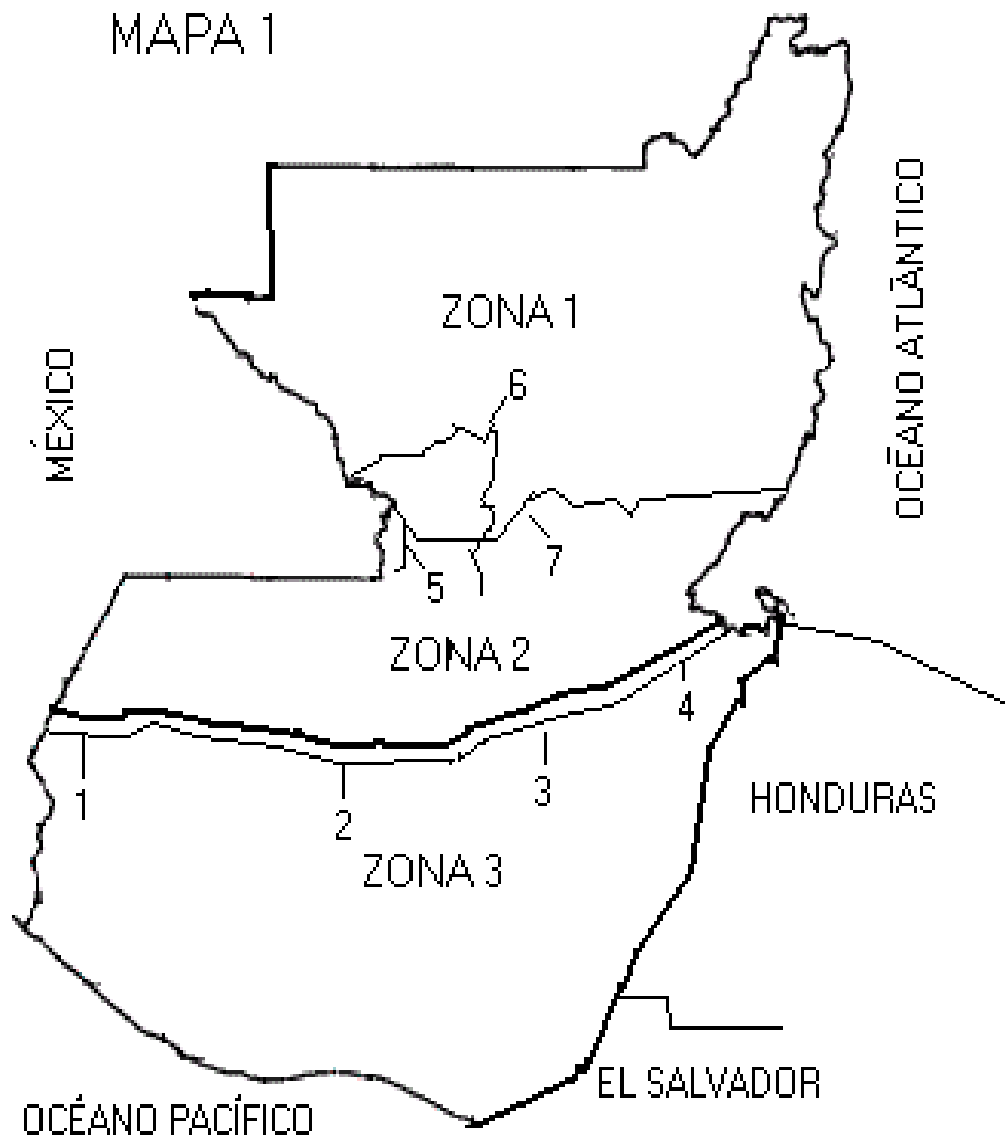
Método SEAOC, factor K tipo de la estructura

TIPO DE ESTRUCTURA	FACTOR
Estructuras de edificios	0,67-1,33
Estructuras no considerados como edificios	2
Torres	3
Tanques elevados (llenos)	2,50

Fuente: UBC

Anexo 3

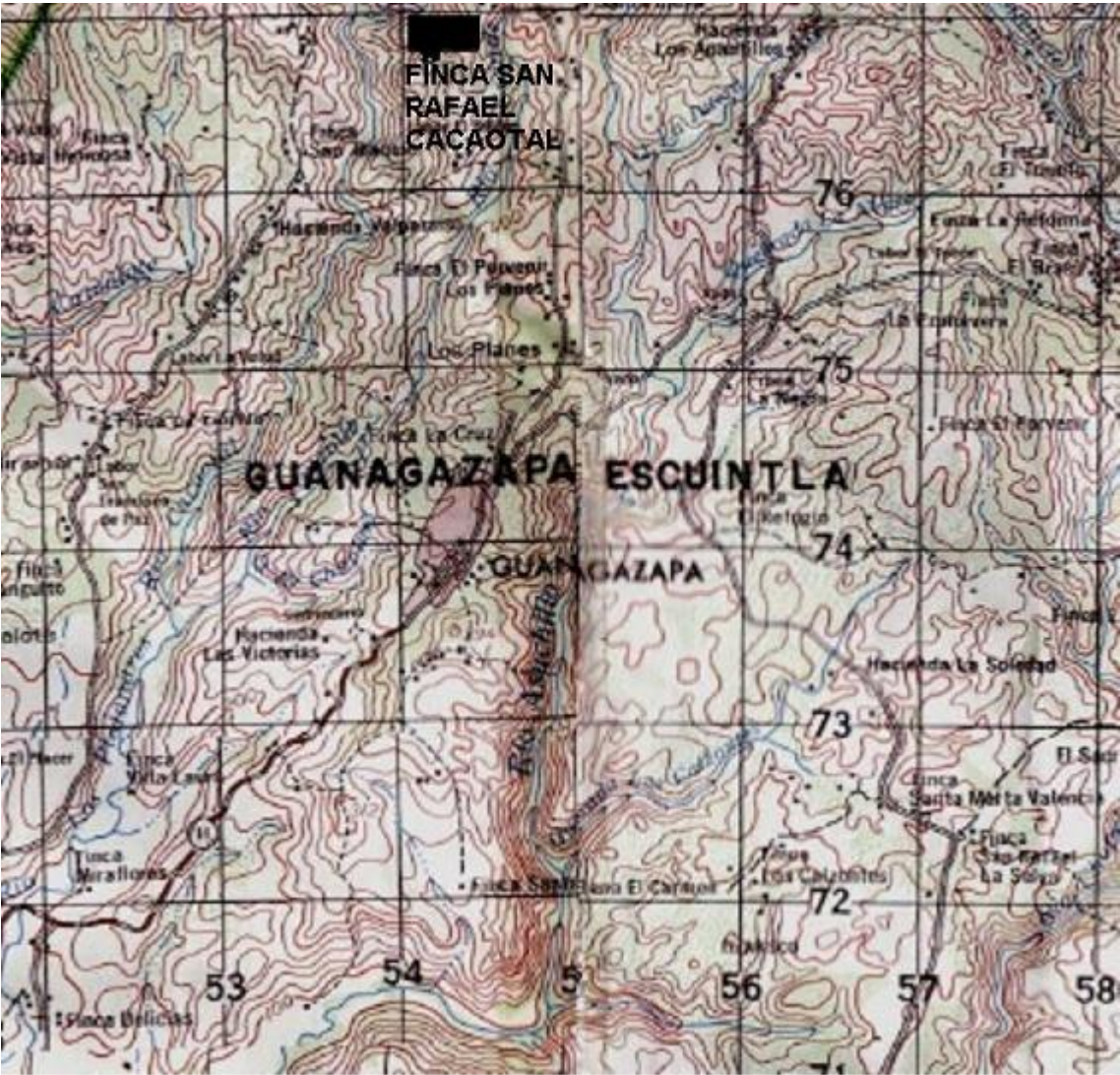
Zonas sísmicas propuesta para Guatemala



Fuente: Atlas Nacional, Guatemala 1972, Instituto Geográfico.

Anexo 4

Mapa de ubicación y localización



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Anexo 5

Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr



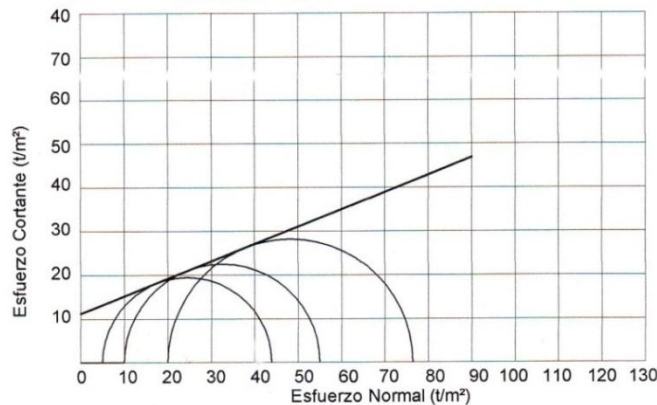
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12625

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 066 S.S. O.T.: 26,598
 INTERESADO: Hengelt Guillermo Escobedo Porras
 PROYECTO: EPS-Diseño de edificación de dos niveles para centro de salud.
 UBICACIÓN: Municipio de Guanagazapa, Escuintla.
 Fecha: 16 de febrero de 2010.
 pozo: 1 Profundidad: 1.20 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 21.63^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 11.2 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arcillo arenoso color café.
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (t/m ²)	38.88	44.98	56.40
PRESION INTERSTICIAL u (t/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2.0	3.5	5.5
DENSIDAD SECA (t/m ³)	1.20	1.20	1.20
DENSIDAD HUMEDA (t/m ³)	1.66	1.66	1.66
HUMEDAD (%)	38.9	38.9	38.9

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Mediano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: CII/USAC

Análisis fisicoquímico sanitario



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004351

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO				INF. No. 23 951	
O.T. No. 26 599					
INTERESADO:	HENGELT GUILLERMO ESCOBEDO PORRAS (CARNÉ No. 200430587)		PROYECTO:	EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San Rafael Guanagazapa, Escuintla"	
RECOLECTADA POR:	Interesado		DEPENDENCIA:	USAC-FACULTAD DE INGENIERÍA	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	San Rafael Escuintla		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2010-02-10; 10 h 30 min.	
FUENTE:	Rio		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2010-02-10; 15 h 00 min.	
MUNICIPIO:	Guanagazapa		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Escuintla				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	- - ° C
2. COLOR:	05,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	130,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	01,70 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,40 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,06	6. CLORUROS (Cl ⁻)	07,50	11. SOLIDOS TOTALES	89,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,0046	7. FEUORUROS (F ⁻)	00,17	12. SOLIDOS VOLÁTILES	11,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	05,06	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	78,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	00,001	10. DUREZA TOTAL	66,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	69,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	66,00	66,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21TH EDITION 2 005, NORMA COGUANOR N.º 001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2010-02-15

Vo.Bo.
Inga. Telma Matijela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenon Much Sain
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: CII/USAC

Examen bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 004352

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-307 268	
O.T. No. 26 599			
INTERESADO	HENGELT GUILLERMO ESCOBEDO PORRAS (Carné No.200430587)	PROYECTO:	EPS " Diseño el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San Rafael, Guanagazapa Escuintla"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	San Rafael Escuintla	FECHA DE RECOLECCIÓN:	2010-02-10; 10 h30 min.
FUENTE:	Río	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2010-02-10; 15 h 00 Min
MUNICIPIO:	Guanagazapa	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Escuintla	SABOR:	----- SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Lig. cantidad
ASPECTO:	Claro	OLOR:	Inodora
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		≥ 16 x 10 ²	≥ 16 x 10 ²
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad Bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua potable. Guatemala, 2010 -02-15			
Vo.Bo.	 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	 Zenán Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: CII/USAC

Anexo 6

Coeficientes para momentos negativos en losas

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

donde w = carga muerta más viva uniforme total

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

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: diseño de estructuras de concreto.

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas

$$M_{l, pos, dl} = C_{a, dl} w l_b^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta uniforme total}$$

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación l_b	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036 $C_{b, dl}$ 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040 $C_{b, dl}$ 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045 $C_{b, dl}$ 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050 $C_{b, dl}$ 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056 $C_{b, dl}$ 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061 $C_{b, dl}$ 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068 $C_{b, dl}$ 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074 $C_{b, dl}$ 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081 $C_{b, dl}$ 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088 $C_{b, dl}$ 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095 $C_{b, dl}$ 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: diseño de estructuras de concreto

Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas

$$M_{a,posit,lt} = C_{a,lt} w l^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b,posit,lt} = C_{b,lt} w l^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.00	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50	$C_{a,lt}$ $C_{b,lt}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo, un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: diseño de estructuras de concreto.

Anexo 7

Valores de precipitación en Escuintla

DATOS DE PRECIPITACIÓN DE ESTACION GUANAGAZAPA, ESCUINTLA													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	0,0	51,3	82,7	277,0	515,2	437,3	468,2	307,1	386,6	551,4	47,8	66,2	3190,8
1991	5,0	0,0	32,3	105,4	581,5	455,4	166,2	153,0	400,4	582,7	41,9	71,3	2595,1
1992	0,9	6,1	99,6	82,9	256,3	409,3	173,2	417,1	600,2	122,6	208,8	0,0	2377,0
1993	21,5	19,4	35,7	242,6	612,1	475,6	261,2	341,0	577,1	339,0	148,6	0,0	3073,8
1994	0,0	0,0	0,3	185,4	339,9	292,6	223,4	453,0	295,4	609,0	275,8	7,9	2682,7
1995	0,0	0,0	27,9	252,1	279,4	452,1	320,0	916,0	560,0	537,7	66,1	35,9	3447,2
1996	37,6	0,0	23,9	275,1	832,2	678,4	370,6	294,5	1021,2	544,1	100,6	2,0	4180,2
1997	17,7	51,3	3,5	143,1	192,8	584,3	253,7	200,6	636,5	437,7	251,4	57,3	2829,9
1998	0,0	0,0	5,9	11,0	250,4	225,0	349,0	341,2	207,2	635,1	304,6	47,8	2377,2
1999	45,7	0,0	78,2	138,5	365,4	519,0	439,5	284,4	620,8	647,7	84,9	14,7	3238,8
2000	0,0	0,0	5,8	126,6	329,8	469,6	234,0	412,5	497,5	233,0	137,7	0,0	2446,5
2001	18,5	0,0	193,6	193,6	7,6	515,2	275,7	273,7	441,9	215,9	105,9	0,0	2241,6
2002	0,0	0,0	15,7	117,2	427,6	515,2	337,7	199,3	448,4	624,0	144,0	0,0	2829,1
2003	0,6	18,9	42,8	110,8	503,2	475,3	417,4	289,7	469,7	413,9	131,1	0,2	2873,0

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE

Apéndice A

Libreta topográfica Sistema de abastecimiento de agua potable

EST.	P.O.	AZIMUT			HILOS			A. ZENITAL			DIST	COTA
		G	M	S	hs	hm	hi	G	M	S		
	E-0	0	0	0							0	1,000.00
E-0	E-1	161	34	30	0	0	0	0	0	0	35.55	981.47
E-1	E-2	186	19	14	0.91	0.755	0.6	94	70	28	30.748	979.31
E-2	E-3	192	51	42	0.635	0.55	0.465	91	25	30	16.989	979.76
E-3	E-4	219	1	28	1.88	1.76	1.64	90	50	9	23.995	979.15
E-4	E-5	284	26	42	0.51	0.46	0.41	104	34	3	9.367	977.60
E-5	E-6	288	47	50	0.8	0.475	0.15	91	58	12	64.923	976.37
E-6	E-7	252	43	28	0.62	0.41	0.2	93	16	50	41.862	974.88
E-7	E-8	213	23	4	2.18	1.99	1.8	82	57	8	37.428	978.98
E-8	E-9	222	8	36	2.61	2.51	2.41	94	7	30	19.897	976.44
E-9	E-10	187	47	52	1.17	0.685	0.2	88	32	46	96.938	979.59
E-10	E-11	166	68	53	1.72	1.565	1.41	93	14	29	30.901	977.55
E-11	E-12	144	23	19	0.93	0.64	0.35	109	54	48	51.272	959.82
E-12	E-13	185	2	8	0.815	0.6075	0.4	85	5	32	41.196	964.22
E-13	E-14	154	36	4	1.17	0.89	0.61	89	51	54	56.000	964.91
E-14	E-15	180	24	14	0.87	0.68	0.49	81	42	15	37.209	971.10
E-15	E-16	108	33	15	1.6	1.345	1.09	88	24	3	50.960	972.58
E-16	E-17	121	9	16	2	1.745	1.49	77	36	6	48.649	982.95
E-17	E-18	82	35	14	0.96	0.79	0.62	83	40	34	33.587	987.22
E-18	E-19	73	24	54	1.07	0.775	0.48	98	5	40	57.830	979.54
E-19	E-20	61	9	8	2.58	2.39	2.2	102	57	7	36.091	970.29
E-20	E-21	18	37	30	2.26	1.865	1.47	102	26	22	75.334	953.31
E-21	E-22	105	11	27	1.63	1.375	1.12	84	59	14	50.611	957.87
E-22	E-23	105	9	29	2.605	2.519	2.433	81	58	19	16.865	959.15
E-23	E-24	96	16	55	2	1.57	1.14	83	24	12	84.865	968.82
E-24	E-25	99	7	53	1.02	0.865	0.71	83	34	14	30.611	972.83
E-25	E-26	104	41	37	1.86	1.78	1.7	81	54	28	15.683	974.82
E-26	E-27	98	23	40	0.85	0.815	0.78	90	59	18	6.998	975.44

Continuación libreta topográfica. Sistema de abastecimiento de agua potable

EST.	P.O.	AZIMUT			HILOS			A. ZENITAL			DIST	COTA
		G	M	S	hs	hm	hi	G	M	S		
E-27	E-0	93	20	23	0.805	0.7725	0.74	101	19	10	6.250	974.972
E-0	E-1	98	23	36	0.99	0.77	0.55	108	24	17	39.614	962.581
E-1	E-2	97	6	36	1.09	0.92	0.75	103	58	13	32.018	955.255
E-2	E-3	102	2	29	0.58	0.47	0.36	106	57	51	20.127	950.166
E-3	E-4	125	13	33	0.71	0.555	0.4	113	14	19	26.174	939.902
E-4	E-5	150	30	50	0.69	0.445	0.2	94	18	34	48.723	937.365
E-5	E-6	127	46	39	0.9	0.675	0.45	95	38	2	44.566	933.794
E-6	E-7	121	13	3	1.64	1.055	0.47	96	35	56	115.455	920.932
E-7	E-7,1	31	25	11	1.62	1.185	0.75	100	16	52	84.229	906.099
	E-7,2	31	22	1	2	1.1	0.2	95	34	16	178.304	904.070
E-7	E-8	113	20	59	0.69	0.445	0.2	95	4	56	48.615	917.794
E-8	E-8,1	31	5	47	1.39	1.045	0.7	93	24	45	68.756	914.209
E-8,1	E-8,2	29	53	6	1.41	0.895	0.38	97	14	22	101.364	901.998
E-8	E-9	118	0	44	1.6	1.355	1.11	92	45	2	48.887	915.650
E-9	E-9,1	29	8	42	1.25	0.925	0.6	88	46	33	64.970	917.683
E-9,1	E-9,2	28	26	9	1.56	1.225	0.89	98	30	46	65.532	908.210
E-9	E-10	124	2	58	0.84	0.595	0.35	98	43	27	47.873	909.279
E-10	E-11	101	40	24	1.92	1.58	1.24	95	14	14	67.433	903.118
E-11	E-11,1	34	9	58	1.03	0.77	0.51	91	58	1	51.939	902.144
	E-11,2	35	43	54	1.47	1.045	0.62	88	46	48	84.961	905.462
E-11,2	E-11,3	36	40	37	0.59	0.38	0.17	97	34	27	41.270	901.164
E-11	E-12	129	40	48	1.14	0.89	0.64	92	4	54	49.934	901.993
E-12	E-12,1	35	8	1	1.01	0.785	0.56	96	54	34	44.349	897.403
E-12	E-13	126	49	50	0.74	0.505	0.27	88	30	27	46.968	904.281
E-13	E-13,1	39	18	14	2	1.825	1.65	87	41	25	34.943	905.466
E-13,1	E-13,2	38	12	9	0.59	0.425	0.26	99	43	53	32.057	901.043
E-13,2	E-13,3	38	7	56	1.22	0.995	0.77	100	15	31	43.573	893.722
E-13	E-14	128	4	1	0.85	0.56	0.27	84	47	43	57.523	910.561
E-14	E-14,1	32	4	34	1.3	1.18	1.06	92	56	14	23.937	909.743
E-14,1	E-14,2	35	5	34	1.71	1.42	1.13	99	56	34	56.271	899.989

Fuente: elaboración propia

Apéndice B

Cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

DISEÑO LÍNEA DE CONDUCCIÓN, COMUNIDAD SAN RAFAEL CACAOTAL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA												
EST	PO	COTA		LONGITUD (m)	CAUDAL (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL	Ø COMERCIAL	hf DISPONIBLE (m)	hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)
		INICIAL	FINAL									
0	18	1000	987,220	727,47	0,99	150	1,58	2,193	2	12,780	2,562	0,406
18	27	987,220	975,440	374,89	0,99	150	1,23	1,532	1,25	21,998	7,574	0,833

COTA PIEZOMÉTRICA			
INICIAL	FINAL	PRESIÓN ESTÁTICA	PRESIÓN DINÁMICA
1000	997,438	12,780	10,218
997,438	989,863	34,778	14,423

TUBOS PVC	PSI TUBERÍA
128	160
66	160

Continuación cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

DISEÑO RED PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA														
EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst. (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL (in)	Ø COMERCIAL (in)	hf DISPONIBLE (m)	hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
27	7	975.44	920.930	332.93	1.771	150	1.24	1.532	1.25	54.510	19.724	1.489	975.44	955.716
7	8	920.930	917.790	48.62	1.308	150	0.80	1.195	1	37.926	5.513	1.808	955.716	950.202
8	9	917.790	915.65	48.89	0.965	150	0.73	1.195	1	34.552	3.098	1.320	950.202	947.105
9	11	915.650	903.12	115.3	0.842	150	0.79	1.195	1	43.985	5.789	1.164	947.105	941.315
11	12	903.120	901.99	49.93	0.512	150	0.66	1.195	1	39.325	0.999	0.708	941.315	940.316
12	13	901.990	904.28	46.97	0.382	150	0.51	1.195	1	36.036	0.546	0.528	940.316	939.770

PRESIÓN ESTÁTICA	PRESIÓN DINÁMICA	TUBOS PVC	PSI TUBERÍA
54.510	34.786	59	160
57.650	32.412	9	160
59.790	31.455	9	160
72.320	38.195	21	160
73.450	38.326	9	160
71.160	35.490	9	160

Continuación cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

DISEÑO RAMAL 1 DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA														
EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL (in)	Ø COMERCIAL (in)	Hf DISPONIBLE (m)	Hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
7	7.2	920.93	904.070	178.3	0.719	150	0.79	0.926	0.75	51.646	23.166	1.686	985.716	932.550
						PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA		TUBOS PVC		PSI TUBERÍA		
						71.370		28.480		32		250		

DISEÑO RAMAL 2 DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA														
EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL (in)	Ø COMERCIAL (in)	Hf DISPONIBLE (m)	Hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
8	8.2	917.79	901.980	170.11	0.671	150	0.77	0.926	0.75	48.212	19.422	1.544	950.202	830.781
						PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA		TUBOS PVC		PSI TUBERÍA		
						73.450		28.791		30		250		

Continuación cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

DISEÑO RAMAL 3 DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA														
EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst. (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL (in)	Ø COMERCIAL (in)	hf DISPONIBLE (m)	hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
9	9.2	915.65	908.210	130.5	0.424	150	0.64	0.926	0.75	38.895	6.384	0.977	947.105	940.721

PRESIÓN ESTÁTICA	67,230
PRESIÓN DINÁMICA	32,511
PSI TUBERÍA	250

DISEÑO RAMAL 4 DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA														
EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst. (l/s)	C	Ø TEÓRICO (pig)	Ø INTERNO COMERCIAL (pig)	Ø COMERCIAL (pig)	hf DISPONIBLE (m)	hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
11	11.3	903.12	901.160	126.23	0.618	150	0.73	0.926	0.75	40.155	12.400	1.424	941.315	928.915

PRESIÓN ESTÁTICA	74,280
PRESIÓN DINÁMICA	27,755
PSI TUBERÍA	250

Continuación cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

DISEÑO RAMAL 5 DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst. (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL (in)	Ø COMERCIAL (in)	hf DISPONIBLE (m)	hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
12	12.1	901.99	897.400	44.35	0.397	150	0.49	0.926	0.75	42,916	1,917	0.914	940,316	938,389

PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA		TUBOS PVC		PSI TUBERÍA	
78,040		40,999		8		250	

DISEÑO RAMAL 6 DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst. (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL (in)	Ø COMERCIAL (in)	hf DISPONIBLE (m)	hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
13	13.3	904.28	893.720	110.57	0.474	150	0.62	0.926	0.75	46,050	6,649	1.092	939,770	933,121

PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA		TUBOS PVC		PSI TUBERÍA	
81,720		39,401		20		250	

DISEÑO RAMAL 7 DE DISTRIBUCIÓN , COMUNIDAD SAN RAFAEL, MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

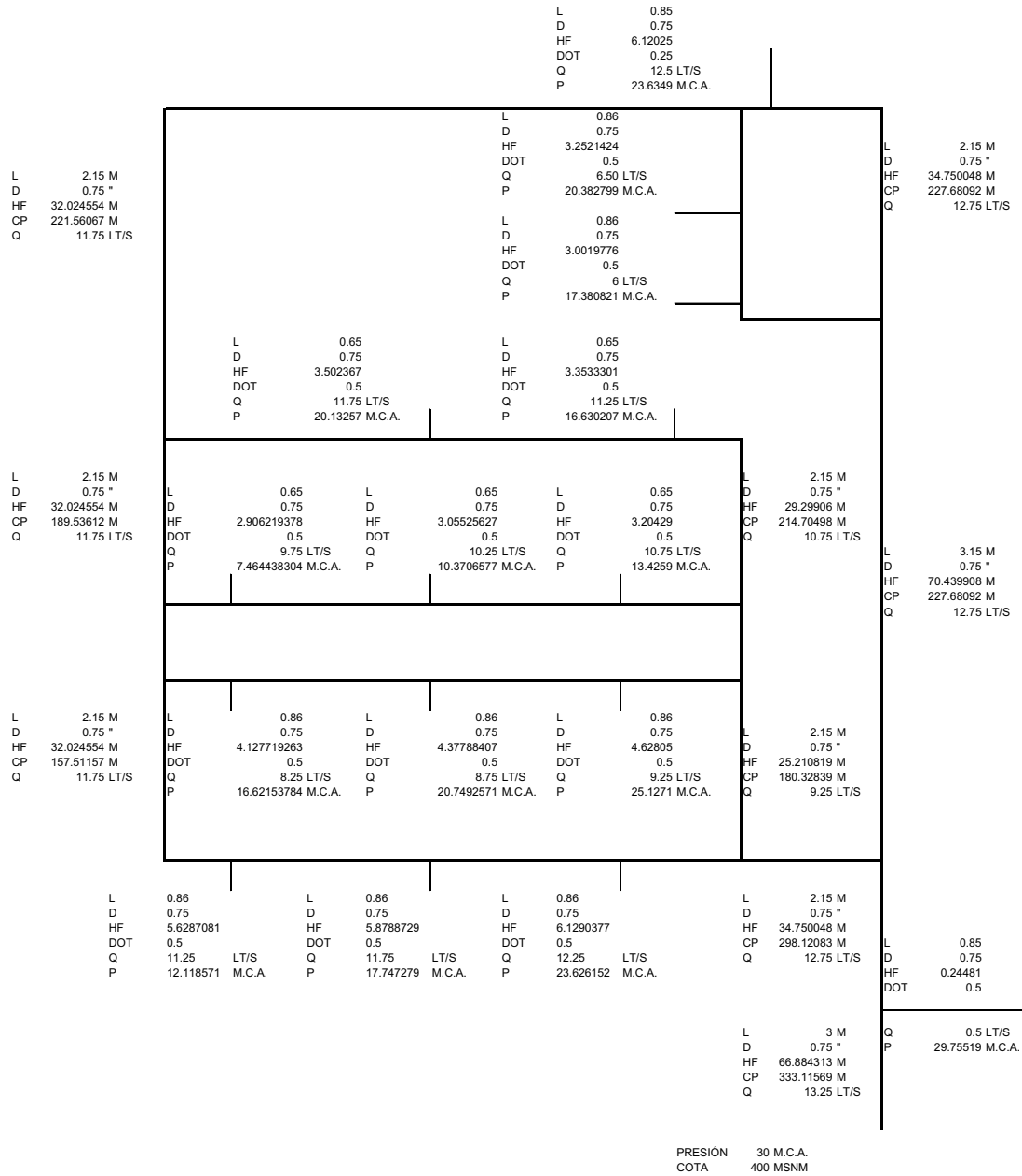
EST	PO	COTA		LONGITU D (m)	Qinst. (l/s)	C	Ø TEÓRICO (in)	Ø INTERNO COMERCIAL (in)	Ø COMERCIAL (in)	hf DISPONIBLE (m)	hf REAL (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL
13	14.2	904.28	899,990	137.73	0.636	150	0.75	0.926	0.75	39,780	14,265	1.465	939,770	925,505

PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA		TUBOS PVC		PSI TUBERÍA	
75,460		25,515		25		250	

Fuente: elaboración propia.

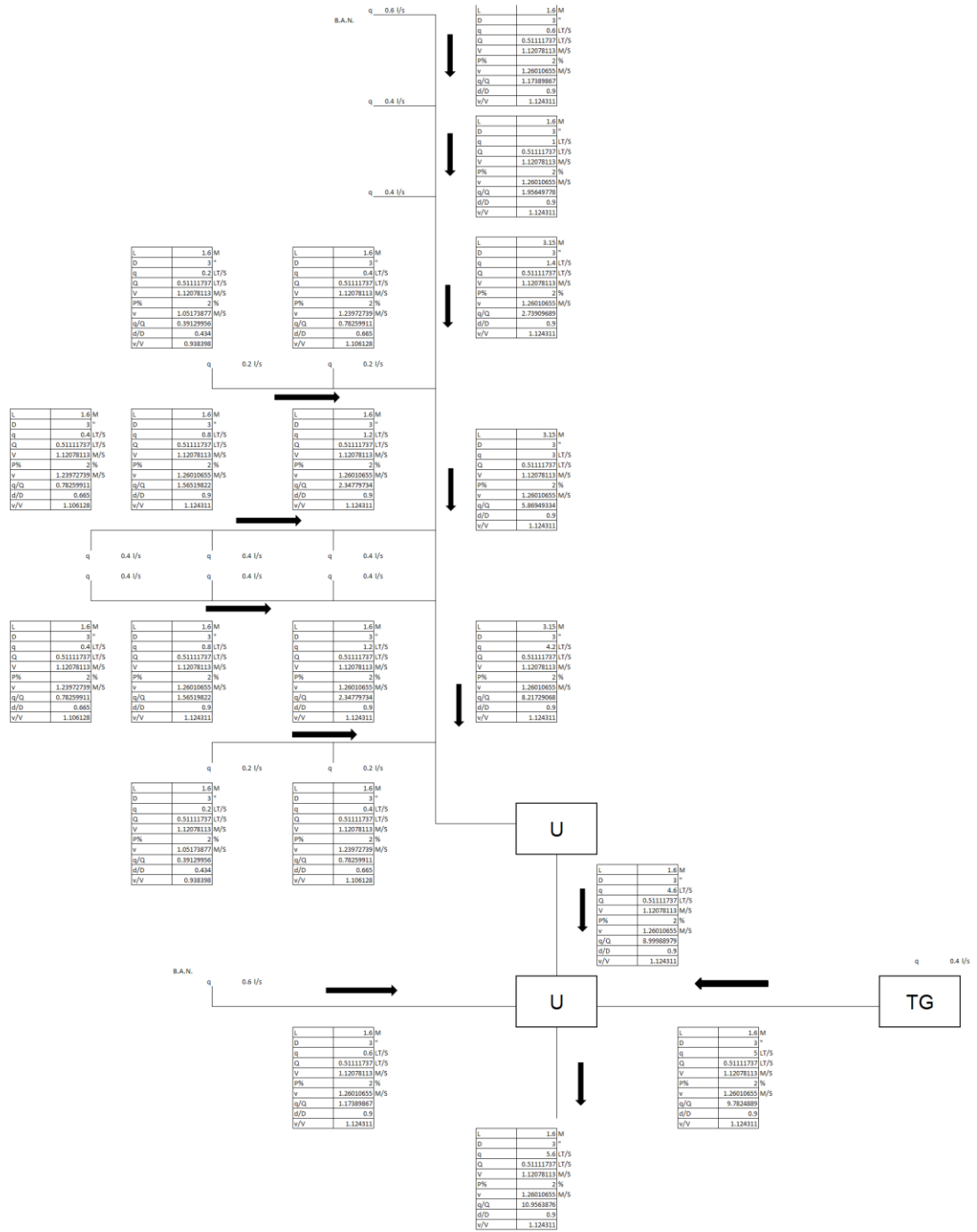
Apéndice C

Diseño hidráulico

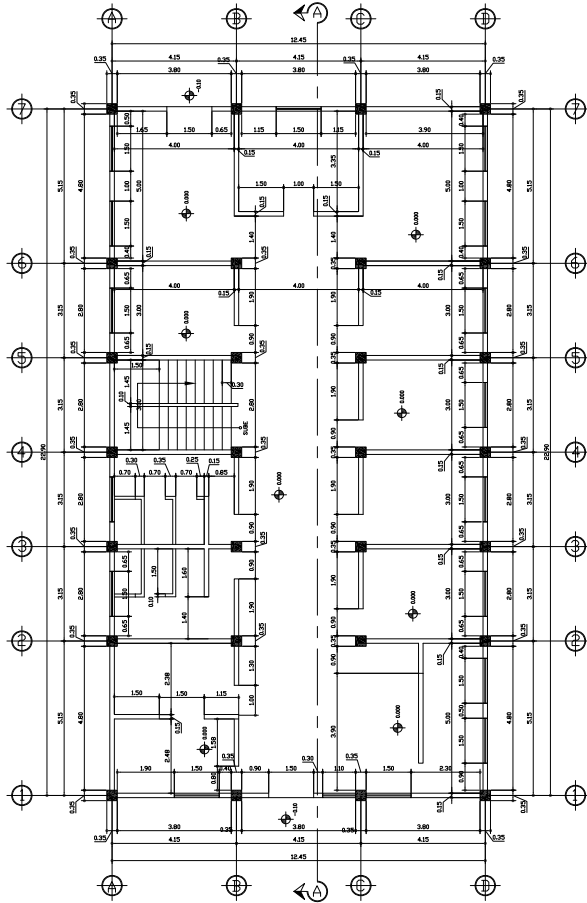


Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Diseño de drenajes

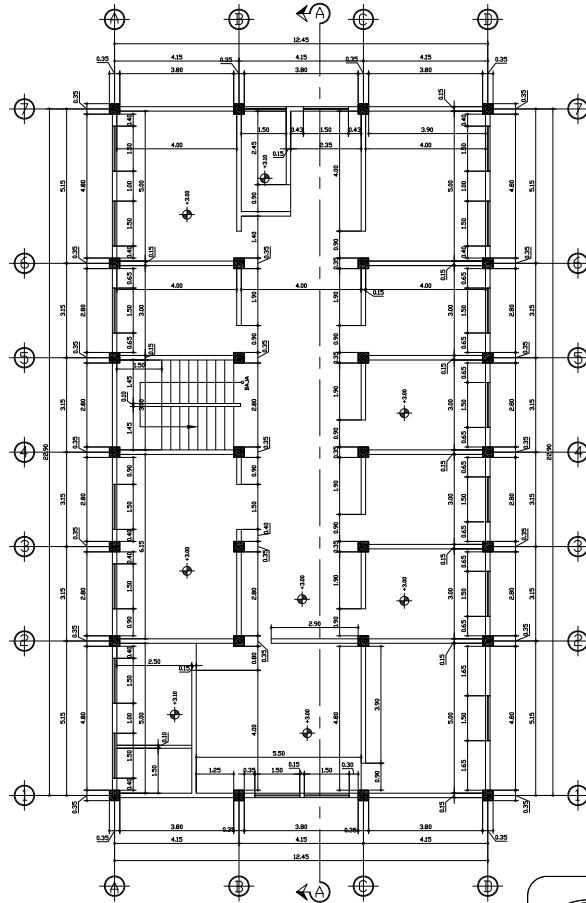


Fuente: elaboración propia.



PLANTA DE COTAS
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:75



PLANTA DE COTAS
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA
CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA ACOTADA**

ESTUDIANTE:
HENGELT ESCOBEDO P.

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

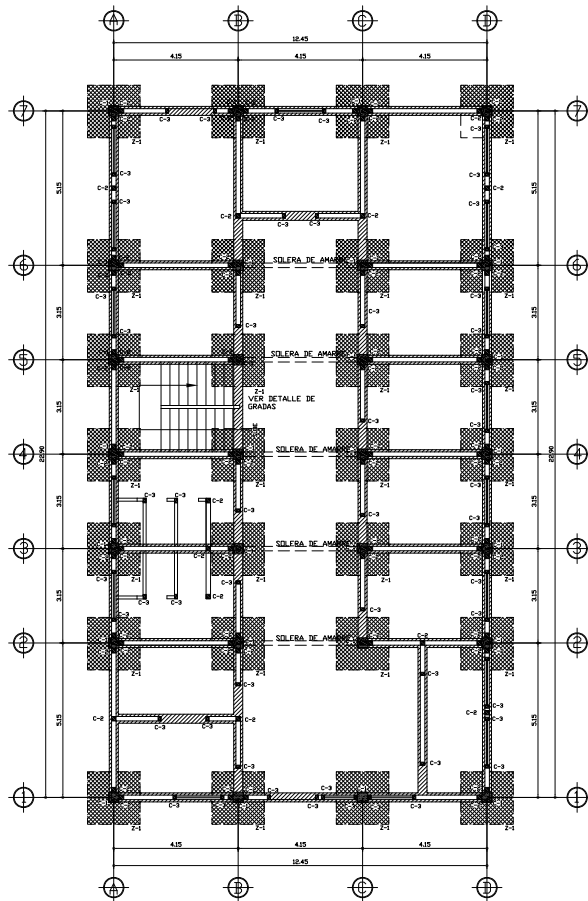
HQJA

01
15

ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJÍA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL

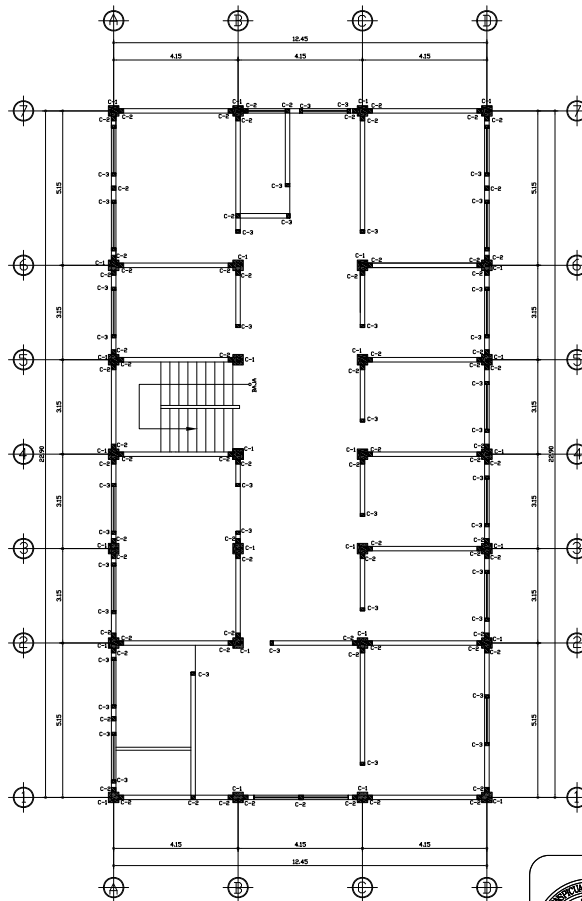
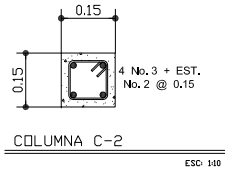
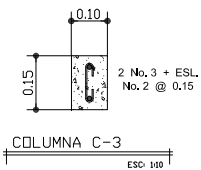
DISEÑO: **H.G.E.P.**
CALCULO: **H.G.E.P.**
DIBUJO: **H.G.E.P.**
ESCALA: **INDICADA**
FECHA:



PLANTA DE CIMENTACION E INDICACION DE COLUMNAS

PRIMER NIVEL

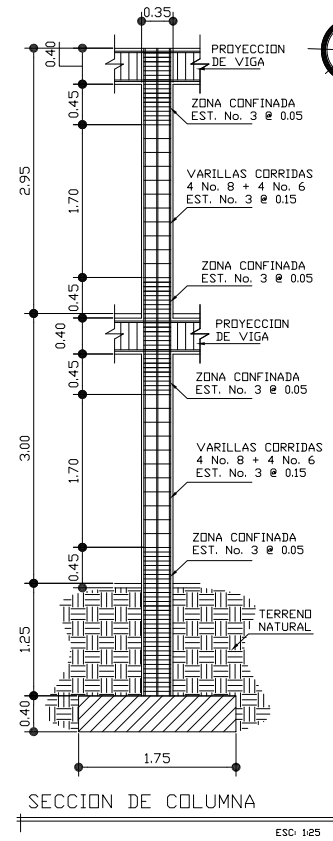
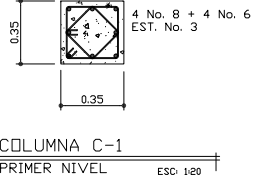
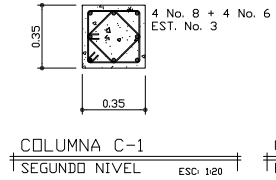
ESCALA: 1:100



PLANTA DE CIMENTACION E INDICACION DE COLUMNAS

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION E INDICACION DE COLUMNAS

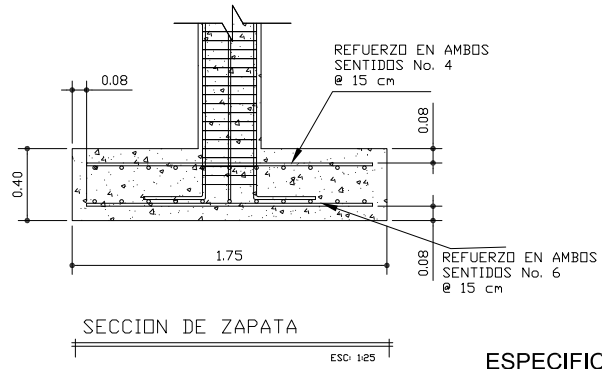
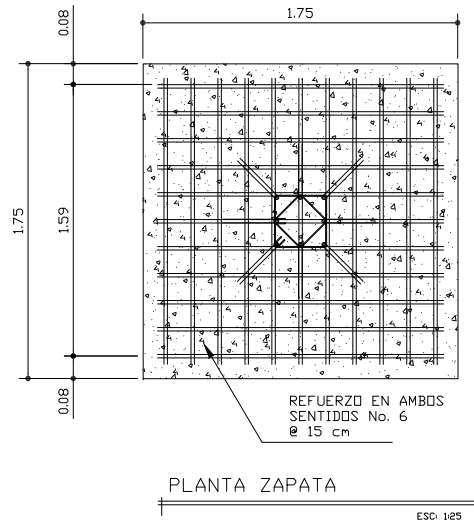
ESTUDIANTE: HENGELT ESCOBEDO P. CARNET: 2004-30587

Vo.Bo. HOJA

03
15

DISEÑO: H.G.E.P.
CALCULO: H.G.E.P.
DIBUJO: H.G.E.P.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

ING. JUAN MERCK ASesor EPS WILSON MEJIA GAITAN ALCALDE MUNICIPAL



LONGITUD DE DESARROLLO	
No.	LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA (cms)
3	15 cm
4	20 cm
5	25 cm
6	25 cm
7	30 cm
8	30,48 cm
CIMENTOS, VIGAS, LOSAS Y COLUMNAS	

ESPECIFICACIONES:

$F'c = 3,000 \text{ PSI}$
 $Fy = 40,000 \text{ PSI}$, EN TODA LA ESTRUCTURA.
 BLOCK POMEZ $f' m = 35 \text{ Kg/cm}^2$
 AGREGADO GRUESO = 1/2"
 VALOR SOPORTE CONSIDERADO = 24 T/m² (ENSAYO TRIAXIAL)
 CARGAS VIVAS CONSIDERADAS
 CLINICAS = 350 Kg/m²
 PASILLOS = 500 Kg/m²
 TECHOS = 100 Kg/m²
 SOBRECARGAS = 80 Kg/m²
 GANCHOS ESTANDAR A 135°

NOTA VALOR SOPORTE: 24 T/m³ (ENSAYO TRIAXIAL)
 VERIFICAR CAPACIDAD SOPORTE A TRAVES DE UN ENSAYO DE SUELOS DINAMICO, PREVIO A LA CONSTRUCCION.

NOTA:

LA ESTRUCTURA ESTA DISEÑADA CON EL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MARCOS DUCTILES. LOS MUROS SON TOMADOS SOLO COMO DIVISION, NO TIENEN NINGUNA FUNCION ESTRUCTURAL, LOS MUROS NO VAN UNIDOS CON LA ESTRUCTURA, VAN SEPARADOS POR JUNTA DE CONSTRUCCION DE DUROPORT DE 1"

REFUERZO TRANSVERSAL EN ZONA DE TRASLAPES DE VIGAS

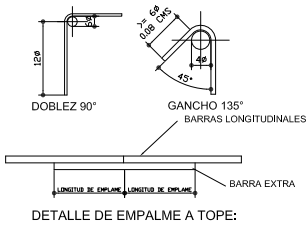
PRINCIPALES:
 EN ZONAS EN DONDE EXISTEN TRASLAPES DEL REFUERZO LONGITUDINAL, SE DEBE REDUCIR EL ESPACIAMIENTO DE REFUERZO TRANSVERSAL A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE $d/4$ A 10 cms. INDEPENDIENTEMENTE DEL REFUERZO TRANSVERSAL INDICADO EN LOS PLANOS DE DESARROLLO DE REFUERZO DE VIGAS, ES DECIR SE DEBE CUMPLIR CON LO ESPECIFICADO EN EL CODIGO ACI-318 -05 CAPITULO 21.3.2.3

RECUBRIMIENTOS MINIMOS:

1. ESTRUCTURAS FUNDIDAS DIRECTAMENTE CONTRA ES SUELO.....0.08 MTS
2. ESTRUCTURAS EXPUESTAS A CONTACTO CONTRA EL SUELO PERO FUNDIDAS CON FORMALETA0.05 MTS
3. COLUMNAS Y VIGAS PRINCIPALES..0.04 MTS
4. LOSAS0.02 MTS

GANCHOS Y DOBLECES:

LOS ESTRIBOS SE HARAN DE UNA SOLA PIEZA Y CERRADOS LOS EXTREMOS, SE HARAN CON UN GANCHO ESTANDAR DE 135° CON UNA EXTENSION DE SEIS VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA DEL ESTRIBO PERO NO MEJOR DE OCHO CMS. LOS ESLABONES SE HARAN CON GANCHOS ESTANDAR DE 135°, CON UNA EXTENSION NO MENOR DE OCHO CMS, TODOS LOS DOBLECES SE HARAN EN FRIO Y DE ACUERDO AL ACI 318 - 05



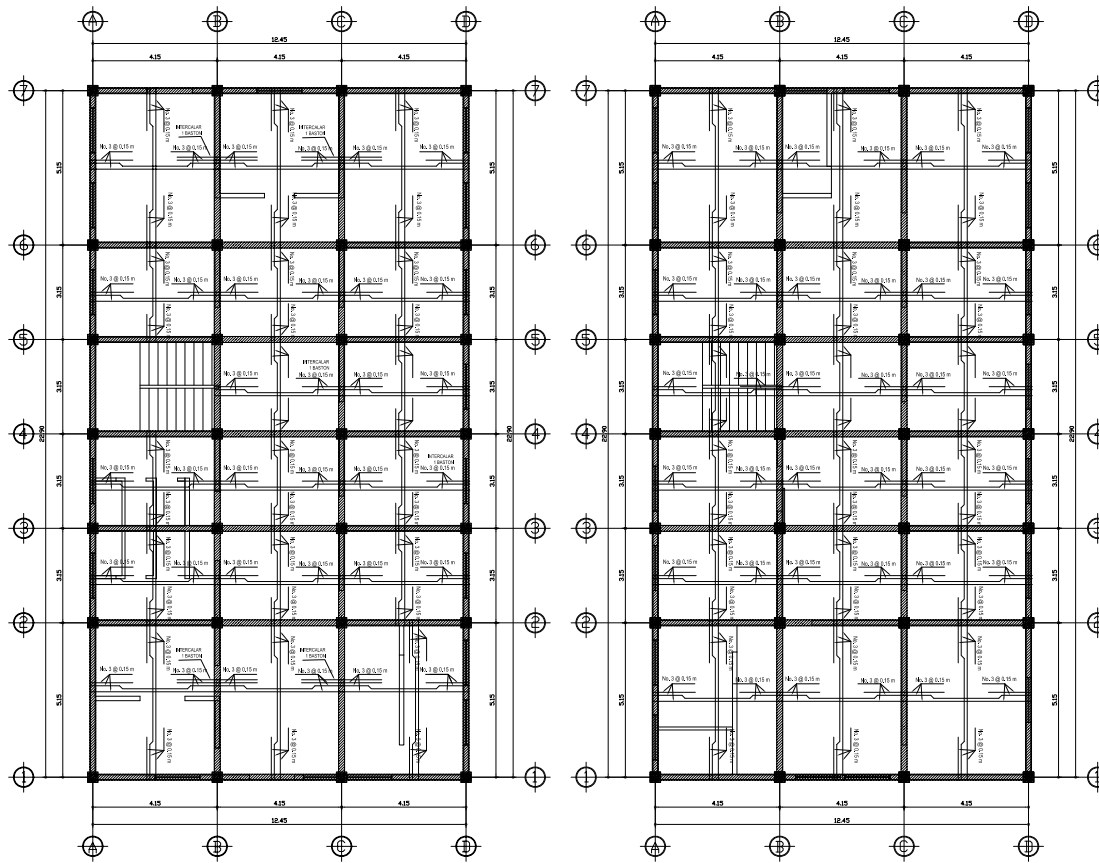
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**
 CONTENIDO: **DETALLES DE CIMENTACION**

DISEÑO: **H.G.E.P.**
 CALCULO: **H.G.E.P.**
 DIBUJO: **H.G.E.P.**
 ESCALA: **INDICADA**
 FECHA:

ESTUDIANTE: **HENGELT ESCOBEDO P.** CARNET: **2004-30587**
 Vo.Bo. HOJA **04** / **15**
 ING. JUAN MERCK ASesor EPS WILSON MEJIA GAITAN ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA DE LOSAS Y DETALLES

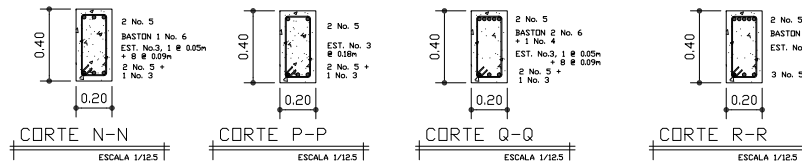
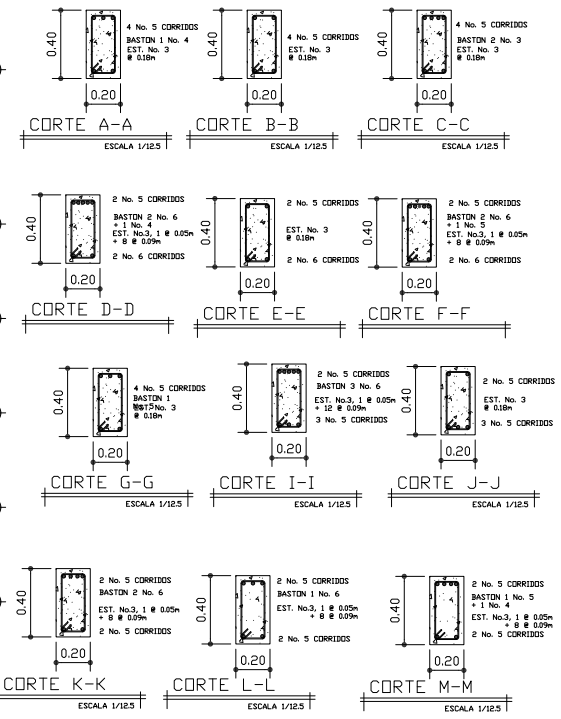
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:100

PLANTA DE LOSAS Y DETALLES

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**DISÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA
CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO:
PLANTA DE LOSAS Y DETALLES

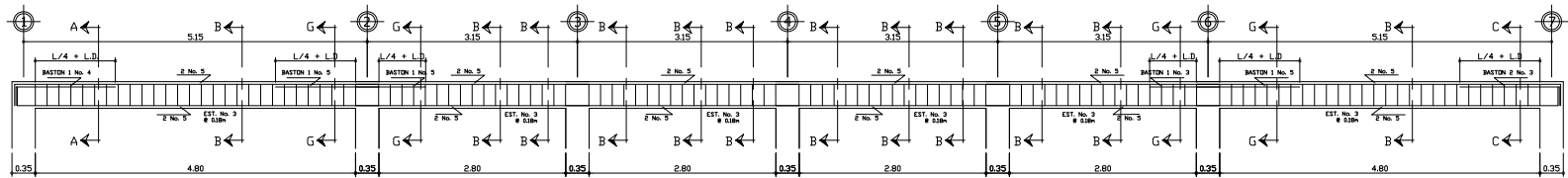
ESTUDIANTE: **HENGELT ESCOBEDO P.** CARNET: **2004-30587**

Vo.Bo. HOJA

05
15

DISEÑO: **H.G.E.P.**
CALCULO: **H.G.E.P.**
DIBUJO: **H.G.E.P.**
ESCALA: **INDICADA**
FECHA:

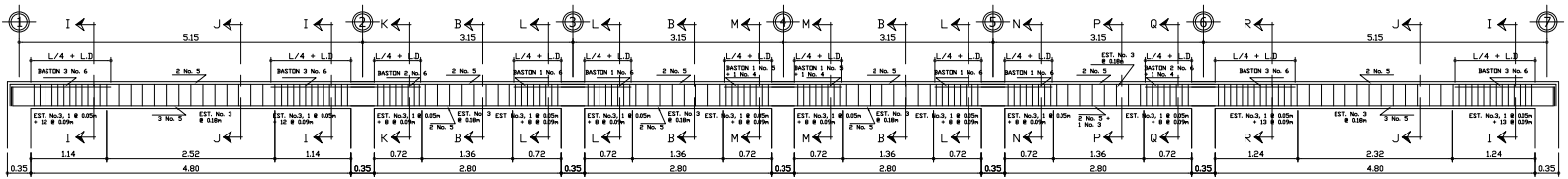
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS
WILSON MEJÍA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL



SECCION LONGITUDINAL DE MARCO "Y"

SEGUNDO NIVEL

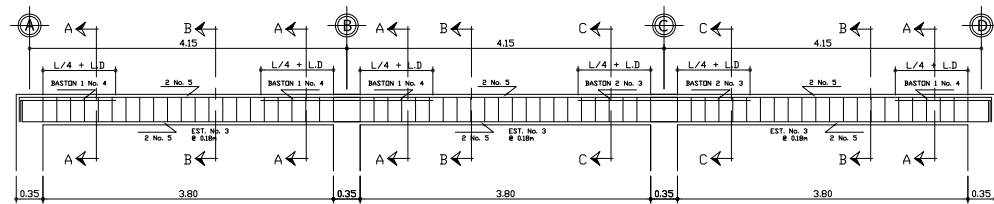
ESC: 1/50



SECCION LONGITUDINAL DE MARCO "Y"

PRIMER NIVEL

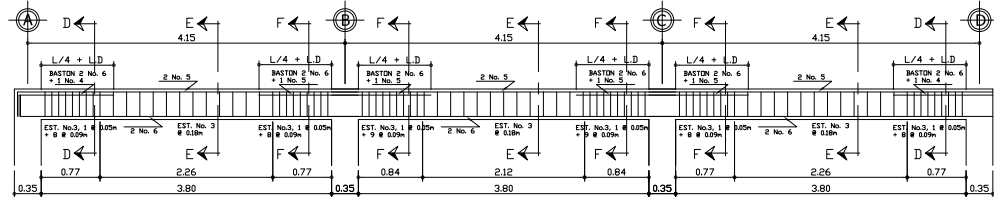
ESC: 1/50



SECCION LONGITUDINAL DE MARCO "X"

SEGUNDO NIVEL

ESC: 1/50



SECCION LONGITUDINAL DE MARCO "X"

PRIMER NIVEL

ESC: 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA
CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO:
SECCIONES DE VIGA

ESTUDIANTE:
HENGELT ESCOBEDO P.

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

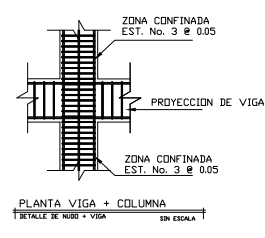
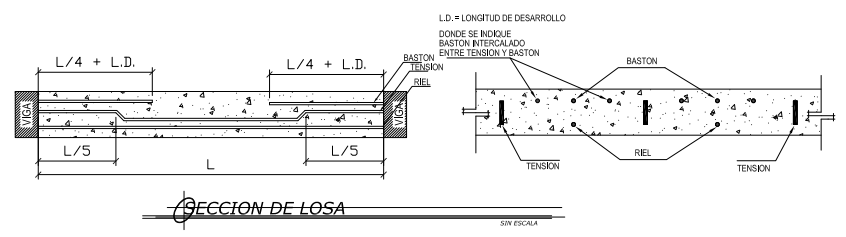
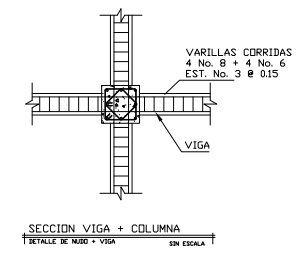
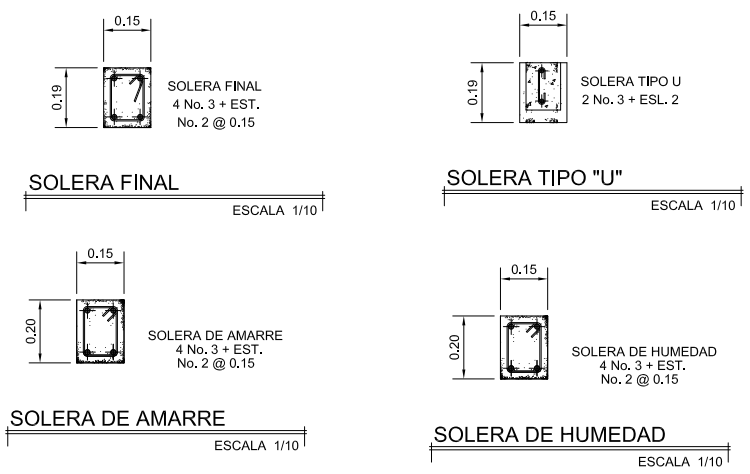
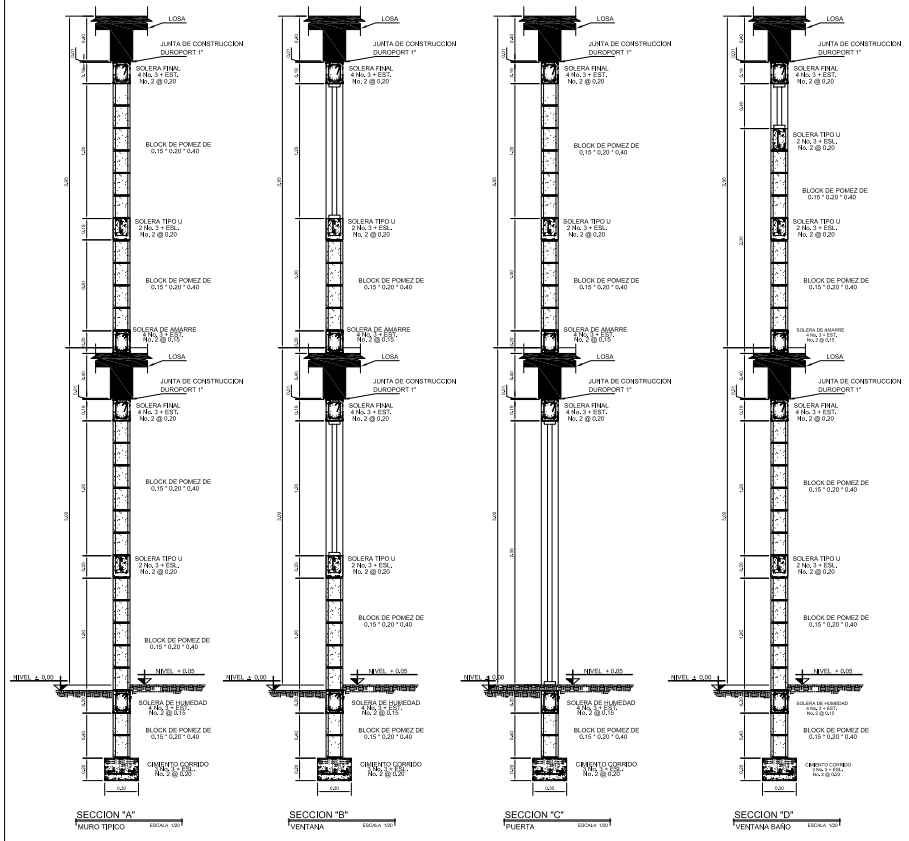
HOJA


DISEÑO: **H.G.E.P.**
CALCULO: **H.G.E.P.**
DIBUJO: **H.G.E.P.**
ESCALA: **INDICADA**
FECHA:

ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJÍA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL

06
15





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISENO DE EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: **CORTES DE MUROS Y DETALLES ESTRUCTURALES**

ESTUDIANTE: **HENGEL ESCOBEDO P.** CARNET: **2004-30587**

Vo.Bo. _____

DISEÑO: H.G.E.P.	
CALCULO: H.G.E.P.	
DIBUJO: H.G.E.P.	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: _____	

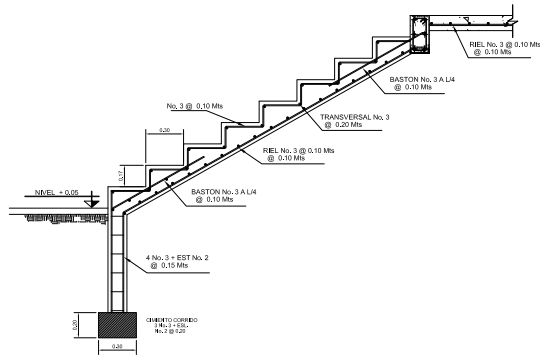
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA

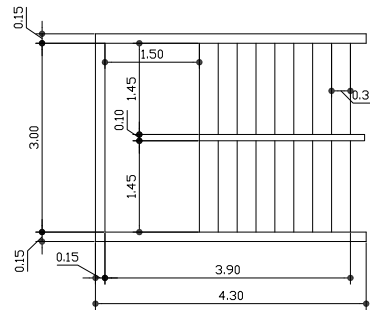
07

15



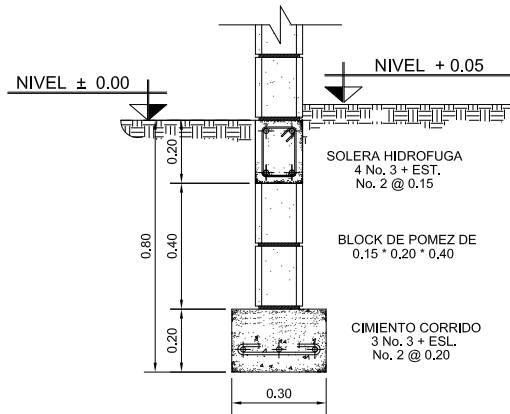
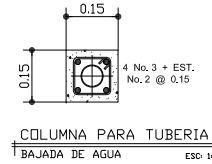
DETALLE DE ARMADO DE GRADAS

SIN ESCALA



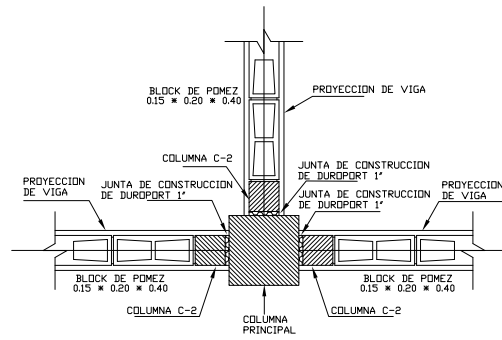
PLANTA DE GRADAS

SIN ESCALA



DETALLE DE CIMENTACION

ESC: 1:10



DETALLE JUNTA DE MURO + COLUMNA

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISENO DE EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: **DETALLES ESTRUCTURALES**

ESTUDIANTE:
HENGELT ESCOBEDO P.

CARNET: **2004-30587**

Vo.Bo.

HQJA

DISEÑO: **H.G.E.P.**

CALCULO: **H.G.E.P.**

DIBUJO: **H.G.E.P.**

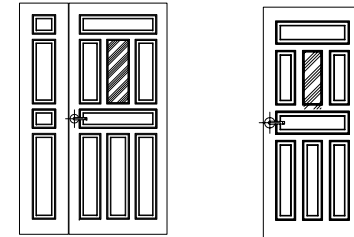
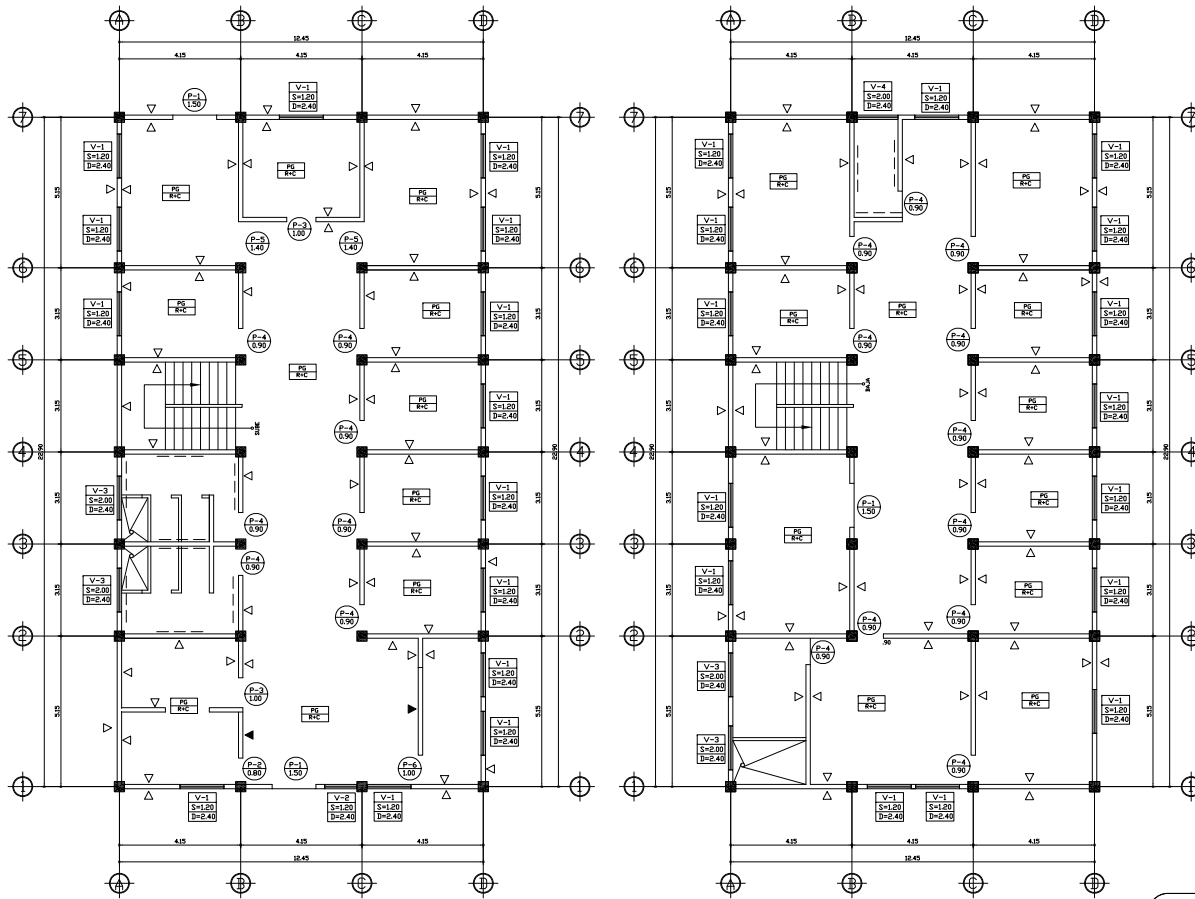
ESCALA: **INDICADA**

FECHA:

ING. JUAN MERCK
 ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
 ALCALDE MUNICIPAL

08
15



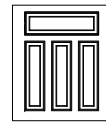
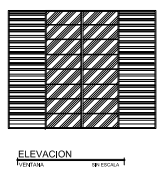
ELEVACION PUERTA SIN ESCALA

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	SILLAR	ANCHO	DINTEL	ALTURA	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	1.15	1.50	2.35	1.20	29	METAL + VIDRIO DE 5 mm
V-2	1.15	1.10	2.35	1.20	1	METAL + VIDRIO DE 5 mm
V-3	2.00	1.50	2.35	0.35	4	METAL + VIDRIO DE 5 mm
V-4	2.00	1.40	2.35	0.35	1	METAL + VIDRIO DE 5 mm

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
[RS]	PISO DE GRANITO
[RRC]	REPELLO CIELO
[▷]	REPELLO + CERNIDO
[◻]	CIELO REMOLINEADO
[▶]	MURO DE 1.20 Mts
[P-1]	PUERTA TIPO
[V-1]	VENTANA TIPO
[---]	AZULEJO ANTIDESLIZANTE

PLANTA DE ACABADOS PRIMER NIVEL ESCALA: 1:100

PLANTA DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL ESCALA: 1:100



PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	1.50	2.35	3	METAL
P-2	0.80	1.20	1	MADERA
P-3	1.00	2.35	1	MADERA
P-4	0.90	2.35	18	MADERA
P-5	1.40	2.35	2	MADERA
P-6	1.00	1.20	1	MADERA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

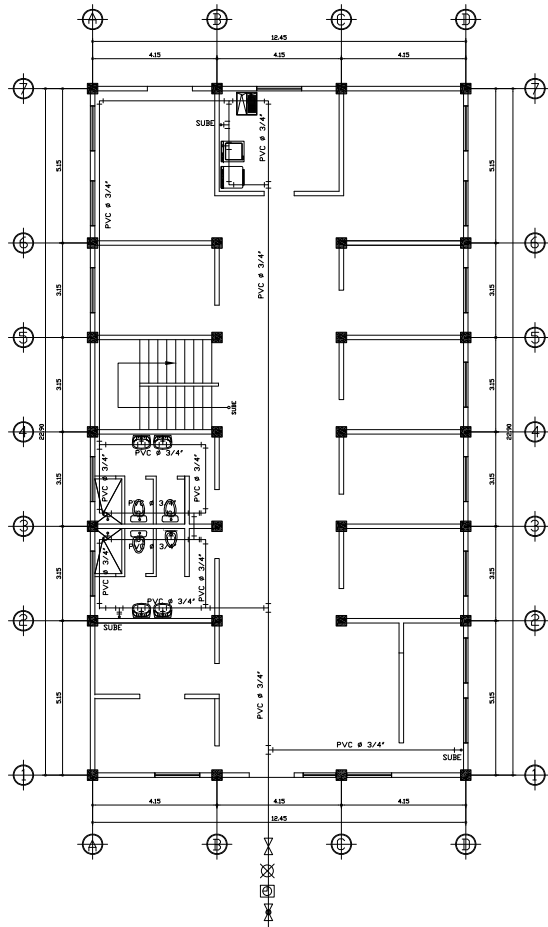
MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA
 CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS

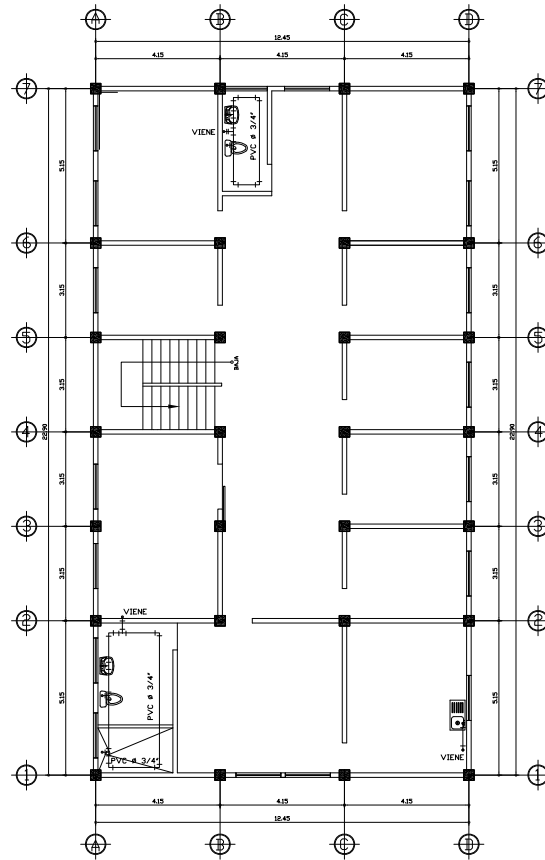
ESTUDIANTE: HENGEL ESCOBEDO P. CARNET: 2004-30587

DISEÑO: H.G.E.P.
 CALCULO: H.G.E.P.
 DIBUJO: H.G.E.P.
 ESCALA: INDICADA
 FECHA:

Vo.Bo. HOJA 09 15
 ING. JUAN MERCK ASesor EPS WILSON MEJIA GAITAN ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
PRIMER NIVEL ESCALA: 1:75



PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
SEGUNDO NIVEL ESCALA: 1:75

SIMBOLOGIA	
	TE DE PVC PERFIL
	CODO PVC 90° PERFIL
	CONTADOR DE AGUA
	VALVULA DE GLOBO
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE CHEQUE
	TUBO PVC

NOTAS:

- LAS VALVULAS DEBERAN SER INSTALADAS DENTRO DE UNA CAJA, SON : LLAVE DE PASO, LLAVE DE GLOBO Y EL CONTADOR.

-EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION ED DE 3/4" Y EL ABASTO PARA ARTEFACTOS SON DE 1/2".

-LAS UNIONES ENTRE TUBERIA Y ACCESORIOS DE PVC, SE HARAN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RAPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO, EN LAS UNIONES DE ROSCA SE UTILIZARA CINTA TEFLON.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
DISÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
PLANTA DE INSTALACION HIDRULICA

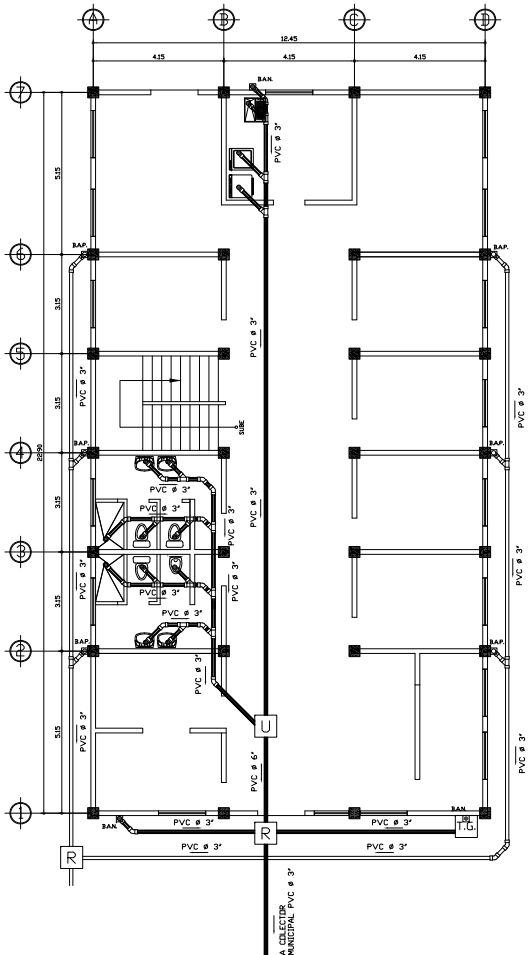
ESTUDIANTE:
HENGELT ESCOBEDO P. CARNET: **2004-30587**

Vo.Bo. HOJA

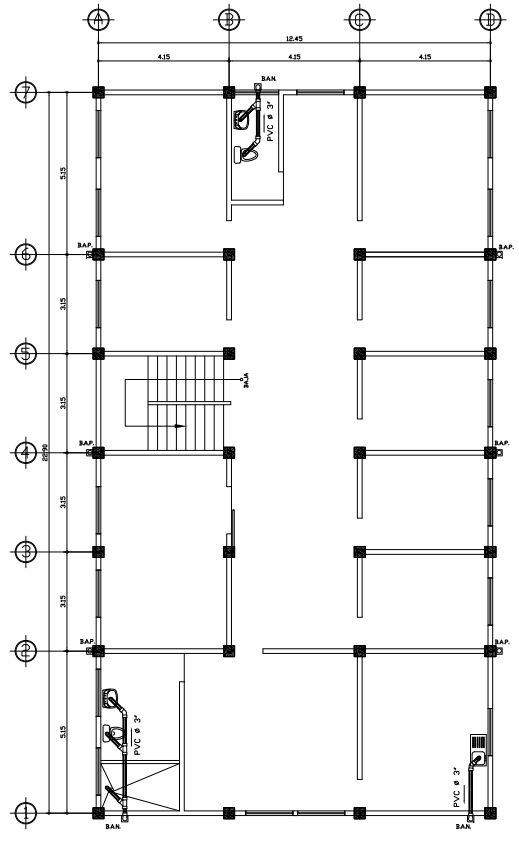
10
15

DISEÑO: **H.G.E.P.**
CALCULO: **H.G.E.P.**
DIBUJO: **H.G.E.P.**
ESCALA: **INDICADA**
FECHA:

ING. JUAN MERCK ASesor EPS WILSON MEJÍA GAITÁN ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJES
 PRIMER NIVEL ESCALA: 1:75



PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJES
 SEGUNDO NIVEL ESCALA: 1:75

SIMBOLOGIA	
[Symbol]	CAJA DE UNION
[Symbol]	CAJA DE REGISTRO
[Symbol]	CAJA TRAMPA DE GRASA
[Symbol]	PENDIENTE DE TUBERIA
[Symbol]	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
[Symbol]	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
[Symbol]	ACCESORIO YEE
[Symbol]	ACCESORIO CODD A 45°
[Symbol]	ACCESORIO CODD A 90°
[Symbol]	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
[Symbol]	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES

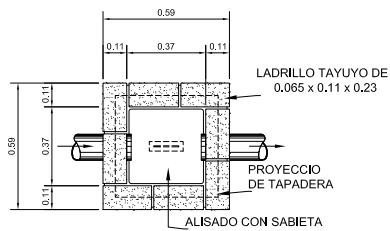
ESPECIFICACIONES TECNICAS
 PARA RED GENERAL DE DRENAJES (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES)
 UTILIZARA TUBERIA DE CLORURO DE POLYVINILO (PVC).
 PENDIENTE TUBERIA AGUAS NEGRAS 3%
 PENDIENTE TUBERIA AGUAS PLUVIALES 2%
 NOTA:
 LAS TUBERIAS NO DEBERAN COLOCARSE SOBRE NINGUNA COLUMNA ESTRUCTURAL, NI TAMPOCO ATRAVESAR SOBRE VIGAS.
 TODAS LAS TUBERIAS SE DEBERAN COLOCAR A UN LADO DE LOS MARCOS ESTRUCTURALES.



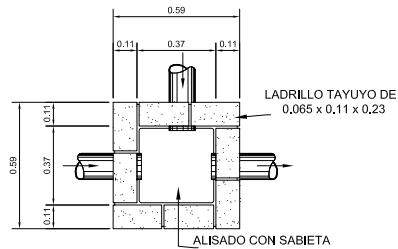
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO: H.G.E.P.
 CALCULO: H.G.E.P.
 DIBUJO: H.G.E.P.
 ESCALA: INDICADA
 FECHA:

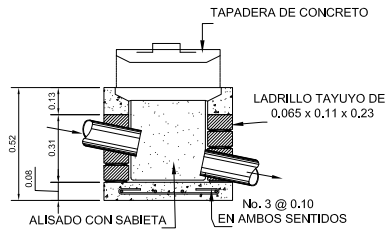
MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA
 PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJES
 ESTUDIANTE: HENGEL ESCOBEDO P. CARNET: 2004-30587
 Vo.Bo. [Signature] HOJA 11/15
 ING. JUAN MERCK ASESOR EPS WILSON MEJIA GAITAN ALCALDE MUNICIPAL



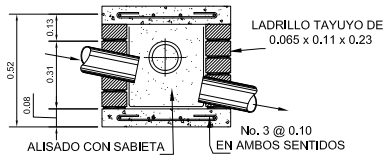
PLANTA
CAJA DE REGISTRO
ESC: 1/12.5



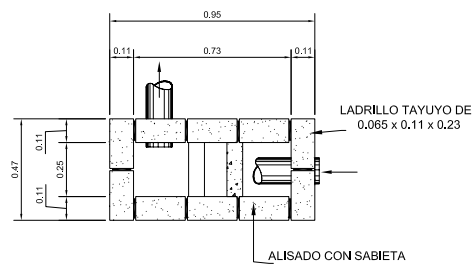
PLANTA
CAJA DE UNION
ESC: 1/12.5



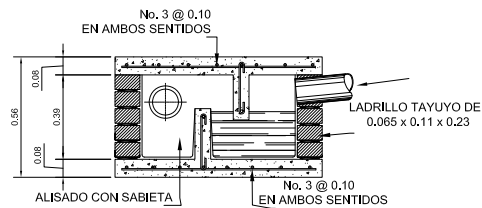
SECCION
CAJA DE REGISTRO
ESC: 1/12.5



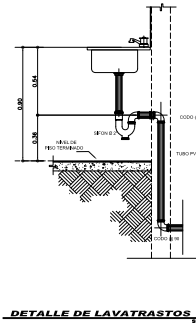
SECCION
CAJA DE REGISTRO
ESC: 1/12.5



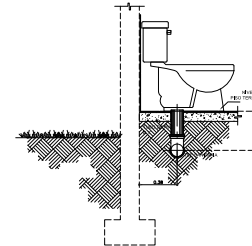
PLANTA
CAJA DE TRAMPA DE GRASA
ESC: 1/12.5



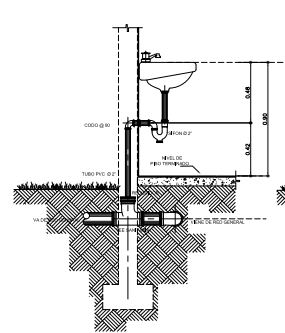
SECCION
CAJA DE TRAMPA DE GRASA
ESC: 1/12.5



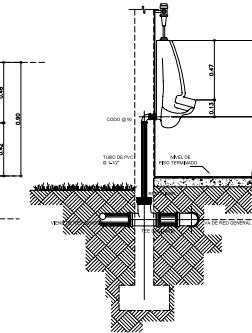
DETALLE DE LAVATRASTOS



DETALLE DE INODORO



DETALLE DE LAVAMANOS



DETALLE DE MIGITORIO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**DISÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA
CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO:
DETALLES SANITARIOS

ESTUDIANTE:
HENGELT ESCOBEDO P.

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

DISEÑO: **H.G.E.P.**

CALCULO: **H.G.E.P.**

DIBUJÓ: **H.G.E.P.**

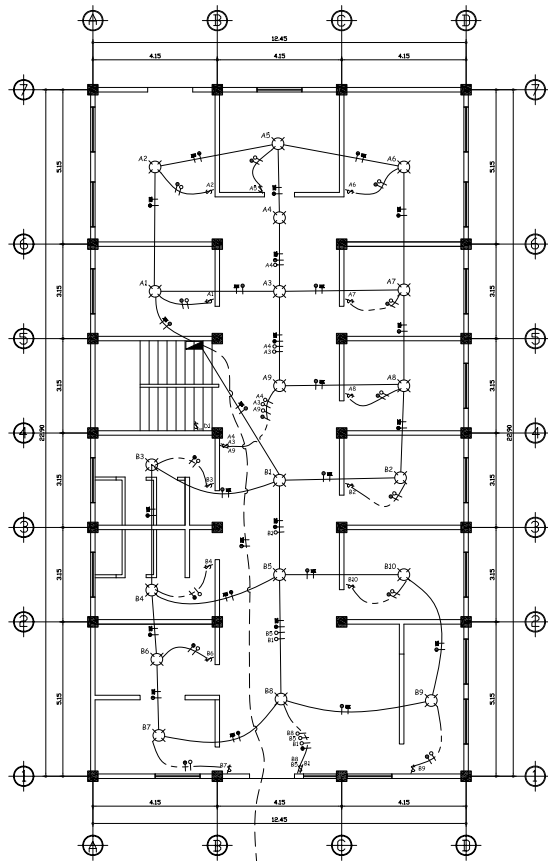
ESCALA:
INDICADA

FECHA:

ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJÍA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL

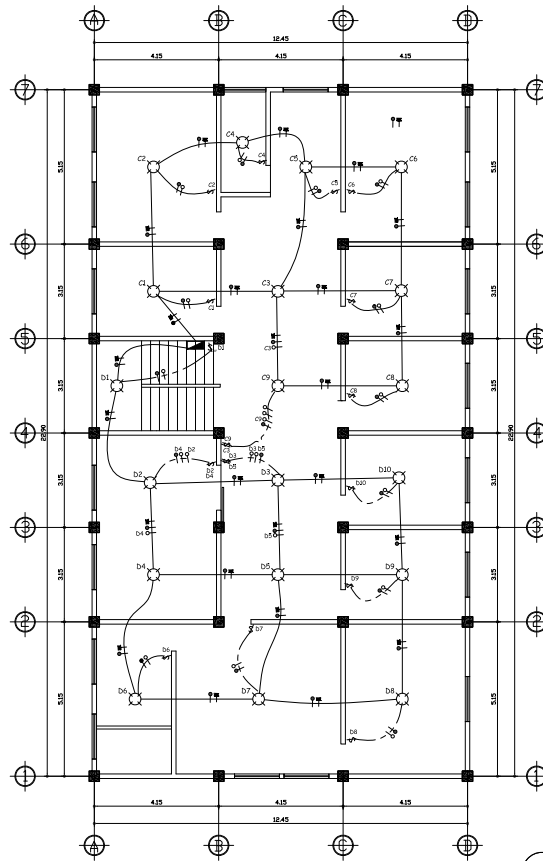
12
15



**PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA
ILUMINACION**

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:75



**PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA
ILUMINACION**

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:75



NOMENCLATURA	
	ILUMINACION EN CIELO
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW
	LINEA VIVA CALIBRE 12 TW
	LINEA DE RETORNO 12 TW
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4" EMPOTRADO EN LOSA
	INTERRUPTOR SIMPLE H = 1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H = 1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY SIMPLE H = 1.20 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCION H: 2.7 S.N.P.T.
	CONTADOR
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4" EMPOTRADO EN PARED
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4" EMPOTRADO EN PISO
	ACOMETIDA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**DISÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA
CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION
ELECTRICA ILUMINACION

ESTUDIANTE:
HENGELT ESCOBEDO P.

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HQJA

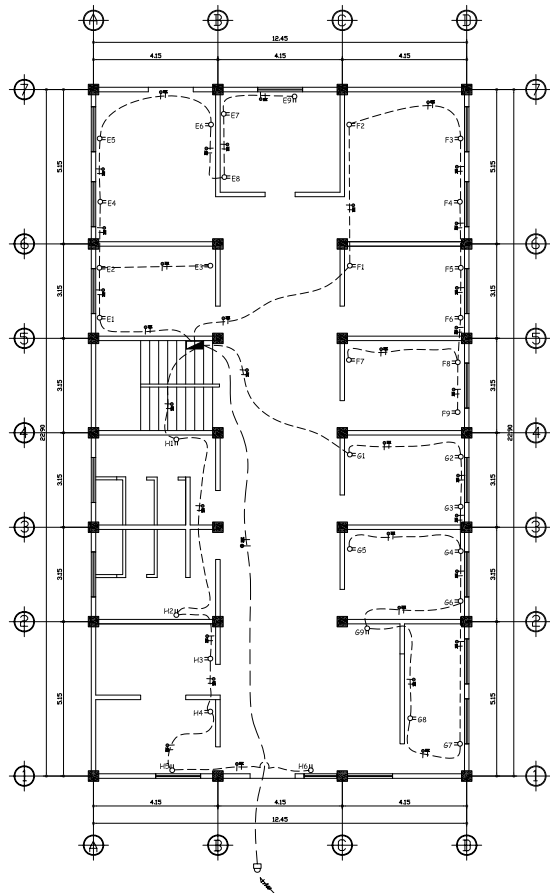
13

15

DISEÑO: **H.G.E.P.**
CALCULO: **H.G.E.P.**
DIBUJO: **H.G.E.P.**
ESCALA:
INDICADA
FECHA:

ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

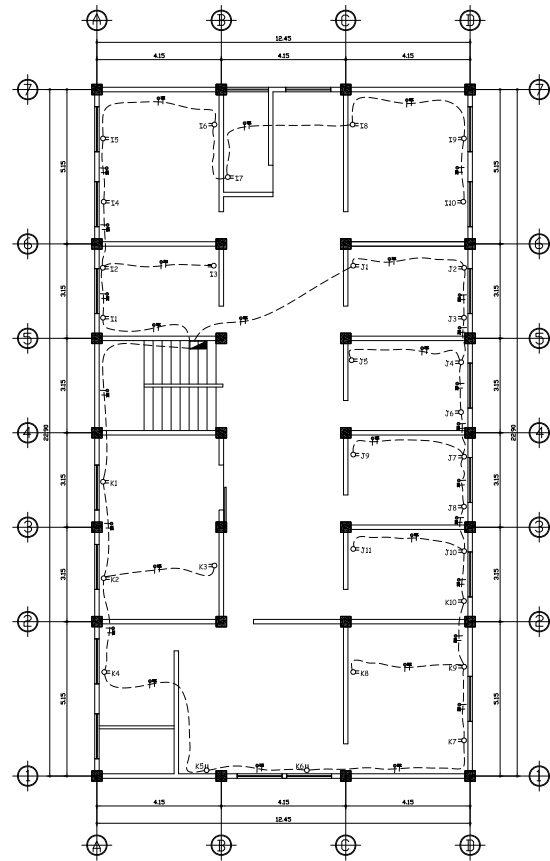
WILSON MEJÍA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA
FUERZA

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:75



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA
FUERZA

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:75



NOMENCLATURA	
	TOMACORRIENTE DOBLE H = 0.30 S.N.P.T.
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW
	LINEA VIVA CALIBRE 12 TW
	LINEA DE RETORNO 12 TW
	TABLERO DE DISTRIBUCION H = 1.7 S.N.P.T.
	CONTADOR H = 2.70 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4" EMPOTRADO EN PARED O PISO
	ACOMETIDA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA
CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION
ELECTRICA FUERZA

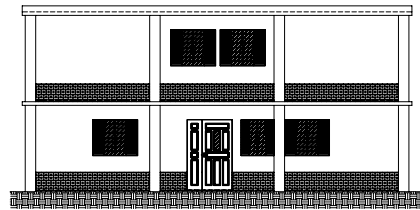
ESTUDIANTE: HENGELT ESCOBEDO P. CARNET: 2004-30587

Vo.Bo. HOJA

14
15

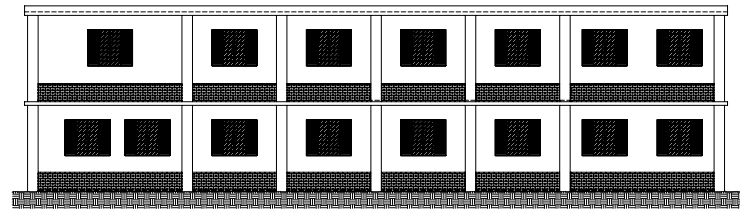
DISEÑO: H.G.E.P.
CALCULO: H.G.E.P.
DIBUJO: H.G.E.P.
ESCALA: INDICADA
FECHA:

ING. JUAN MERCK ASESOR EPS WILSON MEJIA GAITAN ALCALDE MUNICIPAL



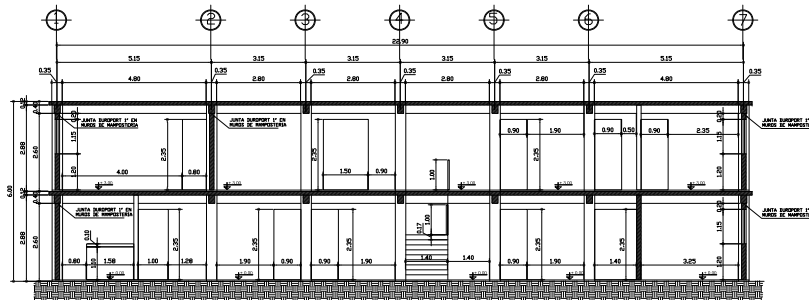
ELEVACION FRONTAL

ESCALA: 1:75



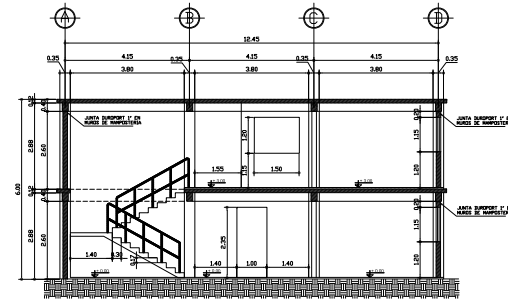
ELEVACION LATERAL DERECHA

ESCALA: 1:75



SECCION A-A

ESCALA: 1:75



SECCION B-B

ESCALA: 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA
CENTRO DE SALUD, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**
CONTENIDO: ELEVACIONES Y SECCIONES

ESTUDIANTE: HENGELT ESCOBEDO P. CARNET: 2004-30587

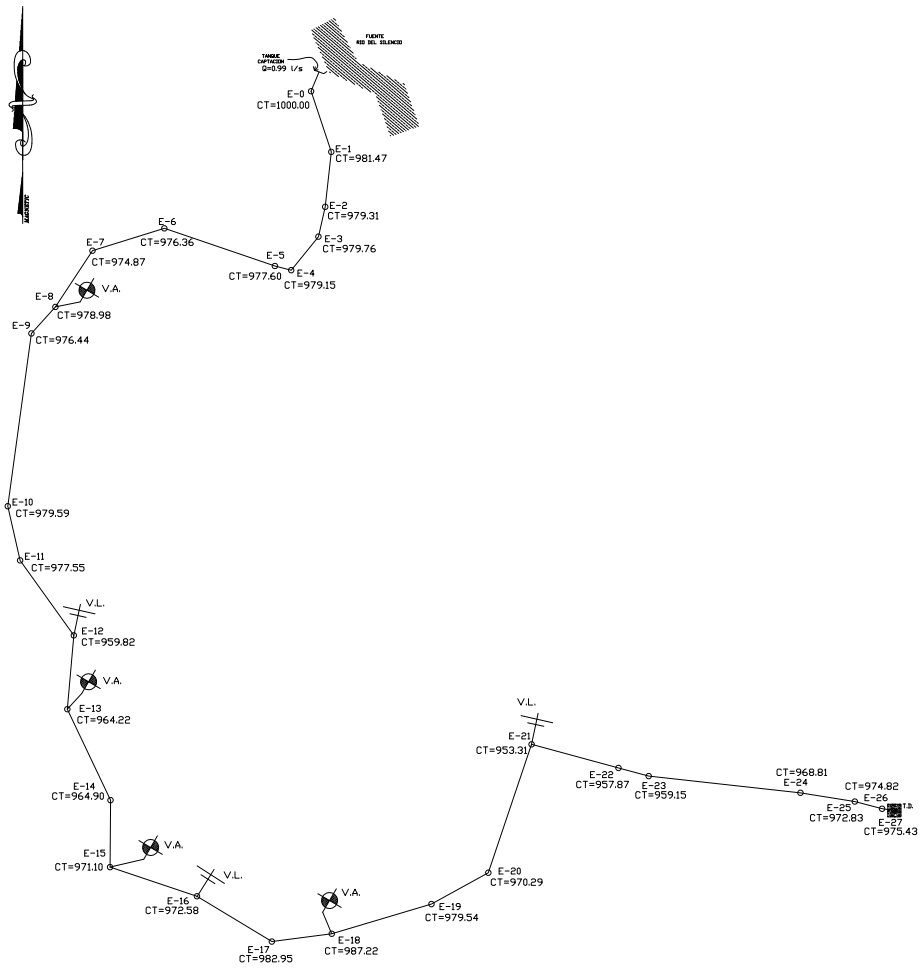
Vo.Bo. HOJA

15
15

DISEÑO: H.G.E.P.
CALCULO: H.G.E.P.
DIBUJO: H.G.E.P.
ESCALA:
INDICADA
FECHA:

ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJÍA GAITÁN
ALCALDE MUNICIPAL



NOMENCLATURA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA CAUCE DE RIO
T.D.	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
E-0	ESTACION
	TANQUE DE CAPTACION
Q =	CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
	VIVIENDA
	CALLE
V =	VELOCIDAD EN m/s
CT =	COTA DE TERRENO

NOTA: PROFUNDIDAD MINIMA DE TUBERIA 0.80 M

PLANTA LINEA DE CONDUCCION E-0 - E-27

ESC. HOR: 1:2,500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO:
PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION E-0 - E-27

ESTUDIANTE:
HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

01
12

ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL

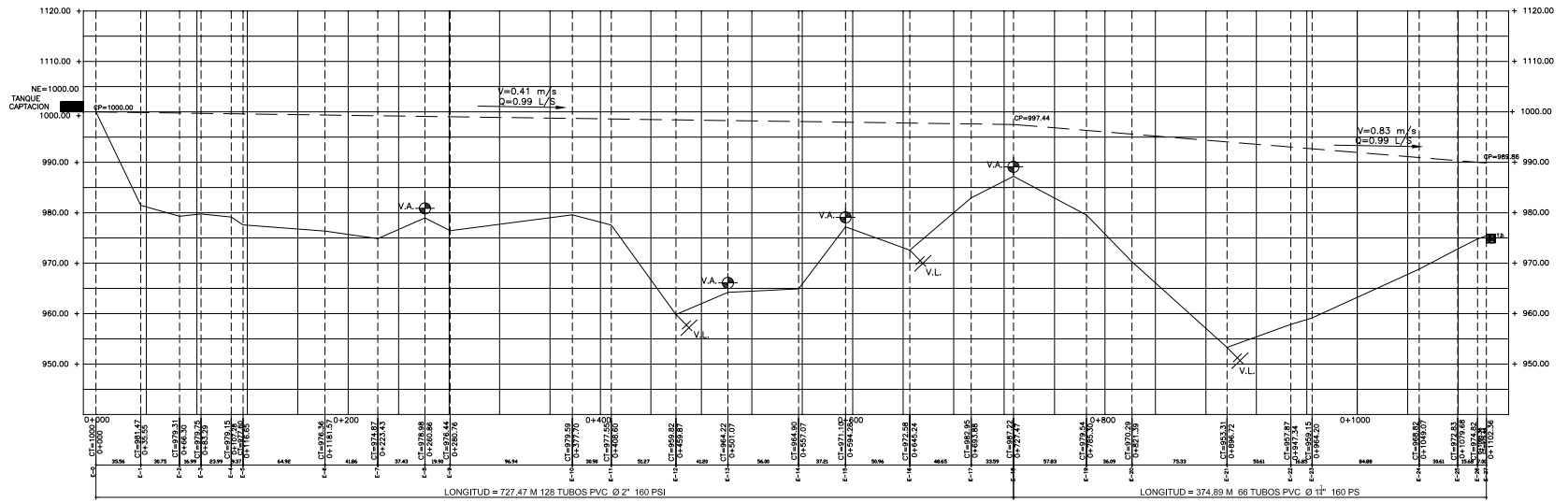
DISEÑO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

DIBUJO: H.G.E.P.

ESCALA: INDICADA

FECHA:
MARZO 2010



PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-0 - E-27

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:2,000

NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA CAUCE DE RIO
T.D.	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
E-0	ESTACION
	TANQUE DE CAPTACION
Q =	CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
V =	VELOCIDAD EN m/s
CT =	COTA DE TERRENO

NOTA: PROFUNDIDAD MINIMA DE TUBERIA 0.80 M



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION E-0 - E-27

ESTUDIANTE:
HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

02
12

DISERO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

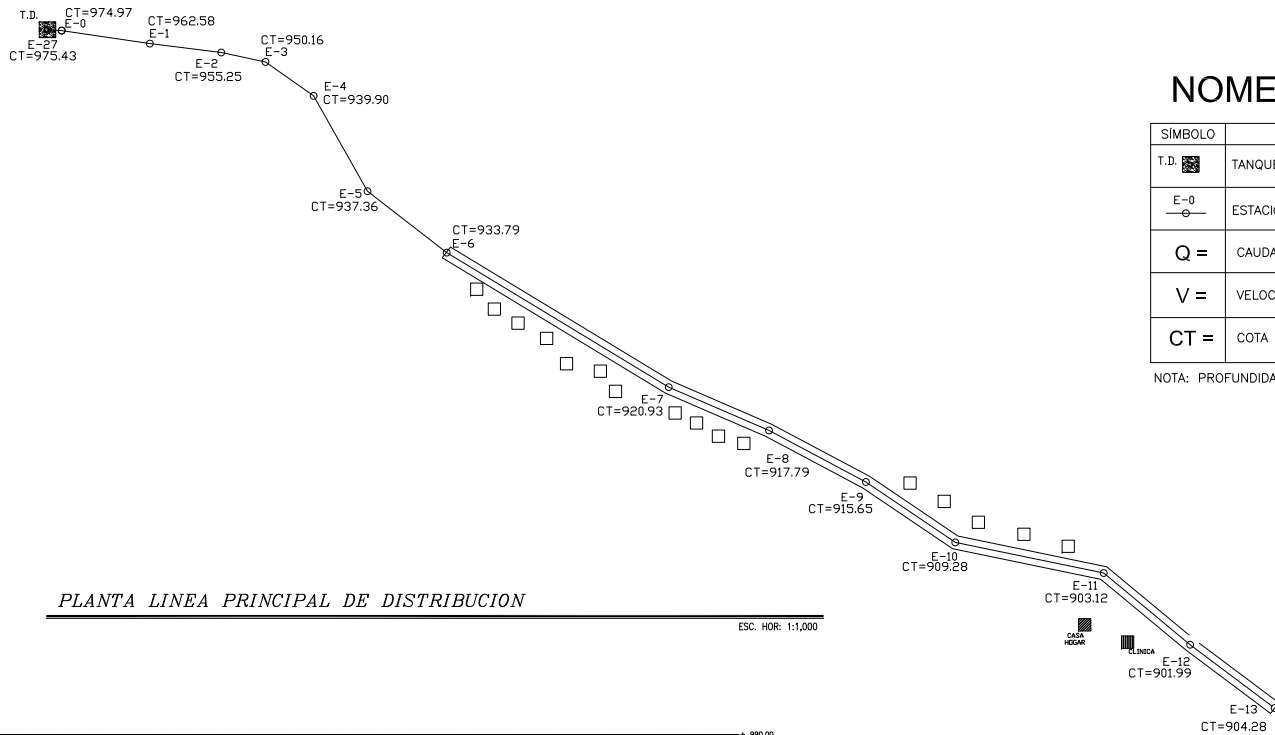
DIBUJO: H.G.E.P.

ESCALA: INDICADA

FECHA:
MARZO 2010

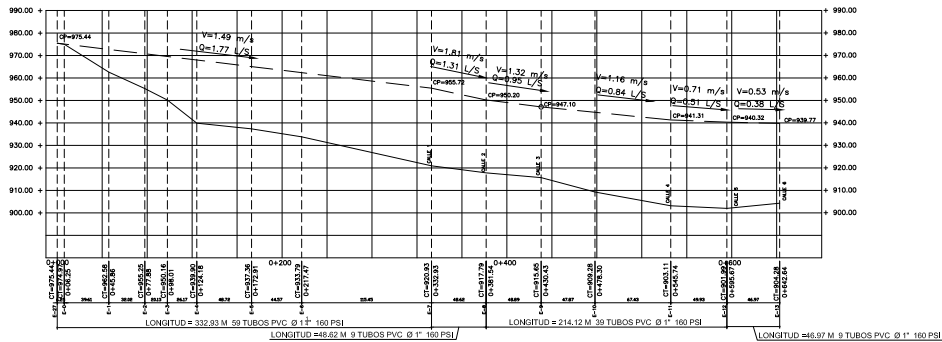
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA LINEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCION

ESC. HOR: 1:1,000



PERFIL LINEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCION

ESC. VERT: 1:1000
ESC. HOR: 1:2,000

NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
T.D.	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
E-0	ESTACIÓN
Q =	CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
V =	VELOCIDAD EN m/s
CT =	COTA DE TERRENO

NOTA: PROFUNDIDAD MINIMA DE TUBERIA 0.80 M



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

ESTUDIANTE: **HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS** CARNET: **2004-30587**

Vo.Bo.

HOJA

03
12

DISEÑO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

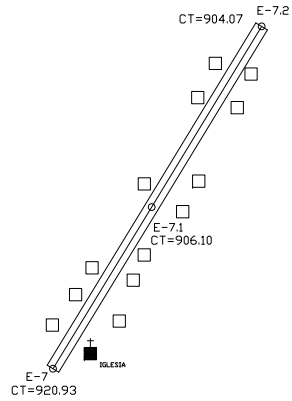
DIBUJO: H.G.E.P.

ESCALA: INDICADA

FECHA: **MARZO 2010**

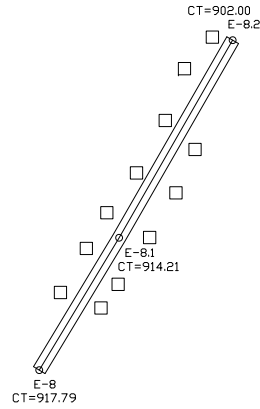
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL



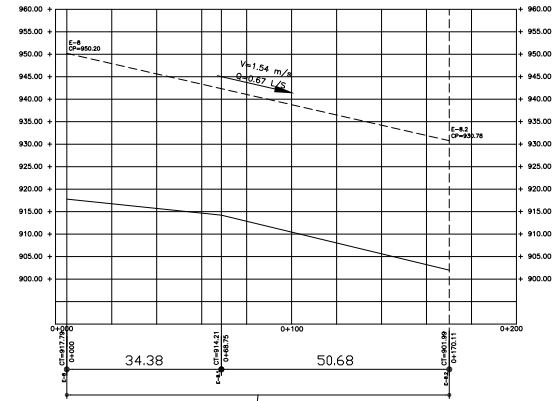
PLANTA RAMAL 1 E-7 - E-7.2

ESC. HOR: 1:1,000



PLANTA RAMAL 2 E-8 - E-8.2

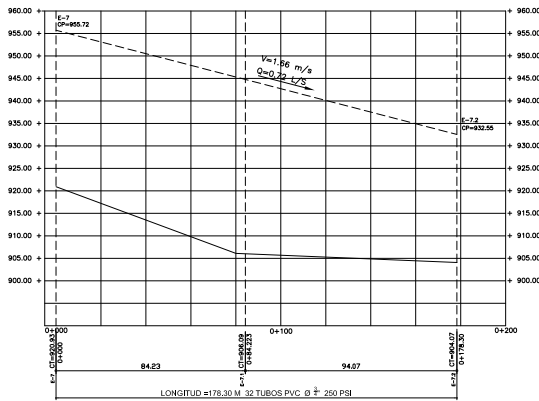
ESC. HOR: 1:1,000



LONGITUD = 170.11 M 30 TUBOS PVC Ø 3" 250 PSI

PERFIL RAMAL 2 E-8 - E-8.2

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:1,000



PERFIL RAMAL 1 E-7 - E-7.2

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:1,000

NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
E-9	ESTACION
Q =	CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
V =	VELOCIDAD EN m/s
CT =	COTA DE TERRENO

NOTA: PROFUNDIDAD MINIMA DE TUBERIA 0,80 M



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

ESTUDIANTE:
HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

04
12

DISEÑO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

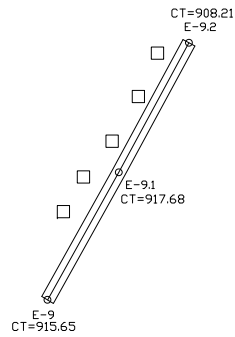
DIBUJO: H.G.E.P.

ESCALA: INDICADA

FECHA:
MARZO 2010

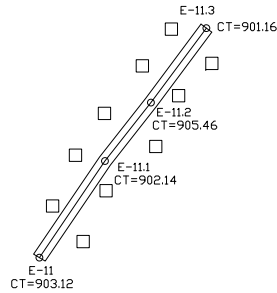
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL



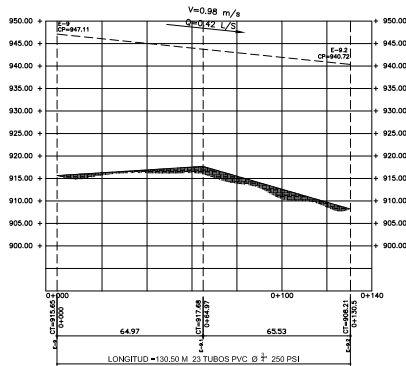
PLANTA RAMAL 3 E-9 - E-9.2

ESC. HOR: 1:1,000



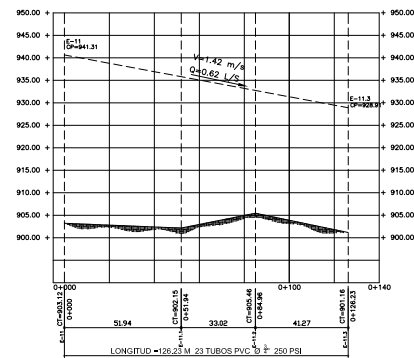
PLANTA RAMAL 4 E-11 - E-11.3

ESC. HOR: 1:1,000



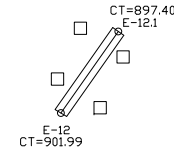
PERFIL RAMAL 3 E-9 - E-9.2

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:1,000



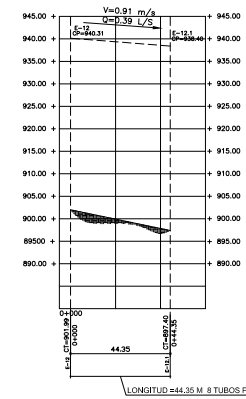
PERFIL RAMAL 4 E-11 - E-11.3

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:1,000



PLANTA RAMAL 5 E-12 - E-12.1

ESC. HOR: 1:1,000



PERFIL RAMAL 5 E-12 - E-12.1

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:1,000

NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
E-0	ESTACIÓN
Q =	CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
V =	VELOCIDAD EN m/s
CT =	COTA DE TERRENO

NOTA: PROFUNDIDAD MINIMA DE TUBERIA 0.80 M



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

ESTUDIANTE: **HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS** CARNET: **2004-30587**

Vo.Bo.

HOJA

05
12

DISEÑO: **H.G.E.P.**

CALCULO: **H.G.E.P.**

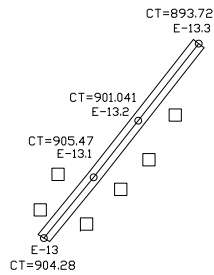
DIBUJO: **H.G.E.P.**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **MARZO 2010**

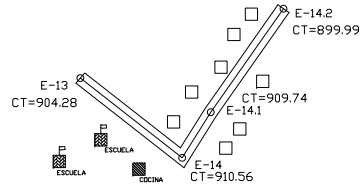
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL



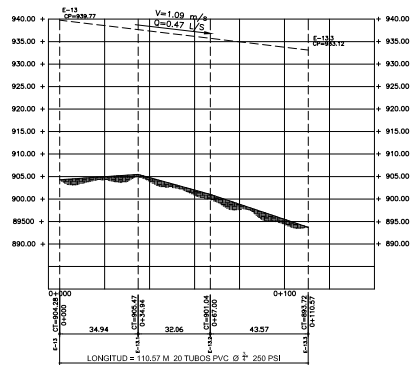
PLANTA RAMAL 6 E-13 - E-13.3

ESC. HOR: 1:1,000



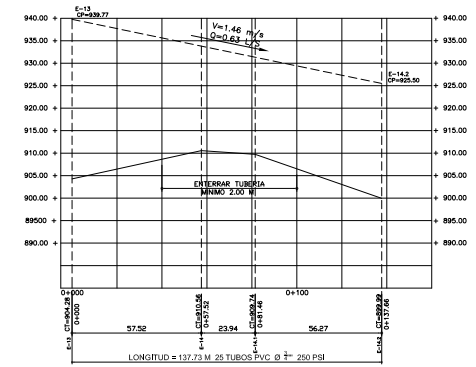
PLANTA RAMAL 7 E-13 - E-14.2

ESC. HOR: 1:1,000



PERFIL RAMAL 6 E-13 - E-13.3

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:1,000



PERFIL RAMAL 7 E-13 - E-14.2

ESC. VERT: 1:500
ESC. HOR: 1:1,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

ESTUDIANTE:
HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

06
12

DISÑO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

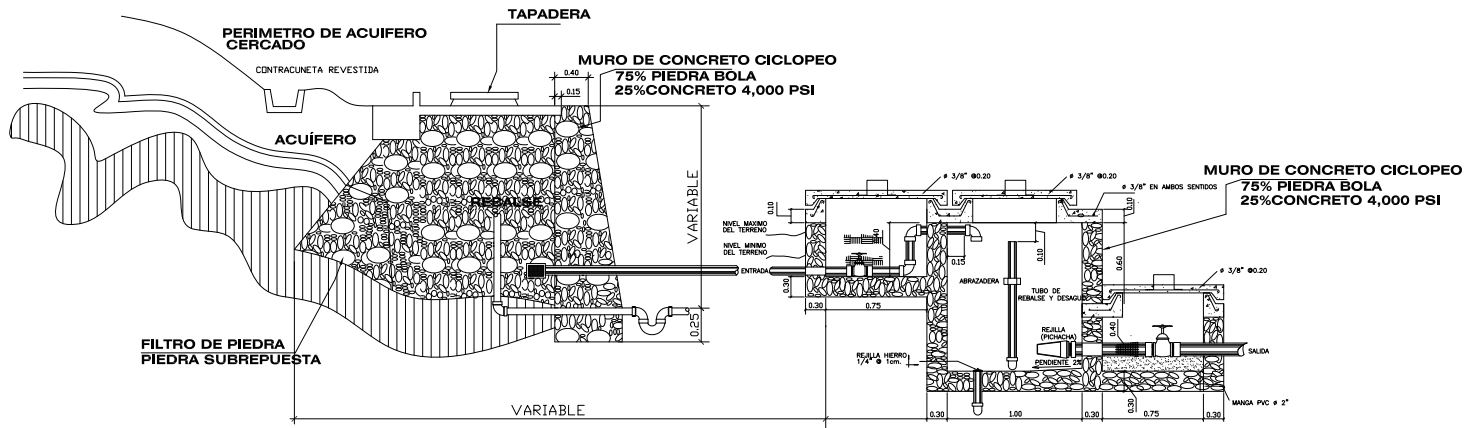
DIBUJO: H.G.E.P.

ESCALA: **INDICADA**

FECHA:
MARZO 2010

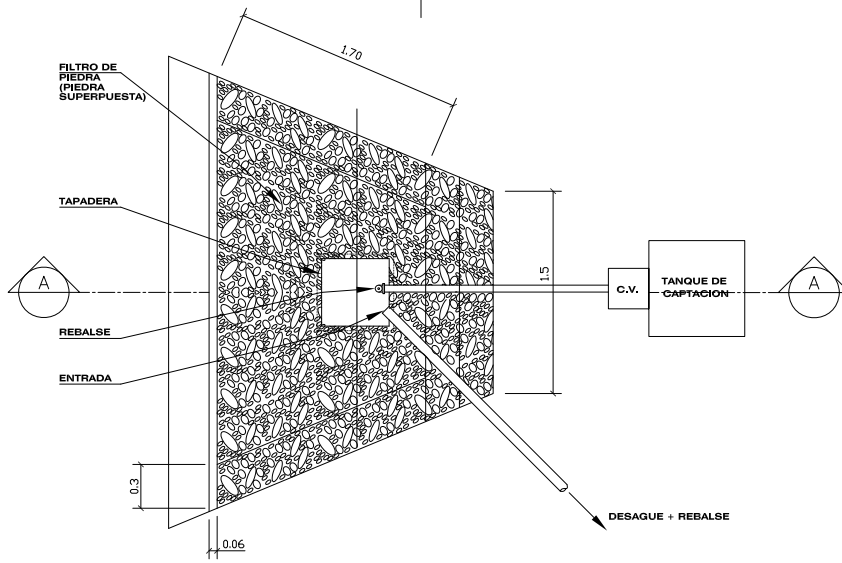
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL



SECCION A-A CAPTACION + TANQUE DE CAPTACION

ESCALA: 1:20



PLANTA DE CAPTACION

ESCALA: 1:20

ESPECIFICACIONES	
<ul style="list-style-type: none"> MAESTRERIA DE PIEDRA: PIEDRA BOLA 67% SABIETA 33% MEZCLA PROPORCION DE CEMENTO-ARENA (1:2) CONCRETO: F'c=280 Kg/cm² 4000 Libs/plg MURD DE TANQUE DE CAPTACION: LOS MURD DE MAESTRERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA CON ESPESOR MINIMO DE 1.5 Cms 	<ul style="list-style-type: none"> LOSAS: LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERNIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION (1:2) REFUERZO: Fy = 2810 Kg/cm <p>NOTA 1: EL DESFOQUE DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REALLA DE AGUEROS φ = 1/4"</p>



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO: **TANQUE DE CAPTACION**

ESTUDIANTE:
HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

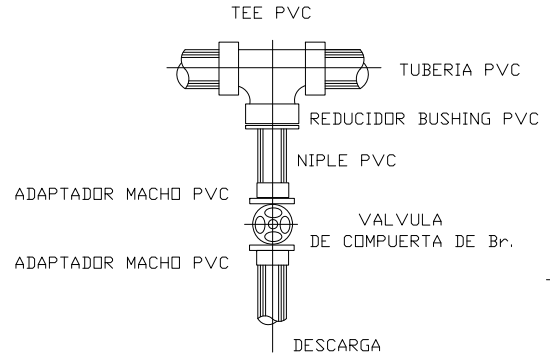
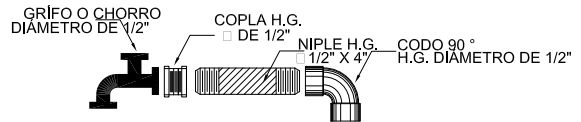
HOJA

07
12

DISENO: H.G.E.P.
CALCULO: H.G.E.P.
DIBUJO: H.G.E.P.
ESCALA: INDICADA
FECHA: MARZO 2010

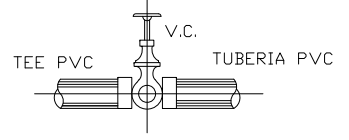
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL



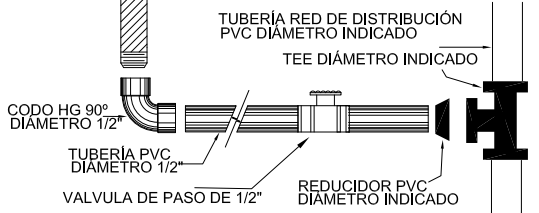
PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA

SIN ESCALA



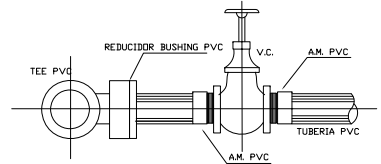
ELEVACION VALVULA DE LIMPIEZA

SIN ESCALA



TOMA DOMICILIAR

SIN ESCALA

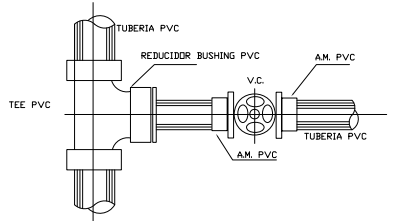


ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA

SIN ESCALA

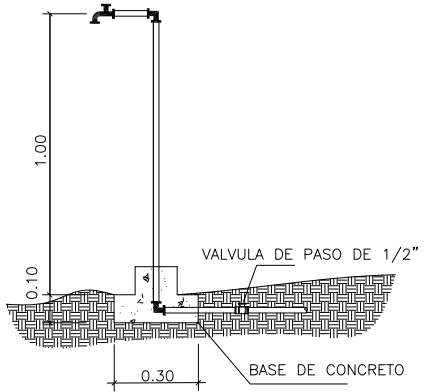
NOTA:

TODAS LAS VALVULAS DE LIMPIEZA SERAN VALVULAS DE COMPUERTA, LAS CUALES SE PROTEGEN CON CAJAS DE CONCRETO



PLANTA VALVULA DE COMPUERTA

SIN ESCALA



DETALLE DE TOMA DOMICILIAR

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA

CONTENIDO:
DETALLE DEL HIPOCLORADOR + TOMA DOMICILIAR

ESTUDIANTE:
HENGLT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

09
12

DISEÑO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

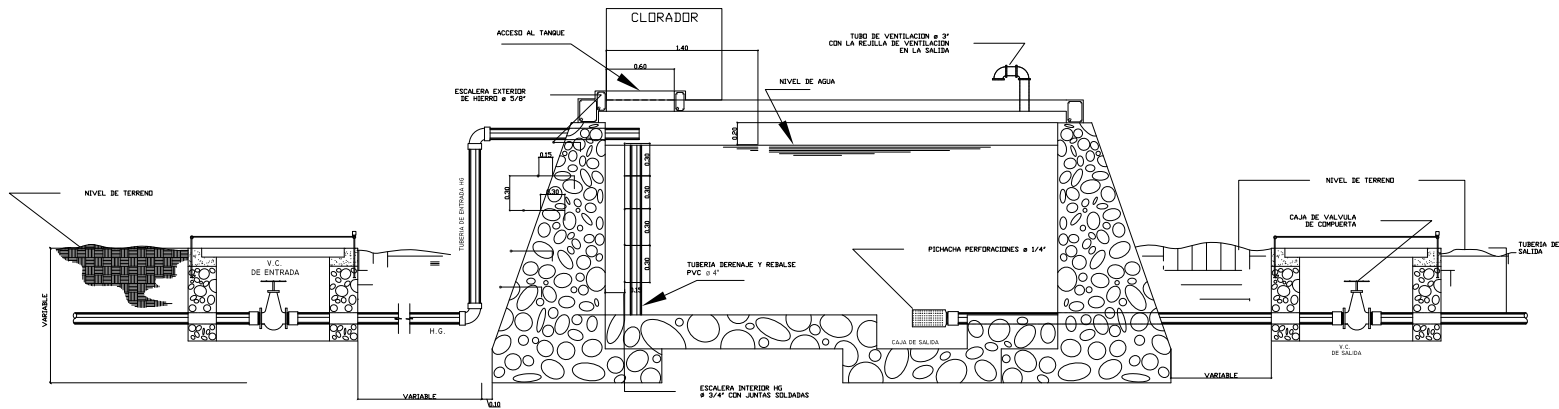
DIBUJO: H.G.E.P.

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2010

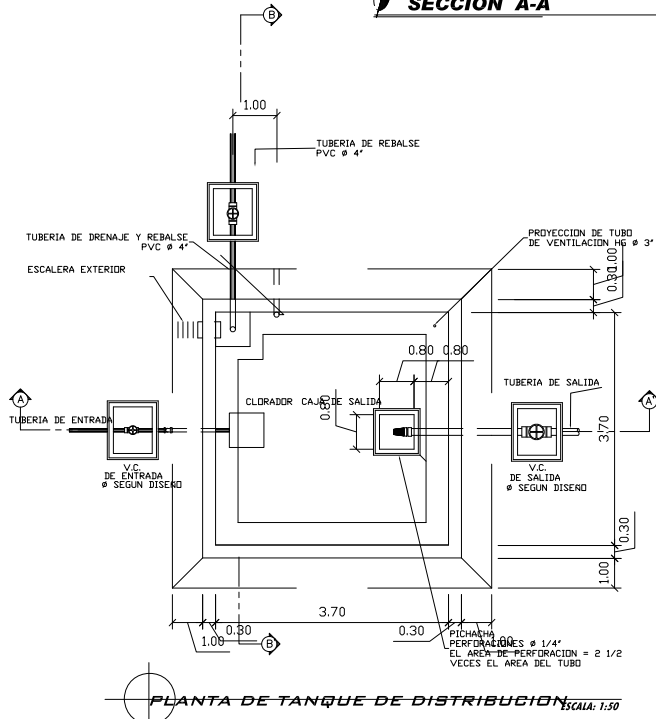
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL



SECCION A-A

SIN ESCALA



PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCION ESCALA: 1:50

NOTAS GENERALES

MATERIALES

- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
- 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3° VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISENADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
- 4° TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 5° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 6° EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
- 7° LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
- 8° LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEZBILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
- 9° LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
- 10° LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO 67% CONCRETO F^c=210 kg/cm² 33% PIEDRA BOLA
- 11° EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 25 M³ DE MAMPOSTERIA
DETALLES ESTRUCTURALES

ESTUDIANTE:
HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

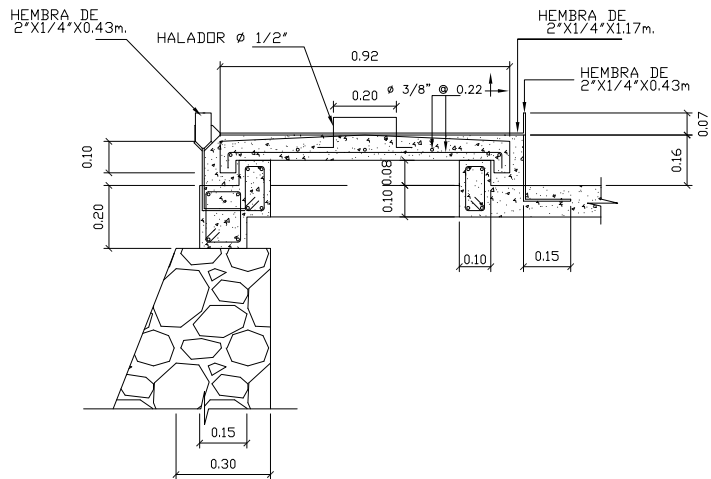
CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

DISENO: H.G.E.P.
CALCULO: H.G.E.P.
DIBUJO: H.G.E.P.
ESCALA: INDICADA
FECHA: MARZO 2010

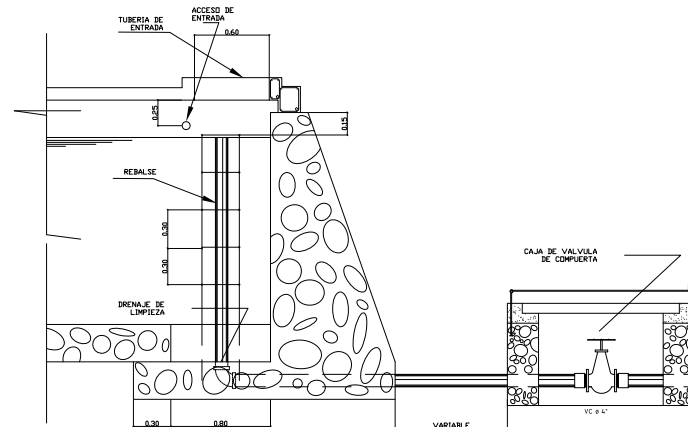
ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS
WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA
10
12



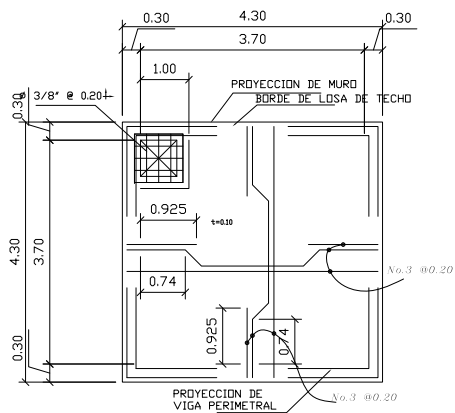
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1:10



SECCION B-B

ESCALA 1:10



PLANTA DE LOSA DE TEGHO

ESCALA: 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 25 M³ DE MAMPOSTERIA
DETALLES ESTRUCTURALES

ESTUDIANTE:
HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

DISEÑO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

DIBUJO: H.G.E.P.

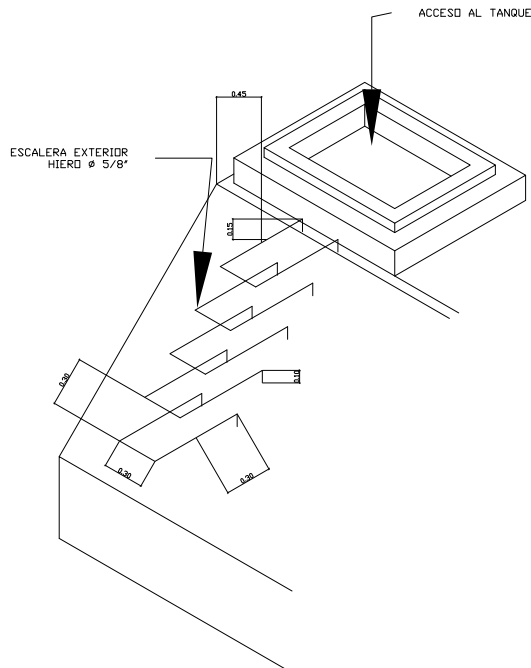
ESCALA: INDICADA

FECHA:
MARZO 2010

ING. JUAN MERCK
ASESOR EPS

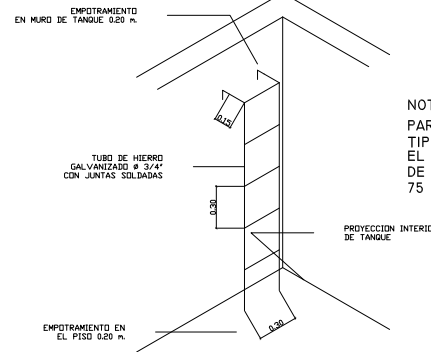
WILSON MEJIA GAITAN
ALCALDE MUNICIPAL

11
12



ISOMETRICO DE ESCALERA EXTERIOR

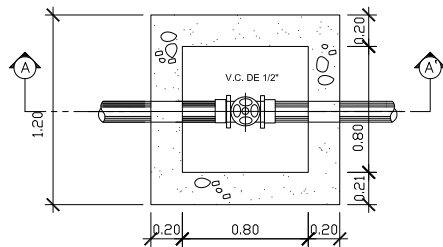
SIN ESCALA



ISOMETRICO DE ESCALERA INTERIOR

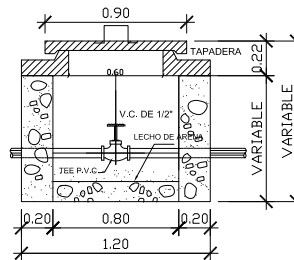
SIN ESCALA

NOTAS:
 PARA DETALLE DE CAJAS DE VALVULAS VER PLANO
 TIPICO DE CAJA PARA VALVULAS DE (VALVULA DE AIRE)
 EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DRENAJE Y REBALSE
 DE 5 A 20 METROS CUBICOS ES DE 3" Y DE 30" A
 75 METROS CUBICOS ES DE 4"



PLANTA VALVULAS DE COMPUERTA

SIN ESCALA



SECCION A-A

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE GUANAGAZAPA

PROYECTO:
**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 COMUNIDAD SAN RAFAEL, GUANAGAZAPA, ESCUINTLA**

CONTENIDO:
ISOMETRICOS + DETALLES

ESTUDIANTE:
 HENGELT G. ESCOBEDO PORRAS

CARNET:
 2004-30587

Vo.Bo.

HOJA

12
 12

DISENO: H.G.E.P.

CALCULO: H.G.E.P.

DIBUJO: H.G.E.P.

ESCALA: INDICADA

FECHA:
 MARZO 2010

ING. JUAN MERCK
 ASESOR EPS

WILSON MEJIA GAITAN
 ALCALDE MUNICIPAL