

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL
PAPUR Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE
BOMBEROS MUNICIPALES, MUNICIPIO DE PASTORES, DEPARTAMENTO
DE SACATEPÉQUEZ**

Estuardo Alessandro Celis González

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL
PAPUR Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE
BOMBEROS MUNICIPALES, MUNICIPIO DE PASTORES, DEPARTAMENTO
DE SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ESTUARDO ALESSANDRO CELIS GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Rony Mallorga Liconá
EXAMINADOR	Ing. Byron Pivaral Albarizaes
EXAMINADOR	Ing. Julio Roberto Luna Aroche
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO EL PAPUR
Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS
MUNICIPALES, MUNICIPIO DE PASTORES, DEPARTAMENTO DE
SACATEPÉQUEZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 18 de junio de 2004.

Estuardo Alessandro Celis González

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1 FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía del municipio de Pastores	1
1.1.1 Aspectos generales	1
1.1.2 Ubicación geográfica	1
1.1.3 Situación demográfica	1
1.1.4 Aspectos económicos y actividades productivas	2
1.1.5 Actividad agropecuaria y uso de la tierra	2
1.1.6 Comercio y servicio	3
1.1.7 Industria y artesanía	3
1.1.8 Infraestructura económica y servicios de apoyo	3
1.1.9 Comunicaciones	4
1.1.10 Turismo	4
1.1.11 Educación	4
1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Pastores y el caserío El Papur	
1.2.1 Descripción de las necesidades	4
1.2.2 Priorización de las necesidades	5
2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1 Diseño del alcantarillado sanitario para el caserío El Papur	7

2.1.1	Descripción del proyecto	7
2.1.2	Estudios topográficos	7
2.1.2.1	Altimetría	7
2.1.2.2	Planimetría	7
2.1.3	Período de diseño	8
2.1.4	Población futura	8
2.1.5	Generalidades de un sistema de drenaje sanitario	9
2.1.6	Determinación del caudal de las aguas servidas	9
2.1.7	Cálculo de caudales	9
2.1.7.1	Caudal de agua potable	9
2.1.7.2	Factor de retorno	10
2.1.7.3	Caudal domiciliar	10
2.1.7.4	Caudal de conexiones ilícitas	10
2.1.7.5	Caudal de infiltración	12
2.1.7.6	Factor de Harmonnd	13
2.1.7.7	Caudal medio y de diseño	13
2.1.8	Diseño del alcantarillado	15
2.1.8.1	Pendientes	15
2.1.8.2	Cálculo de las cotas invert	15
2.1.8.3	Diámetros de tubería	15
2.1.8.4	Pozos de visita	16
2.1.8.5	Especificaciones para pozos de visita	16
2.1.8.6	Conexiones domiciliarias	16
2.1.8.7	Profundidad de la tubería	16
2.1.8.8	Volumen de excavación	17
2.1.8.9	Principios hidráulicos	17
2.1.8.10	Ecuación de Manning para flujos en tubería	17
2.1.8.11	Relaciones Hidráulicas	18
2.1.8.12	Ejemplo de diseño de un tramo	18

2.1.8.13	Planteamiento del desfogue	22
2.1.9	Propuesta de tratamiento	22
2.1.10	Programa de operación y mantenimiento	23
2.1.11	Elaboración de planos	23
2.1.12	Presupuesto	24
2.2	Diseño de la edificación de dos niveles para la estación de Bomberos Municipales, municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez.	24
2.2.1	Descripción del proyecto	24
2.2.1.1	Infraestructura para la estación de Bomberos Municipales	25
2.2.1.2	Descripción del espacio disponible	25
2.2.1.2.1	Localización del terreno	25
2.2.1.2.2	Topografía del terreno	25
2.2.1.3	Normas para el diseño de Estaciones de Bomberos	26
2.2.2.3.1	Criterios generales	26
2.2.2.3.2	Criterios de conjunto	26
2.2.2.3.3	Criterios de iluminación	26
2.2.2.3.4	Otros criterios	27
2.2.2.3.5	Instalaciones	27
2.2.1.4	Estudio de suelos	27
2.2.2.4.1	Calidad del suelo	27
2.2.2.4.2	Valor soporte del suelo	27
2.2.2	Diseño estructural	30
2.2.2.1	Estructuración	30
2.2.2.1.1	Diseño arquitectónico	30
2.2.2.1.2	Ubicación del edificio en el terreno	30
2.2.2.1.3	Distribución de ambientes	30
2.2.2.1.4	Altura del edificio	30
2.2.2.2	Análisis estructural.	31
2.2.2.2.1	Pre-dimensionamiento estructural	31

2.2.2.2.2	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	33
2.2.2.2.3	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles	34
2.2.2.2.3.1	Cargas horizontales	34
2.2.2.2.3.2	Cargas verticales	41
2.2.2.2.4	Análisis de marcos dúctiles aplicando el método de Kani	42
2.2.2.2.5	Momentos últimos por envolvente de momentos	53
2.2.2.3	Dimensionamiento	55
2.2.2.3.1	Diseño de losas	55
2.2.2.3.2	Diseño de vigas	62
2.2.2.3.3	Diseño de cimientos	81
2.2.2.3.4	Planos constructivos	92
2.2.3	Instalaciones.	92
2.2.3.1	Hidráulicas	92
2.2.3.2	Eléctricas.	92
2.2.4	Presupuesto.	93
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA	99
	APÉNDICE	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Modelos matemáticos de marcos dúctiles	33
Marco B, con carga muerta distribuida	44
Marco B, con carga viva distribuida	44
Marco 3, con carga muerta distribuida	45
Marco 3, con carga viva distribuida	45
Diagrama de momentos con carga muerta	49
Diagrama de momentos con carga viva	51
Diagrama de momentos con carga de sismo	53
Diagrama de momentos últimos por envolvente	54
Diagrama de momentos finales	54
Planta general de losas	55
Armado final de viga A-B	68
Espaciamiento de estribos	81

TABLAS

Grupos de edades	1
Presupuesto alcantarillado sanitario caserío El Papur	24
Inercia y rigidez de vigas y columnas	47
Presupuesto estación de Bomberos Municipales	94
Cálculo hidráulico drenaje sanitario caserío El Papur	100

GLOSARIO

Topografía	Ciencia que se utiliza para determinar la medida de la superficie terrestre y relieves, sin tomar en cuenta la curvatura terrestre.
Planimetría	Medidas para obtener la representación gráfica de un terreno, proyectado sobre un plano horizontal.
Altimetría	Medidas para obtener la representación de la tercera dimensión de un terreno, generalmente se le llama nivelación.
Drenaje sanitario	Conducto cerrado para la conducción de las aguas servidas de tipo doméstico.
Período de diseño	Tiempo en años que se considera para la planificación de obras de ingeniería, considerando aspectos técnico económicos.
Dotación	Cantidad de agua residual que se estima que genera cada persona como producto de sus actividades domésticas y necesidades fisiológicas. Se mide en litros por persona por día.
Caudal medio diario	Es la cantidad de agua residual promedio que genera una comunidad.

Factor de Harmond	Valor numérico que se utiliza para calcular el caudal máximo instantáneo de aguas residuales que genera una comunidad.
Conexión ilícita	Son las que realizan los usuarios sin autorización de la empresa administradora del servicio.
Caudal de diseño	Es el que se utiliza para el cálculo de las tuberías del drenaje.
Tubería PVC	Tubo plástico de cloruro de polivinilo.
ASTM	Norma internacional que determina las especificaciones de construcción y de materiales de fabricación, y define los requisitos de calidad.
Pendiente	Es la tangente del ángulo de inclinación de cada tramo de tubería de drenaje. Se expresa en porcentaje.
Cota invert	Es la medida altimétrica, medida en la base del tubo circular.
Pozo de visita	Estructura que se utiliza en los drenajes para efectuar los cambios de dirección de la tubería y para inspecciones de limpieza.

Manning	Apellido del ingeniero hidráulico que estableció una de las fórmulas utilizadas para el cálculo de velocidades del agua en los conductos circulares.
Desfogue	Descarga final del efluente del drenaje sanitario.
Tratamiento	Procesos unitarios, ya sea físicos o biológicos que se emplean para disminuir la contaminación del agua residual.
Fosa séptica	Tanque cerrado que se utiliza para el tratamiento primario de las aguas residuales, aplicando un proceso de sedimentación de los lodos.
Operación y mantenimiento	Conjunto de acciones que se ejecutan para el funcionamiento de los drenajes o plantas de tratamiento.
Solar	Fracción de terreno o lote.
Carga vertical	Fuerza producida por el peso de las edificaciones que se consideran para el diseño estructural.
Carga horizontal	Es la producida por los sismos o terremotos.
Carga muerta	Carga vertical producida por la estructura en sí.
Carga viva	Carga vertical producida por los elementos móviles, incluyendo las personas.

Momento último	Esfuerzo producido por una carga, en un punto afectado por la distancia entre ambos, y que se utiliza para el diseño final, considerando factores de seguridad.
Losa	Estructura plana de concreto armado que se utiliza para entrepiso y techos.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas

RESUMEN

Este trabajo de graduación se realizó dentro del Ejercicio Profesional Supervisado como un apoyo a la municipalidad de Pastores, Sacatepéquez, desarrollando dos proyectos: diseño del alcantarillado sanitario para caserío El Papur, y edificación de dos niveles para la estación de Bomberos Municipales.

El trabajo contiene dos fases, la primera trata sobre investigación de carácter monográfica, donde se identificaron las características geográficas y socioeconómicas del municipio, así como un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura, definiendo para el efecto, las prioritarias.

En la fase dos, se describe el desarrollo del diseño de los proyectos de alcantarillado sanitario y edificación de dos niveles.

El alcantarillado sanitario para el caserío El Papur beneficiará a 169 habitantes, que demanda un caudal medio de 0.22 litros por segundo de aguas residuales. Se utilizó tubería de PVC de seis pulgadas de diámetro y los correspondientes pozos de visita. Se proyectó un sistema de tratamiento por medio de una fosa séptica con un pre-tratamiento consistente en una caja desarenadora y rejilla para retención de sólidos.

La edificación para la estación de bomberos se diseñó de dos niveles con los ambientes necesarios para la correcta operación de ese sistema de apoyo en emergencias, y se ubicó en un terreno municipal de 247.76 metros cuadrados, localizado dentro del casco urbano de la cabecera municipal.

Al final se presenta el juego de planos y presupuestos respectivos a cada proyecto.

OBJETIVOS

General:

Diseñar el alcantarillado sanitario para el caserío El Papur y edificación de dos niveles para la estación de Bomberos Municipales, municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez.

Específicos:

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y diagnóstica, sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura para el municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez.
2. Capacitar a los miembros del comité de el caserío El Papur, sobre el mantenimiento del alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Pastores, pertenece al departamento de Sacatepéquez, localizado a 48 kms de la ciudad capital y a seis km de la cabecera departamental. De acuerdo al diagnóstico practicado en la municipalidad, se determinó que las necesidades prioritarias están orientadas hacia el área de infraestructura, por lo que el presente trabajo de graduación plantea los siguientes proyectos:

En el primer capítulo aparece el diseño del alcantarillado sanitario para el caserío El Papur, el cual será de gran beneficio para los pobladores, ya que actualmente no poseen un adecuado sistema para la disposición de las aguas negras.

En el segundo capítulo aparece el diseño de la edificación de dos niveles para la estación de Bomberos Municipales, que será el primero de esta localidad, para un pronto traslado de personas, en caso de accidentes o enfermedades.

1 FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de Pastores

1.1.1 Aspectos Generales

El municipio de Pastores, departamento de sacatepéquez, limita al Norte con los municipios de El Tejar y Sumpango; al Sur con los municipios de San Antonio Aguas Calientes y Antigua Guatemala; al Oriente con el municipio de Jocotenango; al Occidente con los municipios de Parramos y Santa Catarina Barahona.

Tiene un pueblo, dos aldeas, dos caseríos, dos parajes, cinco lotificaciones agrarias, dos comunidades agrarias y ocho fincas.

1.1.2 Ubicación Geográfica

El municipio de Pastores se ubica en el departamento de Sacatepéquez. Se localiza aproximadamente en su latitud 14°35'30" y en su longitud 90°45'18". La extensión territorial del municipio es de 19 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar.

1.1.3 Situación Demográfica

Edad. Se determinó la edad de los habitantes los cuales clasificados por grupos son lo que se indican.

Tabla I. Grupos de edades

Grupos de edades		Resultado
0 - 9	años	26.54%
10 - 19	años	21.93%
20 - 29	años	17.79%
30 - 39	años	12.07%
40 - 49	años	9.19%
50 - 59	años	5.72%
60 - 69	años	3.35%
70	y más	3.36%

Se determina con base a lo anterior que la población es joven, siendo el 48.47 % menor de 19 años y el 78.33% es menor de 40 años. Un aspecto importante es la emigración a otros lugares del país y al extranjero a pesar de existir actividad productiva en el área.

Género. Los datos de distribución de la población por sexo son los que se indican.

sexo	Cantidad	Porcentaje
Masculino	5870	50.24%
Femenino	5812	49.76%

Fuente Instituto Nacional de Estadística

1.1.4 Aspectos económicos y actividades productivas

La economía se presenta en tres sectores. En el sector primario que es el sector agrícola y pecuario. La población se dedica al cultivo del maíz, frijol y hortalizas, se identifica también la crianza de cerdos. Los productos agrícolas son para consumo interno y para exportación.

En el sector secundario la población se dedica a la fabricación de muebles de madera, calzado en especial botas, cerámica, carbón y leña.

En el sector terciario, el comercio lo realizan en poblaciones cercanas por no existir mercado local, hay comercios permanentes tiendas, talleres y ventas ambulantes. Además los pobladores se dedican al transporte, profesiones liberales, y oficios propios de la zona.

1.1.5 Actividad Agropecuaria y uso de la tierra

El cultivo principal es el maíz, el frijol, y las hortalizas recientemente iniciaron el cultivo de productos no tradicionales. El uso de la tierra en la comunidad es básicamente para

vivienda donde se aprovecha para siembra de árboles de sombra, frutales y crianza de animales domésticos.

1.1.6 Comercio y servicio

Aunque su comercio no es activo, se encuentran establecimientos comerciales y de servicio que atienden las necesidades de la población, pues sus compras mayores se efectúan en la ciudad de Antigua.

En cuanto a servicios el municipio cuenta con un sistema de agua potable que abarca el 100% de la población así como un sistema de drenaje, energía eléctrica proporcionada por la empresa eléctrica de Guatemala, correos, puesto de salud, escuelas públicas etc, los cuales satisfacen las necesidades de la población.

1.1.7 Industria y artesanía

En cuanto a industria figura en primer lugar El Molino de Cereales, instalado en la finca del mismo nombre y varios beneficios de café, la artesanía se basa en fabricar muebles, tejidos típicos y principalmente la fabricación de calzado especialmente botas de buena calidad.

1.1.8 Infraestructura económica y servicios de apoyo

La comunidad no cuenta con servicios de apoyo como policía nacional civil, bomberos voluntarios o municipales, hospitales por lo que tiene que acudir en caso de emergencias a la cabecera departamental de Antigua.

1.1.9 Comunicaciones

La vía terrestre de acceso es por la ruta nacional 10 que une las ciudades de Antigua y Chimaltenango entre las cuales existe servicio de transporte extraurbano en forma continua entre las 5:00 horas y las 19: 00 horas diariamente.

La población cuenta con red telefónica domiciliar y pública de TELGUA, correos, aparatos de radio y televisión.

1.1.10 Turismo

El balneario de San Lorenzo y paseos por montañas vecinas son la mayor atracción turística de este municipio.

1.1.11 Educación

El municipio de Pastores cuenta con una escuela de educación primaria y un Instituto básico, los edificios se encuentran en buen estado por recibir mantenimiento por parte de personal de la municipalidad y cuentan con canchas deportivas y áreas de juegos.

1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Pastores y el caserío El Papur

1.2.1 Descripción de las necesidades

El municipio de pastores carece de muchos servicios básicos para la comunidad, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- ❖ Alcantarillado Sanitario

- ❖ Estación de Bomberos Municipales
- ❖ Mercado municipal
- ❖ Basurero municipal
- ❖ Pavimentación de calles
- ❖ Mejoramiento de la red de agua potable

1.2.2 Priorización de las necesidades

De acuerdo a la municipalidad de pastores los proyectos de mayor prioridad son:

1. Alcantarillado sanitario para caserío El Papur
2. Estación de bomberos municipales

Alcantarillado Sanitario

El caserío El Papur actualmente presenta el gran problema, que es común en muchas de las comunidades del país, como lo es la evacuación de las aguas residuales.

Algunas de las viviendas tienen fosas sépticas, en tanto que el resto evacúan las aguas residuales a la quebrada que se encuentra en medio del caserío. Estas aguas son depositadas sin ningún tratamiento, lo que produce focos de enfermedades debido al mal olor.

Por las causas anteriormente descritas se pretende plantear una solución a este problema, mediante el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y de esta forma contribuir a mejorar las condiciones de vida de las personas de este caserío

Estación de Bomberos Municipales

Actualmente el municipio de Pastores carece de una estación de bomberos, por lo que en casos de emergencia como; accidentes, incendios, terremotos etc. El municipio no está preparado para poder resolver este tipo de incidentes, por lo que la creación de una estación de bomberos vendría a resolver este tipo de problemas a la comunidad.

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del alcantarillado sanitario para el caserío El Papur.

2.1.1. Descripción del proyecto.

El proyecto es para el caserío El Papur del municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez y consiste en diseñar el alcantarillado sanitario, con sus componentes como son tubería plástica norma ASTM 3034, pozos de visita de ladrillo, conexiones domiciliarias y estructuras necesarias.

El proyecto se diseñó con un horizonte de 20 años y una cobertura de 47 viviendas futuras y 169 habitantes. La comunidad se compone de viviendas concentradas por lo cual se instalarán 350mts de tubería y se construirán 10 pozos de visita para la operación y mantenimiento del drenaje sanitario.

Para protección del cuerpo receptor, que es el río Guacalate las aguas servidas descargarán en una fosa séptica y el efluente de esta al río mencionado.

2.1.2 Estudios topográficos.

2.1.2.1 Altimetría

La medida altimétrica para el drenaje sanitario se ejecutó de primer orden, realizada con nivel de precisión y con puntos a cada 10 metros y referenciado a un banco de medida (BM) convencional se aplicó el método de doble nivelación .

2.1.2.2. Planimetría

La medida planimétrica se realizó de primer orden, utilizando el método de conservación de azimut. Las distancias entre estaciones se midieron con cinta metálica.

Los resultados del estudio topográfico se presentan en el plano topográfico. Ver apéndice

2.1.3 Período de diseño.

Es el tiempo en que el sistema servirá a la comunidad, antes de que deba ampliarse por resultar ya inadecuado.

Para el proyecto se fijó un período de diseño de 20 años a partir del año 2005

2.1.4 Población futura.

La población a beneficiar o demanda actual para el año 2004 es de 105 habitantes y se estiman 25 viviendas.

La población futura para el año 2025 se calculó por medio del método de incremento geométrico así:

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población del último censo o actual

r = Tasa de incremento 2.40% (INE)

n = Período de diseño 20 años

$$P_{2025} = P_{2004}(1 + r)^n = 105 (1.0240)^{20} = 169 \text{ Habitantes}$$

2.1.5 Generalidades del sistema de alcantarillado sanitario.

Luego de la visita técnica al área de estudio, con base en los planos topográficos y a los puntos de descarga en el sistema de tratamiento, se determinó que el sistema es factible desde el punto de vista técnico.

Se analizó además la alternativa de utilizar tubería de PVC o de concreto considerando más adecuada la tubería de PVC, debido a lo quebrado de la topografía y existencia de mantos rocosos, en una parte del terreno, existe un mayor riesgo de fallas en las uniones de la tubería de cemento, aparte de eso se obtienen mejores condiciones hidráulicas, como velocidades más altas permisibles y mayores pendientes y es más versátil su instalación, operación y mantenimiento. El costo inicial es relativamente más alto que el alcantarillado convencional, pero sus ventajas han llevado a su implantación en el interior del país, de modo que diversas instituciones lo han adoptado como norma en sus proyectos.

Por lo cual se adopta para el alcantarillado tubería de PVC, tanto en la red general como en los servicios domiciliarios.

2.1.6 Determinación del caudal de las aguas servidas.

En el sistema de alcantarillado sanitario el caudal de diseño será determinado tomando en consideración varios parámetros siendo estos los siguientes:

2.1.7 Cálculo de caudales.

2.1.7.1 Dotación.

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (Lts/hab/día).

La dotación para el caserío El Papur es de 125 Lts/hab/día, información obtenida en la Municipalidad de Pastores.

2.1.7.2 Factor de retorno.

El factor de retorno de retorno es el porcentaje de agua que después de ser usada vuelve al drenaje. Se encuentra en un intervalo del 75% al 90%, en este caso se asume un factor de retorno de 0.90, debido a que el consumo de agua en las viviendas es en su mayoría para usos domésticos y limpieza personal.

2.1.7.3 Caudal domiciliar.

Es el caudal que ha sido utilizado para la limpieza o producción de alimentos, es desechado y conducido a la red de alcantarillado; el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable. El cálculo del caudal domiciliar se realizó por la fórmula siguiente.

$$Q_{dom} = (\text{Pob. Diseño} \times \text{dotación} \times \text{factor de retorno}) / 86400$$

$$Q_{dom} = (169 \times 125 \times 0.90) / 86400 = 0.22 \text{ l/s}$$

2.1.7.4 Caudal de conexiones ilícitas.

En el caso de sistemas de alcantarillado sanitario, este caudal es el agua pluvial que llega a las tuberías del drenaje. Es perjudicial para el sistema y debe evitarse para no causar daños y posible destrucción del drenaje.

Para su estimación se recomienda calcularlo como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como la intensidad de lluvia. Se estima un porcentaje de viviendas que deben realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5 por ciento.

Existen varios métodos para poder determinar el caudal de conexiones ilícitas.

Método racional:

Este método es el más recomendado para determinar el caudal de conexiones ilícitas, siempre y cuando se tenga la información necesaria para poder calcular el caudal.

Se utiliza la siguiente fórmula;

$$Q_{\text{conex. Ilic.}} = (C) * (I) * (A) * (1,000) * (\%) / 360$$

Donde:

$Q_{\text{conex Ilic}}$ = Caudal de conexión ilícita (m³/s)

C = Coeficiente de escorrentía, depende del tipo de superficie

A = Área en hectáreas

I = Intensidad de lluvia en el área (mm/h)

% = Porcentaje de población con conexiones ilícitas

La intensidad de lluvia es la cantidad de lluvia que cae en un área por unidad de tiempo, se expresa por milímetros por hora.

El porcentaje de escorrentía es la cantidad de lluvia que escurre en una superficie y depende de su permeabilidad. Algunos valores de coeficientes de escorrentía son:

Coeficiente de escorrentía	Descripción
0.70-0.95	concreto
0.85-0.90	asfalto
0.40-0.85	piedra o ladrillo
0.10-0.30	terrenos desocupados

Reglamento para diseño de drenaje sanitario (Municipalidad de Guatemala).

La municipalidad de Guatemala asume un caudal de 100 lts/hab/día debido a posibles conexiones ilícitas, la desventaja es que este caudal es específicamente para el área urbana de la ciudad capital.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria

La asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, indica que se puede asumir un caudal de 50 lts/hab/día.

Instituto de Fomento Municipal (INFOM)

El INFOM asume que el 10% del caudal domiciliar, es el caudal producido por las conexiones ilícitas.

En el diseño de la red de alcantarillado de este proyecto se tomó el método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria el cual es:

$$Q_{\text{conex. Ilíc.}} = 50 \text{ lts/hab/día} \times 169 / 86400 = 0.097 \text{ lts/seg}$$

2.1.7.5 Caudal de infiltración.

El caudal de infiltración se consideró despreciable debido a que la tubería de PVC es impermeable y la infiltración en los pozos es mínima o nula.

2.1.7.6 Factor de Harmonnd.

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado.

Este factor actúa principalmente en horas pico, es decir en las horas en las que el sistema de drenaje es utilizado. Se debe de calcular para cada tramo de la red. La fórmula es la siguiente:

$$F_h = (18 + (P)^{1/2}) / (4 + (P)^{1/2})$$

Donde P= población en miles

$$F_h = (18 + (0.169)^{1/2}) / (4 + (0.169)^{1/2})$$

$$F_h = 18.41 / 4.41 = 4.17$$

2.1.7.7 Caudal medio y Caudal de diseño.

El caudal medio expresa el volumen de aguas servidas que en promedio escurre por la alcantarilla.

Se determina por medio de la sumatoria de los caudales que contribuyen al sistema dividido por el tiempo total en un día y se expresa en litros/habitante/segundo, los cuales son: caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal de infiltración, caudal de conexiones ilícitas.

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos se procede a obtener al valor del caudal medio que está dado de la siguiente expresión.

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{com.} + Q_{ind.} + Q_{inf.} + Q_{con.Ilic.}$$

$$Q_{med.} = 0.22 + 0 + 0 + 0 + 0.097 = 0.32 \text{ lts/seg.}$$

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario han establecido valores de éste factor. El factor de caudal medio se calcula para tener una mayor exactitud y precisión de caudales.

$$F_{qm} = Q_{med} / \text{No de hab.}$$

$$Q_{med} = \text{Caudal medio}$$

$$F_{qm} = \text{Factor de caudal medio}$$

De acuerdo con las normas vigentes este factor debe ser mayor a 0.0020 y menor que 0.0050, si por alguna razón el valor calculado estuviera debajo de 0.0020 se adopta éste; y si por el contrario el valor calculado estuviese arriba de 0.0050 se tomará como valor para diseño 0.0050; considerando que los valores no se alejen de los límites, ya que podría caer en un sobre diseño, o sub diseñar.

$$F_{qm} = 0.32 / 169 = 0.0018$$

$$0.0018 < 0.0020 \text{ entonces se toma como } F_{qm} \text{ } 0.0020$$

Caudal de Diseño

Es el caudal para el cual se diseña un tramo del sistema de alcantarillado, cumpliendo con los requerimientos de velocidad y tirante hidráulico. Con la fórmula siguiente:

$$Q_{dis.} = \text{No de hab.} * F_{qm} * FH$$

Donde:

Qdis. = Caudal de diseño

No de hab. = Número de habitantes

Fqm = factor de caudal medio

FH = Factor de Harmond

$$Q_{dis.} = 169 * 0.0020 * 4.17 = 1.41 \text{ lts/seg}$$

2.1.8 Diseño del alcantarillado.

2.1.8.1 Pendientes.

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar costo elevado por excavación excesiva, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades mínimas y máximas las que oscilan en un rango entre 0.4 y 5.00 m/s para tubería de pvc.

2.1.8.2 Cálculo de las cotas invert.

Se denomina cota invert a la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, debe verificarse que la cota invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcular las cotas invert se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos.

2.1.8.3 Diámetros de tubería.

El diámetro mínimo de la tubería según las normas del Instituto de Fomento Municipal, que se debe de utilizar para sistemas de drenaje sanitario es de 8", cuando se utilice tubería de concreto y de 6" cuando se utilice tubería de PVC; para las conexiones

domiciliares el diámetro mínimo con tubería de concreto es de 6" y de 4" para PVC. Para este caso se tomará un diámetro de tubería de 6" PVC norma ASTM 3034

2.1.8.4 Pozos de visita.

Forman parte del sistema de alcantarillado y proporcionan acceso a éste, para la operación y mantenimiento por gravedad.

Comúnmente los pozos de visita están en las intersecciones de las calles, entre 90 y 100 metros de distancia entre pozos. El intervalo puede ser mayor en materiales como PVC, que disminuyen los problemas de limpieza y mantenimiento, comparado con otros tipos de tubería que tienen pobres características de flujo y son propensos a penetración de raíces y pueden tener algún daño.

Para este caso se usarán pozos circulares con muros de ladrillo colocado de punta, con brocal y tapadera de concreto reforzado. El pozo en la parte húmeda tendrá acabado alisado y en la parte seca cernido con mezcla cemento-arena.

2.1.8.5 Conexiones domiciliarias.

Consiste en un registro, utilizando un tubo de concreto de 12" de diámetro colocado verticalmente, ubicado en el frente de cada casa para hacer una acometida individual, de este registro a la tubería central deberá utilizarse tubo PVC de 4".

2.1.8.6 Profundidad de la tubería.

La determinación de la profundidad de la tubería, se hace mediante el cálculo de las cotas invert, en todo caso se debe verificar que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos y peatones o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado.

El recubrimiento mínimo es de 1.20 metros para áreas de circulación de vehículos en algunos casos, puede utilizarse un menor recubrimiento, pero se debe de estar seguro sobre el tipo de circulación que habrá en el futuro en esa área.

En este caso algunos pozos de visita serán colocados a profundidades mínimas de 70 cms, debido a que las calles son solo peatonales, y no hay forma de ampliarlas en un futuro para el paso de vehículos que pudieran afectar los pozos por el peso de estos.

2.1.8.7 Volumen de excavación.

El volumen de excavación se determina por la cantidad de movimiento de tierra que hay cuando se hace el zanjeo para colocación de tubería, pozos de visita y fosa séptica.

2.1.8.8 Principios hidráulicos.

El principio hidráulico principal del sistema de drenaje sanitario es que funciona como un canal abierto, y trabaja por gravedad de acuerdo a las pendientes y velocidades del sistema.

2.1.8.10 Ecuación de Manning para flujos en tubería.

Se aplicó la ecuación de Manning, para establecer las velocidades y determinar así los diámetros y su capacidad, con base a las pendientes establecidas, acordes a las pendientes de la rasante de calles.

$$Q = (1/n) (R_h)^{2/3} (S)^{1/2}$$

Donde:

n= constante que depende de la rugosidad de la pared de la tubería = 0.011

Rh= Radio hidráulico

S= Pendiente

2.1.8.11 Relaciones Hidráulicas.

La relación q/Q deberá ser menor o igual a 0.75, esto para que funcione como canal abierto, para que el agua circule por acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre de líquido está en contacto con la atmósfera.

Existen excepciones, puede suceder que el canal esté cerrado, como en el caso de los conductos que sirven de alcantarillado sanitario para que circule el agua de desecho, y que eventualmente se produzca alguna presión debido a la formación de gases, la relación d/D debe ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75 para alcantarillado sanitario.

2.1.8.12 Ejemplo de diseño de un tramo.

Se tomó como ejemplo el diseño del pozo de visita número uno al pozo de visita número dos.

Datos:

Cota de inicio de terreno PV1	= 102.56
Cota final del terreno PV2	= 102.36
Distancia horizontal	= 22.42m
Factor de Caudal Medio (FQM)	= 0.002
Período de diseño	= 20 años
Material a usar	= PVC

❖ Pendiente del tramo

$$\text{Pendiente} = \frac{(\text{cota de terreno inicial} - \text{cota final de terreno})}{\text{distancia horizontal}} * 100$$

$$\text{Pendiente} = ((102.56 - 102.36) / 22.42\text{m}) * 100$$

Pendiente = 0.89 %

❖ Factor de Harmond actual

$$Fh = (18 + (P)^{1/2}) / (4 + (P)^{1/2})$$

Número de casas acumuladas en tramo = 2

Número de habitantes actual = 10 habitantes

$$Fh = (18 + (0.01)^{1/2}) / (4 + (0.01)^{1/2})$$

$$Fh = 18.1 / 4.1 = 4.41$$

❖ Factor de Harmond futuro

$$Fh = (18 + (0.015)^{1/2}) / (4 + (0.015)^{1/2})$$

$$Fh = 18.1224 / 4.1224 = 4.39$$

❖ Caudal de diseño actual

$$q = FQM * \text{número de habitantes} * Fh$$

$$q = 0.02 * 10 * 4.41 = 0.882$$

❖ Caudal de diseño futuro

$$q = FQM * \text{número de habitantes} * Fh$$

$$q = 0.02 * 15 * 4.39 = 1.317$$

❖ Velocidad (V)

Utilizando la siguiente fórmula, se calcula la velocidad y caudal a sección llena del tubo:

$$\text{Formula de Chezy} \quad V = C * ((Rh * S) ^{1/29})$$

$$\text{Formula de Manning} \quad C = (1/n) * ((Rh) ^{(1/6)})$$

Al sustituirla en la de Chezy, se obtiene la fórmula de Manning.

$$V = (1/n) (Rh)^{2/3} (S)^{1/2} \quad \text{donde } Rh = D/4$$

Dándole valores

$$V = 1/n * (D/4) ^{2/3} * S ^{1/2}$$

$$V = 1/0.011 * ((8 * 0.0254) / 4) ^{2/3} * (0.54) ^{1/2}$$

$$V = (0.03429 / 0.011) * ((8) ^{2/3}) * 0.0054 ^{1/2}$$

$$V = 3.12 * 3.99 * 0.074$$

$$V = 0.91 \text{ mts/seg}$$

❖ Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

$$\text{En donde } A = \pi * r ^2 \quad r = D/2$$

D = diámetro de la tubería

$$A = \pi (D/2) ^2$$

$$A = \pi / 4 * D ^2$$

$$A = 0.032 \text{ mts}^2$$

$$Q = V * A = 0.91 * 0.032 = 0.02912 \text{ mts}^3 / \text{seg}$$

Convirtiendo los metros cúbicos a litros

$$1 \text{ mts}^3 = 1000 \text{ lts}$$

$$Q = 0.02912 \text{ mts}^3/\text{seg} * (1000 \text{ lts} / 1 \text{ mts}^3)$$

$$Q = 29.12 \text{ lts/ seg}$$

❖ Relación de caudales y velocidades

$$\text{Velocidades y caudales actuales } q/Q = 0.088 / 29.12$$

$$q / Q = 0.003021$$

$$\text{de tablas } v / V = 0.221 \text{ entonces } d / D = 0.040$$

$$v = 0.221 * 0.91 = 0.2011 \text{ mts} / \text{seg}$$

Ver cálculo hidráulico de drenaje sanitario en tabla V.
pag.100

De acuerdo con los resultados, se puede observar que la velocidad mínima no cumple con lo establecido de velocidades mínimas ($0.4 \text{ mts/seg} < v < 5.0 \text{ mts/seg}$), sin embargo se acepta por tratarse de un ramal inicial, tener pocas viviendas y por lo tanto es poco el caudal, para que cumpla se le tendría que aumentar la pendiente, pero por economía en excavación no se modificó.

❖ Cotas Invert

La cota invert inicial para los demás tramos es la cota invert final del tramo anterior menos 3 centímetros, esto cuando el tubo de entrada y de salida son del mismo diámetro.

Para inicio de tramo:

$$\text{Cota invert inicial} = \text{cota del terreno} - \text{altura de pozo}$$

Para este caso se tiene

$$\text{Cota invert inicial PV 1} = 102.26 - 1.15 = 101.11$$

$$\begin{aligned} \text{Cota invert Final PV 2} &= 101.11 - (0.89/100) * 22.42 \\ &= 100.91 \end{aligned}$$

❖ **Altura de pozos**

La altura de pozo inicial es la diferencia de la cota inicial de terreno y la cota invert inicial.

La altura del pozo final es la diferencia de la cota final del terreno y la cota invert final.

$$\text{Altura de PV 2} = 102.26 - 101.11 = 1.45 \text{ mts}$$

$$\text{Altura de PV 1} = 1.15$$

2.1.8.13 Planteamiento del desfogue.

Las aguas servidas serán conducidas a través del sistema de alcantarillado sanitario a la planta de tratamiento, para descargar en el río Guacalate.

2.1.9 Propuesta de Tratamiento.

La autpurificación es el lineamiento principal para determinar los procesos de tratamiento, el grado de tratamiento dependerá de un lugar a otro, pero existen tres factores que determinan este

- a) Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- b) Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- c) La capacidad del terreno cuando se dispongan las aguas negras para irrigación.

Un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras es necesario bajo objetivos predeterminados, sin embargo, hay que tener en cuenta factores como espacio

disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

En esta oportunidad se hizo la recomendación de construir una planta de tratamiento, dicho tratamiento consistirá en un tratamiento primario por medio de fosas sépticas.

2.1.10 Programa de operación y mantenimiento.

Se elaboró el manual de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario y de la fosa séptica, acorde al diseño y que permita un funcionamiento permanente, para que en la operación se logre el 100% de la eficiencia considerada de tratamiento y que mantenga un ambiente agradable a la vista y las condiciones ambientales que hagan del lugar un sitio agradable y sin problemas.

El manual plantea y define la organización funcional que permita mantener los niveles de coordinación para la puesta en marcha y sostenibilidad del proyecto. En el apéndice documento separado presenta el Manual de operación y mantenimiento indicado.

2.1.11 Elaboración de planos.

Los planos son importantes, ya que le sirven de guía al constructor. Para este proyecto se realizaron los planos siguientes:

- ❖ Planta de densidad de vivienda
- ❖ Planta perfil del drenaje sanitario
- ❖ Planta de fosa séptica
- ❖ Planta de distribución y perfil hidráulico de sistema de tratamiento
- ❖ Planta de conjunto de sistema de tratamiento
- ❖ Planta hidráulica de sistema de tratamiento

2.1.12 Presupuesto.

Este presupuesto se integró tomando en cuenta las diversas situaciones que económicamente influyen en la realización del proyecto, así también se consideraron los precios de los materiales, salario de mano de obra calificada y no calificada, arrendamiento de equipo, que se maneja en la región. Se consideró un costo indirecto del 28.5%

PRESUPUESTO ALCANTARILLADO SANITARIO CASERÍO EL PAPUR, MUNICIPIO DE PASTORES, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

No	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Pozos de visita	15	Unidad	Q6,176.20	Q92,643.03
2	Instalación de tubería PVC 6"	276.78	ml	Q328.73	Q90,984.52
3	Paso aéreo de concreto	1	Unidad	Q22,912.43	Q22,912.43
4	Conexiones domiciliarias	25	Unidad	Q966.50	Q24,162.40
5	Fosa séptica	1	Unidad	Q33,712.06	Q33,712.06
6	Caja distribuidora de caudales	1	Unidad	Q867.67	Q867.67
7	Obras complementarias	1	Unidad	Q41,948.69	Q41,948.69
	Costo directo				Q307,230.80
	Costo indirecto 28.5%				Q122,892.32
	Costo total				Q430,123.12

2.2 Diseño de la edificación de dos niveles para la estación de bomberos municipales, municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez.

2.2.1 Descripción del proyecto.

El proyecto consiste en el diseño de una edificación para una estación de bomberos municipales, para el municipio de Pastores.

Constará de dos niveles con cinco ambientes, para oficinas, dormitorios cocina y sala de capacitación además de contar con sus servicios sanitarios.

El tipo de estructura consiste en marcos dúctiles compuestos por vigas, columnas y losas planas de concreto armado, muros de block para la separación de ambientes, en el área de parqueo de ambulancias y motobombas el techo será soportado por una estructura metálica con columnas de concreto armado.

2.2.1.1 Infraestructura para la estación de bomberos municipales.

Esta se basa en los conceptos vertidos en el diseño estructural, es decir la que se encarga de manera detallada de la determinación de las formas, dimensiones y características de una estructura, para que esta pueda absorber las solicitaciones que se presentarán durante su vida, sin que falle o se comporte indebidamente.

2.2.1.2 Descripción del espacio disponible.

El terreno destinado para el proyecto cuenta con un área de $247.76\text{m}^2=354.59\text{v}^2$, se encuentra en una zona fuera de peligro de desastres naturales.

2.2.1.2.1 Localización del terreno.

El terreno se localiza en las afueras del municipio de Pastores, con buen acceso, por ubicarse cerca de la orilla de la carretera que conduce a Chimaltenango.

2.2.1.2.2 Topografía del terreno.

La topografía del terreno es de forma rectangular con una pendiente de 2% al 3.5%, la cuál es bastante aceptable para la realización del proyecto.

2.2.1.3 Normas para el diseño de Estaciones de Bomberos.

2.2.2.3.1 Criterios generales.

Un factor importante en el diseño de una estación de bomberos, es su localización dentro de la zona a la cual servirá, localizar la estación en un punto equidistante de los lugares más lejanos a cubrir, y ubicarla donde las vías de comunicación cercanas sean de fácil acceso y poco congestionamiento de tránsito para una mayor efectividad. En este caso la estación de bomberos se localiza en las afueras del centro del municipio de pastores, se eligió de esta manera para que en casos de emergencia fuera posible una reacción inmediata de los bomberos y no tuvieran problemas de congestionamiento de vehículos, ni aglomeración de personas que obstaculizarán la salida de las ambulancias.

2.2.2.3.2 Criterios de conjunto.

La estación debe estar situada en un lugar preponderante, respecto de la calle frontal, debe tener salida y entrada inmediata para vehículos de servicio, preferentemente que sea un edificio de dos niveles; en la planta baja se ubicarán áreas de información, central telefónica y radio, el área de estacionamiento de vehículos, la planta alta comprende oficinas administrativas, cocina y dormitorios.

2.2.2.3.3 Criterios de iluminación.

El edificio debe de tener una buena iluminación tanto artificial como natural para poder desarrollar en ella los trabajos requeridos de una forma más eficiente y segura.

En este caso todos los ambientes están dotados de iluminación y ventilación naturales, por medio de ventanas que dan a jardines, patios exteriores o interiores o cualquier área descubierta.

2.2.2.3.4 Otros criterios.

Otros criterios importantes a tomar en cuenta son los de seguridad higiénica. En este caso el edificio tiene instalaciones hidráulicas y sanitarias para comodidad e higiene de las personas que en ella trabajan.

2.2.2.3.5 Instalaciones.

Se debe de tomar en cuenta que todo edificio tiene que contar con instalaciones eléctricas, hidráulicas, y sanitarias.

2.2.1.4 Estudio de Suelos.

2.2.2.4.1 Calidad del suelo.

El conocimiento de las principales características físicas de los suelos es de fundamental importancia en el estudio de los suelos, pues mediante su atinada interpretación se puede predecir el futuro comportamiento de un terreno, bajo cargas cuando dicho terreno presente diferentes contenidos de humedad.

2.2.2.4.2 Valor soporte del suelo.

La capacidad soporte del suelo o valor soporte, es la capacidad de un suelo de soportar una carga, sin que se produzcan fallas dentro de su masa, se mide en fuerza por unidad de área.

Con el propósito de conocer las características del suelo se realizó una exploración obteniendo una muestra inalterada, a una profundidad de 1.5 m, esta muestra fue analizada en laboratorio para conocer los datos necesarios (" Φ " ángulo de fricción interna y " γ " peso específico del suelo) y así calcular el valor soporte.

Debido a las condiciones del suelo y su característica arenosa el ensayo no se pudo llevar a cabo, obteniendo como único dato del laboratorio el tipo de suelo: arena-limosa, por lo que para determinar las características de este, se recurrió a investigar a través de diferentes textos de diferentes autores (Mecánica de suelos del autor R.F. Craig, Mecánica de suelos del autor Alberto Martínez Vargas, Propiedades físicas de los suelos del autor Joseph E. Bowles, entre otros), los que dieron como promedio un valor soporte del suelo de 20 a 25 T/m² y un ángulo de fricción interna de 30°.

Datos

Φ (ángulo de fricción interna)	= 30°
γ (peso específico del suelo)	= 1 T/m ³
C (coeficiente de cohesión)	= 0
Df (cota de cimentación o desplante)	= 1.5 m

$$q_h = C \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c + q_o \cdot N_q \cdot d_q \cdot S_q + 1/2 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot S_\gamma$$

donde:

q_h = presión total neta

C = coeficiente de cohesión

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga de Terezaghi

q_o = $\gamma \cdot D_f$ (presión vertical del terreno)

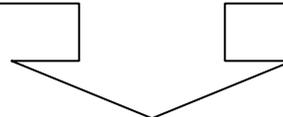
B = base del cimiento

$$S_c = 1 + 0.20 (B/L) \cdot \text{tg}^2 (45 + \Phi/2)$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 (B/L) \cdot \text{tg}^2 (45 + \Phi/2)$$

$$d_c = 1 + 0.20 (D_f / B) \cdot \text{tg}^2 (45 + \Phi/2)$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 (D_f / B) \cdot \text{tg}^2 (45 + \Phi/2)$$



factores de forma, profundidad e inclinación,
Mayerhof (1963).

El valor se calcula por medio de varias iteraciones, aumentando o disminuyendo la base del cimiento (zapata).

$$N_c = 30.14$$

$$N_q = 18.40$$

$$N_\gamma = 22.4$$

$$q_o = \gamma * D_f = 1 * 1.5 = 1.5$$

$$q_{h1} = 0 + 1.5 * 18.4 * 1.26 * 1.3 + 1/2 * 1 * 1 * 22.4 * 1.26 * 1.3 = 63.55$$

$$q_{h2} = 0 + 1.5 * 18.4 * 1.17 * 1.3 + 1/2 * 1.5 * 1 * 22.4 * 1.17 * 1 = 67.53$$

$$q_{h3} = 0 + 1.5 * 18.4 * 1.13 * 1.3 + 1/2 * 2 * 1 * 22.4 * 1.13 * 1.3 = 73.45$$

$$q_{h4} = 0 + 1.5 * 18.4 * 1.1 * 1.3 + 1/2 * 2.5 * 1 * 22.4 * 1 * 1.13 = 79.87$$

$$\begin{aligned} q_h \text{ promedio} &= (63.55 + 67.53 + 73.45 + 79.87) / 4 \\ &= 71.1 \text{ T/m}^3 \end{aligned}$$

Aplicando un factor de seguridad = 3

$$.q_h = 71.1 / 3 = 23.7 \text{ T/m}^2$$

El valor soporte calculado es aceptable ya que se encuentra entre el rango de valor soporte investigado mostrado anteriormente. Por lo que el valor soporte tomado es de 23.7 T/m²

2.2.2 Diseño Estructural.

2.2.2.1 Estructuración.

2.2.2.1.1 Diseño arquitectónico.

Debido a la naturaleza de la edificación, cuyo fin es el uso de una estación de bomberos, la arquitectura propuesta será de lo más simple y sencilla, tratando con esto de facilitar el análisis del sistema estructural y siempre tomando en cuenta la funcionalidad del diseño estructural, es decir, que llene los requisitos o necesidades de un edificio de Bomberos.

2.2.2.1.2 Ubicación del edificio en el terreno.

El edificio abarca todo el terreno, consta de dos niveles y parqueo para las ambulancias y motobombas.

2.2.2.1.3 Distribución de ambientes.

La distribución de los ambiente es la siguiente: edificio de dos niveles; en la planta baja se ubicarán áreas de información, central telefónica y radio, el área de estacionamiento de vehículos, la planta alta comprende oficinas administrativas, cocina, dormitorios y servicios sanitarios.

2.2.2.1.4 Altura del edificio.

Se elige un edificio de dos niveles por espacio disponible. La altura será de 2.85 m en el primer nivel y 2.65 m en el segundo, se dejará con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

2.2.2.1.5 Selección del sistema estructural a utilizar.

Al momento de seleccionar un sistema estructural se deben tener presentes algunos factores como: el conocimiento del sistema de análisis aplicable a la estructura, funcionalidad del diseño para las necesidades que se plantean, economía y también muy importante es saber si en el lugar donde se efectuará la construcción, se cuenta con el conocimiento de técnicas de construcción, que requiera el sistema estructural seleccionado.

En este caso se utilizó un sistema estructural catalogado como: “marcos dúctiles” con nudos rígidos de concreto reforzado, capaces de resistir todas las fuerzas aplicadas a la estructura, tanto verticales (carga viva y muerta), como horizontales (fuerzas de sismo); utilizando como diafragmas losas planas de concreto armado.

2.2.2.2 Análisis estructural.

2.2.2.2.1 Pre-dimensionamiento estructural.

Luego de haber seleccionado el sistema estructural (marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado) se procede a estimar las secciones de los elementos que soportarán las cargas de servicio tomando como base lo establecido en el código ACI-318-95R.

Dimensionamiento de columnas

Para dimensionar una columna, existe una serie de recomendaciones que son necesarias tomarlas en cuenta tales como:

- ❖ Columnas circulares: por lo menos 25 centímetros de diámetro.
- ❖ Columnas rectangulares: la dimensión menor debe ser mayor de 25 cm. El área total debe ser como mínimo de 600 cm².

Para este caso, se utilizará una sección de 30 x 30 cm.

Dimensionamiento de vigas

Los elementos de concreto reforzado sujetos a flexión, deben diseñarse para tener una rigidez adecuada para limitar las deflexiones, o cualquier deformación que pudiese afectar adversamente la resistencia o funcionamiento de la estructura para las cargas de servicio.

Un criterio de predimensionamiento es el de tomar el 8% de la longitud de la viga.

Para este caso, se utilizará una sección de 25 x 35 cm.

Dimensionamiento de losas

Las losas pueden trabajar en uno o dos sentidos, dependiendo del valor de la relación lado a lado (m), que las mismas posean. Siendo la condición para la misma la siguiente:

$$m = A/B$$

si $m < 0.5$, trabaja en un sentido

si $m \geq 0.5$, trabaja en dos sentidos

Donde: m = relación lado a lado

A = lado menor de la losa

B = Lado mayor de la losa

Para el cálculo de los espesores de cada losa, es necesario tomar en cuenta que éste dependerá de la forma y condiciones sobre la cual trabaje la misma; es decir si trabaja en dos direcciones, la fórmula para encontrar el espesor de losa será:

$$t = P / 180$$

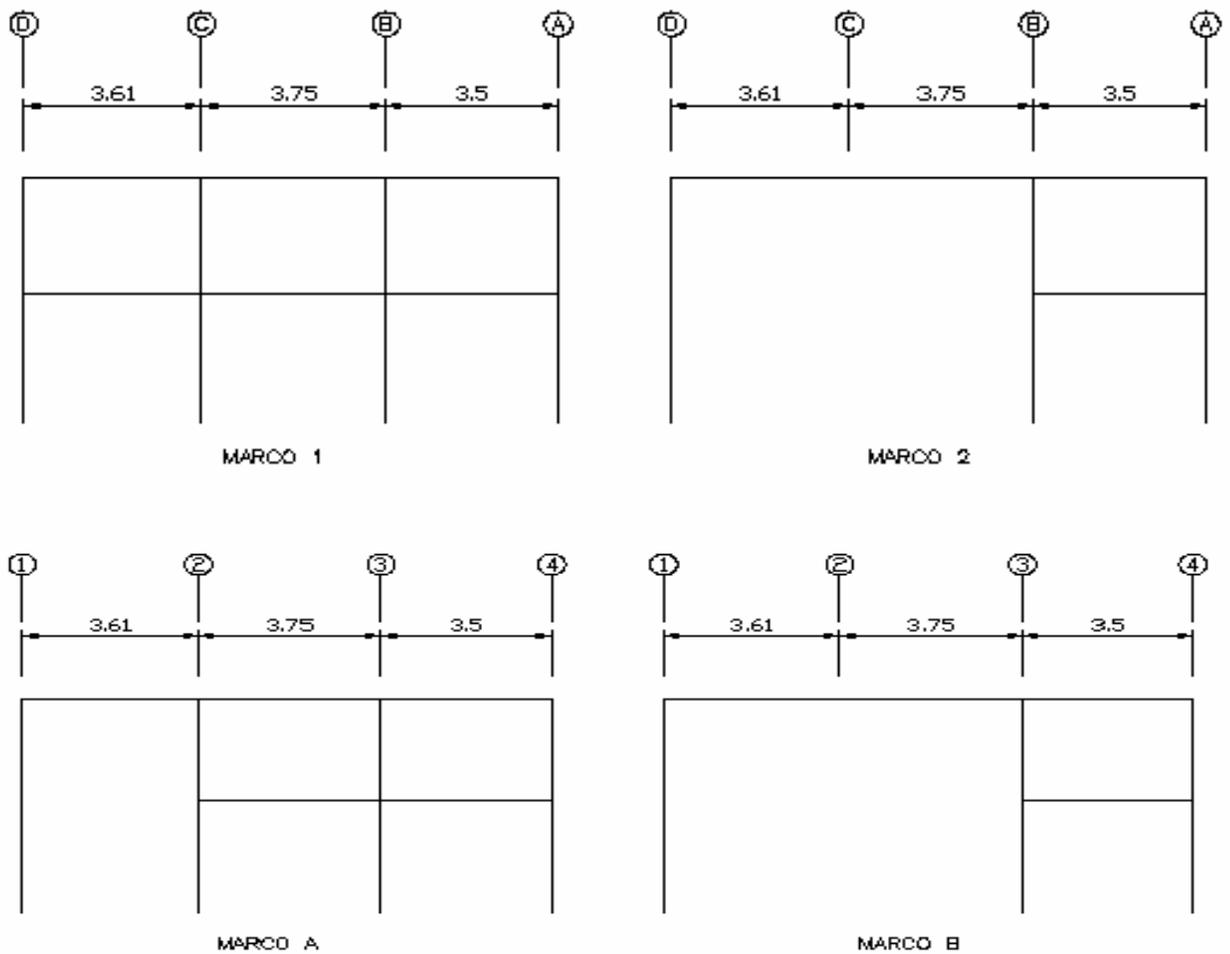
Donde: t = espesor de losa

P = perímetro de losa

El valor mínimo que recomienda el ACI es de 9 cm, para este caso se utilizará t = 10 cm.

2.2.2.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles

Figura 1. Modelos matemáticos de marcos dúctiles



2.2.2.2.3 Cargas aplicadas a los marcos dúctiles.

2.2.2.2.3.1 Cargas horizontales.

Carga de sismo por el método SEAOC

Este consiste en determinar la fuerza lateral ocasionada en la base del edificio, o corte basal, el cual depende de una serie de factores que ayudan a determinar el valor preciso para este caso, la fórmula para determinar el corte basal es la siguiente:

$$V=ZICKSW$$

Cuyos coeficientes Z, I, K, C, S, W, representan diversos factores que varían dependiendo la estructura que se esté analizando y el medio en cual se encuentre.

Z : Basados en zonas sísmicas establecidas

I : Tipo de ocupación de la estructura

K : Tipo de estructura utilizada

C : Coeficiente que depende del período natural de vibración

S : Coeficiente que depende del tipo de suelo

W: Carga muerta total + 25% de carga viva

Para el análisis se tienen los datos siguientes:

Z = 1 (por ser Guatemala una región altamente sísmica)

I = 1.5 (por tratarse de una estación de bomberos)

S = 1.5 (por poseer un suelo de tipo arena limosa)

K = 0.67 (por haberse utilizado marcos dúctiles)

Para determinar el valor del período natural de vibración “C” de la estructura, es necesario recurrir a la siguiente fórmula:

$$C = 1 / (15 (t)^{1/2}) \quad \text{condición : } C \leq 0.12$$

Donde:

$$t = (0.09 * h) / (b')^{1/2}$$

Donde:

h = altura total del edificio

b = base del edificio

b_x = 7.30

b_y = 11.05

$$t_x = (0.09 * 5.5) / (7.30)^{1/2}$$

$$t_x = 0.18$$

$$t_y = (0.09 * 5.5) / (11.05)^{1/2}$$

$$t_y = 0.14$$

De tal forma que,

$$C_x = 1 / (15 (0.18)^{1/2})$$

C_x = 0.15, mayor que 0.12, entonces usar 0.12

$$C_y = 1 / 15 (0.14)^{1/2}$$

C_y = 0.17, mayor que 0.12, entonces usar 0.12

Ahora el factor C al ser multiplicado por S, no debe ser mayor que 0.14, por lo que:

$$C_x * S = 0.12 * 1.5 = 0.18 \text{ usar } 0.14$$

$$C_y * S = 0.12 * 1.5 = 0.18 \text{ usar } 0.14$$

El siguiente paso es determinar el peso total de la estructura.

$$W = W_1 + W_2$$

Para W_1 :

$$W_1 = W_{cm} + 25\%W_v$$

$$W_{cm} = W_{columnas} + W_{vigas} + W_{losa} + 25\%W_{cv}$$

$$W_{columnas} = \text{sección} * \text{altura} * P_c * \text{No columnas}$$

$$W_{columnas} = (0.25 * 0.25) * 3 * 2400 * 60$$

$$W_{columnas} = 27000 \text{ Kg}$$

$$W_{vigas} = \text{sección} * p_c * \text{longitud total}$$

$$W_{vigas} = 0.25 * 0.35 * 2400 * (3 * 11.05 + 1 * 3.5 + 1 * 7.19 + 4 * 3.45)$$

$$W_{vigas} = 12104.40 \text{ Kg}$$

$$W_{losa} = t * p_c * \text{área de entrepiso}$$

$$W_{losa} = 0.10 * 2400 * 50.92$$

$$W_{losa} = 12220.8 \text{ Kg}$$

$$W_{zapatas} = A_z * t * P_c * \text{No. zapatas}$$

$$W_{zapatas} = 2.25 * 0.20 * 2400 * 14$$

$$W_{zapatas} = 15120 \text{ Kg}$$

$$25\% C_v = 0.25 * C_v * \text{área de entrepiso}$$

$$25\%C_v = 0.25 * 250 * 50.92$$

$$25\%C_v = 3182.50 \text{ Kg}$$

$$W_1 = 69627.70 \text{ Kg}$$

Para W2

$$W_2 = W_{cm} + 25\%W_v$$

$$W_{cm} = W_{columnas} + W_{vigas} + W_{techo} + 25\%W_{cv}$$

$$W_{columnas} = \text{sección} * \text{altura} * P_c * \text{No columnas}$$

$$W_{columnas} = (0.25 * 0.25) * 2.5 * 2400 * 60$$

$$W_{columnas} = 22500 \text{ Kg}$$

$$W_{vigas} = \text{sección} * p_c * \text{longitud total}$$

$$W_{vigas} = 0.25 * 0.35 * 2400 * (3 * 11.05 + 1 * 3.5 + 1 * 7.19 + 4 * 3.45)$$

$$W_{vigas} = 12104.40 \text{ Kg}$$

$$W_{losa} = t * p_c * \text{área de entrepiso}$$

$$W_{losa} = 0.10 * 2400 * 50.92$$

$$W_{losa} = 12220.8 \text{ Kg}$$

$$25\% C_v = 0.25 * C_v * \text{área de entrepiso}$$

$$25\%C_v = 0.25 * 200 * 50.92$$

$$25\%C_v = 2546 \text{ Kg}$$

$$W_2 = 49371.20 \text{ Kg}$$

$$W = W_1 + W_2$$

$$W = 69627.70 + 49371.20$$

$$W = 118998.90 \text{ Kg}$$

Habiendo encontrado todos los factores que intervienen en la determinación del corte basal, se procede a determinar su valor, tanto en el sentido X, como en el sentido Y.

$$V = ZICKSW$$

$$V = 1 * 1.5 * 0.14 * 0.67 * 118998.90$$

$$V = 16743.15$$

Es importante saber que el corte basal produce una distribución de fuerzas en cada piso, para lo cual es necesario conocer este valor y así obtener un correcto análisis de la estructura. Las fuerzas de piso se calculan a partir de la ecuación:

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

Donde,

F_i = corte por nivel

V = corte basal

F_t = fuerza adicional en la cúspide

W_i = peso en el nivel

H_i = altura de nivel

Como t_x , y t_y son menores de 0.25, entonces se utiliza el valor $F_t = 0$, quedando la fórmula para ambos sentidos de la siguiente manera

$$F_i = \frac{V * W_i * h_i}{\sum W_i * h_i}$$

Para el análisis en el sentido X, se tiene que se debe encontrar las fuerzas actuantes en el primer y Segundo nivel.

Para el primer nivel.

$$F1x = \frac{16473.15 * 69627.70 * 3}{(69627.70 * 3) + (49371.20 * 5.5)} = 4991.91 \text{ Kg}$$

para el segundo nivel.

$$F2x = \frac{16473.15 * 49371.20 * 5.5}{(69627.70 * 3) + (49371.20 * 5.5)} = 6489.32 \text{ Kg}$$

como se sabe que el valor del corte basal es el mismo en ambos sentidos, se determina que el valor de las fuerzas por nivel que actuarán en el sentido Y, son de la misma magnitud que en el sentido X, para cada nivel respectivamente; de tal forma que:

para el primer nivel

$$F1y = \frac{16473.15 * 69627.70 * 3}{(69627.70 * 3) + (49371.20 * 5.5)} = 4991.91 \text{ Kg}$$

para el segundo nivel.

$$F2y = \frac{16473.15 * 49371.20 * 5.5}{(69627.70 * 3) + (49371.20 * 5.5)} = 6489.32 \text{ Kg}$$

Determinar las fuerzas por marco, consiste simplemente en dividir el corte por nivel, dentro del número de marcos que soportarán dicha fuerza.

Como se conoce que en el sentido X e Y, actúan cinco y cuatro marcos respectivamente que soportan dichas fuerzas, se operan los marcos de la siguiente manera:

En el sentido X

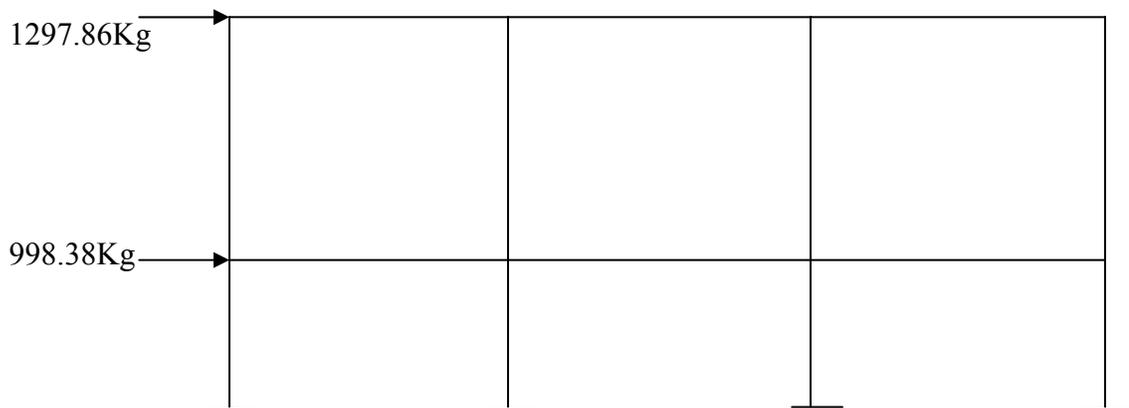
$$F1x = \frac{4991.91}{5} = 998.38 \text{ Kg}$$

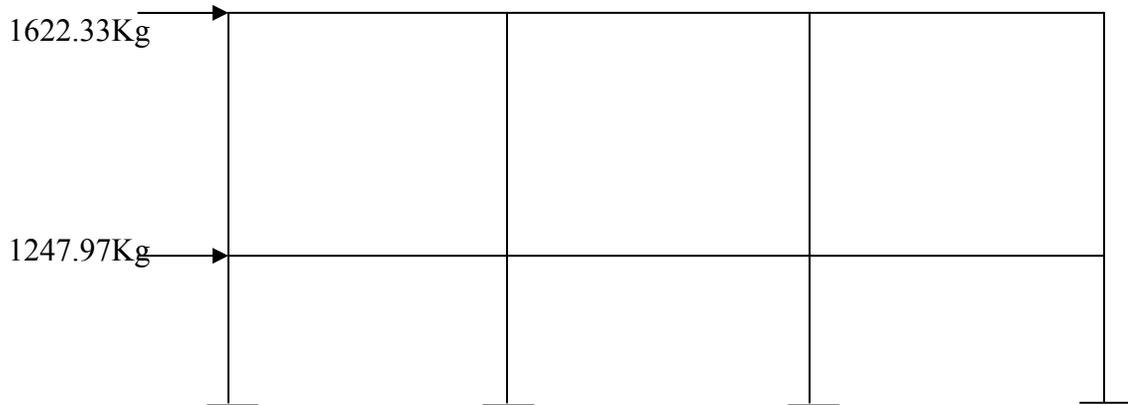
$$F2x = \frac{6489.32}{5} = 1297.86 \text{ Kg}$$

En el sentido Y

$$F1y = \frac{4991.91}{4} = 1247.97 \text{ Kg}$$

$$F2y = \frac{6489.32}{4} = 1622.33 \text{ Kg}$$





2.2.2.2.3.3 Cargas verticales

Cargas Vivas

Son aquellas producidas por el uso y la edificación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos incluyen, pero no están limitados a: los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo. Las cargas vivas utilizadas en este caso, se encuentran especificadas en las normas estructurales de diseño recomendadas para la república de Guatemala, AGIES NR-2:200. se utilizará un valor de 200 Kg/m² para el techo, y de 250 Kg/m² para el entrepiso.

Cargas Muertas

Su acción permanece durante todo el tiempo de “vida” de la estructura; comprende el peso propio de ésta y de los elementos de permanencia fija sobre la misma.

Para encontrar las cargas distribuidas se tomará el marco crítico en el sentido longitudinal, el cual será el marco B; y en el sentido transversal se tomará el marco 3.

2.2.2.2.4 Análisis de marcos dúctiles aplicando el método de Kani

El método de Kani, es un método basado en las características generales de la elástica. La ventaja de este método sobre otros métodos de aproximaciones sucesivas, es que en forma directa, se toma el efecto del desplazamiento de los miembros, evitándose el planeamiento y solución de ecuaciones simultáneas.

La comprobación de resultados puede hacerse en cualquier nudo, utilizando únicamente los valores finales, sin que sea necesario revisar todo el desarrollo de cálculo.

El método de Kani, es clásico en el análisis estructural, y como todos los métodos, tiene particulares ventajas para el análisis de determinadas estructuras, ventajas que el analista debe aprovechar para realizar un trabajo eficiente.

Es importante mencionar que para el análisis de la estructura, se debe analizar las cargas por separado, es decir que primero se analiza la estructura bajo las cargas muertas, luego bajo las cargas vivas y por último, su comportamiento bajo las cargas de sismo.

Para el techo:

Datos

Sección de viga	= 25 Cm * 35 Cm
Peso de concreto (Pc)	= 2400 Kg/m ³
Espesor de losa (t)	= 0.10 m
Sobre carga (Sc)	= 80 Kg/m ²
Cernido y repello (Cc+r)	= 30 Kg/m ²
Carga viva (CV)	= 200 Kg/m ²

Carga muerta distribuida techo

$$W_m = \text{lado tributario} * CM + P_{pv}$$

$$CM = P_c * t + S_c + C_{c+r}$$

$$CM = 2400 * 0.10 + 80 + 30$$

$$CM = 350 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{pv} = \text{sección de viga} * P_c$$

$$P_{pv} = 0.25 * 0.35 * 2400 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$W_m = (1.25 + 1.17) * 350 + 210 = 1057 \text{ Kg/m}$$

Carga viva distribuida techo

$$W_v = \text{ancho tributario} * CV$$

$$W_v = (1.25 + 1.17) * 200 = 484 \text{ Kg/m}$$

Carga muerta distribuida entrepiso

$$W_m = \text{lado tributario} * CM + P_{pv} + \text{muros}$$

$$CM = P_c * t + S_c + C_{c+r}$$

$$CM = 2400 * 0.10 + 200 + 30 = 470 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{pv} = \text{sección de viga} * P_c$$

$$P_{pv} = 0.25 * 0.35 * 2400 \text{ m} = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Muros} = \text{muros} * \text{altura de muros}$$

$$\text{Muros} = 230 * 2.85 = 655.5 \text{ Kg/m}$$

$$W_m = (1.25 + 1.17) * 470 + 210 + 655.50 = 2002.90 \text{ Kg/m}$$

Carga viva distribuida entrepiso

$$W_v = \text{ancho tributario} * CV$$

$$W_v = (1.25 + 1.17) * 250 = 605 \text{ Kg/m}$$

De tal forma que los marcos resultantes con carga muerta y viva, quedan de la siguiente manera.

Figura 2. Marco B, con carga muerta distribuida

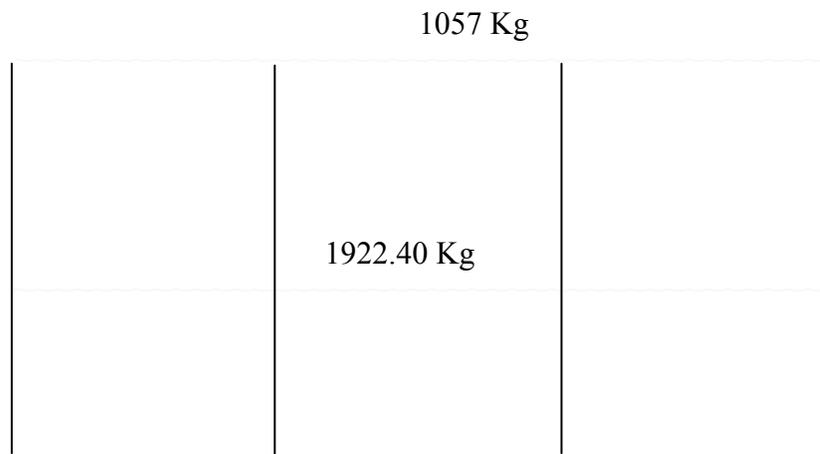
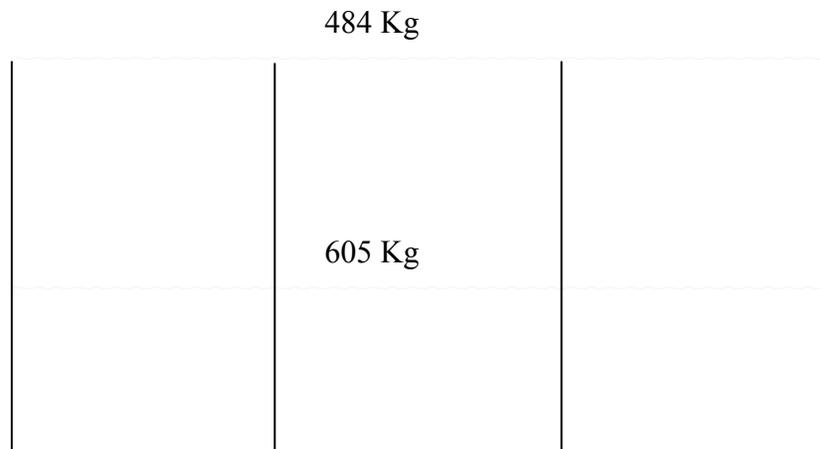


Figura 3. Marco B, con carga viva distribuida



El mismo procedimiento se utiliza para determinar las cargas que soportará el marco 3, obteniendo los siguientes marcos resultantes.

Figura 4. Marco 3, con carga muerta distribuida

1294.82 Kg/m	2157.05 Kg/m	1294.82 Kg/m
2354.95 Kg/m	3925 Kg/m	2354.95 Kg/m

Figura 5. Marco 3, con carga viva distribuida

596.57 Kg/m	994.29 Kg/m	596.57 Kg/m
741.12 Kg/m	1235.20 Kg/m	741.12 Kg/m

Se calcula la rigidez de cada elemento de la estructura:

$$K = I / L \quad \text{donde: } K = \text{Rigidez}$$
$$I = \text{Inercia}$$
$$L = \text{Longitud del elemento}$$

Por contar con elementos rectangulares, entonces la fórmula que determina el valor de la inercia de los elementos es:

$$I = \frac{b * h^3}{12} \quad \text{donde: } b = \text{base}$$
$$h = \text{altura}$$

de lo cual se obtiene la siguiente tabla de resultados, en la que se presenta los datos correspondientes a cada uno de los elementos del marco en estudio, incluso la carga distribuida, que soportan los mismos.

Tabla III. Inercia y rigidez de vigas y columnas

Elementos	Base (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Inercia (I)	Rigidez (K)
vigas 2do nivel					
A-B	0.25	0.35	3.61	0.000893229	0.000247432
B-C	0.25	0.35	3.75	0.000893229	0.000238194
C-D	0.25	0.35	3.5	0.000893229	0.000255208
vigas 1er nivel					
E-F	0.25	0.35	3.61	0.000893229	0.000247432
F-G	0.25	0.35	3.75	0.000893229	0.000238194
G-H	0.25	0.35	3.5	0.000893229	0.000255208
columnas 2do nivel					
A-E	0.25	0.25	2.5	0.000325521	0.000130208
B-F	0.25	0.25	2.5	0.000325521	0.000130208
C-G	0.25	0.25	2.5	0.000325521	0.000130208
D-H	0.25	0.25	2.5	0.000325521	0.000130208
columnas 1er nivel					
E-I	0.25	0.25	3	0.000325521	0.000108507
F-J	0.25	0.25	3	0.000325521	0.000108507
G-K	0.25	0.25	3	0.000325521	0.000108507
H-L	0.25	0.25	3	0.000325521	0.000108507

Se calculan los factores de giro o coeficientes de reparto para cada nudo, utilizando la rigidez de cada elemento que llega al nudo, con base a la fórmula

$$\mu = -\frac{1}{2} \frac{K}{\Sigma K}$$

Donde : μ = factor de giro o reparto

K = rigidez del elemento

ΣK = sumatoria de rigideces en el nudo

Se debe comprobar que la sumatoria de todos los factores de giro en cada nudo, debe ser de -0.50 por ejemplo, para el caso del nudo A:

$$\mu_{AB} = -\frac{1}{2} \frac{0.0002474}{(0.0002474 + 0.0001302)} = -0.32$$

$$\mu_{AC} = -\frac{1}{2} \frac{0.0001302}{(0.0002474 + 0.0001302)} = -0.18$$

$$\Sigma \mu = -0.50$$

Para el cálculo de los momentos fijos, es necesario recurrir a la fórmula siguiente:

$$MF = \frac{WL^2}{12}$$

Donde: MF = Momento Fijo
W = Carga
L = Longitud de la viga

$$MF (AB) = MF (BA) = \frac{-1.294 * (3.5)^2}{12} = 1.32 \text{ T-m}$$

$$MF (BC) = MF (CB) = \frac{-2.157 * (3.5)^2}{12} = 2.20 \text{ T-m}$$

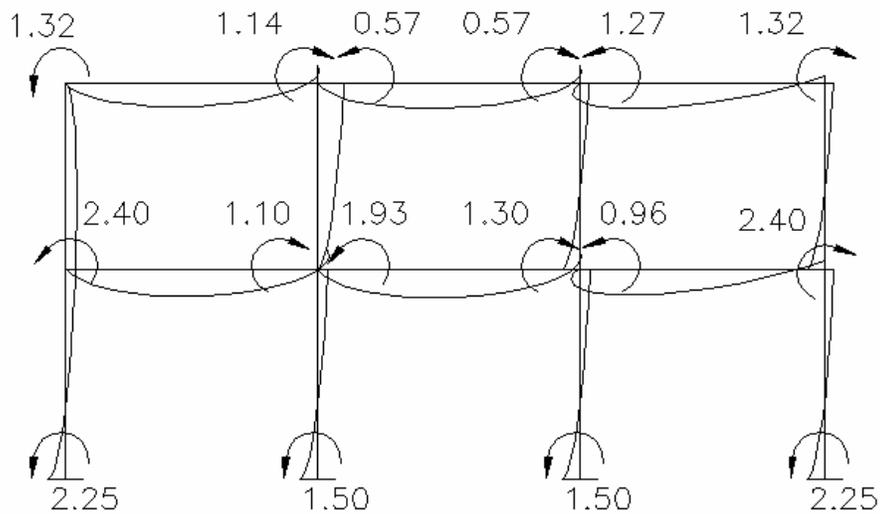
$$MF (CD) = MF (DC) = \frac{-1.294 * (3.5)^2}{12} = 1.32 \text{ T-m}$$

$$MF (EF) = MF (FE) = \frac{-2.354 * (3.5)^2}{12} = 2.40 \text{ T-m}$$

$$MF (FG) = MF (GF) = \frac{-3.925 * (3.5)^2}{12} = 4.00 \text{ T-m}$$

$$MF (GH) = MF (HG) = \frac{-2.354 * (3.5)^2}{12} = 2.40 \text{ T-m}$$

Figura 6. Diagrama de momentos con carga muerta



Los momentos finales se encuentran con base a la siguiente fórmula:

$$M_{ab} = M_{Fab} + 2M'_{ab} + M'_{ba}$$

Donde: M_{ab} = momento final

M_{Fab} = momento fijo

M'_{ab} = última iteración en el extremo A de la barra AB

M'_{ba} = última iteración en el extremo B de la barra AB

Los momentos positivos se encuentran con base a la siguiente fórmula:

$$M_{ab} = - \frac{WL^2}{8} - \frac{(M_{ab} + M_{ba})}{2}$$

Donde: M_{ab} = Momento positivo en el tramo AB

W = Carga distribuida

L = Longitud del tramo

M_{ab} = Momento negativo de A hacia B

M_{ba} = Momento negativo de B hacia A

Análisis de carga Viva

La rigidez de cada elemento y los factores de giro, se toman del marco anterior, debido a que las secciones son las mismas.

Los momentos fijos para cada caso varían, puesto que estos dependen de la carga que soporta cada elemento.

De tal manera que:

$$MF (AB) = MF (BA) = \frac{-0.596 * (3.5)^2}{12} = 0.61 \text{ T-m}$$

$$MF (BC) = MF (CB) = \frac{-0.994 * (3.5)^2}{12} = 1.01 \text{ T-m}$$

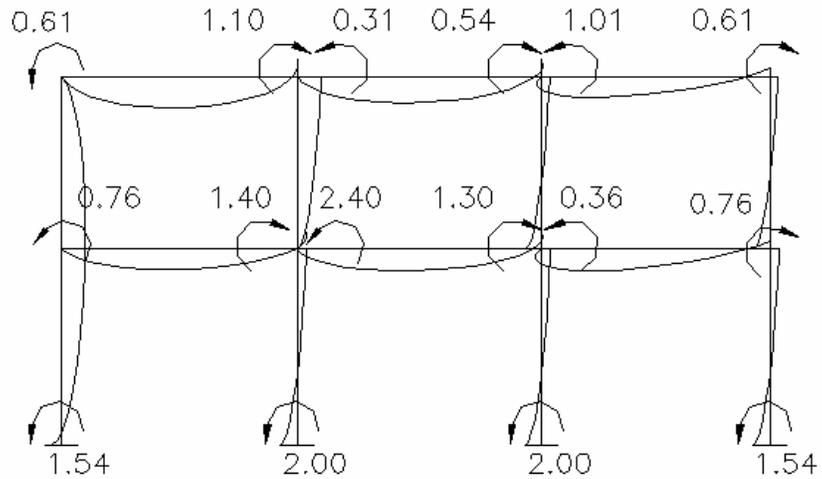
$$MF (CD) = MF (DC) = \frac{-0.596 * (3.5)^2}{12} = 0.61 \text{ T-m}$$

$$MF (EF) = MF (FE) = \frac{-0.741 * (3.5)^2}{12} = 0.76 \text{ T-m}$$

$$MF (FG) = MF (GF) = \frac{-1.235 * (3.5)^2}{12} = 1.26 \text{ T-m}$$

$$MF (GH) = MF (HG) = \frac{-0.741 * (3.5)^2}{12} = 0.76 \text{ T-m}$$

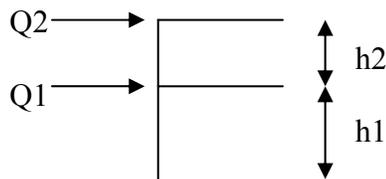
Figura 7. Diagrama de momentos con carga viva



Análisis de carga de sismo

Al igual que en el análisis con carga viva y muerta, se siguen tomando los mismos valores de rigidez y factores de giro.

Por ser cargas laterales, se calculan los momentos de piso que actúan en la estructura de la siguiente manera:



$$M2 = \frac{Q2 * h2}{3}$$

$$M1 = \frac{(Q2 + Q1) * h1}{3}$$

Donde:

M1, M2 = momentos de piso

Q2, Q1 = cargas de sismo

h1, h2 = alturas por nivel

$$M2 = \frac{1.297 * 2.65}{3} = 1.14 \text{ Ton-m}$$

$$M1 = \frac{(1.297 + 0.998) * 2.85}{3} = 2.18 \text{ Ton-m}$$

Cuando se analizan las cargas de sismo de un marco, para las columnas es necesario encontrar un factor de corrimiento en cada nivel, con base a la fórmula siguiente:

$$\gamma = \frac{3}{2} \frac{K \text{ columnas}}{\Sigma K \text{ columnas}}$$

donde: γ = factor de corrimiento

K columnas = rigidez de la columna

ΣK columnas = sumatoria de rigidez de columnas

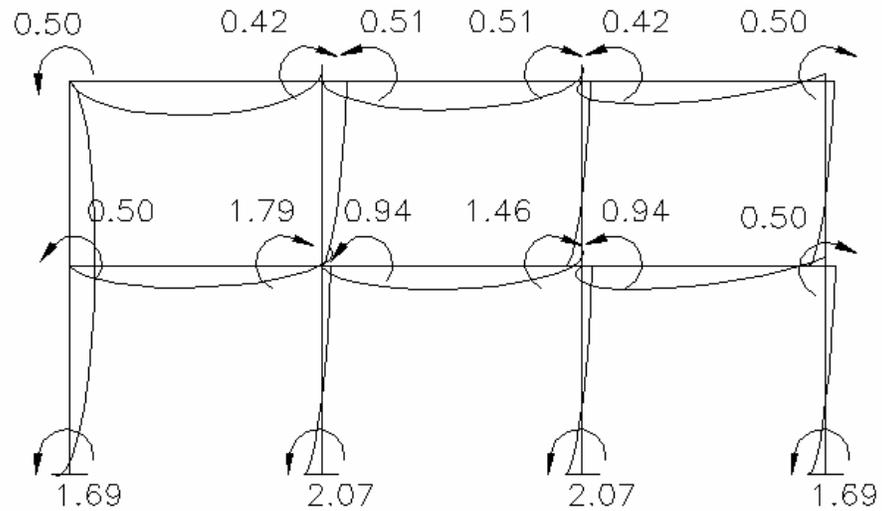
Factor de corrimiento para el primer nivel

$$\gamma = \frac{3}{2} \frac{0.0001085}{0.0001085 + 0.0001085 + 0.0001085 + 0.0001085} = -0.375$$

Factor de corrimiento para el segundo nivel

$$\gamma = \frac{3}{2} \frac{0.0001302}{0.0001302 + 0.0001302 + 0.0001302 + 0.0001302} = -0.375$$

Figura 8. Diagrama de momentos con carga de sismo



2.2.2.2.5 Momentos últimos por envolvente de momentos.

Con los resultados de cada uno de los tipos de carga aplicadas sobre la estructura, se debe calcular la envolvente de momentos, la cual consiste en encontrar la condición más crítica que pueda afectar la misma; es decir, que en todas las combinaciones se toman las que provocan los efectos menos favorables. Dicha condición se determina como el valor más alto dentro de una serie de posibles combinaciones de carga que el código ACI 318-80 estipula, en las cuales toman en cuenta resistencia a cargas por viento, sísmicas, vivas y muertas.

Las posibles combinaciones que se analizarán son las siguientes:

- $M_u = 1.4 M_{cm} + 1.7 M_{cv}$
- $M_u = 0.75 (1.4 M_{cm} + 1.7 M_{cv} + 1.87 M_{cs})$
- $M_u = 0.75 (1.4 M_{cm} + 1.7 M_{cv} - 1.87 M_{cs})$
- $M_u = 0.9 M_{cm} + 1.43 M_{cs}$
- $M_u = 0.9 M_{cm} - 1.43 M_{cs}$

Donde : M_u = Momento último

M_{cm} = Momento por carga muerta

M_{cv} = Momento por carga viva

M_{cs} = Momento por carga de sismo

Figura 9. Diagrama de momentos últimos por envoltente

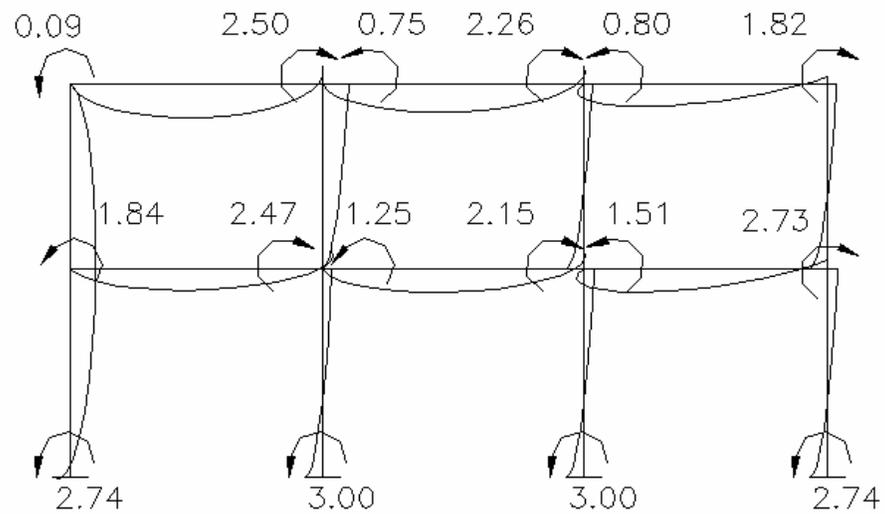
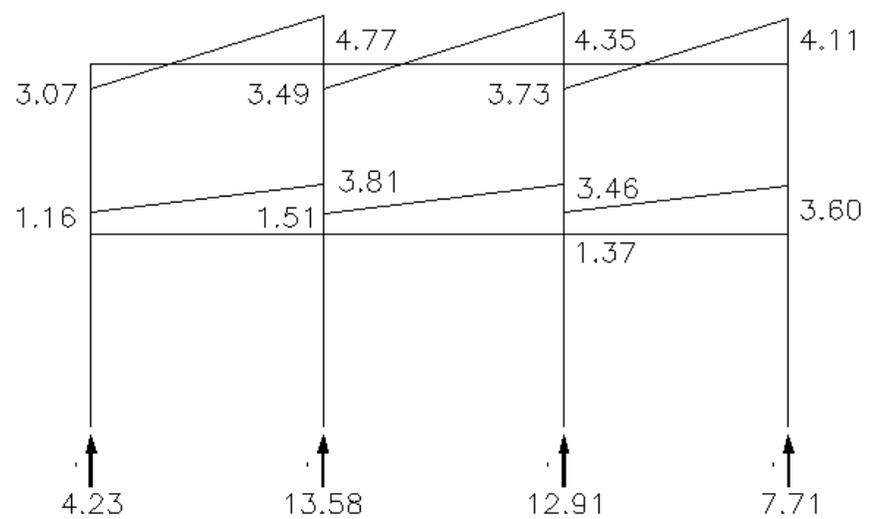


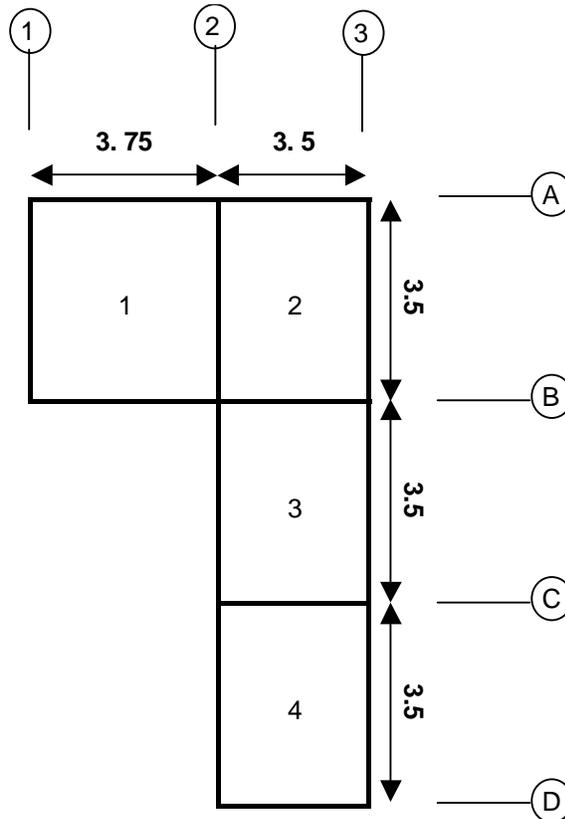
Figura 10. Diagrama de corte de momentos finales



2.2.2.3 Dimensionamiento.

2.2.2.3.1 Diseño de losas.

Figura 11. Planta general de losas



Momentos en losa

Para calcular los momentos en cada losa se procede según el método 3 del ACI, de la siguiente manera:

$$CM = 350 \text{ Kg/m}^2$$

$$CV = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$C.Mu = 1.4 * CM = 1.4 * 350 = 490 \text{ Kg/m}^2$$

$$C.Vu = 1.7 * CV = 1.7 * 200 = 340 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU \text{ total} = C.Mu + C.Vu = 830 \text{ Kg/m}^2$$

Donde: CM = carga muerta
 CV = carga viva
 C.Mu = carga muerta última
 C.Vu = carga viva última
 C.Utotal = carga última total

Cálculo de momentos

$$Ma^- = Ccma * C.Utotal * A^2$$

$$Mb^- = Ccmb * C.Utotal * B^2$$

$$Ma = Ccma * C.Mu * A^2 + Ccva * C.Vu * A^2$$

$$Mb = Ccmb * C.Mu * B^2 + Ccvb * C.Vu * B^2$$

Donde: Ma^- = Momento negativo lado corto
 Mb^- = Momento negativo lado largo
 Ma = Momento positivo lado corto
 Mb = Momento positivo lado largo
 $Ccma$ = Coeficiente de carga muerta en A
 $Ccmb$ = Coeficiente de carga muerta en B
 $Ccva$ = Coeficiente de carga viva en A
 $Ccvb$ = Coeficiente de carga viva en B

Con esta información, se establece el caso al que pertenece la losa y se obtienen los coeficientes respectivos para cada tipo de carga.

Losa 1 = Losa 4



Caso No 7

$$m = A/B = 3.5/3.75 = 0.93$$

$$Ma^- = 0 * 830 * (3.5)^2 = 0 \text{ Kg-m}$$

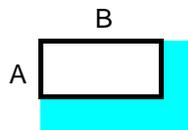
$$Mb^- = 0.062 * 830 * (3.75)^2 = 723.65 \text{ Kg - m}$$

$$Ma = 0.035 * 490 * (3.5)^2 + 0.040 * 340 * (3.50)^2 = 376.68 \text{ Kg-m}$$

$$Mb = 0.028 * 490 * (3.75)^2 + 0.029 * 340 * (3.75)^2 = 331.58 \text{ Kg-m}$$

Losa 2

Caso No 4



$$m = A/B = 3.5/3.5 = 1$$

$$Ma^- = 0.050 * 830 * (3.5)^2 = 508.37 \text{ Kg-m}$$

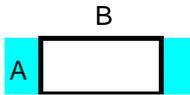
$$Mb^- = 0.050 * 830 * (3.75)^2 = 583.59 \text{ Kg - m}$$

$$Ma = 0.027 * 490 * (3.5)^2 + 0.032 * 340 * (3.50)^2 = 295.35 \text{ Kg-m}$$

$$Mb = 0.027 * 490 * (3.75)^2 + 0.032 * 340 * (3.75)^2 = 339.05 \text{ Kg-m}$$

Losa 3

Caso No 3



$$m = A/B = 3.5/3.5 = 1$$

$$M_a^- = 0 * 830 * (3.5)^2 = 0 \text{ Kg-m}$$

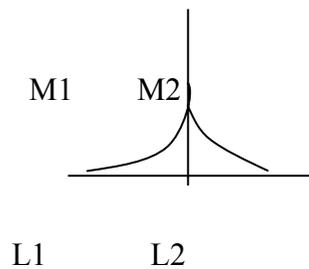
$$M_b^- = 0.076 * 830 * (3.75)^2 = 887.06 \text{ Kg-m}$$

$$M_a = 0.018 * 490 * (3.5)^2 + 0.027 * 340 * (3.50)^2 = 220.50 \text{ Kg-m}$$

$$M_b = 0.027 * 490 * (3.75)^2 + 0.032 * 340 * (3.75)^2 = 339.04 \text{ Kg-m}$$

Balaceo de Momentos

Los momentos deben de ser balanceados, para tener un solo momento en la unión de dos losas. Para determinar el momento balanceado, el código ACI recomienda el siguiente procedimiento:



0.8 $M_2 > M_1$ entonces Balancear por rigideces

$$0.8 M2 < M1 \text{ entonces } (M1 + M2) / 2$$

donde: M1 = Momento menor

M2 = Momento Mayor

L1 = Lado del momento menor

L2 = Lado del momento mayor

Hay que hacer una distribución directamente proporcional a la rigidez. De tal manera que:

K1, K2 = las rigideces de las losas 1 y 2, respectivamente

$$K1 = 1/L1 \quad K2 = 1/L2$$

D1, D2 = los factores de distribución de las losas 1, 2 respectivamente

$$D1 = K1 / (K1 + K2) \quad D2 = K2 / (K1 + K2)$$

Mb1, Mb2 = Los momentos balanceados de las losas 1 y 2

$$M1 = 508.83 \quad L1 = 1.80$$

$$M2 = 723.65 \quad L2 = 2.80$$

$$0.8 (723.65) > 508.83$$

578.92 > 508.83 entonces balancear por rigideces

$$K1 = 1 / 1.80 = 0.555 \quad K2 = 1 / 2.80 = 0.357$$

$$D1 = 0.555 / (0.555 + 0.357) = 0.61 \quad D2 = 0.357 / (0.555 + 0.357) = 0.39$$

$$\left. \begin{aligned} Mb1 &= 508.83 + (723.65 - 508.83) * 0.61 = 639.87 \text{ Ton.m} \\ Mb2 &= 723.65 - (723.65 - 508.83) * 0.39 = 639.87 \text{ Ton-m} \end{aligned} \right\} \text{ Momentos iguales}$$

De la misma manera se procede para los casos siguientes.

Ácido de Refuerzo

El primer paso para encontrar el área de acero necesaria para resistir los momentos en una losa, es conocer el peralte efectivo de la misma, el cual se encuentra de la siguiente manera:

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

Donde: d = Peralte efectivo de la losa
 t = Espesor de losa
rec = Recubrimiento
 \emptyset = Diámetro de varilla

Datos:

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$\text{rec} = 2 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 3/8''$$

$$t = 10 - 2 - 0.5 = 7.5 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$A_{s\text{min}} = 0.4 \frac{14.1}{F_y} b * d$$

Donde: $A_{s\text{min}}$ = área de acero mínimo
 f_y = límite de fluencia del acero
 b = base
 d = peralte efectivo de la losa

Datos:

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

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

$$d = 7.5 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = 0.4 * \frac{14.1}{2810} * 100 * 7.5 = 1.50 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento

$$\begin{array}{l} A_s \quad S \\ 1.51 \text{ cm}^2 \quad \text{-----} \quad 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \quad \text{-----} \quad X \end{array}$$

$$X = 47 > 3 t, \text{ usar } 3 t = 30 \text{ cm}$$

Cálculo del A_s para $S = 30 \text{ cm}$

$$\begin{array}{l} A_s \quad S \\ X \text{ cm}^2 \quad \text{-----} \quad 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \quad \text{-----} \quad 30 \text{ cm} \end{array}$$

$$X = 2.37 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste $A_s = 2.37 \text{ cm}^2$

$$M_{as} = 0.9 \left[A_s * f_y \frac{(d - A_s * f_y)}{1.7 f_c * b} \right]$$

Donde : Mas = Momento que resiste el As

f_y = Límite de fluencia del acero

f'_c = resistencia máxima del concreto a los 28 días

b = base

d = peralte efectivo de la losa

$$Mas = 0.9 \left[2.37 * 2810 \frac{(7.5 - 2.37 * 2810)}{1.7 * 210 * 100} \right] = 438.35 \text{ Kg-m}$$

Este momento cubre a todos los momentos restantes, por lo cual el área de acero que demanda este momento cubrirá el área de acero requerida por los otros momentos.

2.2.2.3.2 Diseño de vigas.

Para el diseño de vigas es necesario utilizar los datos que se obtuvieron de la envolvente. Como ejemplo para el diseño de vigas, se tomará la viga del marco B, ubicada entre el tramo A-B.

Diseño a flexión

Datos:

$$M_{ab} = 2311.54 \text{ Kg-m}$$

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

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

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

$$d = 32.5 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14.1}{f_y} \quad b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} \quad 25 * 32.5 = 4.08 \text{ cm}^2$$

Área de acero balanceada

$$A_{sbal} = \rho_{bal} * b * d$$

$$\rho_{bal} = \frac{f'_c}{f_y} * 0.85^2 * \frac{0.003}{0.003 + f_y / E_s}$$

Donde: E_s = Módulo de elasticidad del acero = $2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

$$\rho_{bal} = \frac{210}{2810} * 0.85^2 * \frac{0.003}{0.003 + 2810 / 2.1 \times 10^6} = 0.03733$$

$$A_{sbal} = 0.03733 * 25 * 32.5 = 30.33 \text{ cm}^2$$

Área de acero máxima

$$A_{smaxi} = 0.5 * A_{sbal}$$

$$A_{smaxi} = 0.5 * 30.33 \text{ cm}^2 = 15.16 \text{ cm}^2$$

Área de acero necesaria para el momento negativo de A a B

$$A_s a-b = 0.85 \frac{f_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_{ab} * b}{0.003825 * f_c}} \right]$$

$$A_s a-b = 0.85 \frac{210}{2810} \left[25 * 32.5 - \sqrt{(25 * 32.5)^2 - \frac{2311.54 * 25}{0.003825 * 210}} \right]$$

$A_s a-b = 2.89 \text{ cm}^2$, usar A_s minimo

Área de acero necesaria para el momento negativo de B a A

$$A_s b-a = 0.85 \frac{f_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_{ba} * b}{0.003825 * f_c}} \right]$$

$$A_s b-a = 0.85 \frac{210}{2810} \left[25 * 32.5 - \sqrt{(25 * 32.5)^2 - \frac{2735.89 * 25}{0.003825 * 210}} \right]$$

$A_s a-b = 3.44 \text{ cm}^2$, usar A_s mínimo

Área de acero necesaria para el momento positivo de A a B

$$A_s a-b = 0.85 \frac{210}{2810} \left[25 * 32.5 - \sqrt{(25 * 32.5)^2 - \frac{1387.15 * 25}{0.003825 * 210}} \right]$$

$A_s a-b = 1.72 \text{ cm}^2$

Requisitos sísmicos para armado

Para la cama inferior en apoyos, el código ACI, recomienda que por lo menos deban colocarse dos varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- 50% del área de acero que requiere el mayor de los momentos negativos
- 50% del área de acero que requiere el momento positivo
- El área de acero mínimo

Para la cama superior al centro, se debe colocar como mínimo dos varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- 33% del área de acero que requiere el mayor de los momentos negativos
- El área de acero mínimo

Armado de viga:

Cama inferior

$$\left\{ \begin{array}{l} 50\% \text{ As a-b} = 0.5 * 2.89 = 1.44 \text{ cm}^2 \\ 50\% \text{ As b-a} = 0.5 * 3.44 = 1.72 \text{ cm}^2 \\ 50\% \text{ As a-b} = 0.5 * 4.60 = 2.30 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$\text{As corrido} = \text{As min} = 4.08 \text{ cm}^2$$

Cama superior

$$\left\{ \begin{array}{l} 33\% \text{ As a-b} = 0.33 * 2.89 = 0.9537 \text{ cm}^2 \\ 33\% \text{ As b-a} = 0.33 * 3.44 = 1.13 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$\text{As corrido} = \text{As min} = 4.08 \text{ cm}^2$$

Diseño a corte

Básicamente para el diseño de vigas bajo esfuerzos de corte, se deben seguir los siguientes pasos, con los datos siguientes:

$$V_1 = 3699.81 \text{ Kg-m}$$

$$V_2 = 3461.57 \text{ Kg-m}$$

$$L = 4.00 \text{ m}$$

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

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

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

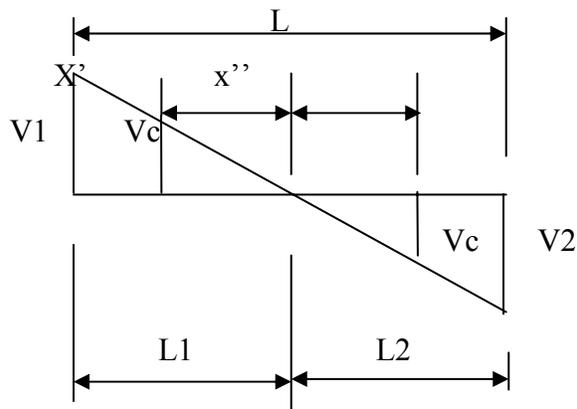
$$d = 32.5 \text{ cm}$$

- Calcular el corte que resiste el concreto mediante la fórmula:

$$V_c = (0.85)(0.53) \sqrt{f'_c} b.d$$

$$V_c = (0.85)(0.53) \sqrt{210} (25) (32.5) = 5304.30 \text{ Kg}$$

- Calcular la parte de la viga que resiste el concreto. Para ello es necesario encontrar el valor de X' y x'' mediante el siguiente diagrama:



Al encontrar el valor de L_1 y L_2 por medio de la relación de triángulos, se tiene que:

$$L1 = \frac{3.70 * 3699.81}{3699.81 + 3461.57} = 1.92 \text{ m}$$

$$L2 = 3.70 - 1.92 = 1.78 \text{ m}$$

Para X' y X'':

$$X' = \frac{5304.30 * 1.92}{3699.81} = 2.75 \text{ m}$$

$$X'' = \frac{5304.30 * 1.78}{3431.57} = 2.75 \text{ m}$$

Lo cual indica que dentro de esta región, donde el concreto resiste el corte, se deberá reforzar con un espaciamiento igual a d/2 es decir 16 cm.

Esfuerzos de corte actuante y resistente respectivamente:

$$v_a = \frac{3699.81}{25 * 32.5} = 4.55 \text{ Kg / cm}^2$$

$$v_b = \frac{2692.95}{25 * 32.5} = 3.31 \text{ Kg / cm}^2$$

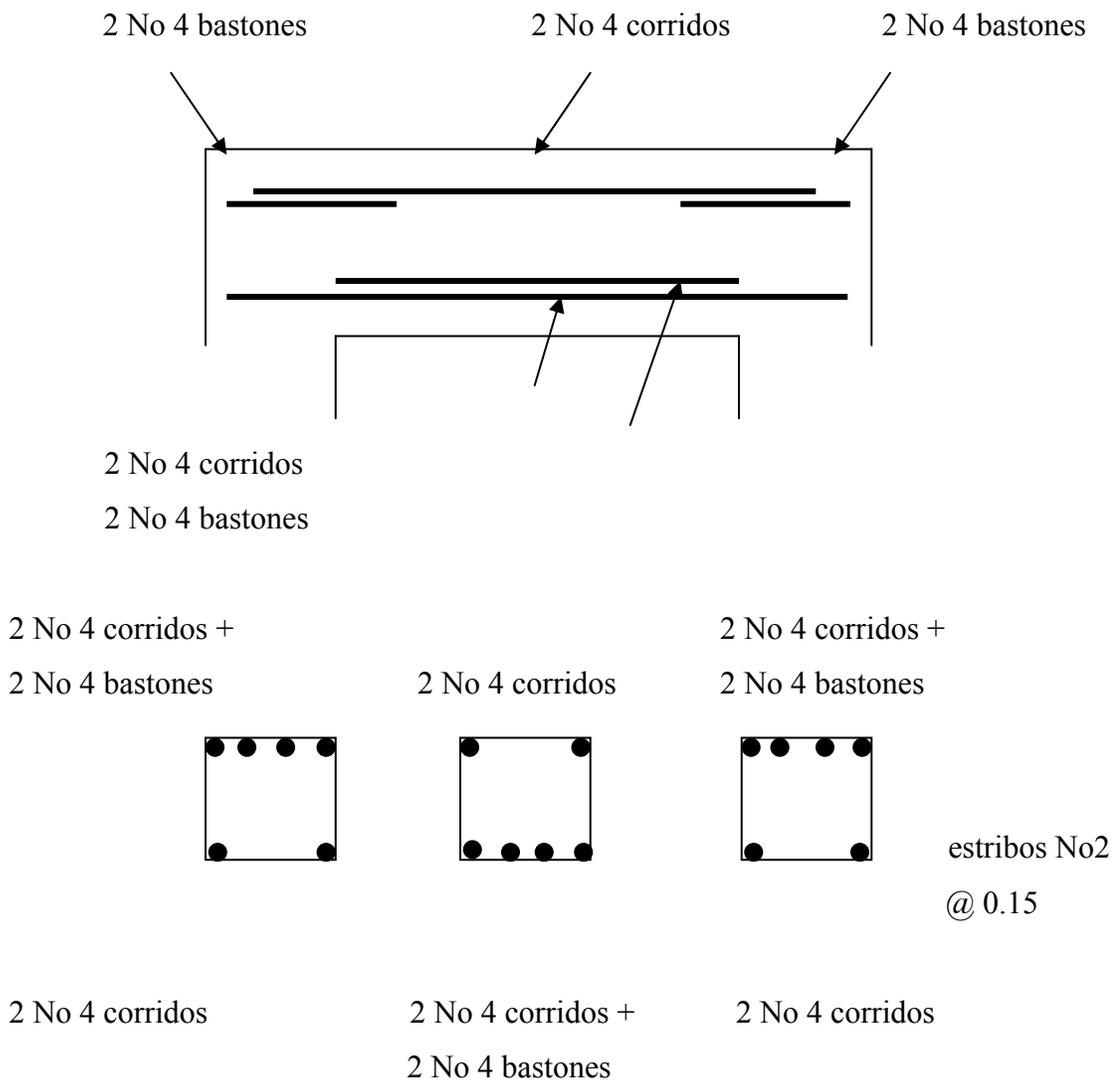
Para el cálculo del espaciamiento de estribos fuera de la zona en la que el concreto resiste el corte se tiene que:

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2810}{(4.55) 25} = 35 \text{ cm}$$

Como el espaciamiento encontrado, es mayor a $d/2$, deberá usarse $d/2$ o sea 15 cm

El armado final para el diseño a flexión de la viga A-B queda de la siguiente manera:

Figura 12. Armado final de viga A-B



Diseño de Columnas

En el diseño de columnas, el código ACI presenta los siguientes parámetros y requisitos que el diseñador debe tomar en cuenta al momento de dimensionar y reforzar una columna:

- El área de acero longitudinal mínimo es de 1% de la sección de la columna
 $A_{st}(\text{min}) = 0.01 A_g$; donde A_g = Área gruesa de la columna
- El área de acero longitudinal máximo será de 6% para zonas sísmicas y de 8% para zonas no sísmicas de la sección de la columna.

$$A_{st}(\text{máx}) \begin{cases} 0.06 A_g \text{ (zonas sísmicas)} \\ 0.08 A_g \text{ (zonas no sísmicas)} \end{cases}$$

- La columna deberá tener como mínimo cuatro varillas de refuerzo longitudinal
- El lado más pequeño de una columna estructural será de 20 cm
- La sección mínima para columnas estructurales deberá ser de 400 cm²
- El refuerzo transversal (estribos), nunca podrá ser menor que 3/8" para barras longitudinales menores al # 10 ; y por lo menos # 4 para barras No. 11 , 14 , 18 y barras empaquetadas.
- El recubrimiento mínimo de una columna en condiciones normales es de 3 cm
- La separación entre estribos no debe ser superior a 16 diámetros de la barra longitudinal, ni a 48 diámetros del estribo, ni a la dimensión mínima de la columna

Carga Axial

Se determina por medio de áreas tributarias, incluyendo el peso de las vigas que se localicen dentro de dicha área. Considerando que si la columna soporta otros niveles, la carga axial de los niveles superiores se acumulan para el diseño de la misma.

Para este caso se diseñará una columna con los datos que se obtienen de la envolvente de momentos finales.

La fórmula para encontrar el Valor de la carga axial que soporta la columna es:

$$Pu = At * Cutot + Ppvigas * Fcu$$

donde: At = área tributaria
Cutot = carga última total
Ppvigas = peso propio de vigas
Fcu = factor de carga última

$$Fcu = \frac{Cutot}{Ct}$$

donde: CM = carga muerta
CV = carga viva
Ct = carga total

$$Ct = CM + CV$$

Datos:

$$CM = 350 \text{ Kg/m}^2$$

$$CV = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$Cutot = 830 \text{ Kg/m}^2$$

$$At = 5.00 \text{ m}^2$$

$$C_t = 350 + 200 = 550 \text{ Kg/m}^2$$

$$F_{cu} = \frac{830 \text{ Kg/m}^2}{550 \text{ Kg/m}^2} = 1.509$$

$$P_u = 5.00 * 830 + \left[(0.25 * 0.35) * 3 * 2400 * 1.509 \right] = 5100.67 \text{ Kg}$$

Previo al diseño de un columna, se evalúan los efectos de esbeltez para obtener los momentos y cargas de diseño.

La ecuación para considerar los efectos de esbeltez es la siguiente:

$$E = \frac{KL_u}{r}$$

Donde : E = esbeltez

k = factor de longitud efectiva

Lu = longitud libre

r = radio de giro

El radio de giro (r) para columnas rectangulares es aproximadamente 0.30 de la dimensión en la que se considere la flexión, y 0.25 del diámetro para columnas circulares.

Cuando

$E < 21$ columna corta, no se magnifican momentos

$21 \leq E \leq 100$ columna intermedia, se magnifican momentos por medio de métodos aproximados

$E \geq 100$ columna esbelta. Realizar un análisis de segundo orden

Para encontrar el factor de longitud efectiva (k), se recurre a los monogramas de Jackson y Moreland, o bien se puede obtener mediante las ecuaciones de Furlong, las cuales trabajan mediante los siguientes rangos:

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} \sqrt{1 + \Psi_p} \qquad k = 0.9 \sqrt{1 + \Psi_p}$$

para $\Psi_p < 2$

para $\Psi_p \geq 2$

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

Para encontrar Ψ se tiene que:

$$\Psi = \frac{\sum K \text{ columnas}}{\sum K \text{ vigas}} \qquad \Psi = 0, \text{ (si existe empotramiento)}$$

Encontrando rigideces:

$$K = \frac{bh^3}{L}$$

donde : $K =$ rigidez
 $b =$ base
 $h =$ altura
 $L =$ longitud del elemento

Sentido X-X

Datos:

Longitud viga izquierda = 3.50 m

Sección de viga de techo = 0.25m * 0.35m

Sección de columnas = 0.30m * 0.30m

Altura de la columna = 3.00 m

$$K \text{ viga 1} = \frac{25 * 35^3}{12 * 300} = 297.94 \text{ cm}^3$$

$$K \text{ viga 2} = \frac{25 * 35^3}{12 * 300} = 297.94 \text{ cm}^3$$

$$K \text{ col 1} = \frac{25 * 25^3}{12 * 300} = 108.50 \text{ cm}^3$$

$$K \text{ col 2} = \frac{25 * 25^3}{12 * 275} = 118.37 \text{ cm}^3$$

$$\Psi_2 = \frac{118.37}{297.94} = 0.40$$

$$\Psi_p = (0.40 + 0.76) / 2 = 0.58$$

$$\Psi_1 = \frac{118.37 + 108.50}{297.94} = 0.76$$

Como $\Psi_p < 2$, entonces

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} \sqrt{1 + \Psi_p}$$

$$k = \frac{20 - 0.58}{20} \sqrt{1 + 0.58} = 1.22$$

$$\frac{k L_u}{r} = \frac{k L_u}{0.30 * h} = \frac{1.22 * 2.50}{0.30 * 0.30} = 33.88$$

Este valor se encuentra dentro del rango de columna intermedia por lo tanto, se debe magnificar

Magnificadores de momentos

Es importante mencionar que el momento que sirve de dato para el diseño, se toma como el mayor de los dos momentos que actúan en los extremos de la columna.

$$M_x = 2550.00 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = 1580.50 \text{ kg-m}$$

Sentido X-X

Cálculo de EI:

$$EI = \frac{E_c * I_g / 2.5}{1 + \beta d} \quad \text{donde : } E_c = \text{módulo de elasticidad del concreto} = 15100\sqrt{f'_c}$$

$$I_g = \text{inercia centroidal de la sección de la columna} = \frac{bh^3}{12}$$

$$\beta d = \text{factor de flujo plástico} = C_{mu} / C_{tot}$$

$$EI = (15100 * \sqrt{210} * \left[(30 * 30^3) / 12 \right]) / 2.5 (1 + (490 / 830))$$

$$EI = 3714963233.73 \text{ Kg} - \text{cm}^2 = 371.50 \text{ Ton-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(k Lu)^2} = \frac{\pi^2 * 371.50}{(1.22 * 2.50)^2} = 394.25 \text{ ton}$$

Cálculo del magnificador :

$$\delta_x = \frac{cm}{1 - P_u / \Phi P_{cr}}$$

Donde: $cm = \text{factor del efecto de extremo de tomarse como } 0.6 + 0.4M_1/M_2 \geq 0.4$ para columnas sin ladeo lateral y sin cargas transversales o $cm = 1$ para los demás

casos

$M_1 = \text{momento menor de los extremos}$

$M_2 = \text{momento mayor de los extremos, siempre positivo}$

$P_{cr} = \text{carga crítica de pandeo de Euler}$

$\Phi = \text{factor de reducción para carga axial } 0.70 \text{ ó } 0.75$

Entonces:

$$\delta_x = \frac{1}{1 - 4.81 / 0.7 * 394.25} = 1.02$$

El momento magnificado será:

$$M_{dx} = 1.02 * 2.550 = 2.652 \text{ ton-m}$$

En resumen general, los valores con los cuales se diseñará la columna son:

$$P_u = 5.10 \text{ ton}$$

$$M_{dx} = 2.65 \text{ Ton-m}$$

$$M_{dy} = 1.60 \text{ Ton-m}$$

Refuerzo longitudinal

Cálculo de A_{smin} y A_{smax} :

$$A_{smin} = 0.01 * 30 * 30 = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0.06 * 30 * 30 = 54 \text{ cm}^2$$

Proponer un armado que se encuentre dentro de este rango:

$$4 \text{ No } 6 = 11.40 \text{ cm}^2$$

Cálculo de excentricidades:

$$e_x = M_{dx} / P_u = 2.65 / 5.10 = 0.52$$

$$e_y = M_{dy} / P_u = 1.60 / 5.10 = 0.31$$

Cálculo de $(e/h)_x$; $(e/h)_y$

$$(e/h)_x = e_x / h_x = 0.52 / 0.30 = 1.73$$

$$(e/h)_y = e_y / h_y = 0.31 / 0.30 = 1.03$$

Cálculo de γ_x y γ_y

$$\gamma_x = (h_x - 2 * \text{recubrimiento}) / h_x = (0.30 - 2 * 0.03) / 0.25 = 0.20$$

$$\gamma_y = (h_y - 2 * \text{recubrimiento}) / h_y = (0.30 - 2 * 0.03) / 0.25 = 0.20$$

Obtener ρ_μ :

$$\rho_\mu = (A_{st} / A_g) * (f_y / 0.85 f_c) = (11.40 / 900) * (4200 / 0.85 * 210) = 0.298$$

De las gráficas del diagrama de interacción para columnas rectangulares, se encuentran los valores de K'

$$K'_x = 0.08$$

$$K'_y = 0.15$$

Encontrar el valor de P_u mediante la fórmula de Bresler:

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

Determinar p'_x , p'_y , p'_o

$$P'_x = \frac{K'_x * f_c * A_g}{1000} = \frac{0.08 * 210 * 900}{1000} = 15.12 \text{ Ton}$$

$$P'_y = \frac{K'_x * f'_c * A_g}{1000} = \frac{0.15 * 210 * 900}{1000} = 28.35 \text{ Ton}$$

$$P'_o = \frac{0.85 * f'_c * A_g + A_s * f_y}{1000} = \frac{0.85 * 210 * 900 + 11.40 * 4200}{1000} = 208.53 \text{ Ton}$$

Entonces,

$$P'_u = \frac{1}{1/15.12 + 1/28.35 + 1/208.53} = 10.35 \text{ ton}$$

Carga última actuante

$$P_{ua} = P_u / \Phi$$

$$P_{ua} = 5.10 / 0.70 = 7.28 \text{ ton}$$

Condición:

Si P'_u es ligeramente mayor a P_{ua} , el diseño es correcto

Si P'_u es demasiado mayor a P_{ua} , se debe disminuir el A_{st}

Si P'_u es menor a P_{ua} , se debe aumentar el A_{st}

En este caso como la carga que resiste es mayor a la que está actuando en la columna, el diseño es correcto.

Refuerzo transversal

La separación a la cual deben de colocarse los estribos dentro de la longitud de confinamiento (So), se encuentra dada por la ecuación:

$$S_o = \frac{2 * A_v}{L_n * P_s}$$

donde: So = espaciamiento por confinamiento

A_v = area de la varilla

L_n = lado mayor sin recubrimiento

P_s = relación volumen del esfuerzo en espiral

Relación volumétrica P_s:

$$P_s = 0.45 \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] f_c / f_y$$

Donde: A_g = área de la sección, cm²

A_{ch} = área del núcleo medida al diámetro exterior

Datos:

$$L_u = 2.50 \text{ m}$$

$$B = 0.30 \text{ m}$$

$$H = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Recubrimiento} = 0.03 \text{ m}$$

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

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo de Ag y Ach:

$$B = 30 - 2 * 3 = 24 \text{ cm}$$

$$H = 30 - 2 * 3 = 24 \text{ cm}$$

$$A_g = 30 * 30 = 900 \text{ cm}^2$$

$$A_{ch} = 24 * 24 = 576 \text{ cm}^2$$

Cálculo de Ps:

$$P_s = 0.45 \left[\frac{900}{576} - 1 \right] 210 / 4200$$

$$P_s = 0.0127$$

Cálculo de So:

$$L_n = \text{lado mayor} - 2 * \text{rec}$$

$$L_n = 30 - 2 * 3 = 24 \text{ cm}$$

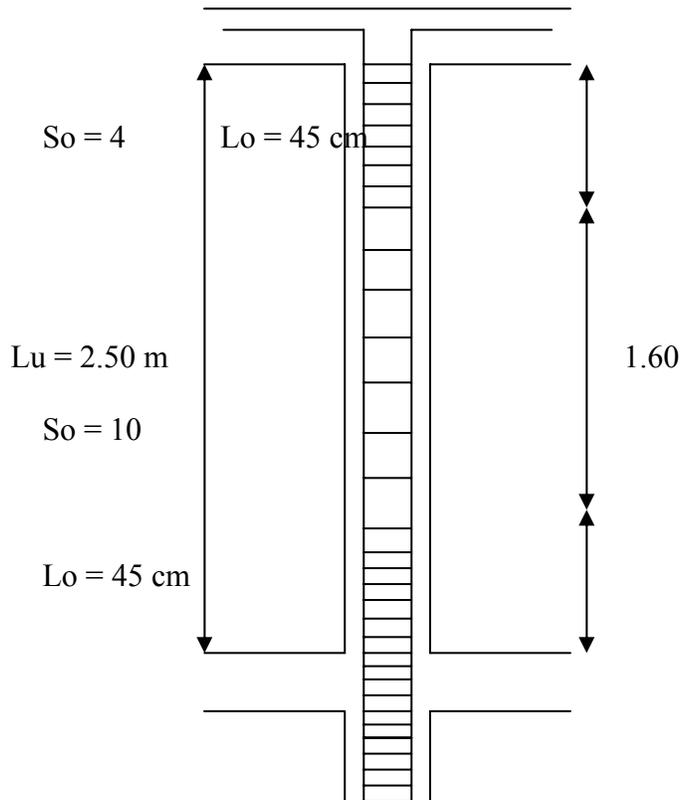
$$S_o = (2 * 0.71) / (24 * 0.0127) = 4.65 \text{ cm} \quad \text{se toma el valor de 4 cm}$$

Cálculo de Smax :

$$S_{\text{max}} = d / 2 = 27 / 2 = 13.5 \text{ cm} \quad \text{para este caso se tomará un valor de 10 cm}$$

Con los datos anteriores, la columna queda armada de la siguiente manera:

Figura 13. Espaciamiento de estribos



2.2.2.3.3 Diseño de cimientos.

Los distintos tipos de cimentación dependen de factores como su función, las cargas que debe de soportar, las condiciones del subsuelo, el costo de la misma, entre otros tratar de dar un procedimiento general que abarque todos los tipos es imposible; por otro lado, pretender describir el proceso para cada caso resultaría muy laborioso. En el diseño de este edificio, se utilizaron únicamente zapatas con carga concéntrica y flexión biaxial por lo cual a continuación se describe el procedimiento para diseñar las mismas.

Determinación de cargas y momentos de diseño

En el diseño de la zapata, se debe considerar la carga axial que soporta la misma, la cual es transmitida por la columna. Además se deben considerar los momentos que actúan sobre la misma; dichos momentos se deben tomar de la parte inferior del primer nivel de la envolvente de momentos, para cada marco, en el sentido correspondiente. La carga axial se determina según la fórmula:

$$P_u = P_{sup} + P_{pc\ sup} * F_{cu} + A_t * C_{utot} + P_{pvigas} * F_{cu}$$

Donde: P_{sup} = carga axial que soporta la columna superior

$P_{pc\ sup}$ = peso propio de la columna superior

A_t = área tributaria

$C_{U\ tot}$ = carga última total

$P_{p\ vigas}$ = peso propio de vigas

F_{cu} = factor de carga última

Área de la zapata

Para el cálculo del área de la zapata se utilizan las cargas y momentos de servicio. Lo cual consiste en dividir las cargas últimas, dentro del factor de carga última.

Para obtener las cargas de servicio (P')

$$P' = P_u / F_{cu}$$

De la misma manera se obtienen los momentos de servicio (M_t)

$$M_{tx} = M_{ux} / F_{cu}$$

$$M_{ty} = M_{uy} / F_{cu}$$

Para estimar el área de la zapata, se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_z = \frac{\text{Factor} * P'}{V_s}$$

Donde: $1 \leq \text{Factor} \leq 2$ (el factor es estimado de acuerdo a la experiencia)

A_z = área de la zapata

V_s = valor soporte del suelo

Ver ejemplo de cálculo en pag. 60

Cálculo de la presión

La presión sobre el suelo se encuentra determinada por la sumatoria de la carga de trabajo P' , el peso del suelo de desplante, el peso de la columna y el peso de la zapata:

$$P = P' + P_s + P_c + P_z$$

El peso del suelo (P_s) se determina en base a la siguiente fórmula:

$$P_s = A_z * \text{desplante} * \gamma_s$$

Donde: A_z = área de la zapata

γ_s = peso específico del suelo

El peso propio de la columna (P_c)

$$P_c = \text{Sección de columna} * h_{col} * \gamma_c$$

Donde : h_{col} = altura de la columna

γ_c = peso específico del concreto

El peso propio de la zapata (P_z)

$$P_z = A_z * t_z * \gamma_c$$

Donde : A_z = área de la zapata

t_z = espesor de la zapata

γ_c = peso específico del concreto

Espesor de la zapata

Para determinar el espesor de la zapata es necesario que resista tanto el corte simple o corte flexionante, como el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes. Para este caso se tomará un espesor de 30 cm.

Chequeo por corte simple

Se parte de estimar un espesor (t) y un diámetro de acero de refuerzo:

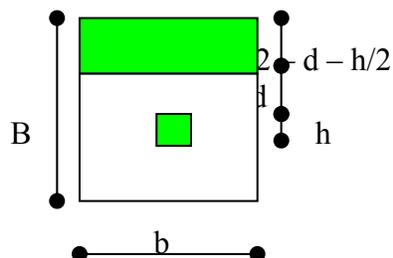
$$d = t - \text{recubrimiento} - \Phi / 2$$

Donde: d = peralte

Φ = diámetro de la varilla

El corte actuante (V_{act}) se calcula mediante la fórmula:

$$V_{act} = \text{área ashurada} * Q_u \text{ dis}$$



El corte resistente (V_r) se determina mediante :

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d / 100$$

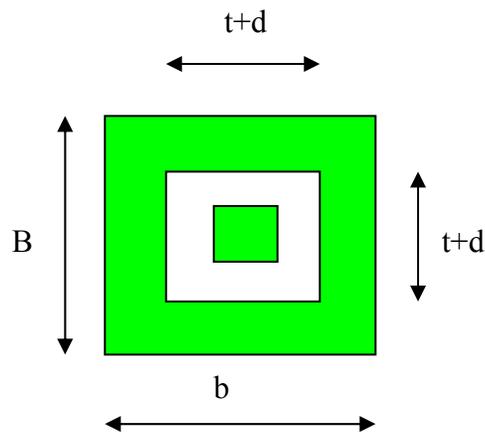
Si $V_r > V_{act}$, entonces, el espesor de Zapata asumido es correcto, de lo contrario, se debe de aumentar hasta que esto se cumpla.

Chequeo por corte Punzonante

Al igual que en el corte simple, el corte punzonante se analiza con base al corte punzonante actuante y resistente.

Corte punzonante actuante ($V_p act$)

$$V_{act} = \text{área ashurada} * Q_u dis$$



Corte Punzonante resistente (V_{pr})

$$V_{pr} = 0.85 * 1.06 * \sqrt{f_c} * b_o * d / 1000$$

Donde : $b_o = \text{perímetro de sección crítica de punzonamiento} = 4 * (t+d)$

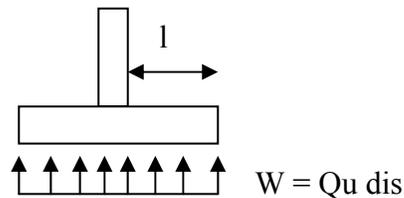
Si $V_p \text{ act} > V_{pr}$, se debe aumentar el espesor de zapata, puesto que no resiste el punzonamiento.

Diseño del refuerzo por flexión

Para el cálculo del refuerzo por flexión, se calcula el momento último actuante en cada sentido para encontrar las áreas de acero necesarias.

$$M_u = \frac{Q_{u \text{ dis}} * l^2}{2}$$

Donde: $l = \text{distancia del rostro de columna al extremo de la zapata}$



El área de acero necesaria para cubrir dicho momento , se encuentra mediante las fórmulas:

$$A_s \text{ min} = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \sqrt{\left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M ab * b}{0.003825 * f'_c}} \right]}$$

$$A_s = \frac{14.1}{F_y} b * d$$

Donde: A_{smin} = área de acero mínima
 M_u = momento último actuante
 f_y = límite de fluencia del acero
 f'_c = límite de fluencia del concreto
 b = base (franja unitaria)
 d = peralte efectivo de la zapata

Ejemplo general

Determinación de la carga axial:

Datos:

$$P_{sup} = 4810 \text{ Kg}$$

$$H_{col \text{ sup}} = 2.50 \text{ m}$$

$$CM = 470 \text{ Kg / m}^2$$

$$CV = 250 \text{ Kg / m}^2$$

$$A_t = 5.00 \text{ m}^2$$

$$P_u = P_{sup} + P_{pc \text{ sup}} * F_{cu} + A_t * C_{tot} + P_{pvigas} * F_{cu}$$

$$P_{pc \text{ sup}} = \text{sección de columna} * H_{col \text{ sup}} * \rho_c$$

$$P_{psup} = 0.30 * 0.30 * 2.50 * 2400 = 540 \text{ Kg}$$

$$C_{tot} = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$C_{tot} = 1.4 (470) + 1.7 (250) = 1083 \text{ Kg / m}^2$$

$$C_t = CM + CV$$

$$C_t = 470 + 250 = 720 \text{ Kg / m}^2$$

$$F_{cu} = \text{Cutot} / C_t = 1083 / 720 = 1.504$$

$$P_{pvigas} = (0.15 * 0.32) * 4 * 2400 = 466.56 \text{ Kg}$$

$$P_u = P_{sup} + P_{pcsup} * F_{cu \text{ sup}} + A_t * \text{Cutot} + P_{pvigas} * F_{cu}$$

$$P_u = 4810.08 + 540 * 1.504 + 5 * 1083 + 466.56 * 1.504$$

$$P_u = 11738.94 \text{ Kg}$$

Cargas y momentos de servicio:

$$P' = P_u / F_{cu} = 11.7389 \text{ ton} / 1.504 = 7.805 \text{ Ton}$$

$$M_{tx} = M_{ux} / F_{cu} = 2.99 \text{ Ton-m} / 1.504 = 1.988 \text{ Ton-m}$$

$$M_{ty} = M_{uy} / F_{cu} = 3.32 \text{ Ton-m} / 1.504 = 2.207 \text{ Ton-m}$$

Área de la zapata:

$$A_z = \text{factor} * P' / V_s = 1.5 * 7.805 \text{ Ton} / 20 \text{ ton/m}^2 = 0.58 \text{ m}^2$$

Esta es el área requerida, con base a la carga sobre la zapata, sin embargo al momento de diseñarla fue necesario aumentarla hasta 2.25 m², debido al efecto que provocan los momentos sobre la misma, dando por resultado una zapata de 1.50 x 1.50 m

Cálculo de la presión sobre el suelo:

$$P = P' + P_s + P_c + P_z$$

$$P' = 7.805 \text{ T}$$

$$P_s = 3.24 \text{ m}^2 * 1.00 * 1.60 \text{ Ton} / \text{m}^3 = 5.184 \text{ T}$$

$$P_c = 0.30\text{m} * 0.30\text{m} * 4.00\text{m} * 2.40 \text{ Ton} / \text{m}^3 = 1.080 \text{ T}$$

$$P_z = 3.24 \text{ m}^2 * 0.30\text{m} * 2.40 \text{ Ton} / \text{m}^3 = 2.333 \text{ T}$$

$$P = 16.402 \text{ T}$$

Chequeo de presión sobre el suelo:

$$Q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} - \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$S_x = S_y = h^3 / 6 = (1.80)^3 / 6 = 0.972$$

$$Q_{\text{max}} = \frac{16.402 \text{ Ton}}{3.24 \text{ m}^2} + \frac{1.988 \text{ Ton-m}}{0.972 \text{ m}^3} + \frac{2.207 \text{ Ton-m}}{0.972 \text{ m}^3} = 9.388 \text{ Ton} / \text{m}^2 \leq V_s \rightarrow \text{Ok}$$

$$Q_{\text{min}} = \frac{16.402 \text{ Ton}}{3.24 \text{ m}^2} - \frac{1.988 \text{ Ton-m}}{0.972 \text{ m}^3} - \frac{2.207 \text{ Ton-m}}{0.972 \text{ m}^3} = 0.736 \text{ Ton} / \text{m}^2 > 0 \rightarrow \text{Ok}$$

$$Q_{\text{dis}} = Q_{\text{max}}$$

$$Q_{\text{dis}} = 9.388 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

Presión última de diseño

$$Q_{\text{dis}} = F_{cu} * Q_{\text{dis}}$$

$$Q_{\text{dis}} = 1.504 * 9.388 \text{ Ton} / \text{m}^2 = 14.12 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

Chequeo por corte simple:

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

$$d = 30 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm} - 1.27 / 2$$

$$d = 21.86 \text{ cm}$$

$$V_{act} = \text{área ashurada} * Q_{udis}$$

$$V_{act} = 1.80 \text{ m} * 0.53135 \text{ m} * 14.12 \text{ Ton} / \text{m}^2 = 13.505 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d / 1000$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 180 * 21.865 / 1000$$

$$V_r = 25.69 \text{ Ton}$$

Lo cual indica que el espesor de zapata asumido resiste el corte simple

Chequeo por corte punzonante:

$$V_{act} = \text{área ashurada} * Q_{udis}$$

$$V_{act} = (1.80^2 - 0.51865^2) \text{ m}^2 * 14.12 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

$$V_{act} = 41.95 \text{ Ton}$$

Corte punzonante resistente:

$$b_o = 4 * (t + d)$$

$$b_o = 4 * (30 + 21.865)$$

$$b_o = 207.46$$

$$V_{pr} = 0.85 * 1.06 * F'_c * b_o * d / 1000$$

$$V_{pr} = 0.85 * 1.06 * 210 * 207.46 * 21.865$$

$$V_{pr} = 59.23 \text{ Ton}$$

Lo cual indica que el espesor de la zapata asumido resiste el corte por punzonamiento

Diseño del refuerzo por flexión

Sentido X-X

$$M_u = (Q_{udis} * t^2) / 2$$

$$M_u = (14.12 * 0.75^2) / 2$$

$$M_u = 3.97 \text{ ton-m}$$

Área de acero requerida:

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

$$A_s = 0.85 \frac{210}{4200} \left[100 * 21.865 \sqrt{(100 * 21.865d)^2 - \frac{3.97 * 100}{0.003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 4.93 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo:

$$A_{smin} = \frac{14.1}{F_y} b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{4200} 100 * 21.865 = 7.34 \text{ cm}^2$$

Por lo cual se deberá colocar $A_s = 7.34 \text{ cm}^2$ con varillas No 4 a 0.13 m

2.2.2.3.4 Planos constructivos.

Los planos son importantes, ya que le sirven de guía al constructor. Para este proyecto se realizaron los planos siguientes:

1. Planta amueblada
2. Planta acotada
3. Planta acabados y detalles
4. Planta de Secciones
5. Planta Cimentación, columnas y zapatas
6. Planta de Vigas
7. Planta Instalaciones eléctricas Fuerza
8. Planta Instalaciones hidráulicas
9. Planta Instalaciones eléctricas Iluminación
10. Planta Instalaciones sanitarias
11. PlantaTechos

2.2.3 Instalaciones.

2.2.3.1 Hidráulicas

Para este proyecto se utilizará un sistema de drenaje separativo, uno para aguas negras con tubería pvc de 2” y otro para agua pluvial con tubería pvc de 3”, con sus respectivas cajas de registro. Para el agua potable se usará tubería pvc 1”.

2.2.3.2 Eléctricas.

Los conductores de alimentación desde el poste al tablero múltiple de contadores, serán suministrados e instalados por el interesado según extensión de líneas y deberá dejar los extremos de los conductores con una longitud de acuerdo a los siguientes criterios.

Cuando los cables se van a conectar a las líneas secundarias, la longitud de los cables será de 1 m. Cuando los cables se van a conectar a los bushings de los transformadores, la longitud será de 5m. Las líneas de alimentación no deberán tener empalmes.

2.2.4 Presupuesto.

Para la elaboración del presupuesto del edificio de bomberos municipales, se tomaron precios de materiales cotizados en la región; los salarios tanto de mano de obra calificada como no calificada, se tomaron los que la municipalidad asigna para estos casos. Se tomó un costo indirecto del 15 %.

**Tabla IV. Presupuesto estación de Bomberos municipales, municipio de Pastores
departamento de Sacatepéquez**

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P/UNITARIO	P/TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1	GLOBAL	Q13,207.93	Q13,207.93
2	CIMENTACIÓN				
2.1	CC-1 CIMENTO CORRIDO DE 0.40 X 0.20 CON REFUERZO DE 3 Ø 3/8" esl. Ø 1/4" @ 0.15	55.00	ML	Q108.77	Q5,982.18
2.2	LEVANTADO DE BLOCK HASTA SOLERA DE HUMEDAD BLOCK DE 0.14 X 0.19 X 0.39 (2 Hiladas)	21.00	M2	Q104.90	Q2,202.90
2.3	SOLERA HIFROFUGA DE 0.20 X 0.20 CON REFUERZO DE 4 Ø 3/8" CON ESTRIBOS DE Ø 1/4" @ 0.20	136.00	ML	Q134.07	Q18,234.08
2.4	ZAPATA Z-1A DE 2.50 X 2.50 X 0.30 CON REFUERZO DE Nº 4 @ 0.13 AMBOS SENTIDOS	3.00	UNIDAD	Q2,189.69	Q6,569.08
2.5	ZAPATA Z-1B Y Z-1C DE 1.50 X 1.50 X 0.30 CON REFUERZO DE Nº 4 @ 0.13 AMBOS SENTIDOS	11.00	UNIDAD	Q2,436.28	Q26,799.05
3	LEVANTADO DE MUROS Y LOSAS				
3.1	LEVANTADO DE BLOCK DE 0.14 X 0.19 X 0.39 PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL	273.00	M2	Q124.30	Q33,932.64
3.2	LEVANTADO DE BLOCK DE 0.09X 0.19 X 0.39 MURO TABIQUE	15.00	M2	Q118.51	Q1,777.61
3.3	COLUMNAS TIPO C-1 4 Nº6 est. Nº 3 @ 0.20 DE 0.25 X 0.25	45.50	ML	Q198.01	Q9,009.51
3.4	COLUMNAS TIPO C-1A 4No4 est.No3@0.20 DE 0.25x0.25	45.50	ML	Q180.00	Q8,190.00
3.5	COLUMNAS TIPO C-2 4 Nº3 est. Nº 2 @0.20 DE 0.14 X 0.14	174.60	ML	Q79.23	Q13,833.87
3.6	COLUMNAS TIPO C-3 2 Nº3 est. Nº2 @0.20 DE 0.10 X 0.14	60.00	ML	Q52.78	Q3,166.62
3.7	SOLERA CORONA E INTERMEDIA DE 0.15 X 0.15 CON REFUERZO DE 4 Ø 3/8" CON ESTRIBOS DE Ø 1/4" @ 0.20	210.00	ML	Q94.61	Q19,867.56
3.8	VIGA 0.35 X 0.25 3 Nº4 + 2 Nº4 EST Nº3 @ 0.15	110.90	ML	Q226.13	Q25,077.46
3.9	ESTRUCTURA METALICA (SUBCONTRATO)	81.21	M2	Q496.13	Q40,290.31
3.10	LOSA t=0.10 Nº 3 @ 0.28	111.11	M2	Q287.72	Q31,968.70
4	INSTALACIONES				
4.1	AGUA POTABLE	1.00	GLOBAL	Q1,526.46	Q1,526.46
4.2	DRENAJES	1.00	GLOBAL	Q13,445.27	Q13,445.27
4.3	INSTALACIÓN ELECTRICA	1.00	GLOBAL	Q10,516.20	Q10,516.20
5	ACABADOS				
5.1	PISOS Y AZULEJOS	55.00	M2	Q12,642.62	Q12,642.62
5.2	ARTEFACTOS SANITARIOS	2.00	UNIDAD	Q9,865.17	Q9,865.17
5.3	PUERTAS	6	UNIDAD	Q17,452.25	Q17,452.25
5.4	VENTANAS	12	UNIDAD	Q10,000.00	Q10,000.00
6	Costo indirecto 15%				Q50,333.62

TOTAL

Q385,891.09

CONCLUSIONES

1. La carencia, en el caserío El Papur, de un sistema de alcantarillado sanitario y de otros servicios de saneamiento básicos, ha incidido en que las condiciones de vida no sean las apropiadas para los pobladores, por la presencia de focos de contaminación y ploriferación de enfermedades. Por lo que la construcción del alcantarillado sanitario, constituye un servicio de vital importancia para la comunidad en mención.
2. Para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, es conveniente que la mano de obra calificada y no calificada y los materiales de construcción se obtengan en el lugar o en la región, con el propósito de que los costos del proyecto no se incrementen.
3. Los costos de proyectos de esta naturaleza, de tipo social, por lo general alcanzan valores altos, sin embargo, este aspecto no debe ser razón para rechazarlos, ya que por tratarse de un servicio básico deben llevarse a la realidad por los beneficios que representan, tanto para los beneficiarios como para el medio ambiente.
4. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado, da la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica hacia la resolución de problemas reales, con lo cual se adquiere la experiencia necesaria para la formación de todo profesional.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Pastores:

- 1.** Gestionar el financiamiento para la ejecución del edificio de Bomberos Municipales y alcantarillado sanitario, de manera que pueda llevarse a cabo en el menor tiempo posible.
- 2.** Garantizar el uso de materiales de buena calidad para la construcción de ambos proyectos, ya que de esta manera se asegura la resistencia y durabilidad deseada de la estructura.
- 3.** Al terminar la construcción del alcantarillado sanitario, implementar un plan de mantenimiento, para evitar la acumulación de sólidos o basura en las tuberías, colectores y pozos de visita.
- 4.** Tener una supervisión técnica constante durante la construcción del alcantarillado sanitario y el edificio de Bomberos Municipales, con el objeto de asegurar la calidad, tanto de materiales como de mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Meli Piralla, Roberto. Diseño Estructural.
Editorial Limusa.
2. Estrada Hurtarte, Gustavo Adolfo. Manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones. Tesis Facultad de Ingeniería 1990.
3. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones. Tesis Facultad de Ingeniería 1994.
4. Orozco González, Juan Adolfo. Diseño de drenaje sanitario de la aldea San Pedro Petz, municipio de San Pedro Sacatepéquez. Tesis Facultad de Ingeniería.
5. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
Reglamento de las Construcciones del Concreto Reforzado (ACI 318-83) y comentarios. Editorial Limusa. 2da. Edición.
6. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).
Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la República de Guatemala. Requisitos Especiales para Vivienda y otras Construcciones Menores. Edición preliminar, Guatemala junio 2002.

APÉNDICE

1. Planos de construcción alcantarillado sanitario para el caserío El Papur.
2. Planos de construcción estación de Bomberos Municipales, municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez.
3. Manual de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario para caserío El Papur.

Manual de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario para caserío El Papur

1. Definición de operación:

Conjunto de acciones externas que se ejecutan en forma permanente y sistemática en las instalaciones, con el fin de mantener el adecuado funcionamiento del alcantarillado.

2. Definición de mantenimiento:

Conjunto de acciones internas que se ejecutan en las instalaciones, ya sea para prevenir o reparar daños, con el fin de mantener el adecuado funcionamiento del alcantarillado.

3. Concepto real que debe tenerse de la operación y mantenimiento:

Generalmente se supone que las actividades de operación y mantenimiento son de poca importancia y que las realiza personal no calificado y de baja categoría, por lo que no se le da la debida importancia.

Realmente la operación y mantenimiento debe tener el apoyo indicado en este manual de todos los niveles de autoridad y decisión, pues son estas acciones de las que dependen la vida útil del alcantarillado, para el logro de los fines del mismo, sociales, económicos y de salud, y lograr así, satisfacer la demanda que generó el servicio y motivar al usuario al pago de su contribución por medio de la tarifa.

4. Normas básicas de operación y mantenimiento:

La falta de mantenimiento puede colocar a un alcantarillado sanitario en diferentes condiciones de servicio para las cuales fue diseñado y construido.

La capacidad de éstos, normalmente, es determinada por su diámetro interno y su gradiente. Sin embargo, esa capacidad puede ser reducida por acumulaciones u obstrucciones que descargan o se introducen al alcantarillado, tales como grasas, materiales viscosos, arenas, aceites y otros objetos.

Las normas básicas que deben aplicarse para el funcionamiento adecuado del alcantarillado son:

- El control del alcantarillado, para no permitir la descarga de desechos que dañan el sistema, que provocan olores o condiciones explosivas.
- Mantener un programa continuo de mantenimiento preventivo para remover las obstrucciones que ocurren durante el uso normal y apropiado del mismo.
- No permitir la descarga al sistema de sustancias que puedan producir daño físico a las instalaciones, o que puedan ser dañinas para las personas encargadas de la operación y mantenimiento.

- Emitir el reglamento de uso y velar por su estricta aplicación.

5. **Operación:**

El funcionamiento de cada uno de los componentes del alcantarillado es el siguiente:

- **Conexión domiciliar:**
Elemento que consiste en tubería de plástico PVC, de 4" de diámetro para alcantarillado sanitario, la cual une el registro domiciliar con el colector central, con el fin de llevar las aguas residuales de cada vivienda, al colector central. Las instalaciones del interior de la casa son privativas del usuario pero deben corresponder con las normas mínimas de instalaciones y descargas, solamente aguas de origen doméstico al sistema.

Su funcionamiento consiste en que toda el agua de los diferentes artefactos hidráulicos y sanitarios dentro de la vivienda, descargan a un tubo central que lleva el agua servida al registro en la entrada de la vivienda y al que el personal de operación siempre tiene acceso. Es en este punto donde se verifica la inspección periódica y donde se evita cualquier posible taponamiento extrayendo sólidos indeseables. De este punto fluye el agua hacia el tubo del alcantarillado principal.

- **Alcantarillado sanitario:**
Consiste en la tubería plástica PVC de 6" de diámetro, la cual se instala desde el pozo inicial de registro hasta la descarga del alcantarillado. Sirve para conducir el agua residual de todas las viviendas de manera segura para evitar la contaminación del ambiente, y a la cual se acoplan las conexiones domiciliarias.

Su funcionamiento consiste en permitir el libre flujo de las aguas servidas de las viviendas, las cuales se van agregando por medio de la conexión domiciliar y las conducen hasta el sistema de tratamiento. El alcantarillado tiene registros a distancias no mayores de 100m para realizar acciones de mantenimiento preventivo por medio de sondas.

- **Pozos de registro o visita:**
Estructuras construidas de ladrillo o cajas de concreto a una distancia no mayor de 100m, con el propósito de tener acceso a los colectores con fines de inspección, mantenimiento o reparación de los pozos o de las tuberías de los colectores. También se construyen en los cambios de dirección horizontal, vertical o cambios de diámetro de tubería.

El objetivo de estos pozos es que permiten la entrada de personal para realizar las acciones de operación y mantenimiento.

6. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo debe preferirse a la reparación originada por averías de las obras y se sugieren los siguientes principios de aplicación:

- Ejecutar las acciones de mantenimiento preventivo indicadas en este manual.
- Investigar inmediatamente toda queja, corrigiendo pronto la condición defectuosa que ha sido notificada.
- Conducir toda operación considerando la seguridad de los trabajadores y de los habitantes de la comunidad o visitantes.
- Reconocer que los usuarios son los dueños del alcantarillado. Debe darse trato atento y eficiente servicio, así como la impresión de que las acciones se conducen dentro de buenos métodos de organización.
- No iniciar trabajos sin tener disponible el personal necesario y el equipo y los materiales requeridos para no interrumpir el servicio más de lo necesario.

7. Actividades de operación y mantenimiento.

A continuación se detallan las actividades que deben realizarse en los diferentes componentes del alcantarillado sanitario.

- Conexiones domiciliarias
Operación: Vigilancia del tipo de aguas residuales que descargan al sistema, y estado físico de la misma. Frecuencia mensual.

Mantenimiento: limpieza de la conexión. Frecuencia semestral.

Reparación de conexiones. Eventual

- Colectores
Operación: se inspecciona el estado de las tuberías por medio de linterna o espejos, para observar si hay taponamientos, material sedimentado u otro tipo de problemas como fallas o roturas de tubería. Se limpia por medio de un pistón que puede ser de madera con cuerda de los dos lados y se hace pasar a través del tubo a partir de los pozos.

Mantenimiento: reparación de tuberías. Frecuencia eventual. Si en las acciones de operación se detectan los problemas mencionados, se limpian las tuberías por medio de un pistón que puede ser de madera con cuerda de los dos lados y se hace pasar a través del tubo a partir de los pozos, si hay problemas especiales como fallas o roturas deberán sustituirse los tubos dañados si no es posible repararlos.

- Pozos o cajas de visita:

Operación: control de acumulación de lodos, natas o basura. Revisión de tapaderas.
Frecuencia mensual

Mantenimiento: extracción de lodos, natas o basura. Eventual
Reparación de daños, principalmente a la tapadera.

8. Vulnerabilidad

Las condiciones más frecuentes que causan fallas en los alcantarillados son:

- Tuberías instaladas sobre fundación inapropiada.
- Tuberías instaladas sin protección adecuada a una profundidad insuficiente, la cual no protege contra impactos y cargas de tráfico pesado.
- Aberturas en tuberías causadas por uniones defectuosas, por campanas rotas o por perforaciones hechas cerca o sobre la tubería.
- Conexiones domiciliarias con acometidas defectuosas al colector principal.
- Instalación de tubería sobre medios rocosos o rocas salientes o punzantes.
- Pozos de visita construidos defectuosamente.

9. Operación y mantenimiento de la Fosa Séptica:

Son las acciones periódicas dentro de cada año de funcionamiento, y las cuales deben realizarse para garantizar el funcionamiento previsto en el diseño de la misma.

- Limpieza:
Las fosas deben limpiarse antes de que se acumule demasiado cieno o natas, ya que si se acercan demasiado al dispositivo de salida las partículas sólidas serían arrastradas con el efluente de descarga, situación indeseable para el funcionamiento previsto.

La fosa deberá ser limpiada cuando sucedan las siguientes situaciones:

- El fondo de las natas está a 10 cms del borde inferior del niple acoplado a la te de salida.

10. Mediciones:

La nata se mide con una pértiga a la cual se ha articulado una charnela pesada, o con cualquier dispositivo que sirva para sentir el fondo de la capa de natas, la pértiga empuja a través de la capa, la charnela articulada se pone en posición horizontal, y la pértiga se levanta hasta que la resistencia del fondo de la nata se siente. Con la misma herramienta puede determinarse la distancia inferior al deflector de salida.

El cieno se mide con una pértiga larga, envuelta en una tela de toalla blanca y áspera, la cual baja hasta el fondo de la fosa, mostrará la profundidad del cieno y la profundidad del líquido de la fosa. La pértiga se saca cuidadosamente y la marca de cieno en la toalla indicará la profundidad del mismo.

11. Evacuación de natas y lodos:

Las natas pueden evacuarse en forma manual, removiéndolas a través del registro con el equipo de protección, guantes, ropa exclusiva para estas operaciones u overol y mascarilla antigás.

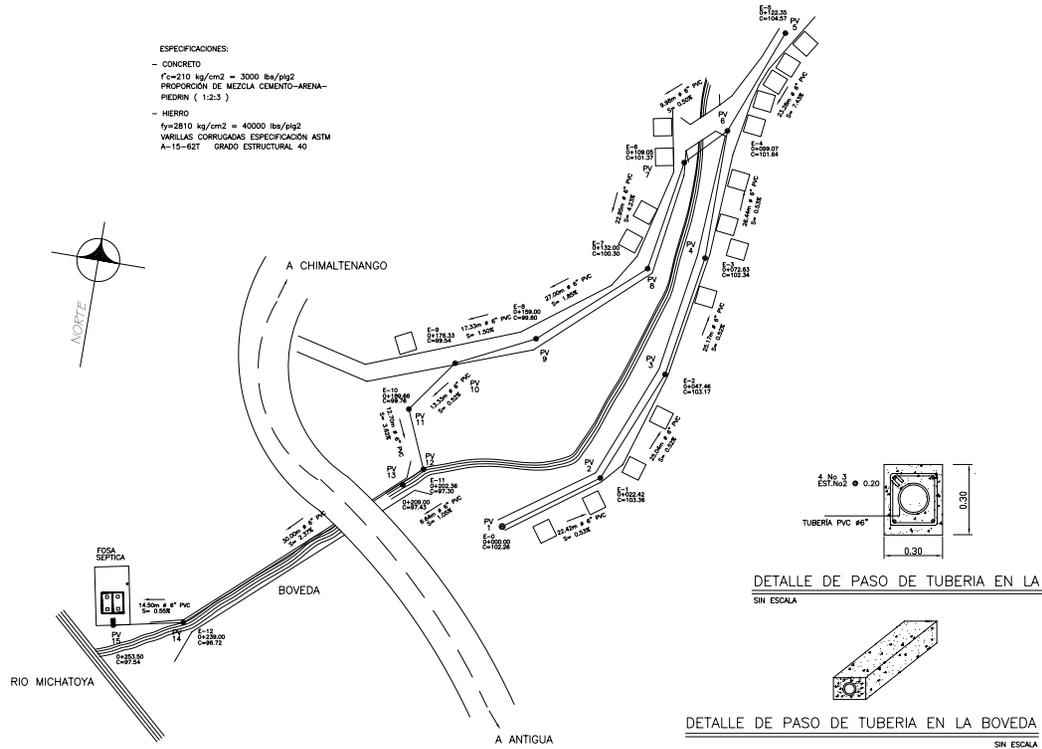
El lodo, salvo autorización de la supervisión, deberá ser removido cada año, previéndose para este fin el uso de una bomba para la extracción de lodos, la cual debe ser con motor diesel, acción en la cual se remueve la nata existente.

REFERENCIAS:

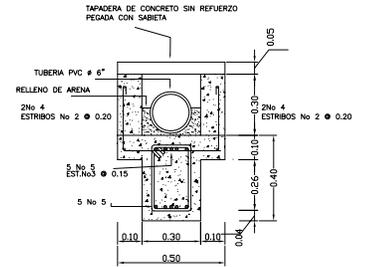
- POZO DE VISITA (PV)
 - TUBERIA
 - SENTIDO DEL FLUJO
 - CALLE
 - VIVIENDA
 - PUENTE
 - PERFIL
- LONG.,DIAMETRO,PENDIENTE

ESPECIFICACIONES:

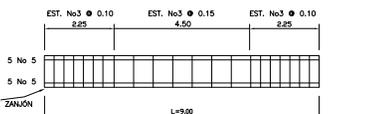
- CONCRETO
F_c=210 kg/cm² = 3000 lbs/pig²
PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- HIERRO
f_y=2810 kg/cm² = 40000 lbs/pig²
VARRILLAS CORRUJADAS ESPECIFICACIÓN ASTM
A-15-82T GRADO ESTRUCTURAL 40



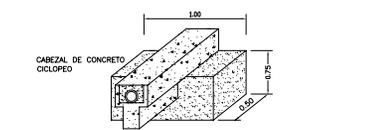
DETALLE DE PASO AÉREO ENTRE PV6 Y PV7 - PV14 Y PV15
VER DETALLES EN ESTA HOJA
ESCALA HOR:1:500
ESCALA VER:1:50



DETALLE DE VIGA DE SOPORTE DE TUBERIA
SIN ESCALA

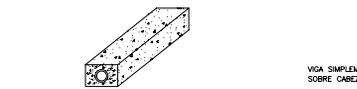


DETALLE DE ARMADO DE VIGA DE SOPORTE DE TUBERIA
SIN ESCALA

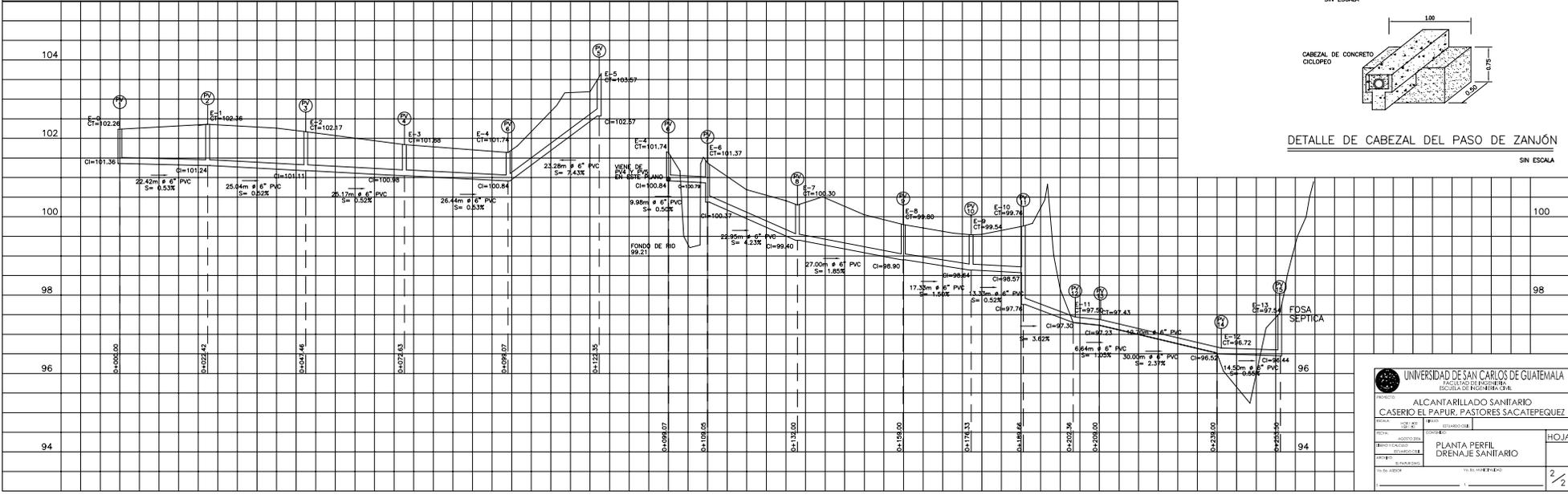


DETALLE DE CABEZAL DEL PASO DE ZANJÓN
SIN ESCALA

DETALLE DE PASO DE TUBERIA EN LA BOVEDA
SIN ESCALA



DETALLE DE PASO DE TUBERIA EN LA BOVEDA
SIN ESCALA

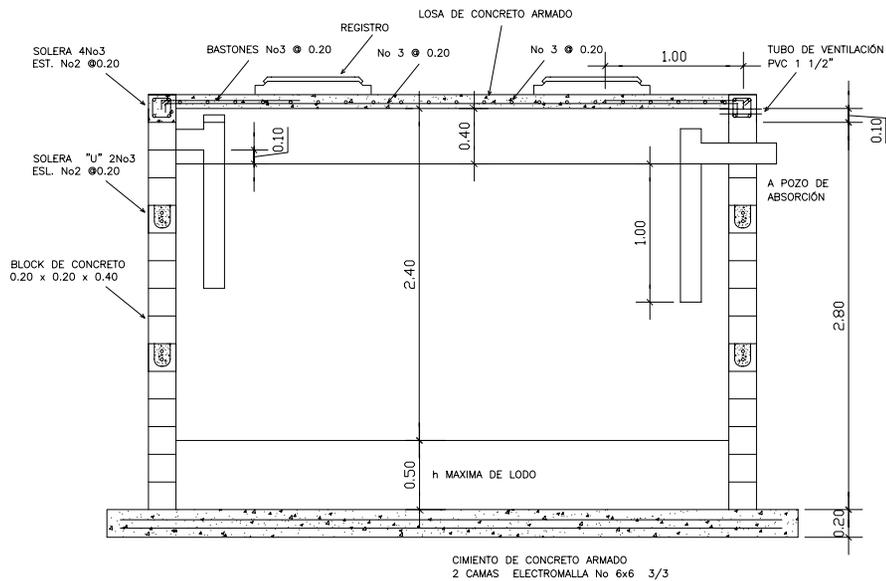


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO EL PAPUR, PASTORES SACATEPEQUEZ

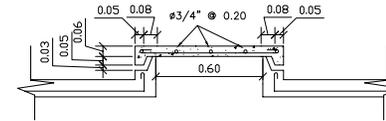
HOJA: PLANTA PERFIL DRENAJE SANITARIO

2/2



FOSA SEPTICA. CORTE A-A

ESC: 1:25

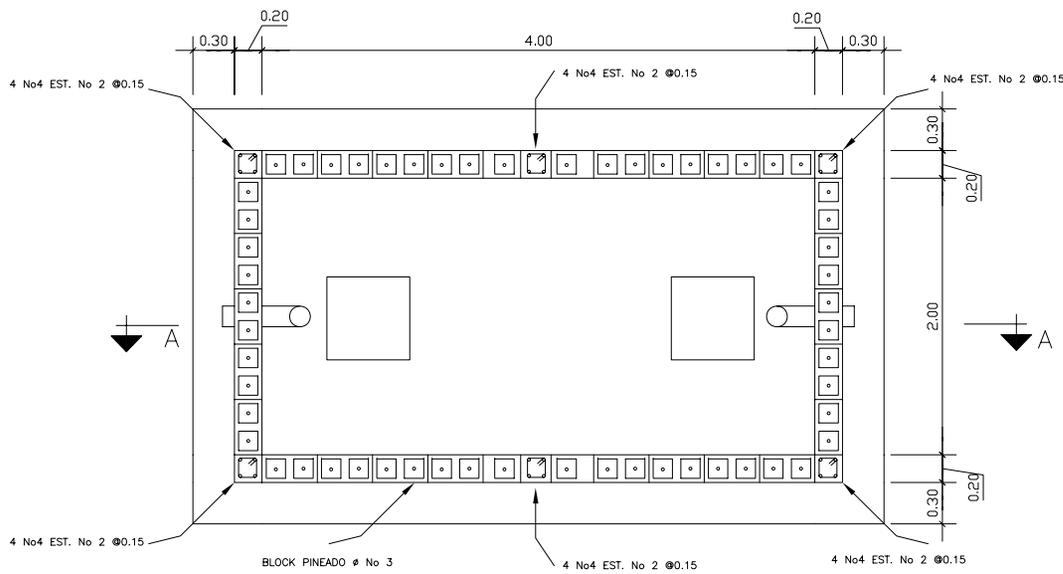


DETALLE DE TAPADERA DE REGISTRO FOSA SEPTICA

ESCALA: 1:20

ESPECIFICACIONES:

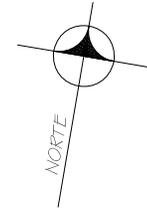
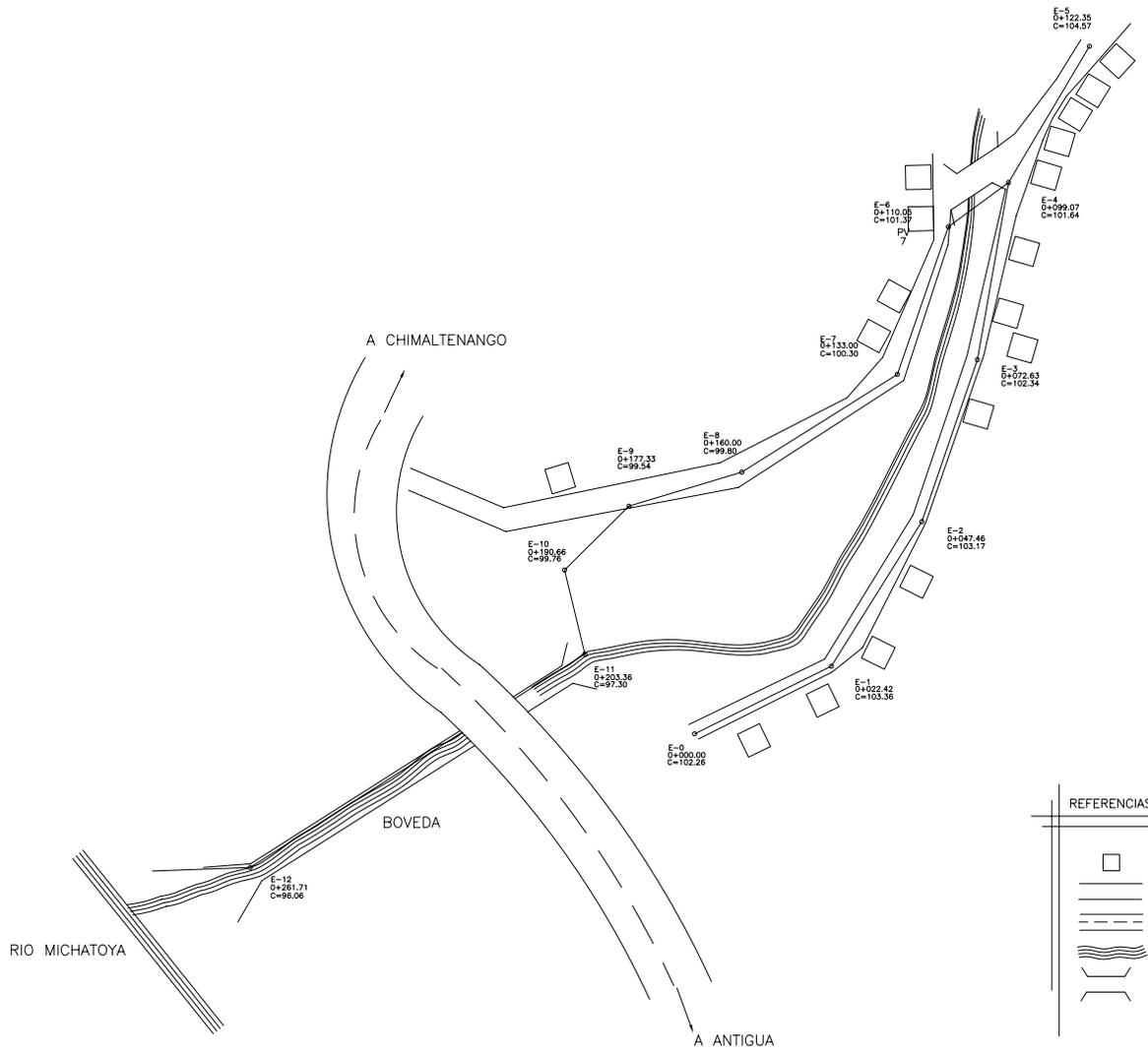
- 1) $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $F'y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
- 2) BLOQUE DE CONCRETO DE 75 Kg/cm²
- 3) MORTERO: CEMENTO - ARENA 1:3
- 4) ACABADOS DE FOSA
LADO INTERNO ALIZADO 1:1 (CEMENTO Y ARENA)
LADO EXTERNO CERNIDO 1:3 (CEMENTO Y ARENA)
- 5) BLOQUE RELLENO DE CONCRETO
- 6) EL TERRENO PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA FOSA DEBERA SER DEBIDAMENTE COMPACTADO CON SUELO CEMENTO PROPORCIÓN 1:6 (CEMENTO-MATERIAL SELECTO)



FOSA SEPTICA. PLANTA

ESC: 1:25

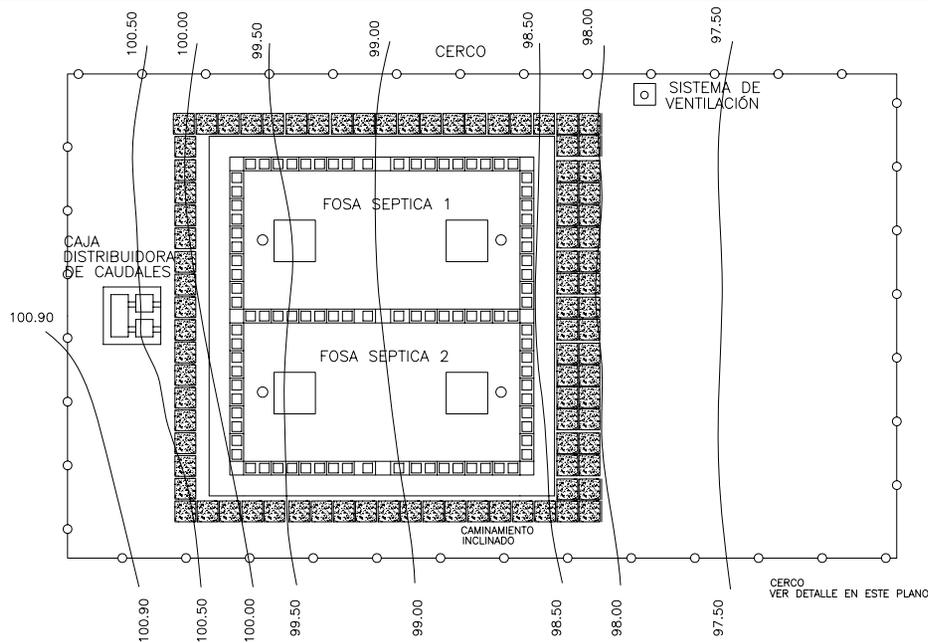
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO EL PAPUR, PASTORES SACATEPEQUEZ		
ESCALA: HOJA 1/40	DEBIDO: ESTUARDO CEBE	
FECHA: AGOSTO 2004	CONTENIDO:	HOJA
DEBIDO Y CALCULO: ESTUARDO CEBE		
ARCHIVO: EL PAPUR.DWG		
Yo. BO. ASESOR	Yo. BO. MUNICIPALIDAD	1/4



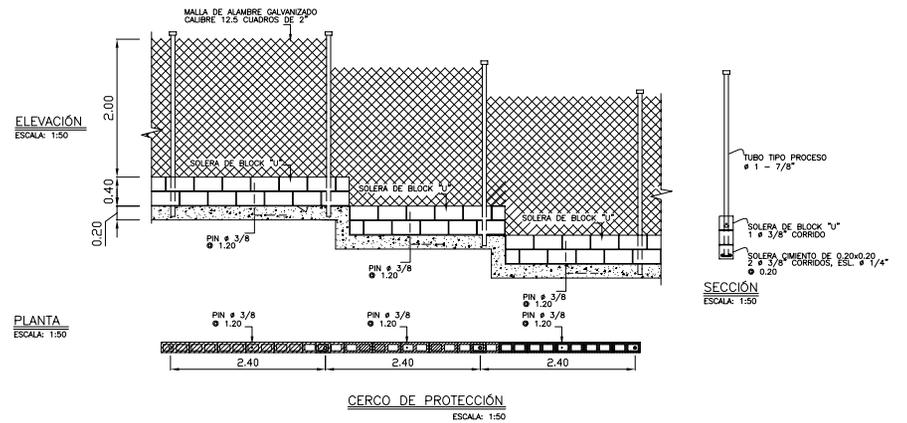
REFERENCIAS:

- VIVENDAS
- CAMINO
- CARRETERA
- RIO
- PUENTE

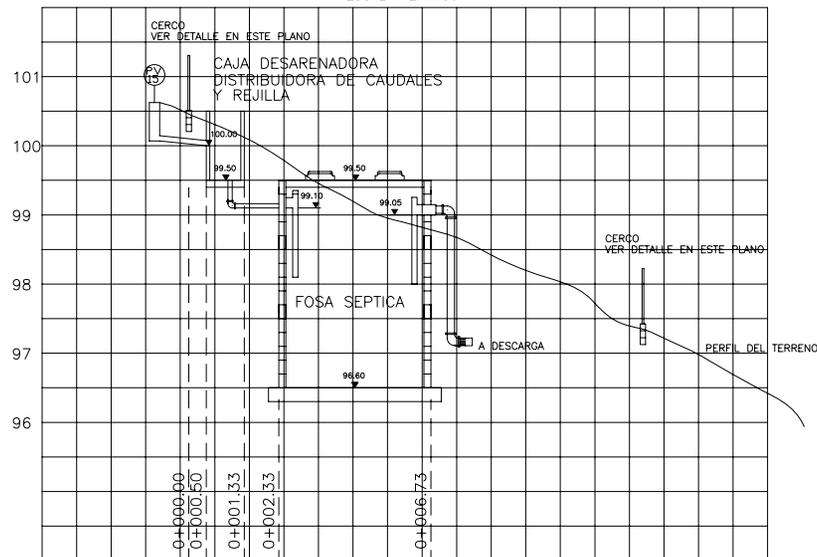
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO EL PAPUR, PASTORES SACATEPEQUEZ	
ESCALA: 1:50	DEBIDO: ESTUARDO CEBE
FECHA: AGOSTO 2014	CONTENIDO:
DISEÑO Y CALCULO: ESTUARDO CEBE ARCHIVO: EL PAPUR.DWG	DENSIDAD DE VIVIENDA
Yo, Sr. ASESOR _____ Yo, Sr. MUNICIPALIDAD _____	HOJA 1 / 2



PLANTA DE DISTRIBUCION
ESCALA 1:50

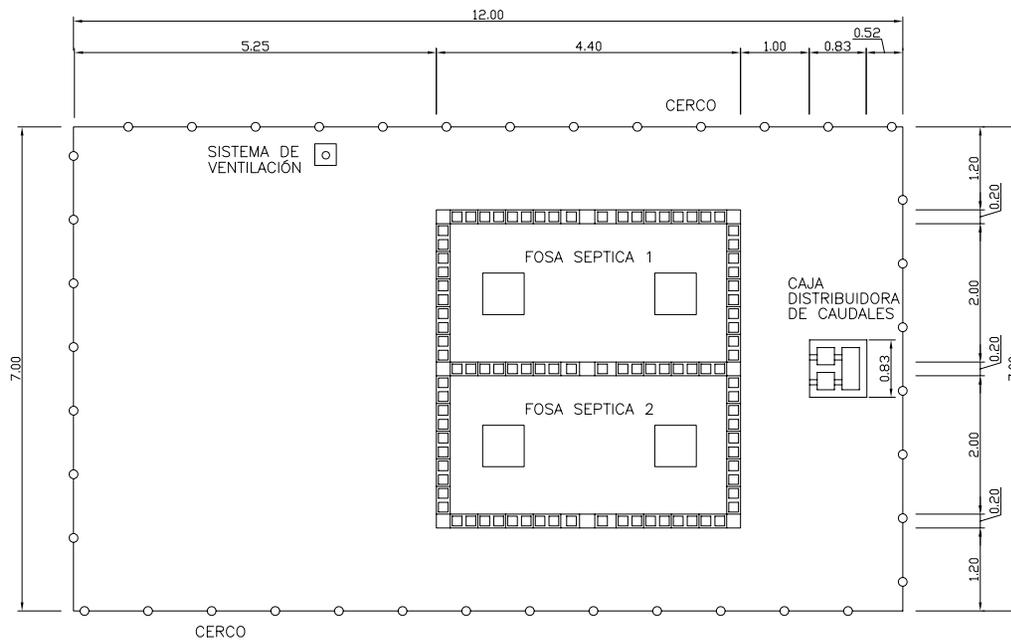


PERFIL HIDRAULICO
ESCALA HOR:1:100
ESCALA VER:1:50



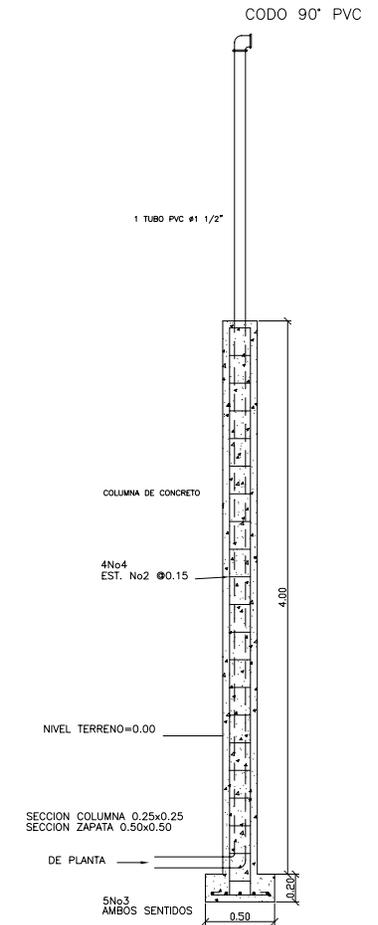
- ESPECIFICACIONES:
- CONCRETO
f'c=210 kg/cm2 = 3000 lbs/plg2
PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
 - HIERRO
fy=2810 kg/cm2 = 40000 lbs/plg2
VARILLAS CORRUGADAS ESPECIFICACION ASTM A-15-62T GRADO ESTRUCTURAL 40

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO EL PAPUR, PASTORES SACATEPEQUEZ</p>	
ESCALA:	<p>INDICADA: ESTUARDIO CEBE</p>
FECHA:	<p>AGOSTO 2005</p>
DISEÑO Y CALCULO:	<p>ESTUARDIO CEBE</p>
ARCHIVO:	<p>EL PAPUR.DWG</p>
Yo. BO. ASESOR	Yo. BO. MUNICIPALIDAD
<p>CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCION Y PERFIL HIDRAULICO</p>	
<p>HOJA 2/4</p>	



PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:50



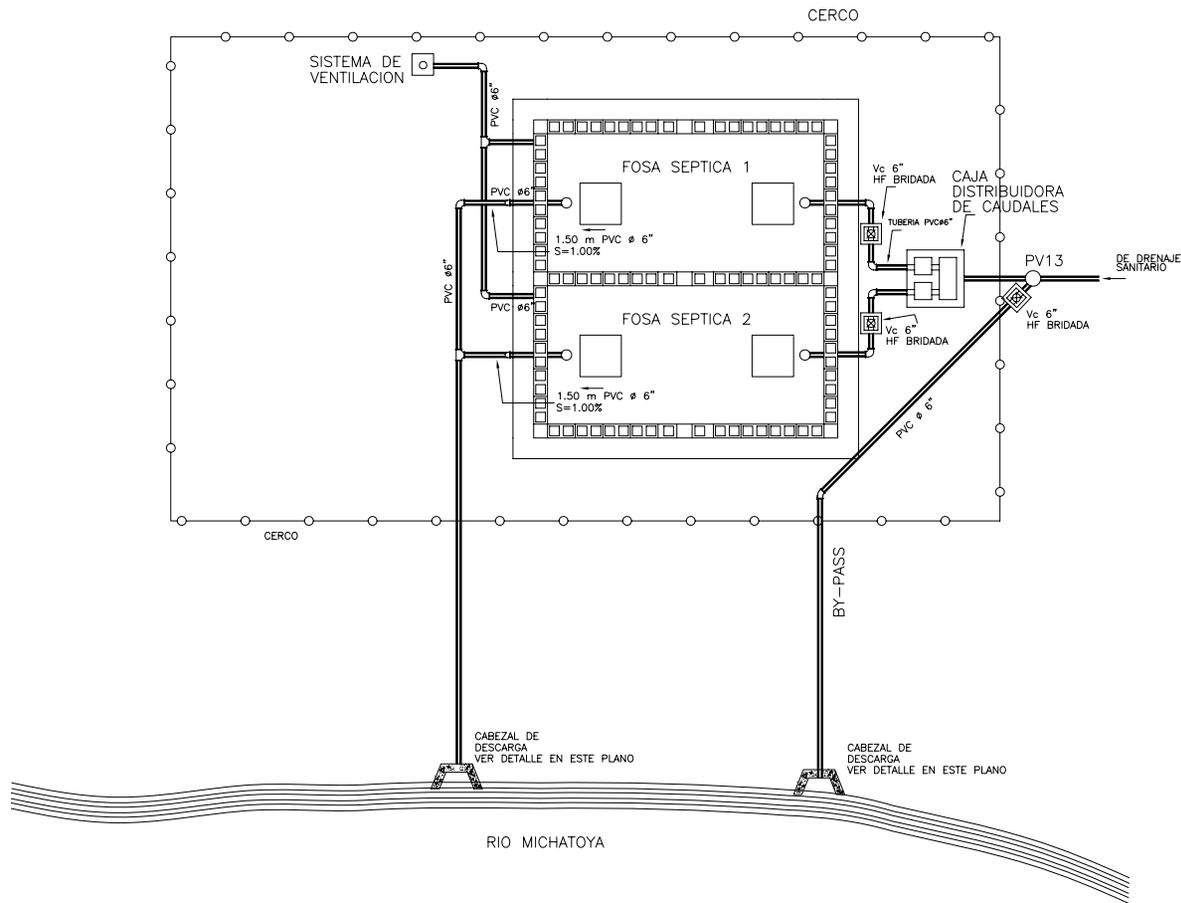
DETALLE No. 6
SISTEMA DE VENTILACIÓN

ESC: 1/25

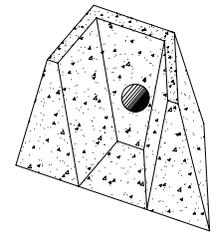
ESPECIFICACIONES:

- CONCRETO
 $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 = 3000 \text{ lbs/plg}^2$
 PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- HIERRO
 $f_y=2810 \text{ kg/cm}^2 = 40000 \text{ lbs/plg}^2$
 VARILLAS CORRUGADAS ESPECIFICACIÓN ASTM
 A-15-62T GRADO ESTRUCTURAL 40

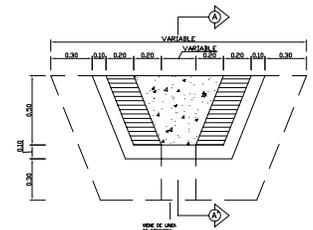
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO EL PAPUR, PASTORES SACATEPEQUEZ	
ESCALA:	DEBIDO: ESTUARDO CEBE
FECHA: AGOSTO 2004	CONTENIDO:
DISEÑO Y CÁLCULO: ESTUARDO CEBE ARCHIVO: EL PAPUR.DWG	PLANTA ACOTADA
Yo, Sr. ASESOR	Yo, Sr. MUNICIPALIDAD
F. _____ F. _____	
HOJA 3 / 4	



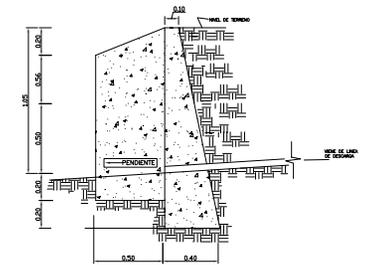
PLANTA HIDRÁULICA
ESCALA 1:50



ISOMÉTRICO
EN ESCALA



PLANTA
ESC:1:25

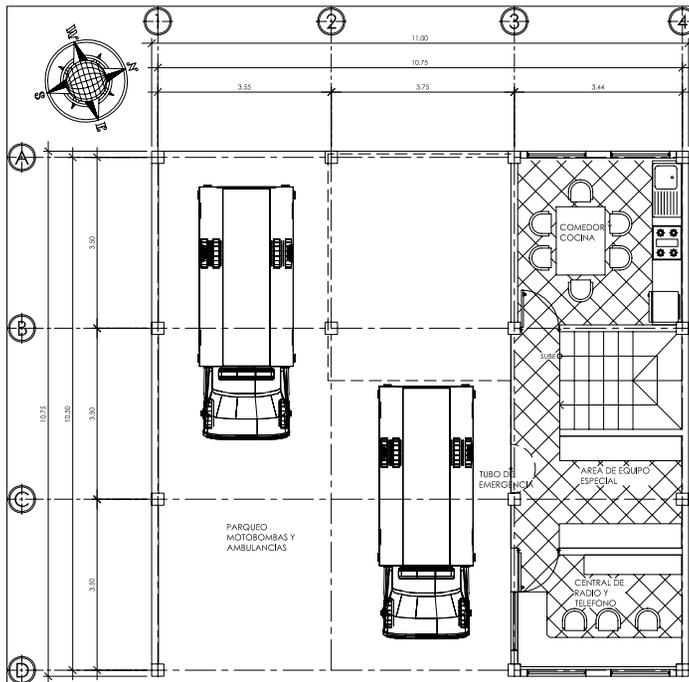


SECCIÓN A-A'
ESC:1:10

ESPECIFICACIONES:

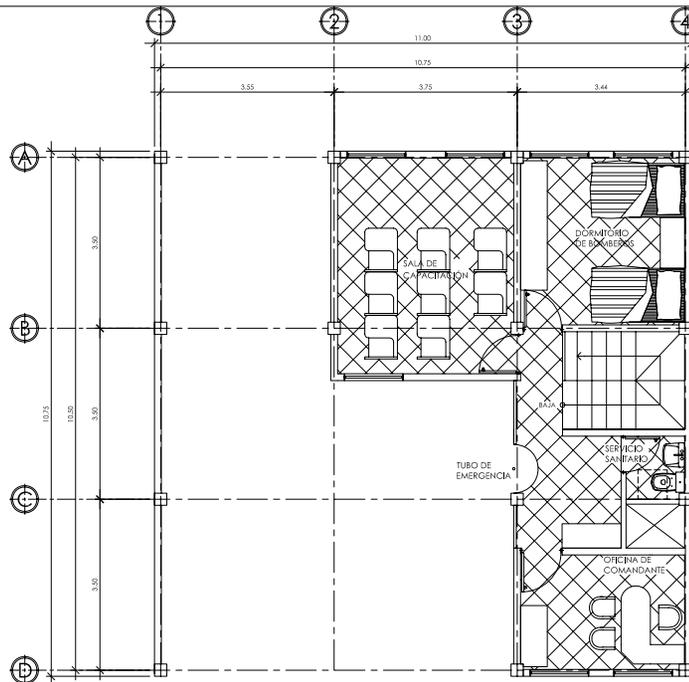
- CONCRETO
f'c=210 kg/cm² = 3000 lbs/plg²
PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- HIERRO
fy=2810 kg/cm² = 40000 lbs/plg²
VARILLAS CORRUGADAS ESPECIFICACIÓN ASTM A-15-62T GRADO ESTRUCTURAL 40

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO EL PAPIR, PASTORES SACATEPEQUEZ	HOJA 4/4
ESCALA: PLANOS: ESTANDAR CEBE	DISEÑO: ESTANDAR CEBE		
FECHA: AGOSTO 2005	DISEÑO Y CÁLCULO: ESTANDAR CEBE	ARCHIVO: EL PAPIR.DWG	Yo. BO. ASESOR Yo. BO. MUNICIPALIDAD



PLANTA BAJA AMUEBLADA

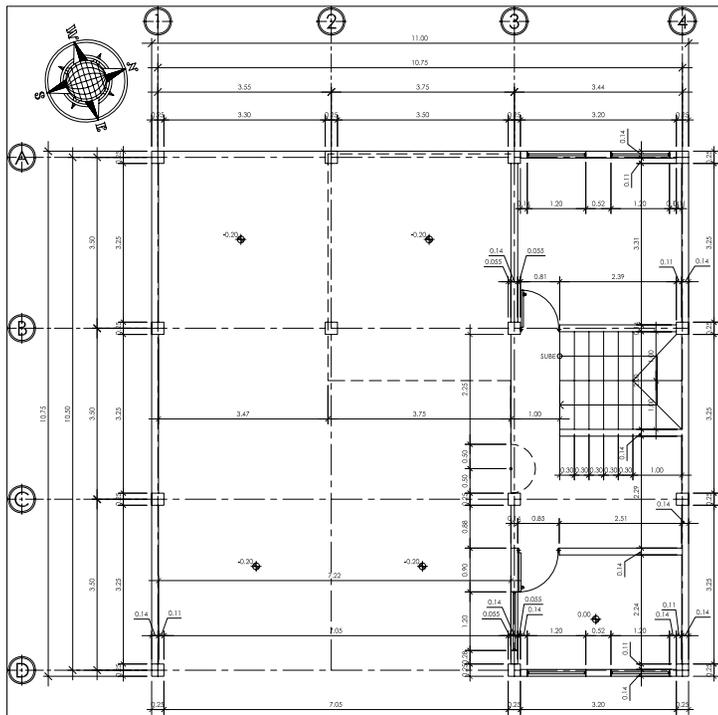
esc. 1:50



PLANTA ALTA AMUEBLADA

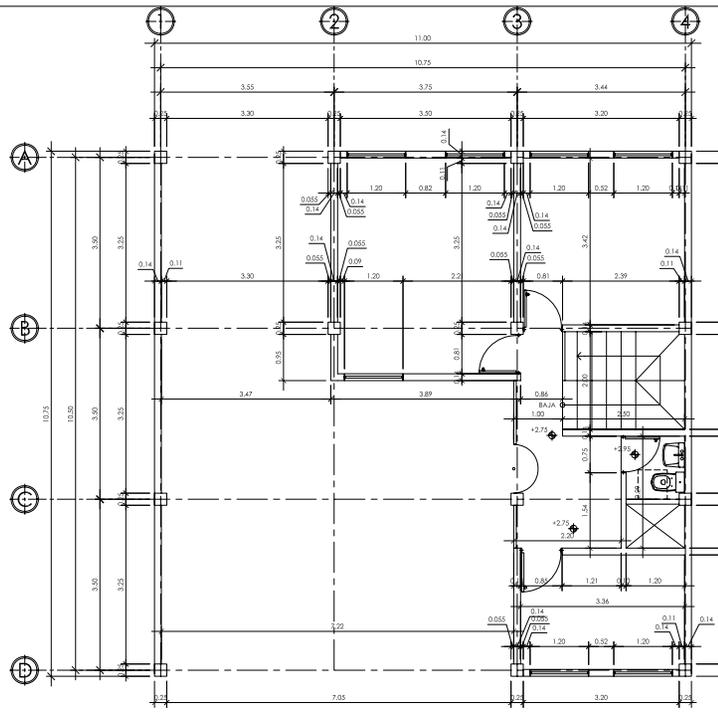
esc. 1:50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE EPS	
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ	
ESCALA:	DIBUJO: ESTUARDO CEBE HOJA
FECHA:	CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA
DISEÑO Y CALCULO: ESTUARDO CEBE ARCHIVO: BOMBEROS.DWG	1/11
Yo. Bg. ASBDR	Yo. Bg. MUNICIPALIDAD



PLANTA BAJA ACOTADA

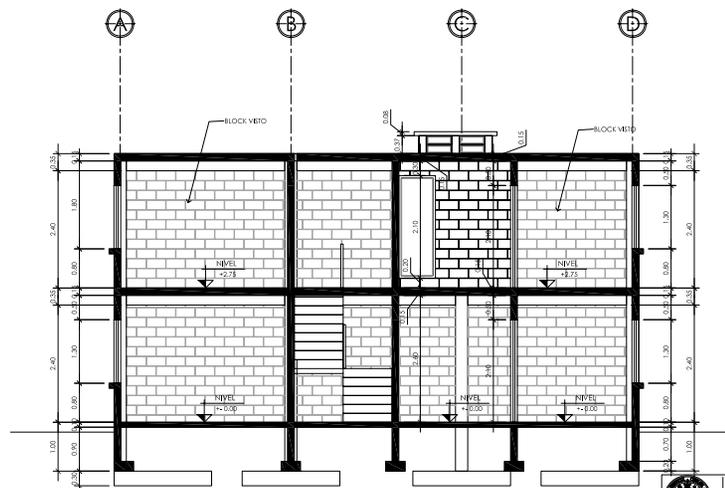
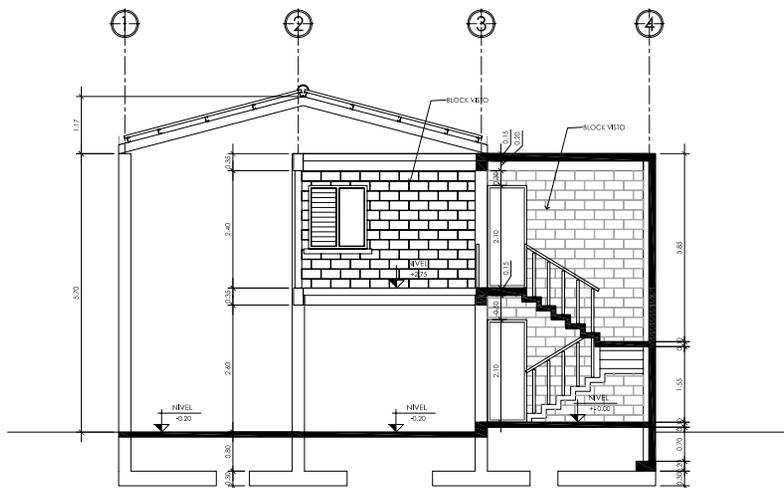
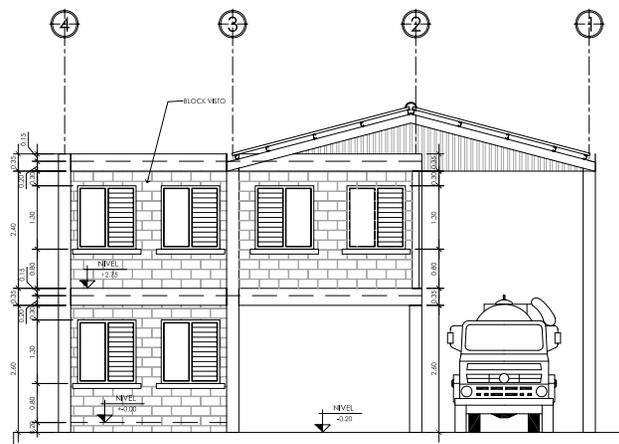
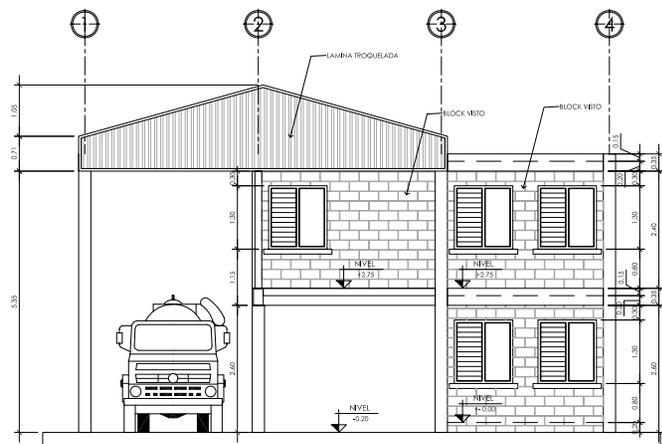
esc. 1:50



PLANTA ALTA ACOTADA

esc. 1:50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE EPS		PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ	
		ESCALA: 1/16 ACOTADA	DIBUJO: ESTUARDO CEBE
FECHA: AGOSTO 2004	CONTENIDO: PLANTAS ACOTADAS		
DISEÑO Y CALCULO: ESTUARDO CEBE	ARCHIVO: BOMBEROS.DWG		
Yo. Bg. ASBDR	Yo. Bg. MUNICIPALIDAD	f. _____ f. _____	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROGRAMA DE EPS

PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES
 MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ

ESCALA: 1/80 CADENA DIBUJO: ESTUARDO CEBEL

FECHA: AGOSTO 2004

DESENHO Y CALCULO: ESTUARDO CEBEL

ARCHIVO: BOMBEROS.DWG

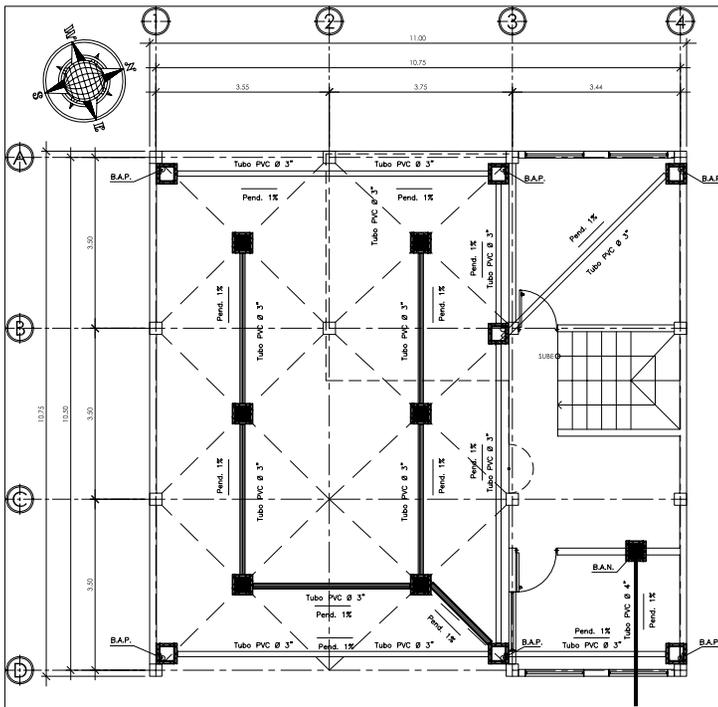
Yo, Sr. ASADOR Yo, Sr. MUNICIPALIDAD

f. _____ f. _____

SECCIONES

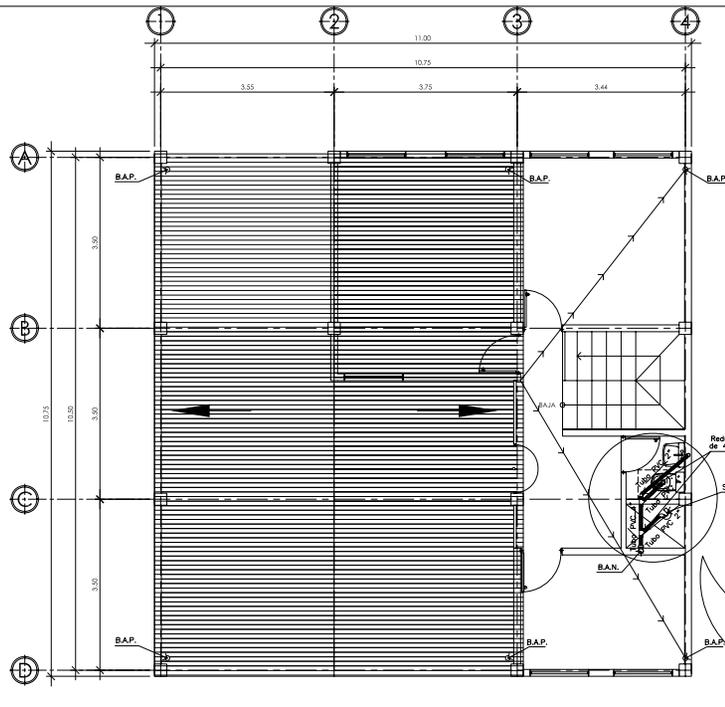
HOJA

4/11



PLANTA PRIMER NIVEL

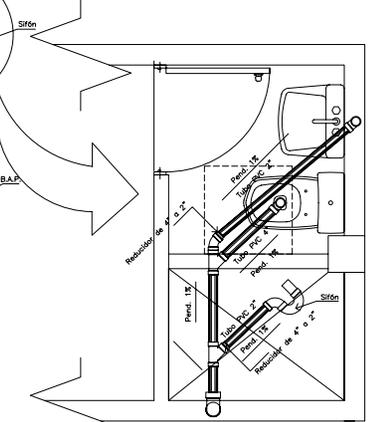
Instalaciones Sanitarias: Drenajes ESC: 1/50



PLANTA SEGUNDO NIVEL

Instalaciones Sanitarias: Drenajes ESC: 1/50

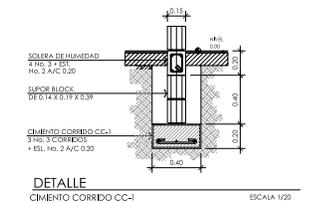
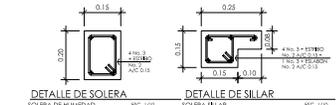
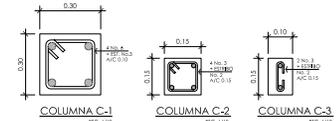
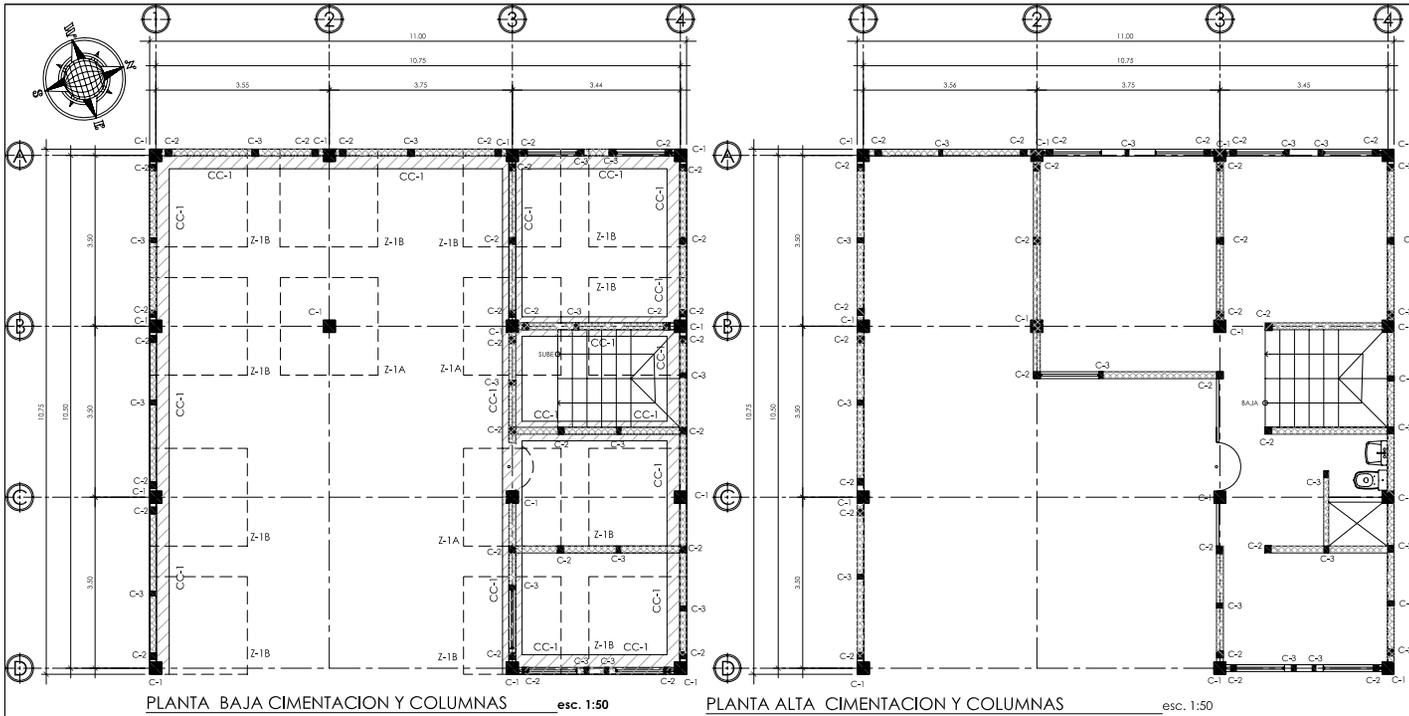
SIMBOLO DE DRENAJES			
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE		SIFÓN TERMINAL PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PLANTA
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE ELEVACION
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE DOBLE
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		CODDO 90° PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		CODDO 90° ELEVACION
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		CODDO 45° PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		CODDO 90° BAJA
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		BAJADA DE DRENAJE
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		BAJADA DE AGUA PLUVIAL



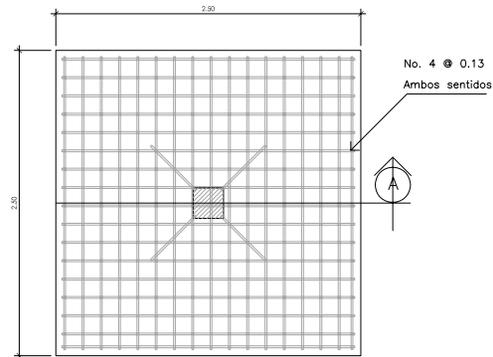
Detalle Ampliado

Sin Escala

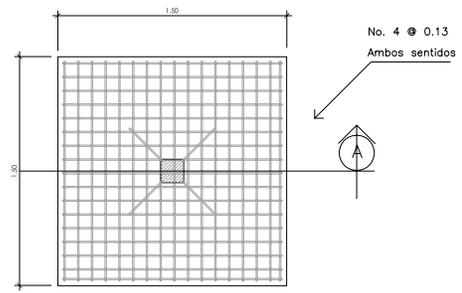
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE EPS	
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ	
ESCALA: INICIADA	DBUJO: ESTUARDO CEBE
FECHA: AGOSTO 2004	CONTENIDO: INSTALACIONES SANITARIAS
DESENYO Y CALCULO: ESTUARDO CEBE	HOJA: 10/11
ARCHIVO: BOMBEROS.DWG	
Vo. Bg. ASBDR	Vo. Bg. MUNICIPALIDAD



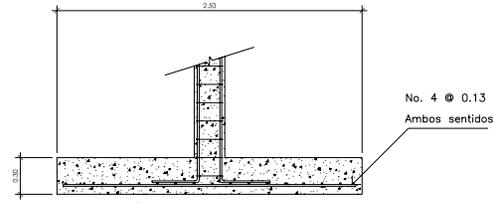
- ESPECIFICACIONES:
- 1) $F'_c = 210 \text{ Kg/CM}^2$
 $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
 - 2) Hierro corrugado legítimo grado 40
 - 3) BLOCK DE 25 Kg/cm²
 - 4) Proporción del concreto: 1:2:3



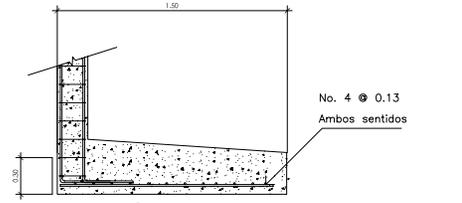
Planta de Z-1C
ESC. 1/10



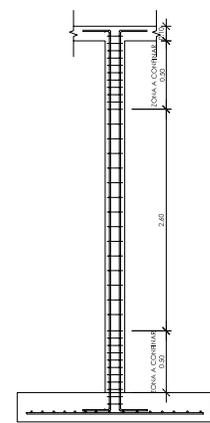
Planta de Z-1B
ESC. 1/10



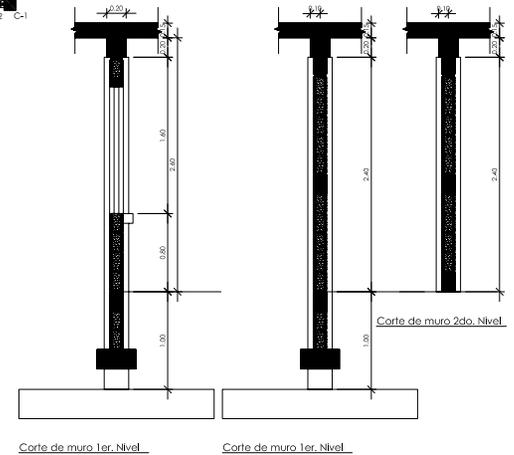
Sección "A" de Z-1A
ESC. 1/10



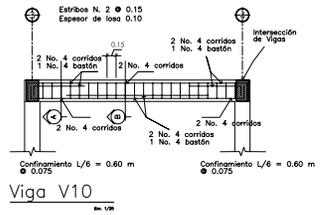
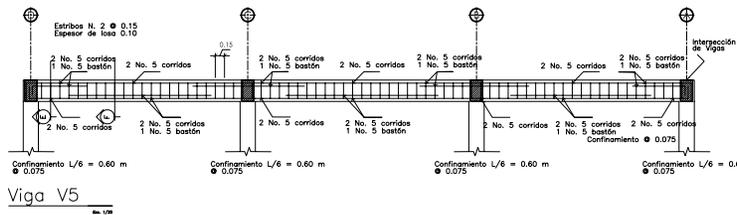
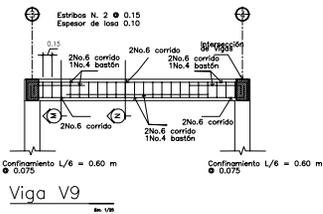
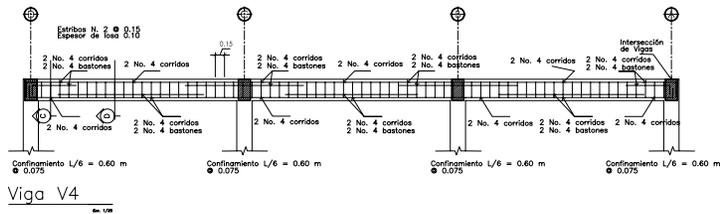
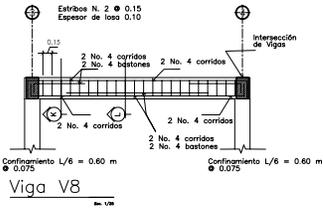
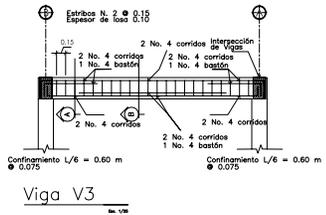
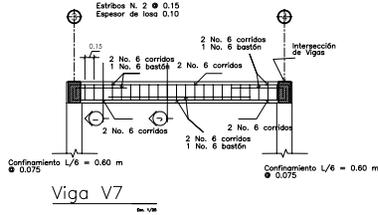
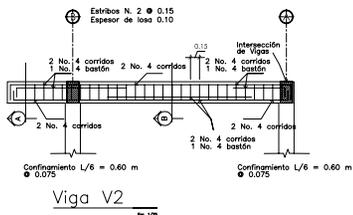
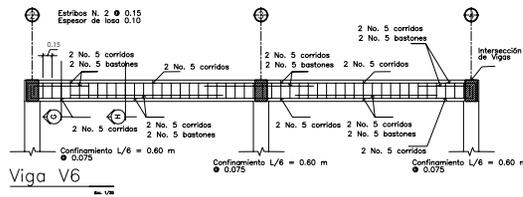
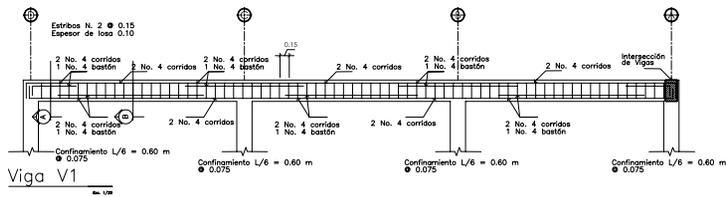
Sección "A" de Z-1B
ESC. 1/10



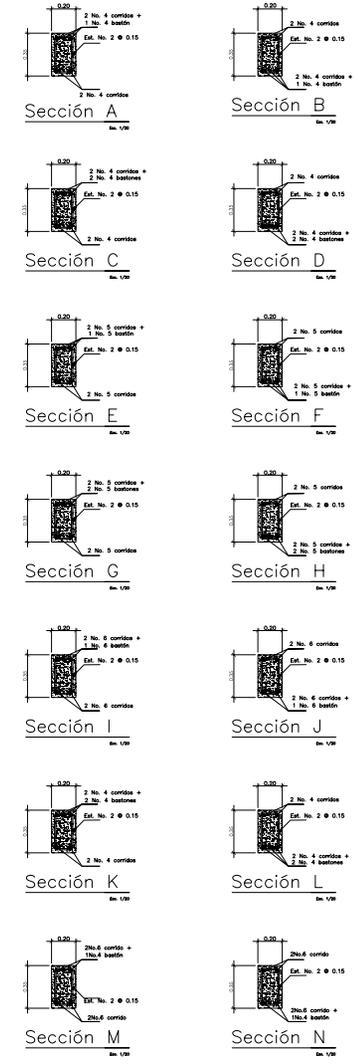
Detalle Típico de Columna Confinamiento



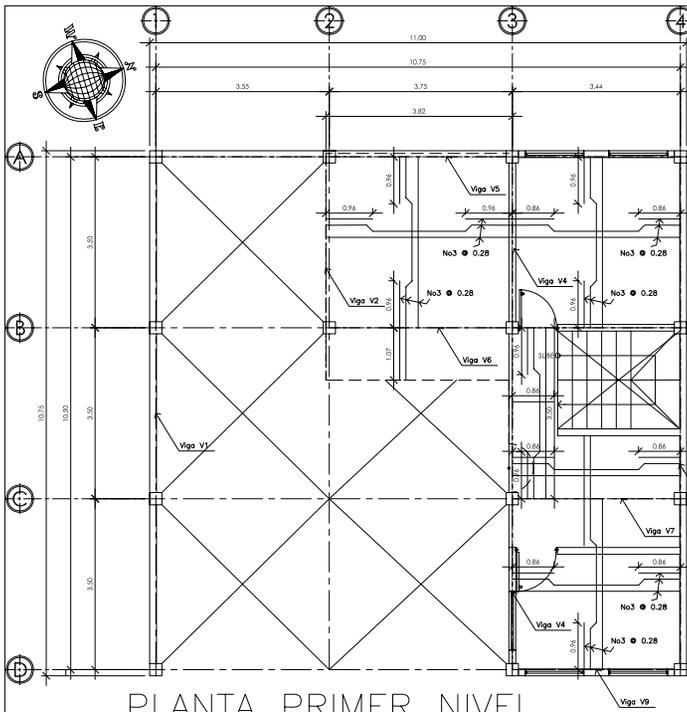
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE EFS			
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ			
ESCALA:	INICIADA	DIBUJO:	ESTUARDO CEBI
FECHA:	AGOSTO 2004	CONTENIDO:	
DESENYO Y CALCULO:	ESTUARDO CEBI	CIMENTACION, COLUMNAS Y ZAPATAS	
ARCHIVO:	BOMBEROS.DWG		
Yo. Sr. ASEDOR		Yo. Sr. MUNICIPALIDAD	
			HOJA 5 / 11



- ESPECIFICACIONES:**
- 1) $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - 2) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 3) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 4) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 5) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 6) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 7) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 8) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 9) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 10) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 11) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 12) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 13) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 14) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 15) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 16) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 17) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 18) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 19) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 20) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 21) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 22) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 23) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 24) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 25) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 26) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 27) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 28) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 29) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 30) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 31) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 32) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 33) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 34) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 35) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 36) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 37) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 38) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 39) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 40) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 41) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 42) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 43) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 44) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 45) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 46) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 47) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 48) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 49) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 50) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 51) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 52) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 53) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 54) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 55) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 56) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 57) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 58) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 59) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 60) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 61) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 62) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 63) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 64) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 65) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 66) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 67) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 68) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 69) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 70) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 71) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 72) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 73) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 74) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 75) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 76) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 77) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 78) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 79) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 80) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 81) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 82) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 83) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 84) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 85) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 86) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 87) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 88) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 89) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 90) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 91) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 92) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 93) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 94) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 95) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 96) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 97) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 98) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 99) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - 100) $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$



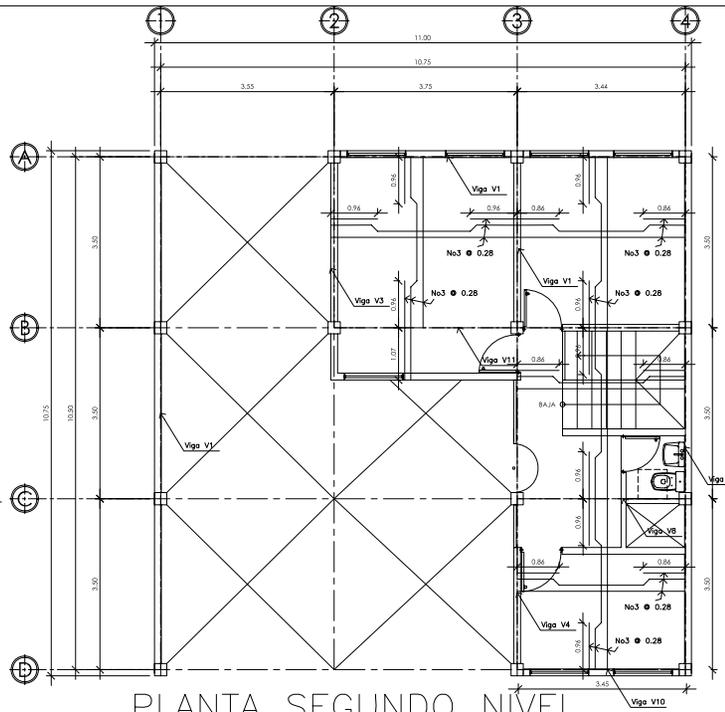
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE EPS			
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ			
ESCALA:	INDECADA	DBUJO:	ESTUARDO CELE
FECHA:	AGOSTO 2004	CONTENIDO:	VIGAS
DEBIDO Y CALCULO:	ESTUARDO CELE		HOJA
ARCHIVO:	BOMBEROS.DWG		
Yo. Bg. ASBDR		Yo. Bg. MUNICIPALIDAD	
			6/11



PLANTA PRIMER NIVEL

Instalaciones Sanitarias: Drenajes

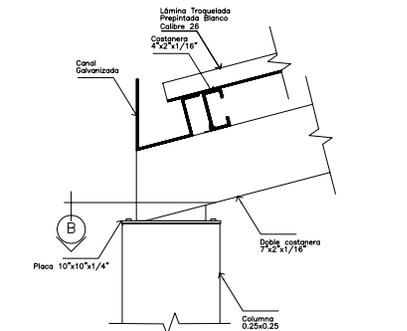
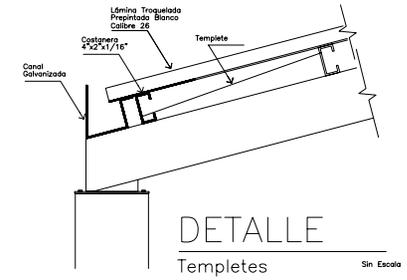
ESC: 1/50



PLANTA SEGUNDO NIVEL

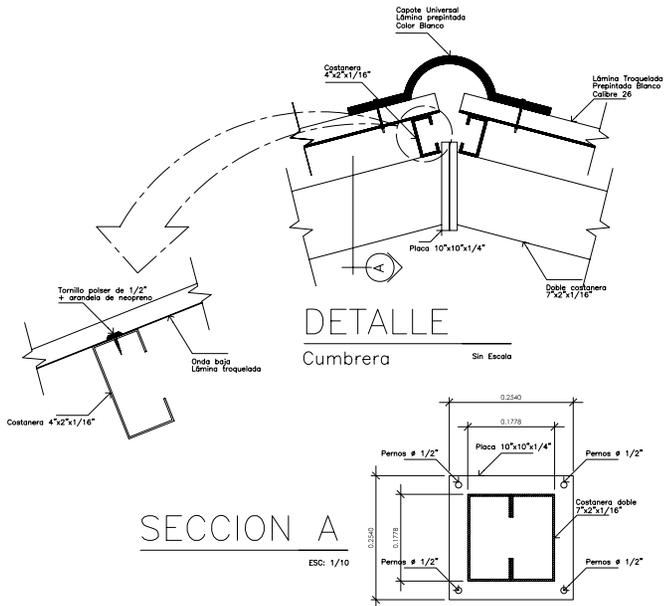
Instalaciones Sanitarias: Drenajes

ESC: 1/50



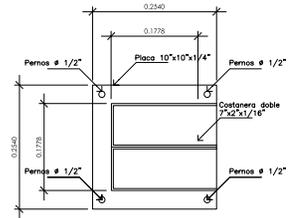
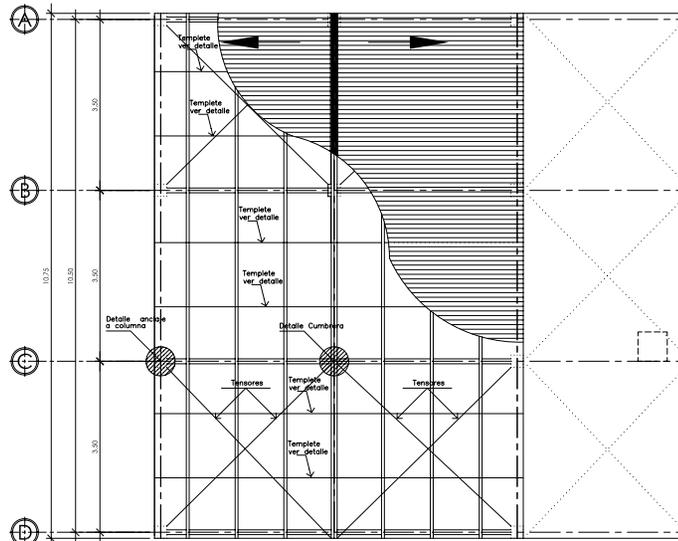
DETALLE

Anclaje a columna Sin Escala



SECCION A

ESC: 1/10



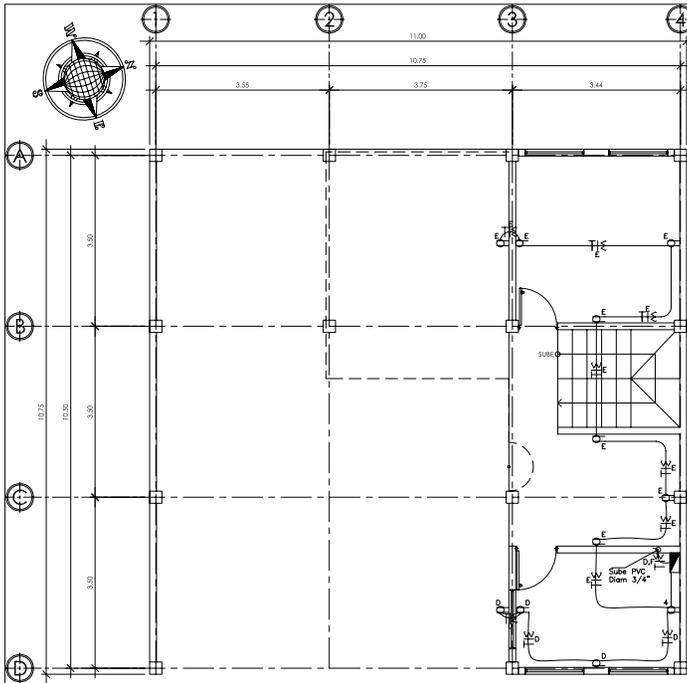
SECCION B

ESC: 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE EPS

PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES
MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ

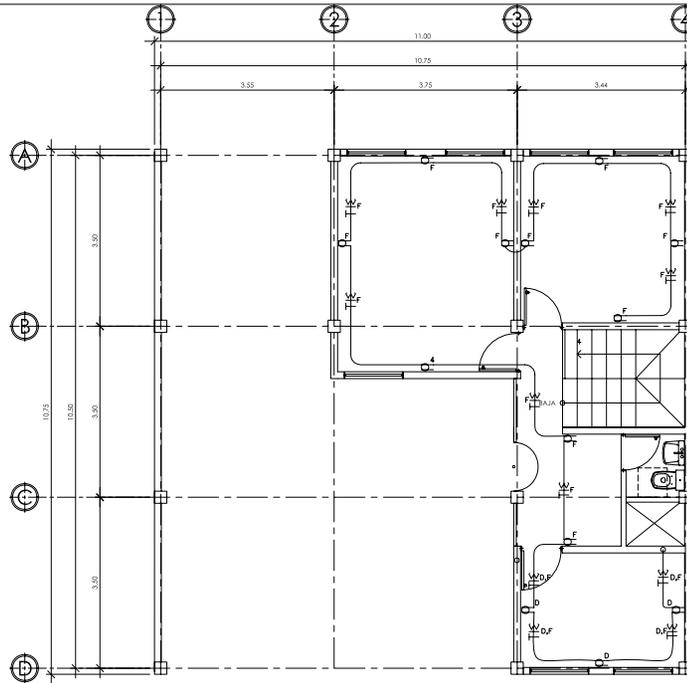
ESCALA: INICIADA	DEBIDO: ESTUARDO CEBE	HOJA
FECHA: AGOSTO 2004	CONTENIDO:	
DEBIDO Y CALCULO: ESTUARDO CEBE	TECHOS	11 / 11
ARCHIVO: BOMBEROS.DWG	Vo. Bo. ASesor	
Vo. Bo. ASesor	Vo. Bo. MUNICIPALIDAD	



PLANTA PRIMER NIVEL

Instalaciones Eléctricas: Fuerza

ESC: 1/50



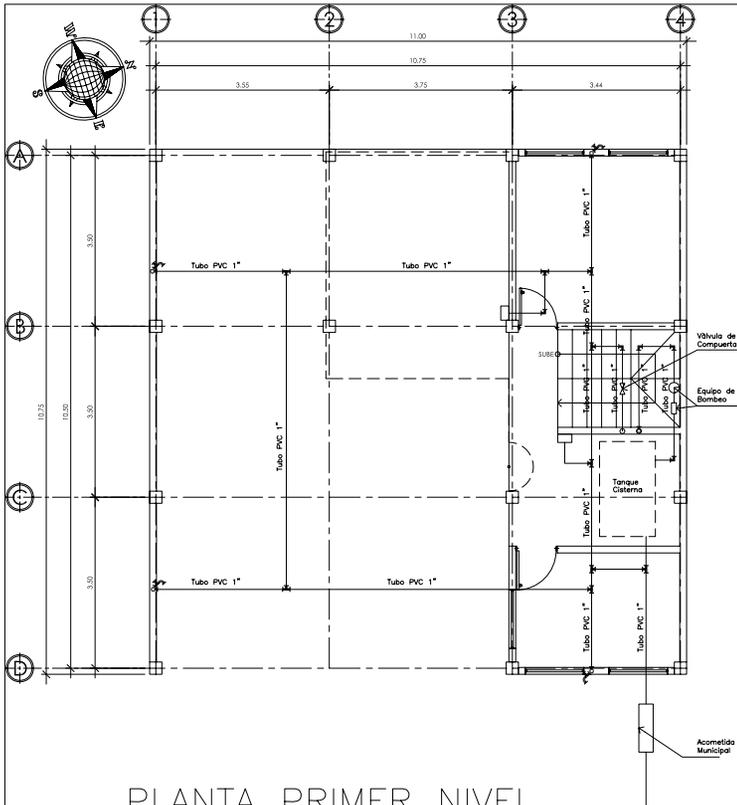
PLANTA SEGUNDO NIVEL

Instalaciones Eléctricas: Fuerza

ESC: 1/50

SIMBOLOGIA DE FUERZA			
SIMBOLO	SEÑIFICADO	SIMBOLO	SEÑIFICADO
⌋	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO	⌋	TOMACORRIENTE SIMPLE 240 V. H=0.30 S.N.P.T.
⌋	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO	⌋	TOMACORRIENTE SALIDA PARA DUCHA 120 V. H=2.00 S.N.P.T.
⌋	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW O INDICADO	⌋	TOMACORRIENTE SIMPLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
⌋	TUBO PVC ELÉCTRICO 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA	⌋	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
⌋	TUBO PVC ELÉCTRICO 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED	⌋	TOMACORRIENTE TRIPLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
⌋	TUBO PVC ELÉCTRICO 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO	⌋	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
⌋		⌋	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
⌋		⌋	POLARIZACIÓN A TIERRA

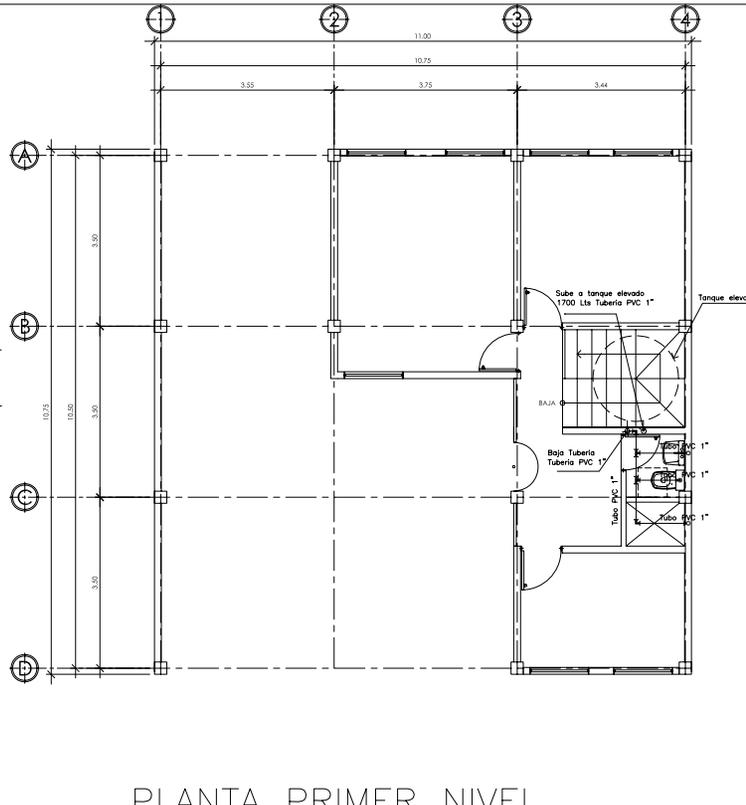
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE EPS			
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ			
ESCALA:	FECHA:	DIBUJO:	ESTUARDADO CEBE
	REVISADA		
	AGOSTO 2004		
DISEÑO Y CALCULO ESTUARDADO CEBE		CONTENIDO:	
ARCHIVO: BOMBEROS.DWG		INSTALACIONES ELECTRICAS FUERZA	
Yo. Bg. ASBDR		Yo. Bg. MUNICIPALIDAD	
f. _____		f. _____	
			HOJA 7 11



PLANTA PRIMER NIVEL

Instalaciones Hidráulicas: Agua Potable

ESC: 1/50



PLANTA PRIMER NIVEL

Instalaciones Hidráulicas: Agua Potable

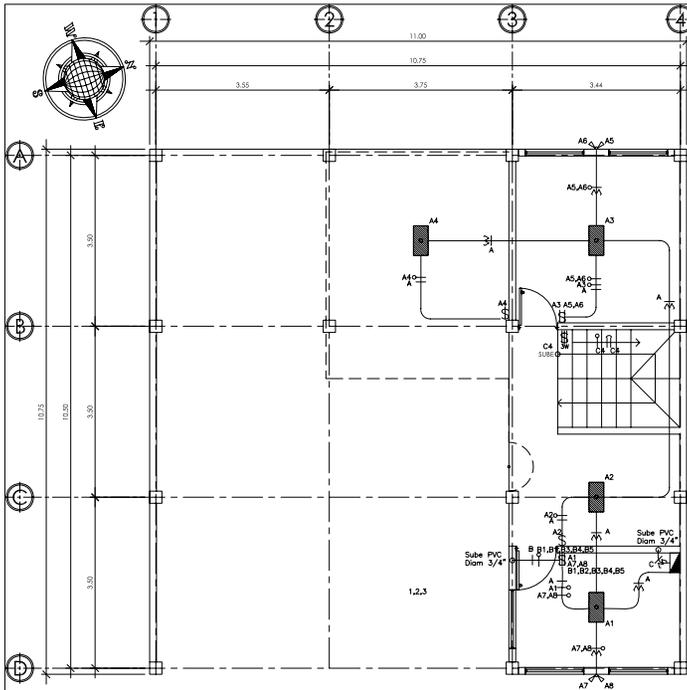
ESC: 1/50

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS		
CRUZ DE PVC	SIGNIFICADO	SIGNIFICADO
CRUZ DE PVC	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE # 3/4" A # 1/2"	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE # 3/4" A # 1/2"
TE DE PLANTA	VÁLVULA DE BOLA	VÁLVULA DE BOLA
TE DE PVC PERFL	LLAVE CONTROL MANUAL HORIZONTAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS	LLAVE CONTROL MANUAL HORIZONTAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
CODD PVC 90° PLANTA	LLAVE CONTROL MANUAL VERTICAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS	LLAVE CONTROL MANUAL VERTICAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
CODD PVC 90° PERFL	VÁLVULA DE COMPUERTA O INDICADA	VÁLVULA DE COMPUERTA O INDICADA
CODD PVC 45° PERFL	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
YE DOBLE PVC 45° PLANTA	VÁLVULA DE GLOBO	VÁLVULA DE GLOBO
TE PVC 45° PERFL	TUBO PVC #3/4" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE	TUBO PVC #3/4" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE
GRIFO PARA MANGUERA PERFL	TUBO CPVC # 1/2" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE	TUBO CPVC # 1/2" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE
UNIÓN DE EXPANSIÓN	CALENTADOR PARA AGUA ELÉCTRICO	CALENTADOR PARA AGUA ELÉCTRICO
REDUCTOR PVC DE # 3/4" A # 1/2"	CALENTADOR DE GAS PARA AGUA	CALENTADOR DE GAS PARA AGUA
VÁLVULA DE PASO		

NOTA:

1. Todas las derivaciones serán a 1/2" excepto donde se indique lo contrario.
2. La red principal será de tubería PVC de 1" 160 psi y las derivaciones de tubería PVC de 1/2" 315 psi.

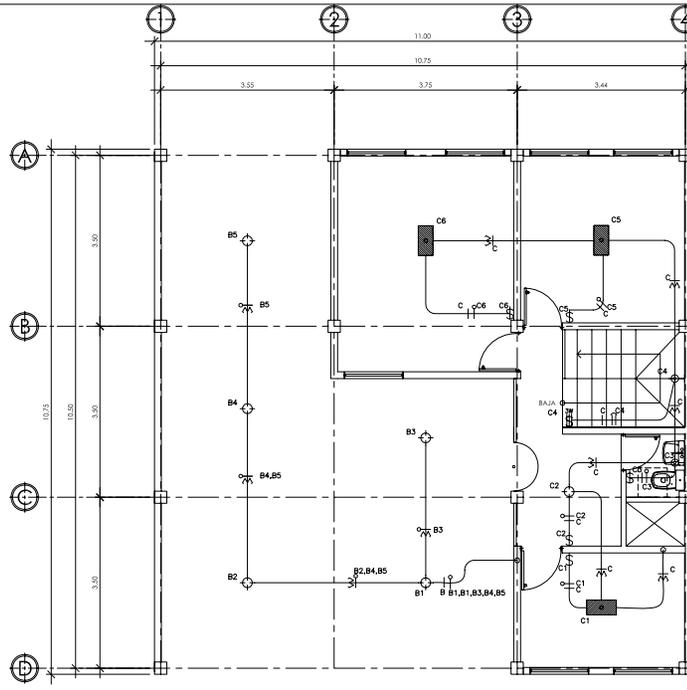
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE EPS			
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ			
ESCALA:	FECHA:	DBUJO:	ESTUARDO CEBE
	HECADA		
	AGOSTO 2004		
DISEÑO Y CALCULO		CONTENIDO:	
ESTUARDO CEBE		INSTALACIONES HIDRAULICAS	
ARCHIVO:			
BOMBEROS.DWG			
Yo. Bg. ASBDR		Yo. Bg. MUNICIPALIDAD	
1. _____		1. _____	
			8 / 11



PLANTA PRIMER NIVEL

Instalaciones Eléctricas: Iluminación

Esc: 1/50



PLANTA SEGUNDO NIVEL

Instalaciones Eléctricas: Iluminación

Esc: 1/50

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN			
1-2	ILUMINACIÓN EN CIELO	⏏	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.	⏏	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)	⏏	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO	⏏	INTERRUPTOR THREE WAY(3 VIAS) SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA DE PUENTE CALIBRE 12 TW O INDICADO	⏏	INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTE Y LAMPARA SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO	⏏	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO	⏏	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
---	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA	⏏	SALIDA DE INSTALACIÓN DE TIMBRE H=1.80 S.N.P.T.
---	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED	⏏	PLASOR DE TIMBRE H=1.20 S.N.B.T.
---	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO	⏏	LAMPARA ZENITAL

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL PROGRAMA DE EPS	
PROYECTO: ESTACION DE BOMBEROS MUNICIPALES MUNICIPIO DE PASTORES, SACATEPEQUEZ	
ESCALA:	DBUJO:
FECHA: REVISADA	ESTANDAR CIEB
AGOSTO 2004	
DESENYO Y CALCULO ESTANDAR CIEB	CONTENIDO:
ARCHIVO: BOMBEROS.DWG	INSTALACIONES ELECTRICAS ILUMINACION
Yo. Bg. ASBDR	Yo. Bg. MUNICIPALIDAD
9 11	