



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL
CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA
EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS
SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

Víctor Arnoldo Catalán Gómez

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, septiembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL
CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA
EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS
SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

VICTOR ARNOLDO CATALÁN GÓMEZ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Inga. Dilma Mejicanos Jol
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 EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
PARA EL CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE
SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES,
MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de febrero de 2008.

Victor Arnoldo Catalán Gómez

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 16 de julio de 2009.
Ref.EPS.DOC.860.07.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Victor Arnoldo Catalán Gómez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200313421**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ”**.

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

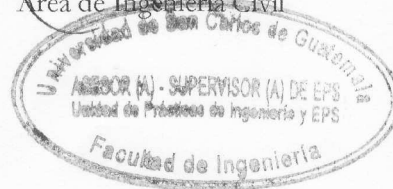
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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

c.c. Archivo
SJRS/ra



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de julio de 2009.
Ref.EPS.D.395.07.09

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Victor Arnoldo Catalán Gómez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

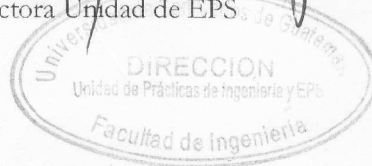
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





Guatemala,
4 de agosto de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Victor Arnoldo Catalán Gómez, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
6 de agosto de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

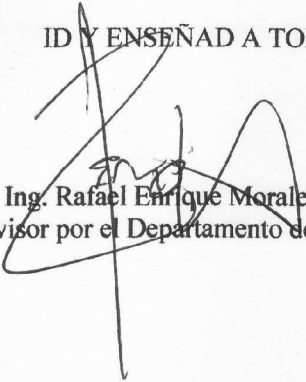
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Víctor Arnoldo Catalán Gómez, quien contó con la asesoría de la Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC


/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Víctor Arnoldo Catalán Gómez, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, septiembre 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

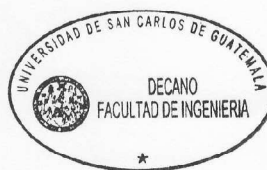
Ref. DTG.317.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CALIAJ Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,** presentado por el estudiante universitario **Víctor Arnoldo Catalán Gómez,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, septiembre de 2009



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS** Por iluminar mis pasos en todo momento, regalarme vida, salud y fuerza para alcanzar mis metas.
- MI PADRE** Victor Vicente Catalán, porque éste triunfo es tuyo, gracias por tu amor, apoyo y dedicación.
- MI MADRE** Genoveva Gómez de Catalán, por haber dedicado cariñosamente sus esfuerzos para hacer de mí una persona de bien.
- MIS HERMANAS** Vicky, Edna y Cecilia (q. d. e. p.), por su apoyo y cariño.
- MIS SOBRINOS** Andrea, Gabriela, Cristian y Alberto con cariño.
- MI FAMILIA** A quienes amo y agradezco su apoyo.
- LA FAMILIA RAMOS GÓMEZ** Por brindarme su apoyo incondicional, gracias.
- MI PRIMA** Lucy Samayoa, por su ejemplo de esfuerzo, lucha y perseverancia.
- A MIS AMIGOS** En especial a Elder, Carlos y David, por compartir buenos y difíciles momentos de nuestra vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1	Monografía del municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá	1
1.1.1	Ubicación	1
1.1.2	Acceso y vías de comunicación	2
1.1.3	Extensión territorial	3
1.1.4	Límites y colindancias	3
1.1.5	Aspectos económicos y actividades productivas.	4
1.1.6	Clima.	6
1.1.7	Servicios públicos.	6
1.1.8	Turismo.	7
1.2	Principales necesidades del municipio	7
1.2.1	Descripción de las necesidades	7
1.2.2	Priorización de las necesidades	8

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1	Diseño del edificio escolar de dos niveles para el caserío “Caliáj” San Andrés Semetabaj, Sololá.	9
2.1.1	Descripción del proyecto	9
2.1.2	Estudio de suelos	10
2.1.3	Estructuración	14
2.1.3.1	Selección del sistema estructural	14
2.1.3.2	Diseño arquitectónico	14
2.1.3.3	Requerimiento de área	15
2.1.3.4	Alturas y cotas	15
2.1.4	Análisis estructural	15
2.1.4.1	Predimensionamiento estructural	15
2.1.4.2	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	20
2.1.4.3	Cargas verticales y horizontales aplicadas a marcos dúctiles	21
2.1.4.4	Momentos analizados por medio del programa ETABS	36
2.1.4.5	Momentos últimos	41
2.1.4.6	Diagrama de momento y corte	43
2.1.5	Dimensionamiento	48
2.1.5.1	Diseño de losas	48
2.1.5.1.1	Losas nivel 1	50
2.1.5.1.2	Losas nivel 2	59
2.1.5.2	Diseño de vigas	61
2.1.5.3	Diseño de columnas	69
2.1.5.4	Diseño de cimientos	81
2.1.6	Instalaciones eléctricas	92
2.1.7	Instalaciones hidráulicas	93

2.1.8	Planos constructivos	95
2.1.9	Presupuesto	95
2.2	Diseño de sistema del drenaje sanitario para el caserío “Los Robles” San Andrés Semetabaj, Sololá.	98
2.2.1	Estudio de la población a servir	98
2.2.2	Levantamiento topográfico	99
2.2.2.1	Planimetría	99
2.2.2.2	Altimetría	99
2.2.3	Trazo de red	100
2.2.4	Tipo de sistema a utilizar	102
2.2.5	Período de diseño	104
2.2.6	Diseño de la red	105
2.2.6.1	Población de diseño	105
2.2.6.2	Dotación	106
2.2.6.3	Factor de retorno	107
2.2.6.4	Factor de flujo instantáneo (FH)	107
2.2.6.5	Relación de tirante y diámetro	108
2.2.6.6	Caudal sanitario	108
2.2.6.6.1	Caudal domiciliar	108
2.2.6.6.2	Caudal de infiltración	109
2.2.6.6.3	Caudal comercial	110
2.2.6.6.4	Caudal industrial	110
2.2.6.6.5	Caudal de conexiones ilícitas	111
2.2.6.7	Caudal de diseño	112
2.2.6.8	Velocidades mínimas y máximas	113
2.2.6.9	Cotas invert	113
2.2.6.10	Pozos de visita	114
2.2.6.11	Conexiones domiciliarias	115

2.2.6.12	Profundidades mínimas de tubería	116
2.2.6.13	Diseño de la red de alcantarillado	117
2.2.6.14	Descarga	125
2.2.7	Diseño de fosa séptica	126
2.2.8	Diseño de pozos de infiltración	131
2.2.9	Evaluación de impacto ambiental	135
2.2.9.1	En construcción	135
2.2.9.2	En operación	137
2.2.10	Evaluación socio-económica	141
2.2.11	Presupuesto	142
2.2.11.1	Costo del proyecto	142
2.2.11.2	Precios unitarios	142
2.2.11.3	Cronogramas	146
CONCLUSIONES		149
RECOMENDACIONES		151
BIBLIOGRAFÍA		153
APÉNDICE		155
ANEXOS		157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Valores de N_c , N_q y N_w	11
2	Resultados del ensayo de compresión triaxial	13
3	Área tributaria de columna crítica y viga crítica	16
4	Modelo matemático del marco crítico en sentido “X & Y”	20
5	Mapa de zonificación sísmica para Guatemala	27
6	Fuerzas aplicadas sobre el marco crítico del eje “X”	35
7	Fuerzas aplicadas sobre el marco crítico del eje “Y”	35
8	Diagrama de momentos por carga muerta, para vigas y columnas del eje “Y”	36
9	Diagrama de momentos por carga viva, para vigas y columnas del eje “Y”	37
10	Diagrama de momentos por carga de sismo, para vigas y columnas del eje “Y”	37
11	Diagrama de momentos por carga muerta, para vigas y columnas del eje “X”	38
12	Diagrama de momentos por carga viva, para vigas y columnas del eje “X”	39
13	Diagrama de momentos por carga muerta, para vigas y columnas del eje “X”	40
14	Diagrama de momentos últimos para vigas y columnas del eje “Y”	43
15	Diagrama de momentos últimos para vigas y columnas del eje “X”	44
16	Diagrama de cortes últimos para vigas y columnas del eje “Y”	46

17	Diagrama de cortes últimos para vigas y columnas del eje “X”	47
18	Distribución según tipo de losas	48
19	Momentos sin balancear (kg-m) en losa de entrepiso	53
20	Momentos balanceados (kg-m) en losa de entrepiso	56
21	Armado de losa de entrepiso	59
22	Momentos balanceados y armado de losa del segundo nivel	60
23	Diagrama de momentos últimos (kg-m) y cortes últimos (kg) viga V-1	62
24	Detalle de refuerzo longitudinal, viga V-1	66
25	Diagrama de corte en viga V-1	67
26	Detalle de refuerzo transversal, viga V-1	69
27	Detalle de columnas C1 y C2	80
28	Substitución de suelo natural por suelo cemento	84
29	Área que provoca corte por punzonamiento en la zapata	88
30	Área que provoca corte simple en la zapata	90
31	Área que provoca momento flector en la zapata	91
32	Localización del colector principal, respecto de la carretera	101
33	Isométrico de sistema independiente de evacuación de aguas residuales.	104
34	Fosa séptica de dos cámaras.	128

TABLAS

I	Alturas o espesores mínimos de vigas (según código ACI-318-99)	18
II	Valores del coeficiente K según sistema estructural	28
III	Cálculo del centro de rigidez.	33
IV	Fuerza de torsión por marco, 2do. nivel	33
V	Fuerza de torsión por marco, 1er. nivel	34
VI	Área de acero y espaciamiento para momentos mayores en losas	58
VII	Porcentaje de cemento según el tipo de suelo a compactar	83
VIII	Resistencia a la compresión obtenida, según el tipo de suelo o material a mezclar	83
IX	Presupuesto del edificio escolar para el caserío Caliaj	96
X	Clasificación de la población del caserío Los Robles (%)	98
XI	Profundidades mínimas de la zanja, según el tipo de tránsito vehicular.	116
XII	Datos de diseño del tramo PV-6 A PV-7	118
XIII	Anchos mínimos de zanja según diámetro de tubería	124
XIV	Datos de diseño de fosa séptica	129
XV	Valores del coeficiente de absorción del terreno, según el tiempo en el que el agua desciende 2.5 centímetros	132
XVI	Evaluación de impacto ambiental, por medio de la matriz de Leopold modificada.	138
XVI	Presupuesto del sistema de drenaje sanitario, para el caserío Los Robles.	143

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
As	Área de acero
Ag	Área gruesa o área bruta de la sección
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
q	Caudal real a sección parcialmente llena
Q	Caudal a sección llena
v	Velocidad de flujo dentro de la alcantarilla
V	Velocidad de flujo a sección llena
d	Altura de tirante de agua dentro de la alcantarilla
D	Diámetro de la tubería
$\frac{v}{V}$	Relación de velocidades
$\frac{d}{D}$	Relación de diámetros
$\frac{q}{Q}$	Relación de caudales
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
PVC	Cloruro de polivinilo

GLOSARIO

Agua cruda	Es aquella agua que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.
Agua negra	También llamada agua residual o impura, es el agua que una vez utilizada, es retirada de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Agua potable	Es agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos, no produce efectos adversos a su salud.
Alcantarillado	Conducto subterráneo o sumidero construido para recoger las aguas residuales y darles paso.
Alcantarillado sanitario	Conjunto de obras, red de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias, que sirven para drenar o desalojar aguas negras.
Cimentación	Subestructura destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno las cargas correspondientes de una forma estable y segura.
Colector	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce aguas indeseables de la población al lugar de descarga.
Cota invert	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
Densidad de vivienda	Relación que existe entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Vertido de aguas provenientes del colector principal, crudas o tratadas a un cuerpo receptor.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que consume cada habitante por día.

Ductilidad	Capacidad de deformarse sin fractura en el rango inelástico, que presentan algunos materiales.
Efecto de esbeltez	Es la reducción de resistencia de elementos estructurales cuya relación longitud-peralte es grande, cuando son sometidos a compresión axial o flexo-compresión.
Esfuerzo	Magnitud de una fuerza por unidad de área.
Estructura	Ordenamiento de un conjunto de elementos encargado de resistir los efectos de las fuerzas externas de un cuerpo físico. También se le llama a un sistema de elementos que se combinan de una forma ordenada para cumplir una función determinada, por ejemplo: cubrir una longitud, contener un empuje de tierras, cubrir un techo, conducir un caudal determinado, etc.
EIA	(Evaluación de impacto ambiental) Actividad que radica, básicamente, en la identificación y evaluación de las consecuencias ambientales de un proyecto, plan, programa, política o tecnología en particular, con el fin de asegurarse que se selecciona la mejor alternativa posible considerando las variables ambientales, económicas, técnicas o sociales.
Fatiga	Estado que presenta un material después de estar sometido a esfuerzos de forma repetida, por encima de su límite de tenacidad.
Fluencia	Fenómeno que se caracteriza porque un material sufra grandes deformaciones al ser sometido a un esfuerzo constante antes de producirse la falla. Como es el caso del acero a refuerzo.
Impacto ambiental	Consecuencia, efectos o cambios en el ambiente derivados de la ejecución de un proyecto en particular.
Longitud de desarrollo	Es la mínima medida de una varilla anclada al concreto, para evitar que falle por adherencia.
Mitigación	Acción de reducir, disminuir o atenuar los impactos en el ambiente.

Monografía	Breve descripción sobre características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Momento resistente	Es el resultado de multiplicar la fuerza de tensión o la de compresión, por el brazo del par interno.
Momento último o de diseño	Es el momento resistente afectado por un factor de magnificación, el cual asegura que los elementos estructurales son diseñados para soportar las fuerzas internas actuantes con un cierto margen de seguridad.
Peso específico	Se define como el peso por unidad de volumen.
Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
Polución del agua	Es la alteración de las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales.

RESUMEN

El informe que a continuación se presenta está desarrollado para darle solución a las necesidades prioritarias que presentan los caseríos Caliaj y Los Robles, las cuales se encuentran dentro del área de infraestructura y saneamiento.

La fase inicial contiene una investigación sociocultural conformada por la monografía y características de la infraestructura de las comunidades Caliaj y Los Robles.

Seguidamente se presenta el planteamiento de las necesidades de cada comunidad y posterior a ello, el desarrollo de las propuestas que permitan a los habitantes de las comunidades en mención, desarrollarse y poder alcanzar un mejor nivel de vida. Los proyectos desarrollados consisten en el diseño de un edificio escolar de dos niveles para el caserío Caliaj y de un sistema de drenaje sanitario para el caserío Los Robles.

El diseño del edificio escolar, además de brindar el servicio de infraestructura para la educación, también ofrece una alternativa para satisfacer la demanda de un salón comunal en el caserío Caliaj.

OBJETIVOS

General:

- Diseñar el edificio escolar de dos niveles para el caserío Caliaj, y el sistema del drenaje sanitario para el caserío Los Robles, Municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá.

Específicos:

1. Realizar el diseño de un proyecto que brinde una cobertura del 100% de la demanda de instalaciones educativas, que actualmente se presenta en el caserío Caliaj.
2. Diseñar un proyecto que por medio de la adecuada disposición de las aguas residuales, reduzca el índice de enfermedades gastrointestinales y mejore las condiciones de vida de los pobladores del caserío Los Robles.
3. Desarrollar los proyectos, tomando en cuenta las normas correspondientes para diseño de edificios escolares y sistemas de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

La educación y el saneamiento son de mucha importancia para el mejoramiento de la calidad de vida y desarrollo de los seres humanos, ya que con ambos obtienen beneficios básicos para la subsistencia.

Es de suma importancia atender las necesidades de servicios básicos a las comunidades carentes de éstas, tal es el caso de los caseríos Caliaj y Los Robles, que no cuentan con una escuela ni un sistema de drenajes, respectivamente, por lo que se ha tomado la decisión de diseñar tales obras mediante el apoyo técnico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Ejercicio Profesional Supervisado, (EPS).

En este trabajo de graduación se describe el procedimiento de diseño del edificio escolar de dos niveles para el caserío Caliaj y del sistema de drenaje sanitario para el caserío Los Robles.

En el diseño del edificio escolar se parte desde el estudio de suelos, el predimensionamiento, el análisis estructural hasta el dimensionamiento de los elementos que constituyen el sistema estructural utilizado.

En el diseño del drenaje sanitario; el sistema se dividió en tres sectores, debido a las condiciones topográficas del caserío, lo que hizo necesario disponer de un medio de tratamiento de disposición de las aguas residuales para cada sector.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá

1.1.1 Ubicación

El municipio de San Andrés Semetabaj, está situado al oeste de la ciudad capital, a una distancia de entre 111 kilómetros vía Patzún y 157 kilómetros vía Los Encuentros.

Su altitud oscila entre los mil novecientos y los dos mil cuatrocientos metros sobre el nivel del mar. Las partes más altas se encuentran en el este del municipio, hacia el altiplano, y las partes más bajas en el oeste, hacia el lago de Atitlán, siendo la cabecera el segundo centro poblado más bajo con 1,945 msnm.

Su geografía es quebrada en la mayor parte de su territorio, especialmente en las partes montañosas. En la actualidad, sólo el 10% del territorio tiene cobertura forestal, cuando en el pasado el bosque ocupaba prácticamente todo el municipio. Es la agricultura que lo sustituyó, abarcando hoy en día el 75% de la superficie (el restante 15% corresponde a los asentamientos humanos).

1.1.2 Acceso y vías de comunicación

Al municipio de San Andrés se puede acceder desde la ciudad capital por 3 vías diferentes. La más utilizada, aunque la más larga también (157 km), es la carretera Interamericana, que pasa por la cabecera departamental y el municipio vecino de Panajachel (situados a 17 km y 8 km del casco urbano, respectivamente) antes de llegar a San Andrés.

El otro acceso desde la capital se hace a través de la aldea Godínez, sea vía la Interamericana hasta el cruce de Las Trampas, con una longitud de 134 km, o bien vía la carretera a Patzún y Patzicia, Chimaltenango, con un recorrido de 111 km. Aunque más corta, esta carretera es menos transitada por encontrarse en regulares condiciones y por pasar por pocas poblaciones, lo cual la hace menos atractiva para empresas de transporte extraurbano.

Finalmente, se puede llegar a San Andrés desde la costa sur, pasando por Patulul y San Lucas Tolimán para entrar al municipio nuevamente en la aldea Godínez.

En total, el municipio cuenta con una red vial de aproximadamente 45 Km., de los cuales 25 (el 55.5%) corresponden a carreteras asfaltadas y 20 (el 44.5%) a caminos de terracería. Además de las carreteras ya mencionadas, existe un último tramo de asfalto, que hasta el año 2,000 era de terracería, que une las dos vías principales del municipio (Cabecera-Godínez y Godínez-Chutiencia). Por su parte, los tramos de terracería son cortos (de 1 a 3 Km de longitud), excepto el que comunica a las comunidades de Caliaj, El Sucún y María del Carmen, que supera los 12 Km de largo.

Gracias a esta red vial, de los 16 centros poblados rurales del municipio, 13 tienen acceso vehicular. Sin embargo, 3 de estos lugares son de fácil acceso solamente durante el verano (temporada seca), debido a que con la lluvia sus caminos de terracería se vuelven intransitables, o en el mejor de los casos transitables por camiones y vehículos de doble tracción. Quedaban 3 caseríos (Pacaman, Chutiestancia y Xejuyú II), sin acceso vehicular en el año 2,001.

1.1.3 Extensión territorial

El municipio de San Andrés Semetabaj tiene una extensión territorial de 48 kilómetros cuadrados, equivalente al 4.52% del territorio del departamento.

Las coordenadas de la cabecera son: latitud: 14° 44' 42", longitud: 91° 08' 05" y altitud: 1945 metros sobre el nivel del mar. De esta cuenta, el municipio pertenece a las tierras altas de la cadena volcánica, con predominio de pequeñas montañas y colinas.

1.1.4 Límites y colindancias

El Municipio de San Andrés Semetabaj cuenta con total de 16 centros poblados, siendo éstos 1 cabecera, 3 aldeas, 1 cantón y 11 caseríos. Aunque no sea muy extenso, San Andrés colinda con otros siete municipios de tres departamentos distintos: al norte con Chichicastenango (departamento de El Quiché); al este con Tecpán y Patzún (departamento de Chimaltenango); al sur con Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó; y al oeste con Panajachel y Concepción

Comparado con la mayoría de municipios del país, San Andrés es un municipio relativamente pequeño. Por tanto, sus poblados no están agrupados por micro-región u otro, ni existe dependencia de unos pequeños hacia otros más grandes, sino que todos mantienen relación directa con la municipalidad para tratar los asuntos de su interés.

1.1.5 Aspectos económicos y actividades productivas

Las principales actividades económicas del área son la agricultura, la crianza de animales, la artesanía y la actividad jornalera. Así mismo parte de la población emigra de manera temporal a la ciudad capital y al extranjero.

Cultivos

Los principales cultivos son el maíz, el frijol y en pequeñas cantidades el brócoli, flores y arveja. El maíz y frijol se siembra asociados más que todo en el área rural, y da una sola cosecha al año, cuya área de siembra abarca de 7 cuerdas por familia que año por año baja su rentabilidad por distintas causas. Las actividades o trabajos que se realizan para este cultivo se pueden clasificar de la siguiente manera:

ACTIVIDAD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Corte de rastrojo		■										
Preparación de la tierra			■									
Siembra de maíz y frijol				■	■							
Primera abonada						■						
Limpieza						■						
Segunda abonada						■	■					
Calzado						■	■					
Tapisca (Cosecha del maíz)	■	■										

El rendimiento del cultivo de maíz, conforme los datos recabados, es de 6 quintales por cuerda y el gasto promedio es de Q.500.00, dando una sola cosecha al año. Tomando en cuenta el rendimiento, el gasto por cuerda y que el precio de venta del producto por quintal no es estable, se comprobó que este producto no es rentable para los agricultores pues el monto de los gastos es mayor que el total de ingresos que este puede generar y el deterioro del suelo que hace que su cosecha sea menor cada año, sin embargo se sigue cultivando porque es uno de los alimentos principales para la población del área rural.

Animales domésticos

El comercio del ganado vacuno es la crianza y venta de esta especie. También hay crianza de pollos y gallinas de los que obtienen huevos y carne para consumo.

La importancia económica para las familias de la venta de animales es muy baja, no se obtienen grandes recursos de la actividad pecuaria.

Artesanías

La producción artesanal consiste en elaborar trajes típicos principalmente güipiles, actividad realizada por las mujeres.

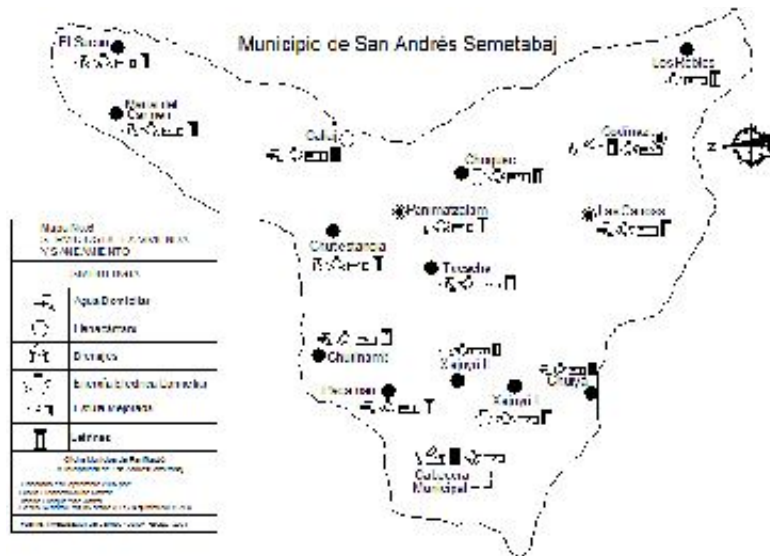
Para la elaboración de los trajes típicos hacen uso de hilos de diferentes colores y diseños establecidos, en ocasiones los diseños son modificados por iniciativa de las mujeres para mejorar la calidad el producto.

1.1.6 Clima

Las temperaturas en el municipio oscilan entre los 18 y 24 grados Celsius y la precipitación pluvial varía entre los 1,000 y los 2,000 milímetros al año. Los suelos son profundos, de textura liviana, bien y moderadamente drenados, de color gris y con pendientes moderadas (entre 4 y 12%) a fuertes (entre 12 y 32%).

1.1.7 Servicios públicos

La Municipalidad de San Andrés presta solamente cuatro servicios públicos. La cabecera municipal cuenta con los servicios de agua entubada domiciliar y el drenaje de aguas servidas, ambos en 8 de los 9 barrios urbanos. El caserío Los Robles cuenta con servicio de agua entubada, luz eléctrica y puesto de salud pero no cuenta con un servicio de drenaje sanitario, El caserío Caliaj cuenta con agua entubada y luz eléctrica, en cuanto a educación cuenta con una pequeña escuela que no es suficiente para la demanda estudiantil.



1.1.8 Turismo

Realmente es poco el turismo en el municipio, pero en la plaza de San Andrés Semetabaj se pueden apreciar las ruinas de una hermosa Iglesia de la época colonial, la cual data desde el siglo XVI, y es uno de los primeros templos construidos en el departamento de Sololá.

La fiesta titular en honor al Patrono San Andrés Apóstol se realiza por lo general en los últimos cinco días de noviembre, el día principal es el 30, cuando la iglesia católica conmemora a San Andrés Apóstol.

Para la preparación de la fiesta, participa la cofradía de San Andrés, la que se encarga de las actividades religiosas, también se forman comités específicos para actividades culturales, deportivas y recreativas.

1.2 Principales necesidades del municipio

1.2.1 Descripción de las necesidades.

En la actualidad el caserío “Caliáj” no cuenta con un lugar adecuado y suficientemente espacioso para suplir las necesidades de educación.

El caserío Caliáj tiene una población con una tasa alta de crecimiento, del total de habitantes el 35% son niños en edad escolar, debido a ello nace en esta comunidad una demanda de condiciones escolares que actualmente no pueden satisfacer las precarias instalaciones de la escuela existente.

Los habitantes del caserío los Robles utilizan en algunas viviendas cierto tipo de letrina, pero en su mayoría no cuentan con un sistema adecuado para la disposición de las aguas servidas, provocando esto que las mismas corran a flor de tierra y como consecuencia sean focos de contaminación, por su parte el uso de letrinas de pozo seco en un sector de esta comunidad contamina una fuente de abastecimiento de agua para otro sector, originando esto enfermedades gastrointestinales.

1.2.2 Priorización de las necesidades.

Entre las necesidades básicas que presenta el municipio de San Andrés Semetabaj, se encuentran: La construcción de un edificio escolar para el caserío Caliaj, la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Los Robles, un ordenamiento urbano, La construcción de un lugar adecuado para la disposición y tratamiento de desechos sólidos y la construcción de una planta de tratamiento para aguas residuales.

De acuerdo con la información aportada por el alcalde municipal y miembros del COCODE del caserío Caliaj se dio prioridad al proyecto de diseño del edificio escolar porque éste es un caserío muy afectado por la escasa infraestructura para educación.

Así mismo en el análisis de salubridad en el caserío Los Robles se evidencia que el mayor deterioro de la salud es debido a causas relacionadas con la contaminación del medio ambiente, por el manejo inadecuado de excretas, por lo que en beneficio de eliminar los focos de contaminación en estos lugares es necesario proveer de un sistema de saneamiento sanitario.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del edificio escolar de dos niveles para el caserío “Caliaj” San Andrés Semetabaj, Sololá.

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio cuyo principal uso será infraestructura para la educación primaria en el caserío Caliaj, así mismo al ver la necesidad en la comunidad, de un salón comunal, se ha implementado, en el mismo edificio un sistema de muros plegables que permitirán convertir dos aulas en un salón de reuniones.

El edificio se ha diseñado con los siguientes ambientes:

4 aulas de enseñanza – aprendizaje

Áreas de administración, servicios sanitarios y bodega

1 salón de reuniones

Dado que el caserío Caliaj no cuenta con un sistema de drenaje sanitario, el proyecto incluye un sistema de tratamiento y disposición de las aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios.

2.1.2 Estudio de suelos

Para evaluar la capacidad del suelo donde se construirá la edificación se efectuó el ensayo de compresión triaxial en una muestra inalterada obtenida en el terreno disponible para la construcción de la escuela en el caserío Caliaj, los resultados del ensayo se muestran en la figura 2, por medio de estos resultados y el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi se determinará el valor soporte del suelo.

Terzaghi propuso el mecanismo de falla para un cimiento poco profundo de longitud infinita normal al plano del papel. Considerando el equilibrio de fuerzas verticales, después de todo un análisis, el doctor Terzaghi obtuvo como resultado la expresión:

$$V_s = \frac{q_d}{F_{seg}}$$

$$q_d = 1.3 * c * N_c + \gamma_s * Z * N_q + 0.4 * \gamma_s * B * N_w$$

Donde:

q_d = Valor de esfuerzo límite.

c = Cohesión del suelo.

N_c = Factor de capacidad de carga debido a la cohesión.

γ_s = Peso específico del suelo.

Z = Desplante del cimiento.

N_q = Factor de capacidad debido a la sobrecarga

B = Base de la zapata.

N_w = Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo.

V_s = Valor soporte del suelo

F_{seg} = Factor de seguridad = 3

ϕ = Ángulo de fricción interna.

Los resultados del ensayo triaxial (figura 2) son:

Descripción del suelo= Limo ligeramente plástico color café oscuro.

Angulo de fricción interna (ϕ) = 13.42°

Cohesión (c) = 0.65 ton/m²

Densidad seca = 1.09 ton/m³

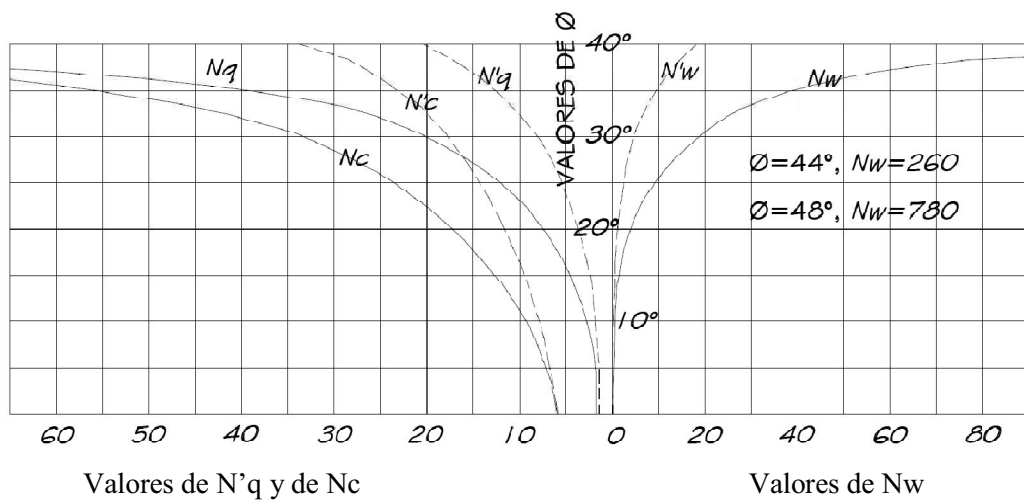
Densidad húmeda = 1.83 ton/m³

Humedad = 67.5 %

Siendo N_c, N_q y N_w coeficientes sin dimensiones que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del suelo, respectivamente.

Los valores N_c, N_q y N_w para falla por corte general se obtienen empleando las curvas de trazo continuo de la figura 1, y los valores de N'_c, N'_q y N'_w empleando las curvas punteadas de la misma figura.

Figura 1. Valores de N_c, N_q y N_w



Existen también fórmulas empleadas para obtener los valores de N_c , N_q y N_w pero en este caso se empleará la grafica anterior, la que nos da los siguientes valores:

$$N'_q = 1.1 \quad N'_c = 7 \quad N'_w = 0.5$$

Entonces:

$$q_d = 1.3 * (0.65) * (7) + 1.83 * 1 * 1.1 + 0.4 * 1.4 * 1 * 0.5$$

$$q_d = 8.21 \text{ Ton}/m^2$$

$$V_s = \frac{8.21 \text{ Ton}/m^2}{3} = 2.73 \text{ Ton}/m^2$$

El valor de la capacidad de carga del suelo es muy bajo lo que indica que el suelo no es apto para soportar cargas moderadamente grandes, por lo que debe someterse a cierto tratamiento para aprovechar mejor sus cualidades, de manera que pueda soportar el peso de la estructura.

Existen varios procedimientos que pueden seguirse para lograr mejoría de las propiedades del suelo. La elección y el desarrollo del método adecuado para el mejoramiento del suelo se describen en la sección 2.1.5.4 (Diseño de cimientos).

Figura 2. Resultados del ensayo de compresión triaxial

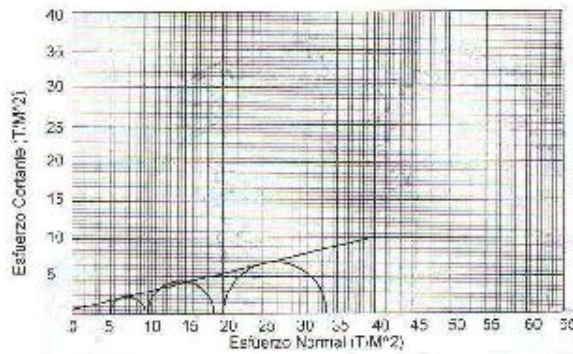


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 539 S.S. O.T. No.: 22,478
 INTERESADO: Victor Arnoldo Catalán Gómez
 PROYECTO: Trabajo de graduación - EPS
 UBICACION: Caserio Calaj, San Andrés Petenabaj, Solalá
 pozo: 1 Profundidad: x m FECHA: 26 de noviembre de 2007



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 13,41^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 0,55 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo ligeramente plástico color café oscuro.
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 3.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	4,62	8,72	13,88
PRESION INTERSTICIAL u' (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E _r (%)	4,5	6,5	9,0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1,09	1,09	1,09
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,83	1,83	1,83
HUMEDAD (%)	57,5	67,5	67,5

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Remed Escobar Alvarez
DIRECTOR CINVISAC

alentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



2.1.3 Estructuración

2.1.3.1 Selección del sistema estructural

Para elegir el sistema estructural a usar se deben tomar en cuenta factores como: la magnitud del proyecto, economía, estética, materiales disponibles para la construcción y la técnica para ejecutar el proyecto.

El sistema estructural a usar en éste proyecto es de marcos dúctiles, nudos rígidos y losas planas.

2.1.3.2 Diseño arquitectónico

Este diseño se resume en darle la forma adecuada a la edificación y distribuir correctamente los espacios disponibles entre los ambientes que se necesitan construir, esto para tener un lugar cómodo y funcional.

Para este diseño se deben tomar en cuenta parámetros establecidos, como por ejemplo el Reglamento de Construcción de Edificios Educativos, Criterios Normativos para el Diseño de Edificios Escolares (este último es el utilizado para este proyecto) y otros.

El edificio a construir se ha diseñado de acuerdo a las necesidades de la población del caserío y a los requerimientos de los miembros del COCODE, en resumen se necesita: 4 aulas educativas, módulo de baños, dirección y sistema de disposición de aguas residuales, también se ve la necesidad de construir un salón comunal por lo que se ha diseñado en el mismo edificio un sistema de muros plegables que permitirán convertir dos aulas en un salón de reuniones.

El resultado del diseño arquitectónico se muestra en los planos (Planta amueblada plano 1/9)

2.1.3.3 Requerimiento de área

Se refiere a los espacios mínimos y máximos que se necesitan para desarrollar en forma cómoda las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje, servicios sanitarios que satisfagan la demanda de los usuarios, patios y corredores con áreas adecuadas para el tránsito de personas en actividades colectivas y un salón suficientemente amplio para las actividades sociales.

2.1.3.4 Alturas y cotas

El edificio tiene una altura de piso a cielo de 2.94 m en el primer nivel y 2.88 m en el segundo nivel, las dimensiones a ejes son: longitud = 18.75 m y Ancho = 9.4 m

El módulo de gradas se adapta a la altura del segundo nivel, los detalles se muestran en planos anexos.

2.1.4 Análisis estructural

2.1.4.1 Predimensionamiento estructural

El predimensionamiento consiste en dar a los elementos estructurales las dimensiones que se cree que puedan soportar las cargas actuantes sobre el edificio, es un punto de partida para tomar consideraciones a lo largo del análisis y diseño estructural, pues estas dimensiones pueden variar cuando se considere necesario,

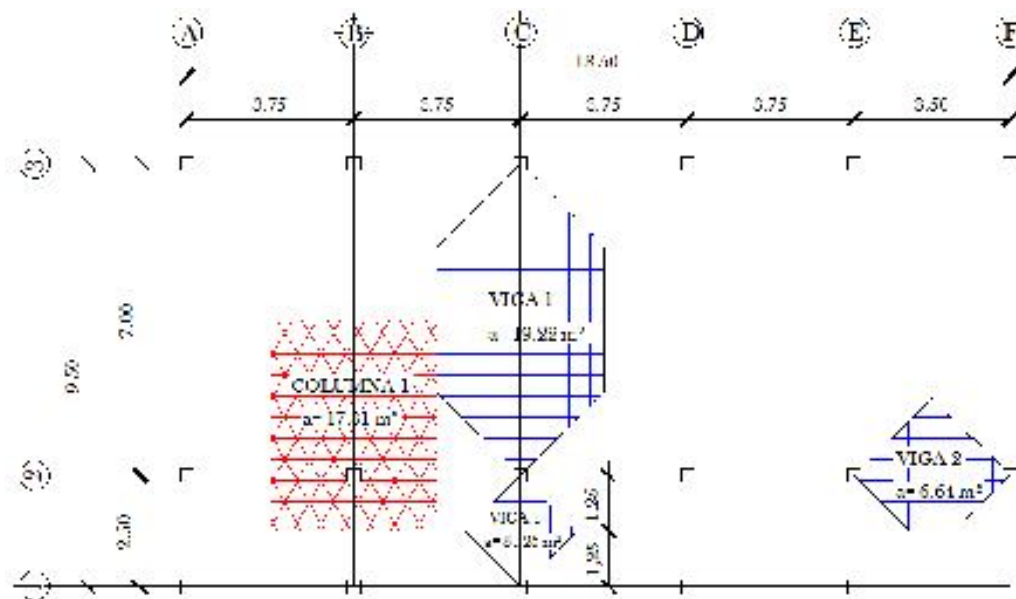
Para predimensionar los elementos se puede recurrir a la experiencia en obras similares o utilizar parámetros propuestos por el código ACI 318-99 para determinar dimensiones mínimas de los elementos estructurales.

NOTA: Por simetría en los marcos del edificio se analizarán únicamente los marcos críticos del los ejes X y Y, siendo éstos los marcos 2 y C, respectivamente (ver figura 3).

a. Columnas

El método empleado en este caso para predimensionar columnas es adoptado del código ACI-318 99, en su capítulo 10, consiste en determinar la sección de la columna crítica en base a la carga que esta soporta y a las propiedades de los materiales que se emplearán para su construcción.

Figura 3. Área tributaria de columna crítica y viga crítica



Datos para predimensionar la columna crítica:

Área tributaria = 17.82 m²

Peso específico del concreto = 2400 kg/m³

A partir de estos datos se obtiene la carga puntual (P)

$$P = \text{Peso específico conc.} * \text{Atributaria}$$

$$P = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 17.82 \text{ m}^2 = 42,768.00 \text{ kg/m}$$

Entonces considerando el peso de los dos niveles se tiene

$$P = 42,768.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 2 \text{ niveles} = 85,536.00 \text{ kg/m}$$

Utilizando la ecuación de la carga puntual al sustituir valores se obtiene:

$$P = 0.8 * [0.85 * f'c * (A_g - A_s) + f_y * A_s]$$

Donde:

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

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

$$\rho = 1\% = 0.01$$

$$A_g = \frac{P}{0.8 * [0.85 * f'c * (1 - \rho) + f_y * \rho]}$$

$$A_g = \frac{85,536.00}{0.8 * [0.85 * 210 * (1 - 0.01) + 2810 * 0.01]}$$

$$A_g = 522.03 \text{ cm}^2$$

Se propone una sección de 30 cm x 30 cm = 900 cm² > 522.03 cm²

b. Vigas

El predimensionamiento de vigas consiste en determinar el peralte de las mismas, puede utilizarse el siguiente criterio:

$$\text{Peralte} = 8\% \text{ de luz libre y } \frac{\text{peralte}}{3} < \text{base} < \frac{\text{peralte}}{2}$$

Para este caso se utilizará el método propuesto por el ACI 318 en el capítulo 9 (ver tabla I) donde da diferentes situaciones para predimensionamiento, para este diseño corresponde el caso con un extremo continuo

Tabla I alturas o espesores mínimos de vigas (según código ACI-318-99)

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

Datos para predimensionamiento de viga crítica:

L1 = 7.00 mts (viga 1)

L2 = 3.75 mts (viga 2)

Se aplica el caso de viga con un extremo continuo

$$h_{viga\ 1} = \frac{l}{18.5} = \frac{7.00\ m}{18.5} = 0.38\ m$$

$$h_{viga\ 2} = \frac{l}{18.5} = \frac{3.750\ m}{18.5} = 0.21\ m$$

Se propone una sección para viga 1 de 50 cm x 30 cm

Y para la viga 2 se propone una sección de 30 cm x 20 cm

c. Losa

Este predimensionamiento consiste en determinar un peralte adecuado para la losa, el método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyo que tiene, las losas en el edificio que se está diseñando se apoyan en los cuatro lados y todas trabajan en dos direcciones como se demuestra:

$m = (\text{lado menor/lado mayor}) < 0.5 \rightarrow$ en una dirección

$m = (\text{lado menor/lado mayor}) > 0.5 \rightarrow$ en dos direcciones

$$m = \left(\frac{3.75}{7}\right) = 0.54 = \text{dos direcciones}$$

El ACI 318-99 en la sección 9.5.2 (tabla 9.5 b) recomienda un espesor (t) dado por la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

Entonces:

$$t = \frac{(7.00\ m + 3.75\ m) * 2}{180} = 0.119\ m$$

Se usará $t = 12\ cm$

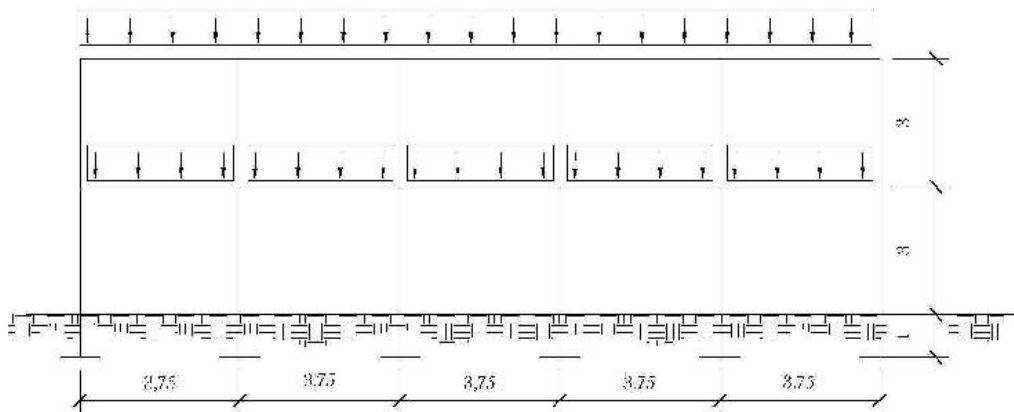
2.1.4.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles

El modelo matemático de un marco es una gráfica que representa tanto la forma del marco como la magnitud de las cargas que este soporta, esta grafica es utilizada para realizar el análisis estructural.

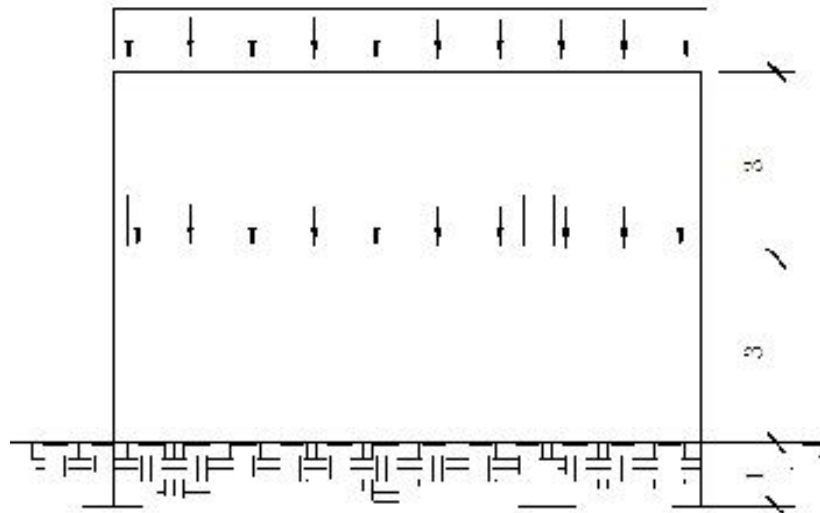
Por simetría estructural del edificio, se analizan únicamente los marcos críticos cuyos modelos matemáticos en los ejes 'X' & 'Y' se muestran en las figuras 4 y 5 respectivamente.

Figura 4. Modelo matemático del marco crítico en sentido "X & Y"

- **Sentido X**



- **Sentido Y**



2.1.4.3 Cargas verticales y horizontales aplicadas a marcos dúctiles

Las cargas que soportan las estructuras, son producidas por su propio peso, por los objetos que cargan y por las personas que las ocupan, de acuerdo a la dirección de las cargas se dividen en verticales y horizontales

a. Cargas verticales

Son llamadas también cargas por gravedad y pueden ser estáticas, se dividen en cargas vivas y cargas muertas, la carga viva es la que la estructura soporta por fuerzas ocasionales como el mobiliario y las personas que ocupan la instalación, la carga muerta aquella que permanece fija en la estructura como el peso propio de los elementos estructurales y las sobrecargas como maquinaria y equipo fijo.

Los valores para cargas verticales empleados en este caso son:

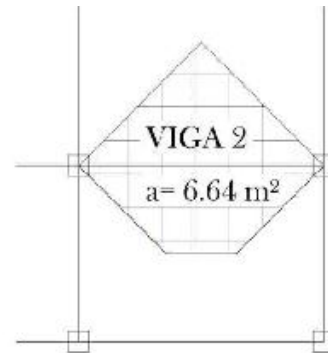
CARGA VIVA	CARGA MUERTA
En techos = 100.00 kg/m ²	Peso del concreto = 2,400.00 kg/m ²
En pasillos= 500.00 kg/m ²	Peso de acabados = 90.00 kg/m ²
En aulas = 350.00 kg/m ²	Peso de muros = 150.00 kg/m ²

Con los valores anteriores y las áreas tributarias del marco crítico mostradas en la figura 3 se realiza la integración de cargas.

Integración de cargas verticales:

SENTIDO X – MARCO 2

Carga muerta = Peso de losas + peso de vigas + peso de muros + peso de acabados



$$\text{Peso de losa} = \frac{6.64 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3}{3.75 \text{ m}} = 510 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de viga} = 0.2 \text{ m} * 0.3 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de muros} = 2.88 \text{ m} * 150 \text{ kg/m} = 432 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de acabados} = \frac{6.64 \text{ m}^2 * 90 \text{ kg/m}^2}{3.75 \text{ m}} = 160 \text{ kg/m}$$

Carga viva = Área tributaria * carga viva según el uso

NOTA: el área tributaria que integra éste marco está compuesta por 2*1.25² m² de pasillo y 1.875 m² de aula

$$C.V_{1^\circ \text{ nivel}} = \frac{2 * (1.25m)^2 * 500 \text{ kg/m}^2 + (1.875m)^2 * 350 \text{ kg/m}^2}{(3.75 m)} = 745 \text{ kg/m}$$

$$C.V_{2^\circ \text{ nivel}} = \frac{6.64 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{(3.75 m)} = 178 \text{ kg/m}$$

RESUMEN DE CARGAS (SENTIDO X)	
CM 1er nivel	1246.00 kg/m
CM 2do nivel	814.00 kg/m
CV 1er nivel	745.00 kg/m
CV 2do nivel	178.00 kg/m

SENTIDO Y – MARCO C en aulas

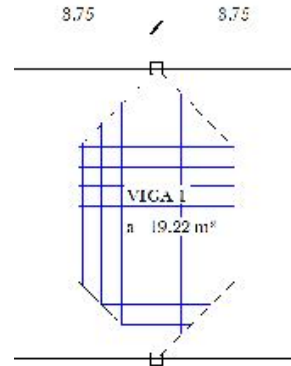
Carga muerta = Peso de losas + peso de vigas + peso de muros + peso de acabados

$$\text{Peso de losa} = \frac{19.22 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3}{7.00 \text{ m}} = 790 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de viga} = 0.5 \text{ m} * 0.3 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 360 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de muros} = 2.88 \text{ m} * 150 \text{ kg/m} = 440 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de acabados} = \frac{19.22 \text{ m}^2 * 90 \text{ kg/m}^2}{7 \text{ m}} = 250 \text{ kg/m}$$



Carga viva = Área tributaria * carga viva según el uso

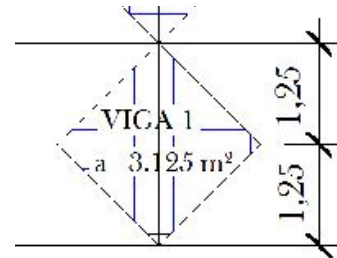
$$C. V. 1^\circ \text{ nivel} = \frac{19.22 \text{ m}^2 * 350 \text{ kg/m}^2}{(7.00 \text{ m})} = 961 \text{ kg/m}$$

$$C. V. 2^\circ \text{ nivel} = \frac{19.22 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{(7.00 \text{ m})} = 275 \text{ kg/m}$$

RESUMEN DE CARGAS (SENTIDO Y en aulas)	
CM 1er nivel	1832.00 kg/m
CM 2do nivel*	1400.00 kg/m*
CV 1er nivel	961.00 kg/m
CV 2do nivel	275.00 kg/m

SENTIDO Y – MARCO C en pasillos

Carga muerta = Peso de losas + peso de vigas +
peso de muros + peso de acabados



$$\text{Peso de losa} = \frac{3.125 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3}{2.50 \text{ m}} = 360 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de viga} = 0.5 \text{ m} * 0.3 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 360 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de acabados} = \frac{3.125 \text{ m}^2 * 90 \text{ kg/m}^2}{2.50 \text{ m}} = 112.5 \text{ kg/m}$$

Carga viva = Área tributaria * carga viva según el uso

$$\text{C. V. 1º nivel} = \frac{3.125 \text{ m}^2 * 5000 \text{ kg/m}^2}{(2.50 \text{ m})} = 625 \text{ kg/m}$$

$$C.V. 2^{\circ} \text{ nivel} = \frac{3.125 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{(2.50 \text{ m})} = 125 \text{ kg/m}$$

RESUMEN DE CARGAS (SENTIDO Y en aulas)	
CM 1er nivel	832.50 kg/m
CM 2do nivel	832.5.00 kg/m
CV 1er nivel	625.00 kg/m
CV 2do nivel	125.00 kg/m

b. Cargas horizontales

Estas cargas son producidas por viento, sismo o impacto, actúan perpendicularmente a la línea de acción gravitacional y son puramente dinámicas. En nuestro medio el análisis de cargas horizontales usualmente se limita al análisis sismo-resistente por ser esta la fuerza horizontal mas crítica, para lo cual se utiliza el método de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California SAEOC, que permite calcular el corte basal en la estructura.

Corte basal (V):

Es la fuerza sísmica que el suelo transmite a una estructura en su base, esta dado por la siguiente ecuación:

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

Donde:

V = corte basal

Z = coeficiente que depende de la zona sísmica

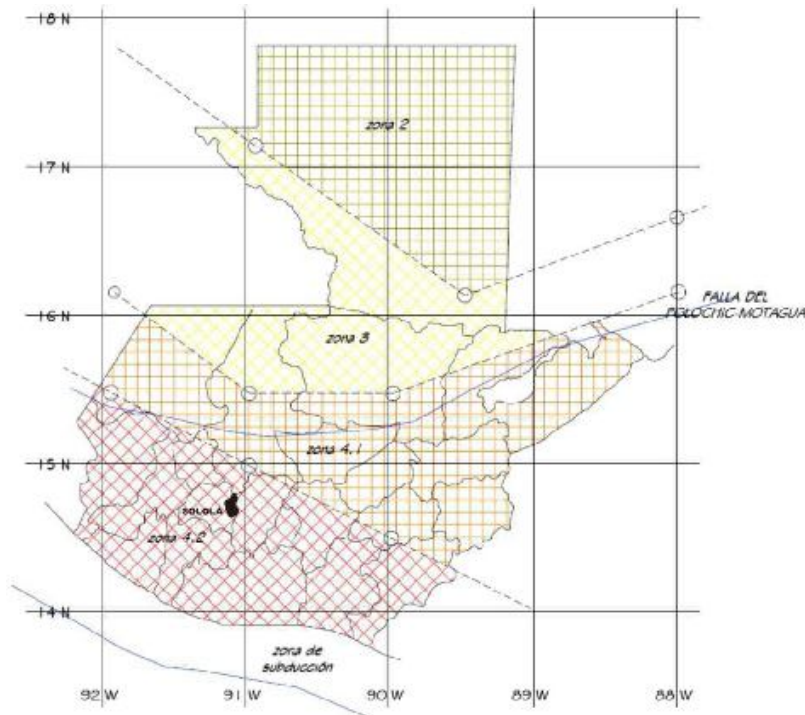
I = coeficiente que depende de la importancia del edificio

C = coeficiente que depende del período natural de vibración

K = coeficiente que depende del sistema estructural a usar

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

Figura 5. Mapa de zonificación sísmica para Guatemala



San Andrés Semetabaj, Sololá, se encuentra en una zona intensamente sísmica
 Por lo tanto, $Z = 1$ (ver figura 5)

- $I = 1.3$ por ser una institución pública
- $C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$ $T = \frac{0.09h}{\sqrt{b}}$

Donde:

T = período de vibración

b = base del edificio en dirección del análisis

$$T_x = \frac{0.09(7.00)}{\sqrt{18.75}} = 0.146^* \quad C_x = \frac{1}{15\sqrt{0.146}} = 0.174^*$$

$$T_y = \frac{0.09(7.00)}{\sqrt{(9.5)}} = 0.20^* \quad C_x = \frac{1}{15\sqrt{(0.20)}} = 0.150^*$$

- K = 0.67 según tabla II

Tabla II. Valores del coeficiente K según sistema estructural

tipo	Sistema estructural	valor de K
1	Marcos dúctiles sin contraventeo	0.67
2	Marcos dúctiles y sistema de corte (embreizados, muros de corte)	0.80
3	Mampostería	1.00
4	Diseños especiales (péndulos invertidos y otros)	2.50

- S = 1.5 se utiliza el mayor valor permitido.

* El valor del producto CS debe ser menor que 0.14, de lo contrario se utiliza 0.14

Entonces:

$$CS_x = 0.174 * 1.5 = 0.26 > 0.14, \quad \text{se toma } 0.14$$

$$CS_y = 0.150 * 1.5 = 0.225 > 0.14, \quad \text{se toma } 0.14$$

- W = CM + 0.25CV

Carga muerta= peso de losas + peso de vigas + peso de columnas + peso de muros + peso de sobrecargas

Carga muerta del primer nivel:

$$\text{Losa} = 180 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 52,000.00 \text{ kg}$$

$$\text{Vigas} = [(57\text{m} * (0.5 * 0.3) + 56.25\text{m} * (0.2 * 0.3))] * 2400 \text{ kg/m}^3 = 28,632.00 \text{ kg}$$

$$\text{Columnas} = 18 \text{ u} * 3\text{m} * (0.3 * 0.3) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 11,664.00 \text{ kg}$$

$$\text{Sobrecarga} = 180 \text{ m}^2 * 140 \text{ kg/m}^2 = 25,200.00 \text{ kg}$$

$$\text{Muros} = 170 \text{ m}^2 * 150 \text{ kg/m}^2 = 25,500.00 \text{ kg}$$

TOTAL CARGAS MUERTAS PRIMER NIVEL = 142,996.00 kg

Carga viva del primer nivel:

$$\text{Carga viva} = 132 \text{ m}^2 * 350 \text{ kg/m}^2 + 48 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 70,200.00 \text{ kg}$$

TOTAL CARGAS VIVAS PRIMER NIVEL = 70,200.00 kg

$$w_{NIVEL 1} = 142,996 + 0.25(70200) = 160,546.00 \text{ kg}$$

Carga muerta del segundo nivel:

$$\text{Losa} = 180 \text{ m}^2 * 0.12\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 52,000.00 \text{ kg}$$

$$\text{Vigas} = [(57\text{m} * (0.5 * 0.3) + 56.25\text{m} * (0.2 * 0.3))] * 2400 \text{ kg/m}^3 = 28,632.00 \text{ kg}$$

$$\text{Columnas} = 18 \text{ u} * 1.5\text{m} * (0.3 * 0.3) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 5832.00 \text{ kg}$$

$$\text{Sobrecarga} = 180 \text{ m}^2 * 90 \text{ kg/m}^2 = 16200.00 \text{ kg}$$

$$\text{Muros} = 85 \text{ m}^2 * 150 \text{ kg/m}^2 = 12750.00 \text{ kg}$$

TOTAL CARGAS MUERTAS SEGUNDO NIVEL = **115,414.00 kg**

Carga viva del segundo nivel:

$$\text{Carga viva} = 180 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2 = 18,000.00 \text{ kg}$$

TOTAL CARGAS VIVAS SEGUNDO NIVEL = **18,000.00 kg**

$$w_{NIVEL 2} = 115,414 + 0.25(18,000) = 119,914.00 \text{ kg}$$

RESUMEN:

CARGA MUERTA = 142,996 kg + 115,414 kg = **258,410.00 kg**

CARGA VIVA = 70,200 kg + 18,000 kg = **88,200.00 kg**

$$W = CM + 0.25 CV$$

$$W = 258,410 \text{ kg} + 0.25 * 88,200 \text{ kg} = 280,460.00 \text{ kg}$$

El corte basal (V) en sentido X como en sentido Y es:

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

$$V = 1 * 1.3 * 0.67 * 0.14 * 280,460 \text{ kg}$$

$$V = \mathbf{34199.30 \text{ kg}}$$

Fuerzas por nivel (Fni):

Las fuerzas que actúan en cada nivel se determinan usando la siguiente ecuación:

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

Donde:

Fni = fuerza del nivel

V=corte basal

Ft = fuerza de techo o cúspide, si $T < 0.25$; Ft = 0, de lo contrario Ft=0.07*V*T

W = peso propio de la estructura + 50% de cargas vivas

Hi = altura del nivel considerado

Wi = peso propio del nivel + 50% de cargas vivas del nivel

$$F_1 = \frac{(34,199.3 - 0) * (160,546 * 4)}{(160,546 * 4 + 119,914 * 7)} = 14,823.51 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{(34,199.3 - 0) * (119,914 * 7)}{(160,546 * 4 + 119,914 * 7)} = 19,375.79 \text{ kg}$$

Fuerzas por marco (Fm):

Las fuerzas del nivel se distribuyen en los marcos por medio de la siguiente ecuación:

$$Fm = F_i' + F_i''$$

$$F_i' = \frac{(K_m * F_n)}{\sum K_i}$$

$$F_i'' = \frac{(e * F_n)}{E_i}$$

$$E_i = \frac{\sum(K_m * d_i)^2}{(K_m * d_i)}$$

Donde:

Km = rigidez del marco

$\sum K_i$ = rigidez total del nivel

d_i = distancia del centro de rigidez CR al marco considerado

F_n = fuerza del nivel

E_i = relación entre rigideces y brazo de cada marco

e = excentricidad

Distribución de cargas en el eje X:

La fuerza que actúa en sentido paralelo al eje X la soportan tres marcos con separaciones distintas entre ellos, por lo tanto se dice que en el sentido X la estructura es asimétrica, la fuerza de piso se distribuirá en los marcos proporcionalmente a la rigidez de los mismos.

Cálculo de rigidez:

$$K = \frac{1}{\frac{P * h^3}{3 * E * I} + \frac{1.2 * P * h}{A * G}}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10000kg

h = altura del muro o columna analizado

E = módulo de elasticidad del concreto $E = 0.1364 * W^{1.5} * \sqrt{f'c}$

I = inercia del elemento $I = \frac{1}{12} b h^3$

A = sección transversal del muro o columna analizado

G = módulo de rigidez $G = 0.4 E$

$$K = \frac{1}{\frac{10,000 * 300^3}{3 * 15100\sqrt{210} * \frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3} + \frac{1.2 * 10,000 * 300}{30 * 30 * 0.4 * 15100\sqrt{210}}} = 0.16289$$

Como todas las columnas tienen la misma sección

$$K_m = 0.16289 * 6 \text{ columnas} = 0.977$$

Fuerza del marco por torsión:

Tabla III Cálculo del centro de rigidez.

Marco	Rigidez (Km)	Brazo (L)	K*L
1	0.977	9.50	9.2815
2	0.977	2.50	2.4425
3	0.977	0.00	0
$\Sigma =$	2.931		$\Sigma = 11.724$

Centro de rigidez:

$$CR = \frac{\Sigma(K * L)}{\Sigma K} = \frac{11.72}{2.93} = 4.00 \text{ mt}$$

Centro de masa:

$$CM = \frac{L}{2} = \frac{9.5}{2} = 4.75 \text{ mt}$$

Excentricidad:

$$e = CM - CR = 4.75 - 4.00 = 0.75$$

$$e_{min} = 5\% L = 0.05 * 9.75 = 0.4875$$

Para los cálculos se utilizará la excentricidad mayor.

Ver cálculos en tablas IV y V

Tabla IV. Fuerza de torsión por marco, 2do. nivel

Marco	Km	di	Km * di	(Km * di) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
3	0.977	5.5	5.37	28.87	8.62	6458.60	1686.74	8145.33
2	0.977	-1.5	-1.47	2.15	-31.59	6458.60	-460.02	5998.58
1	0.977	-4	-3.91	15.27	-11.85	6458.60	-1226.72	5231.88

$$\Sigma = \quad 2.931 \quad \quad \quad 46.29 \quad \quad \quad 19375.79$$

(Fuerza mayor en el marco 3, $F_m = 8145.33 \text{ kg}$)

Tabla V. Fuerza de torsión por marco, 1er. nivel

Marco	Km	di	Km * di	(Km * di) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
3	0.977	5.5	5.37	28.87	8.62	4941.17	1290.44	6231.61
2	0.977	-1.5	-1.47	2.15	-31.59	4941.17	-351.94	4589.23
1	0.977	-4	-3.91	15.27	-11.85	4941.17	-938.50	4002.67
$\Sigma =$	2.931			46.29				14823.51

(Fuerza mayor en el marco 3, $F_m = 6231.61 \text{ kg}$)

Distribución de cargas en el eje Y:

En el sentido Y existe simetría en los marcos, por lo que las fuerzas de cada nivel se reparten proporcionalmente al número de marcos:

$$F_{m_i} = \frac{F_{n_i} + F_t}{\text{No. de marcos}}$$

Segundo nivel

$$F_1 = \frac{19,375.79 \text{ kg} + 0 \text{ kg}}{6} = 3229.3 \text{ kg}$$

Primer nivel

$$F_2 = \frac{14,823.51 \text{ kg} + 0 \text{ kg}}{6} = 2470.6 \text{ kg}$$

Las fuerzas verticales y horizontales que se aplican a los marcos críticos del eje X y Y se muestran en las figuras 6 y 7, respectivamente, éstos valores serán utilizados para realizar el análisis estructural.

Figura 6. Fuerzas aplicadas sobre el marco crítico del eje "X"

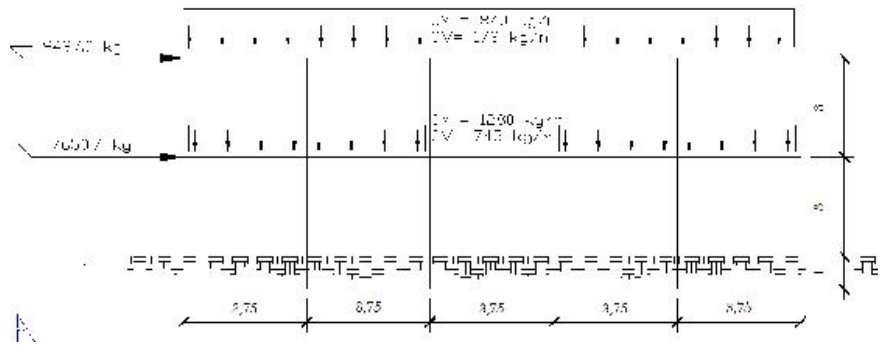
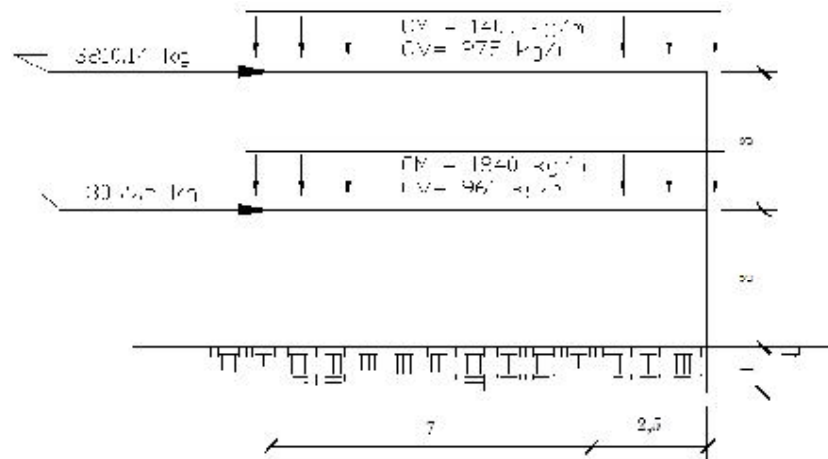


Figura 7. Fuerzas aplicadas sobre el marco crítico del eje "Y"



2.1.4.4 Momentos analizados por medio del programa ETABS

Determinadas las cargas que actúan sobre la estructura, se procede a analizar los marcos dúctiles por medio del software ETABS 2000 V8.0.

Del análisis estructural se obtienen los diagramas de momento para cargas muertas, vivas y de sismo, para vigas y columnas en los ejes X y Y, mostrados en las figuras de la 8 a la 13.

Figura 8. Diagrama de momentos por carga muerta, para vigas y columnas del eje “Y”

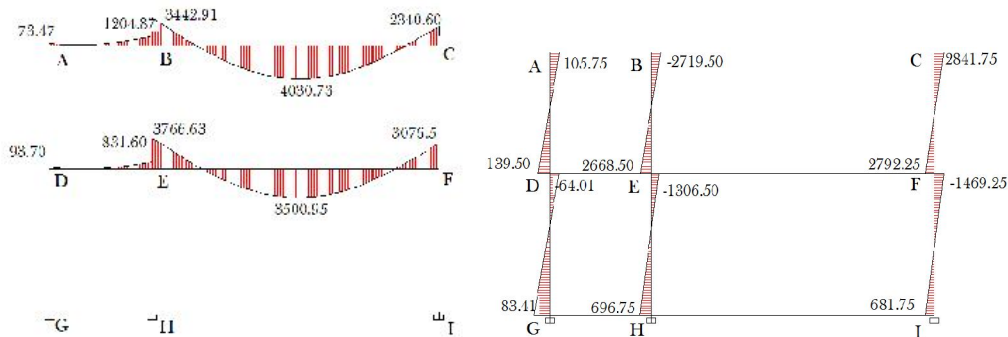


Figura 9. Diagrama de momentos por carga viva, para vigas y columnas del eje “Y”

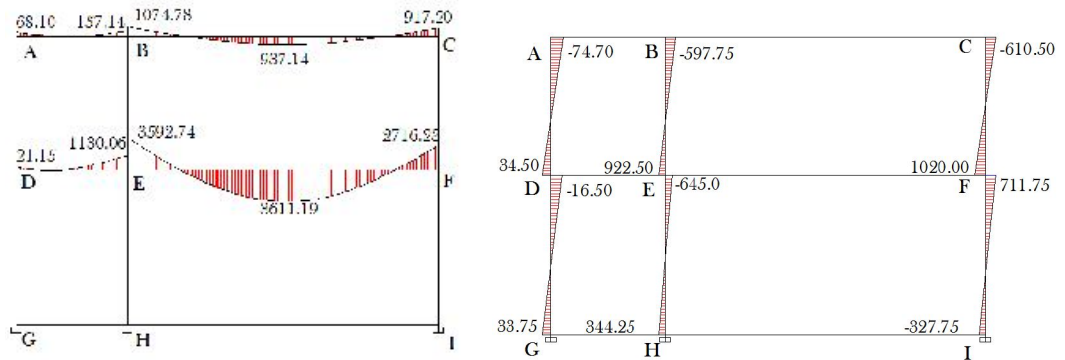


Figura 10. Diagrama de momentos por carga de sismo, para vigas y columnas del eje “Y”

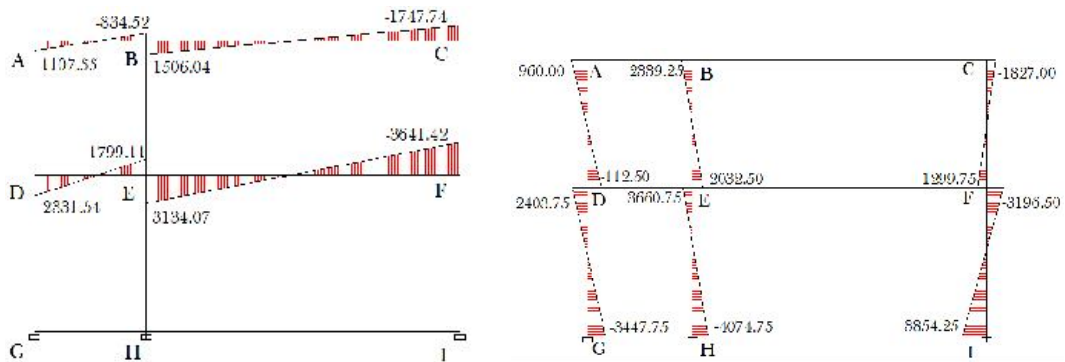


Figura 11. Diagrama de momentos por carga muerta, para vigas y columnas del eje "X"

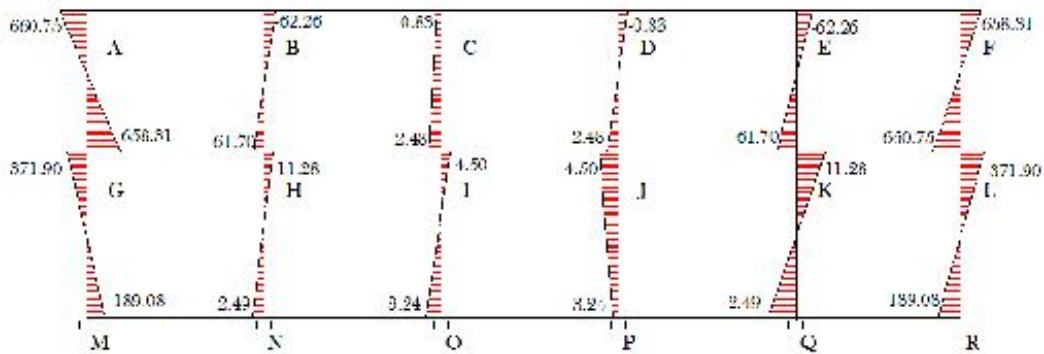
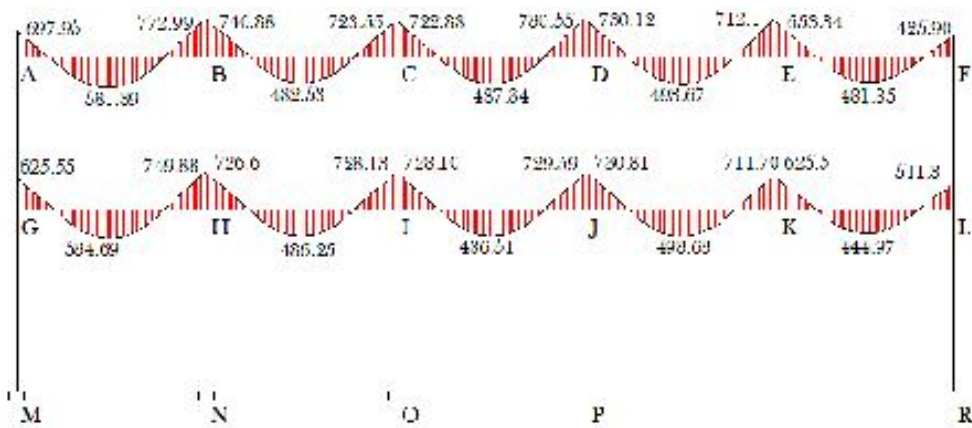


Figura 12. Diagrama de momentos por carga viva, para vigas y columnas del eje "X"

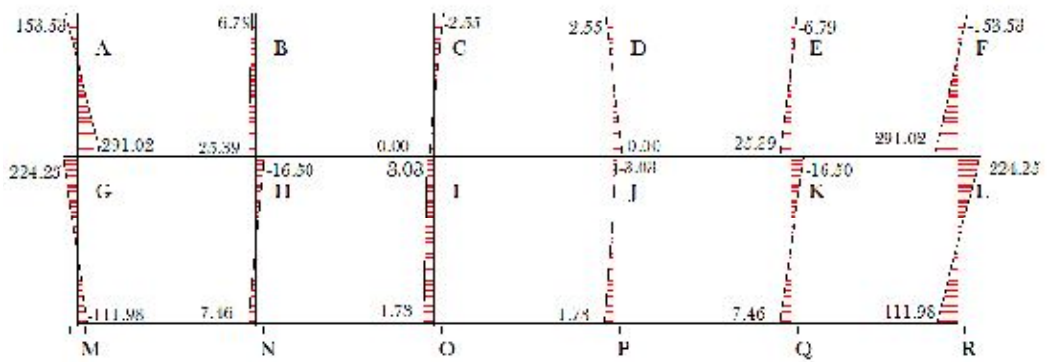
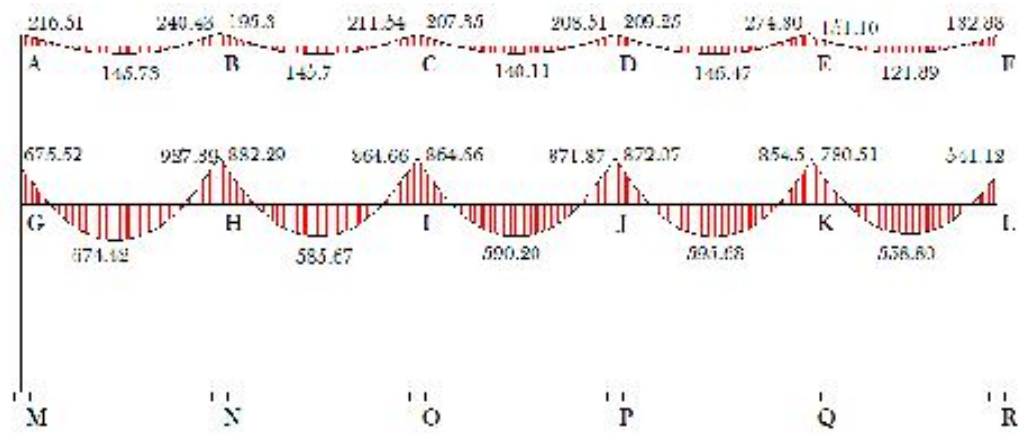
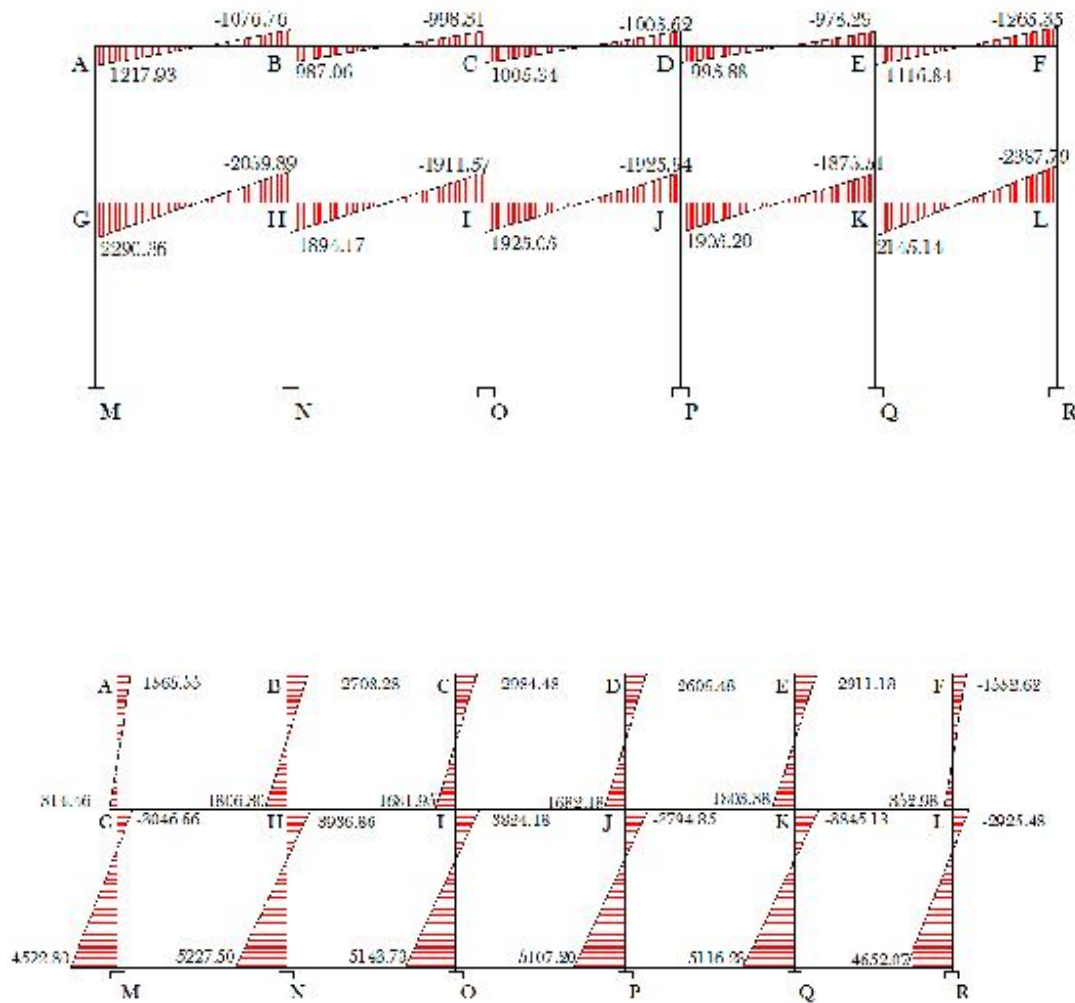


Figura 13. Diagrama de momentos por carga de sismo, para vigas y columnas del eje "X"



2.1.4.5 Momentos últimos

Momentos últimos o envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, carga viva y carga de sismo. Las combinaciones usadas son propuestas por el código ACI, de las cuales se tomarán aquellas cuyos valores sean los máximos.

Combinación para momentos últimos negativos en vigas:

$$M_{(-)} = 0.75 * (1.4M_{CM} + 1.7 M_{CV} + 1.87M_{Sis})$$

$$M_{(-)} = 0.75 * (1.4M_{CM} + 1.7 M_{CV} - 1.87M_{Sis})$$

Combinación para momentos últimos positivos en vigas:

$$M_{(+)} = 1.4M_{CM} + 1.7 M_{CV}$$

Combinación para momentos últimos en columnas:

$$M_C = 0.75 * (1.4M_{CM} + 1.7 M_{CV} + 1.87M_{Sis})$$

$$M_C = 0.75 * (1.4M_{CM} + 1.7 M_{CV} - 1.87M_{Sis})$$

Los momentos últimos negativos en vigas del eje Y son:

$$M_{A-B} = 0.75 * (1.4(73.47) + 1.7 * (68.1) + 1.87 * (1107.55)) = 1717.31 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B-A} = 0.75 * (1.4(1204.87) + 1.7 * (157.14) + 1.87 * (834.52)) = 2635.88 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B-C} = 0.75 * (1.4(3442.91) + 1.7 * (1074.78) + 1.87 * (1506.04)) = 7097.62 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{C-B} = 0.75 * (1.4(2340.6) + 1.7 * (917.2) + 1.87 * (1747.74)) = 6078.26 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{D-E} = 0.75 * (1.4(93.7) + 1.7 * (21.15) + 1.87 * (2331.54)) = 3395.34 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{E-D} = 0.75 * (1.4(831.6) + 1.7 * (1130.06) + 1.87 * (1799.11)) = 7837.26 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{E-F} = 0.75 * (1.4(3766.63) + 1.7 * (3592.74) + 1.87 * (3134.07)) = 12931.24 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{F-E} = 0.75 * (1.4(3076.5) + 1.7 * (2716.23) + 1.87 * (3641.42)) = 11800.61 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Los momentos últimos positivos en vigas del eje Y son:

$$M_{B-C} = 1.4 * (4030.73) + 1.7 * (937.14) = 7236.16 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{E-F} = 1.4 * (3500.95) + 1.7 * (3611.19) = 11040.35 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Los momentos últimos en columnas del eje Y son:

$$M_{G-D} = 0.75 * (1.4(83.41) + 1.7 * (33.75) + 1.87(3447.75)) = 4966.08 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{D-G} = 0.75 * (1.4(64.01) + 1.7 * (16.50) + 1.87(2403.75)) = 3459.50 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{H-E} = 0.75 * (1.4(696.75) + 1.7 * (344.25) + 1.87(4074.75)) = 6885.34 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{E-H} = 0.75 * (1.4(1306.50) + 1.7 * (645.00) + 1.87(3660.75)) = 7328.40 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{I-F} = 0.75 * (1.4(681.75) + 1.7 * (327.75) + 1.87(3854.25)) = 6539.30 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{F-I} = 0.75 * (1.4(1469.25) + 1.7 * (711.75) + 1.87(3196.50)) = 6933.28 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{D-A} = 0.75 * (1.4(139.50) + 1.7 * (34.50) + 1.87(112.50)) = 348.24 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{A-D} = 0.75 * (1.4(105.75) + 1.7 * (74.70) + 1.87(960.00)) = 1552.68 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{E-B} = 0.75 * (1.4(2668.50) + 1.7 * (922.50) + 1.87(2032.50)) = 6828.69 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B-E} = 0.75 * (1.4(2719.50) + 1.7 * (597.75) + 1.87(2339.25)) = 6898.40 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{F-C} = 0.75 * (1.4(2792.25) + 1.7 * (1020.00) + 1.87(1299.75)) = 6055.26 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{C-F} = 0.75 * (1.4(2841.75) + 1.7 * (610.50) + 1.87(1827.00)) = 6324.59 \text{ kg.m}$$

2.1.4.6 Diagrama de momento y corte

Los diagramas de momentos últimos para vigas y columnas de marco crítico del eje Y se muestran en la figura 14. Los momentos últimos para vigas y columnas del marco crítico del eje X se calculan con el mismo procedimiento que para el eje Y (descrito en la sección 2.1.4.5) y se muestran en la figura 15.

Figura 14. Diagrama de momentos últimos para vigas y columnas del eje “Y”

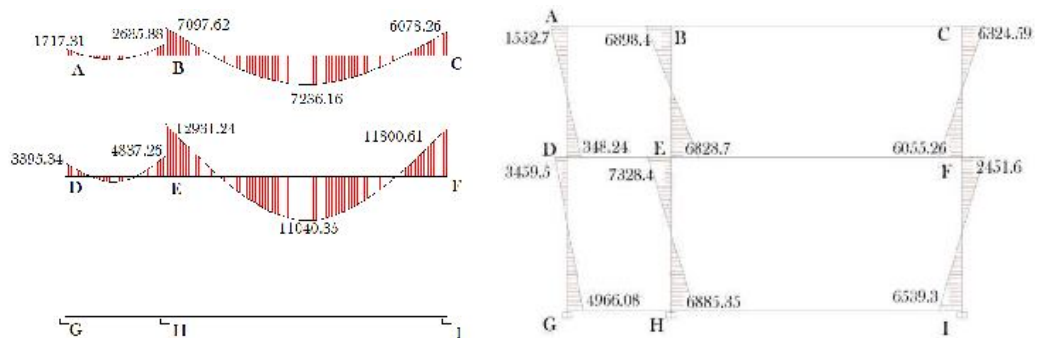
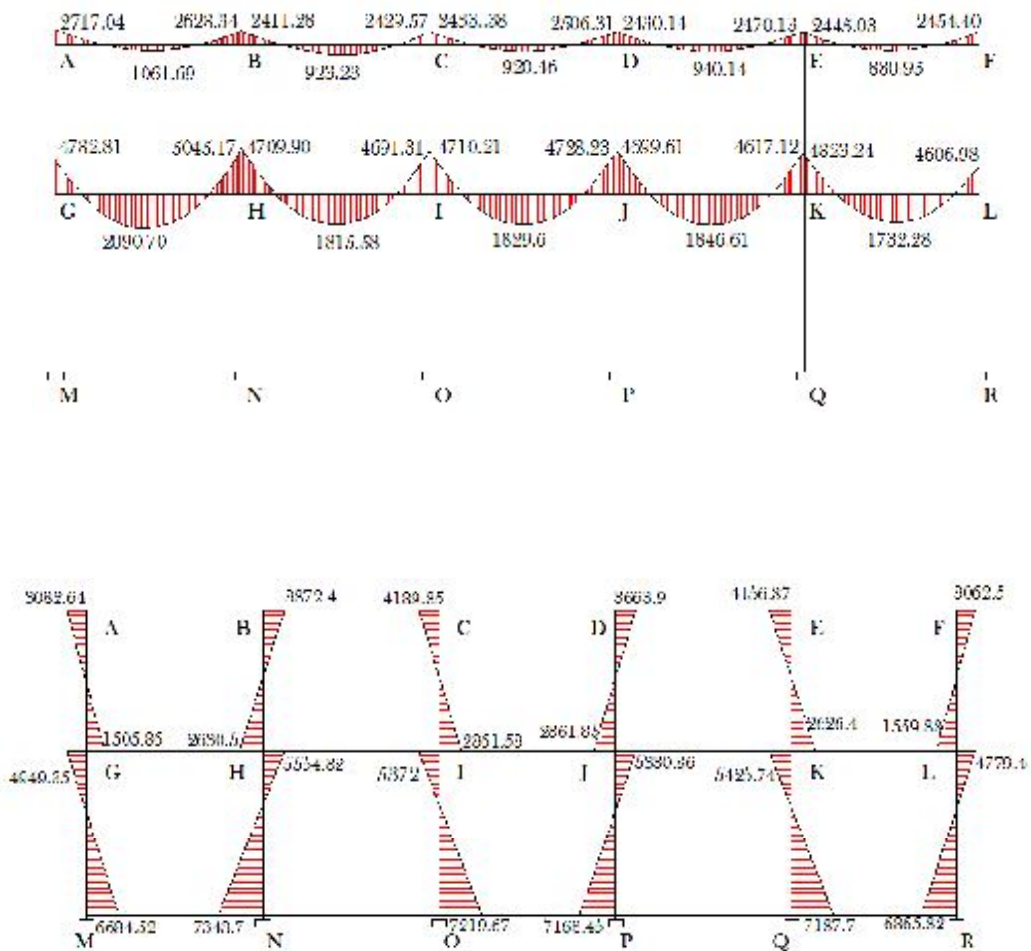


Figura 15. Diagrama de momentos últimos para vigas y columnas del eje "X"



Cortes últimos en vigas:

$$V_u = 0.75 * \left(\frac{1.4 * CM * L}{2} + \frac{1.7 * CV * L}{2} + \frac{1.87 * \sum M_{SIS}}{L} \right)$$

Los cortes últimos en vigas son:

•Eje Y

$$C_{A-B} = 0.75 * \left(0.7(832) * 2.5 + 0.85 * (125) * 2.5 + \left(1.87 * \frac{(1107.55+834.52)}{2.5} \right) \right) = 2380.72 \text{ kg}$$

$$C_{B-C} = 0.75 * \left(0.7(1400) * 7 + 0.85 * (275) * 7 + \left(1.87 * \frac{(1506 + 1747.7)}{7} \right) \right) = 7024.1 \text{ kg}$$

$$C_{D-E} = 0.75 * \left(0.7(832) * 2.5 * + 0.85 * (625) * 2.5 + \left(1.87 * \frac{(2331.5 + 1799.1)}{2.5} \right) \right) = 4405.4 \text{ kg}$$

$$C_{E-F} = 0.75 * \left(0.7(1832) * 7 + 0.85 * (961) * 7 + \left(1.87 * \frac{(3134 + 3641.4)}{7} \right) \right) = 12378.6 \text{ kg}$$

Los cortes últimos en columnas son:

$$V_u = \sum \frac{(M_{cols})}{L(altura)}$$

• Eje Y

$$V_{G-D} = V_{D-G} = \frac{(4966.00 + 3459.5)}{4} = 2106.39 \text{ kg}$$

$$V_{H-E} = V_{E-H} = \frac{(6885.34 + 7328.4)}{4} = 3553.43 \text{ kg}$$

$$V_{I-F} = V_{F-I} = \frac{(6539.3 + 6933.29)}{4} = 3368.15 \text{ kg}$$

$$V_{D-A} = V_{A-D} = \frac{(348.24 + 1152.68)}{3} = 633.64 \text{ kg}$$

$$V_{E-B} = V_{B-E} = \frac{(6828.69 + 6898.4)}{3} = 4575.70 \text{ kg}$$

$$V_{F-C} = V_{C-F} = \frac{(6055.26 + 6324.59)}{3} = 4126.62 \text{ kg}$$

Los diagramas de cortes últimos para vigas y columnas de marco crítico del eje Y se muestran en la figura 16. Los cortes últimos para vigas y columnas del marco crítico del eje X se calculan con el mismo procedimiento que para el eje Y y se muestran en la figura 17.

Figura 16. Diagrama de cortes últimos para vigas y columnas del eje “Y”

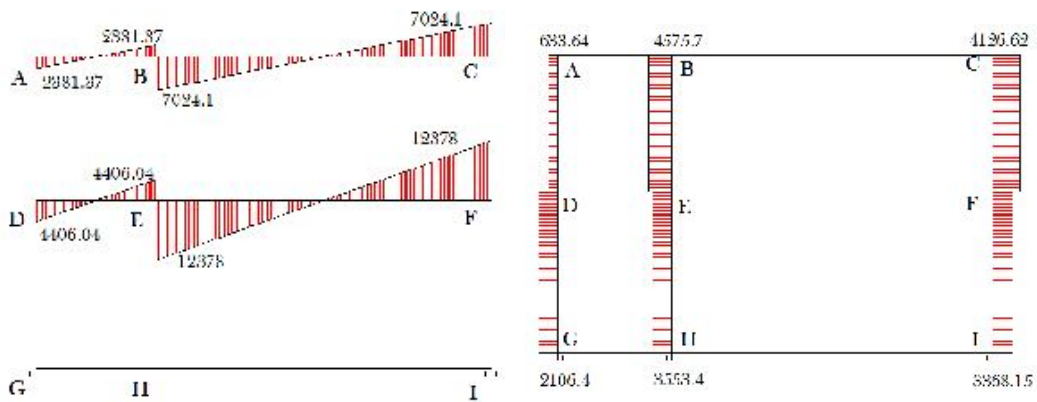
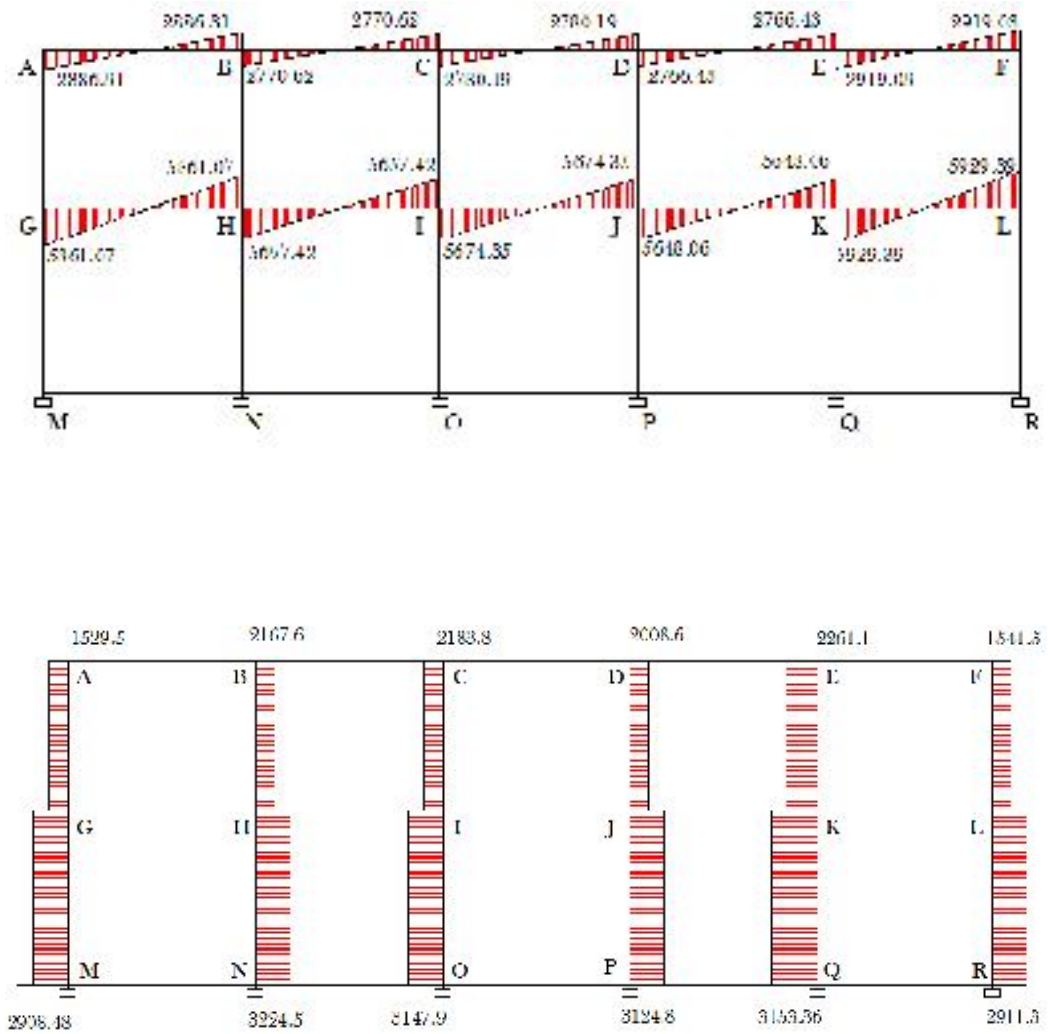


Figura 17. Diagrama de cortes últimos para vigas y columnas del eje "X"



2.1.5 Dimensionamiento

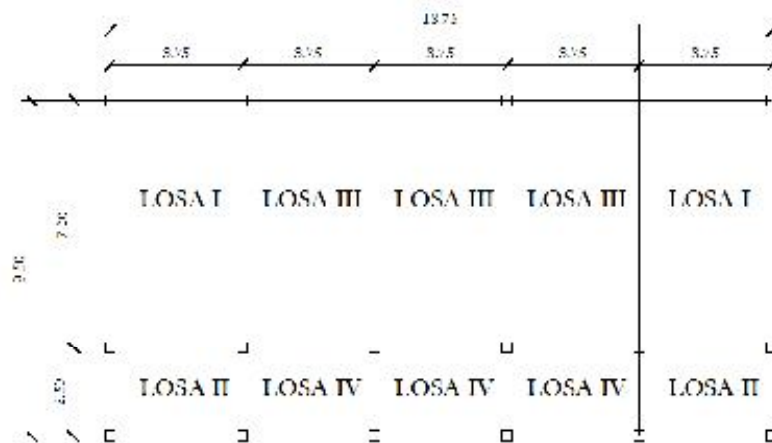
Como su nombre lo indica, el dimensionamiento consiste en determinar las dimensiones y cantidades de acero necesarias de los elementos estructurales para que éstos puedan soportar las condiciones más críticas de combinación de cargas.

2.1.5.1 Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que funcionan como entrepisos para transmitir cargas verticales, diafragmas para transmitir cargas horizontales y como cubiertas para proteger de la intemperie, según el espesor pueden clasificarse como cascarones ($t < 0.09$ m), losas planas ($0.09 < t < 0.12$) y losas nervadas ($t > 0.12$).

El tipo de losas a utilizar en los dos niveles del edificio serán losas planas de concreto armado (clasificación según espesor calculado en el inciso 2.1.4.1 c), se diseñará con el método 3 del ACI. Para identificar el tipo de losas, estas se enumera del I al IV y la distribución se muestra en la figura 18, donde puede observarse que por simetría las losas intermedias adyacentes en el sentido X, son del mismo tipo.

Figura 18. Distribución según tipo de losas



Las losas trabajan en un sentido si: $m = a/b < 0.5$

Las losas trabajan en dos sentidos si: $m = a/b > 0.5$

a y b son lado menor y lado mayor de la losa respectivamente.

Losa I:

$$m = \frac{3.75}{7.00} = 0.536 > 0.5 = 2 \text{ direcciones}$$

Losa II:

$$m = \frac{2.5}{3.75} = 0.66 > 0.5 = 2 \text{ direcciones}$$

Losa III:

$$m = \frac{3.75}{7} = 0.536 > 0.5 = 2 \text{ direcciones}$$

Losa IV:

$$m = \frac{2.5}{3.75} = 0.66 > 0.5 = 2 \text{ direcciones}$$

El espesor de losa según cálculo en el inciso 2.1.4.1 c es de 0.12 mts

2.1.5.1.1 Losas nivel 1

Cargas para losas I y III (en aulas):

$$CARGA MUERTA = 378.00 \text{ kg/m}^2$$

$$CARGA VIVA = 350.00 \text{ kg/m}^2$$

$$C.M.\dot{U}LTIMA = 378.00 \text{ kg/m}^2 * 1.4 = 529.20 \text{ kg/m}^2$$

$$C.V.\dot{U}LTIMA = 350.00 \text{ kg/m}^2 * 1.7 = 595.00 \text{ kg/m}^2$$

$$C.U.TOTAL = C.M.\dot{U}LTIMA + C.V.\dot{U}LTIMA = 1124.20 \text{ kg/m}^2$$

Cargas para losas II y IV (en pasillos):

$$CARGA MUERTA = 378.00 \text{ kg/m}^2$$

$$CARGA VIVA = 500.00 \text{ kg/m}^2$$

$$C.M.\dot{U}LTIMA = 378.00 \text{ kg/m}^2 * 1.4 = 529.20 \text{ kg/m}^2$$

$$C.V.\dot{U}LTIMA = 500.00 \text{ kg/m}^2 * 1.7 = 850.00 \text{ kg/m}^2$$

$$C.U.TOTAL = C.M.\dot{U}LTIMA + C.V.\dot{U}LTIMA = 1379.20 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos para cada losa:

Para el cálculo de los momentos se analiza una franja unitaria de losa de 1.00 metro de ancho y se utilizan las siguientes fórmulas:

Para momentos positivos:

$$M_{a(+)} = C_{b-} * CM_U * b^2 + C_{b-} * CV_U * b^2$$

$$M_{b(+)} = C_{b+} * CM_U * b^2 + C_{b+} * CV_U * b^2$$

Para momentos negativos:

$$M_{a(-)} = C_{a-} * CU_{Tot} * a^2 \quad M_{b(-)} = C_{b-} * CU_{Tot} * b^2$$

Donde:

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

C = coeficiente de tablas de ACI 318-99 (ver anexo 1)

CU_{Tot} = Carga última total

CM_U, CV_U = carga muerta y viva últimas

LOSAS I:

CASO 4



$$m = 3.75/7.00 = 0.536 \approx 0.55$$

$$M_{a(-)} = 0.092 * 1124.2 * (3.75)^2 = 1454.43 \text{ kg} - m$$

$$M_{b(-)} = 0.008 * 1124.2 * (7.00)^2 = 440.69 \text{ kg} - m$$

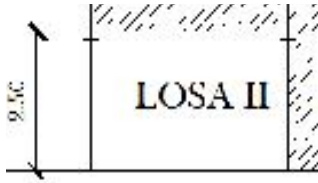
$$M_{a(+)} = 0.072 * 595 * (3.75)^2 + 0.056 * 529.20 * (3.75)^2 = 1019.18 \text{ kg} - m$$

$$M_{b(+)} = 0.007 * 595 * (7.00)^2 + 0.005 * 529.20 * (7.00)^2 = 333.74 \text{ kg} - m$$

LOSA II:

CASO 4

$$M = 2.50/3.75 = 0.66 \approx 0.65$$



$$M_{a(-)} = 0.085 * 1379.20 * (2.50)^2 = 732.7 \text{ kg} - m$$

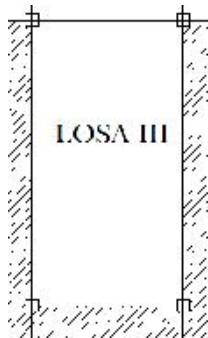
$$M_{b(-)} = 0.015 * 1379.20 * (3.75)^2 = 290.93 \text{ kg} - m$$

$$M_{a(+)} = 0.062 * 850 * (2.50)^2 + 0.05 * 529.20 * (2.50)^2 = 494.75 \text{ kg} - m$$

$$M_{b(+)} = 0.011 * 850 * (3.75)^2 + 0.009 * 529.20 * (3.75)^2 = 198.46 \text{ kg} - m$$

LOSA III:

CASO 9



$$M = 3.75/7 = 0.536 \approx 0.55$$

$$M_{a(-)} = 0.086 * 1124.20 * (3.75)^2 = 1359.58 \text{ kg} - m$$

$$M_{b(-)} = 0.005 * 1124.20 * (7.00)^2 = 275.43 \text{ kg} - m$$

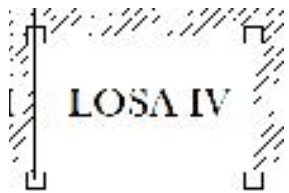
$$M_{a(+)} = 0.063 * 595 * (3.75)^2 + 0.037 * 529.20 * (3.75)^2 = 802.48 \text{ kg} - m$$

$$M_{b(+)} = 0.006 * 595 * (7.00)^2 + 0.003 * 529.20 * (7.00)^2 = 252.72 \text{ kg} - m$$

LOSA IV:

CASO 8

$$M = 2.50/3.75 = 0.66 \approx 0.65$$



$$M_{a(-)} = 0.074 * 1379.20 * (2.50)^2 = 637.88 \text{ kg} - m$$

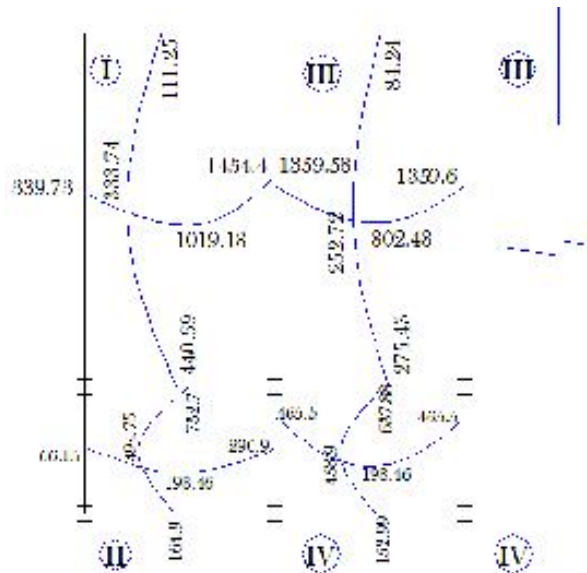
$$M_{b(-)} = 0.024 * 1379.20 * (3.75)^2 = 465.48 \text{ kg} - m$$

$$M_{a(+)} = 0.059 * 850.00 * (2.50)^2 + 0.044 * 529.20 * (2.50)^2 = 458.97 \text{ kg} - m$$

$$M_{b(+)} = 0.011 * 850.00 * (3.75)^2 + 0.009 * 529.20 * (3.75)^2 = 198.46 \text{ kg} - m$$

Los resultados de de los momentos actuantes en la losa del primer nivel, se presentan en la figura 19.

Figura 19. Momentos sin balancear en losa de entrepiso (kg-m)



Balanceo de momentos:

Los momentos con valores diferentes en un mismo lado deben balancearse aplicando el siguiente criterio:

$$\text{si } 0.8 * M_{mayor} \leq M_{menor}, \Rightarrow M_B = \frac{(M_{mayor} + M_{menor})}{2}$$

$$\text{si } 0.8 * M_{mayor} > M_{menor}, \Rightarrow M_B = \text{proporcional a su rigidez}$$

- Balance de momento entre losas I – III

Momento de losa I = 1454.43 kg-m

Momento de losa III = 1359.58 kg-m

$0.8 * 1454.43 = 1163.54 < M_{menor}$; entonces se balancea por promedio

$$M_B = \frac{1454.43 + 1359.58}{2} = 1407.0 \text{ kg} - m$$

- Balance de momento entre losas I – II

Momento de losa I = 440.69 kg-m

Momento de losa II = 732.70 kg-m

$0.8 * 732.70 = 586.16 > M_{menor}$; entonces se balancea por rigideces

$$K_1 = \frac{1}{7} = 0.1428 \quad D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0.1428}{0.1428 + 0.40} = 0.26$$

$$K_2 = \frac{1}{2.5} = 0.40 \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0.40}{0.1428 + 0.40} = 0.74$$

$$M_{B1} = M_{menor} + ((M_{mayor} - M_{menor}) * D_1) = 516.61$$

$$M_{B2} = M_{mayor} - \left((M_{mayor} - M_{menor}) * D_2 \right) = 516.61$$

- Balance de momento entre losas II – IV

Momento de losa II = 290.93 kg-m

Momento de losa IV = 465.48 kg-m

$0.8 * 465.48 = 372.38 > M$ menor; entonces se balancea por rigideces

$$K_1 = \frac{1}{3.75} = 0.266 \quad D_1 = \frac{K_1}{K_1+K_2} = \frac{0.266}{0.266+0.266} = 0.50$$

$$K_2 = \frac{1}{3.75} = 0.266 \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1+K_2} = \frac{0.266}{0.266+0.266} = 0.50$$

$$M_{B1} = M_{menor} + \left((M_{mayor} - M_{menor}) * D_1 \right) = 378.20$$

$$M_{B2} = M_{mayor} - \left((M_{mayor} - M_{menor}) * D_2 \right) = 378.20$$

- Balance de momento entre losas III – IV

Momento de losa III = 275.43 kg-m

Momento de losa IV = 637.88 kg-m

$0.8 * 637.88 = 510.3 > M$ menor; entonces se balancea por rigideces

$$K_1 = \frac{1}{7} = 0.143 \quad D_1 = \frac{K_1}{K_1+K_2} = \frac{0.143}{0.143+0.40} = 0.26$$

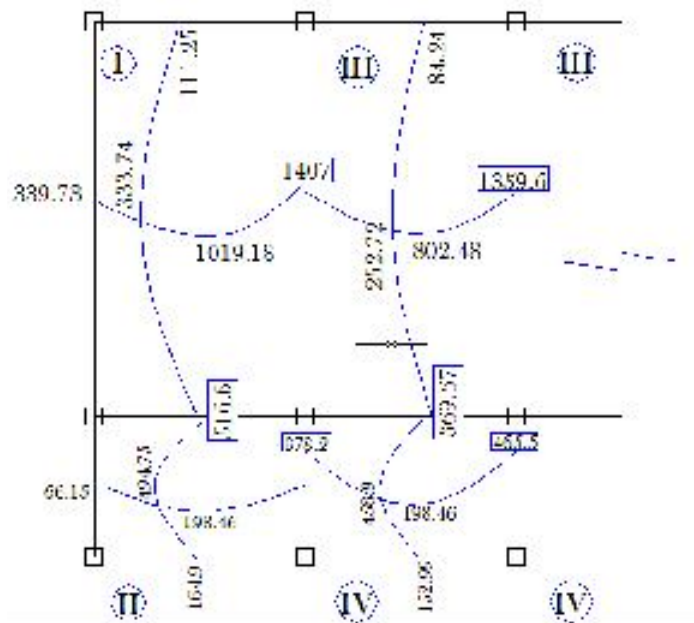
$$K_2 = \frac{1}{2.5} = 0.40 \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1+K_2} = \frac{0.40}{0.143+0.40} = 0.74$$

$$M_{B1} = M_{menor} + \left((M_{mayor} - M_{menor}) * D_1 \right) = 369.67$$

$$M_{B2} = M_{mayor} - \left((M_{mayor} - M_{menor}) * D_2 \right) = 367.67$$

Los momentos balanceados que serán usados para determinar el espaciamiento del refuerzo de la losa del primer nivel se presentan en la figura 20.

Figura 20. Momentos balanceados (kg-m) en losa de entrepiso



Diseño estructural de la losa:

Se propone el uso de varillas de 3/8"

- Peralte efectivo $d = t - rec - \frac{\emptyset}{2}$

$$d = 12.00 - 2.00 - 0.50 = 9.5 \text{ cm}$$

- $A_{s_{min}} = 0.40(\rho_{min} * b * d) = 0.40 * \left(\frac{14.1}{2810} * 100 * 9.5\right) = 1.91 \text{ cm}^2$

Se propone el armado:

$$1.91 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{-----} S$$

$$\text{Se tiene que } S = \frac{100 * 0.71}{1.91} = 37.17 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 2t \text{ (segun ACI 318 - 99 cap 13 sección 13.3.2)}$$

$$S_{max} = 2 * (0.12) = 0.24$$

$$A_{s_{min}} \text{ -----} 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{-----} 24 \text{ cm}$$

$$\text{Se tiene que } A_{s_{min}} = \frac{100 * 0.71}{24} = 2.96 \text{ cm}$$

Cálculo del momento que resiste el área de acero mínimo.

$$M_{A_{s_{min}}} = \phi \left(A_{s_{min}} * f_y * \left(d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right)$$

Donde:

$$\phi = 0.85$$

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

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

$$M_{A_{s_{min}}} = 0.85 \left(2.96 * 2810 * \left(9.50 - \frac{2.96 * 2810}{1.7 * 210 * 100} \right) \right) = 655.17 \text{ kg - m}$$

Sabiendo que el área de acero mínima resiste un momento de 655.17 kg-m se procede a calcular el área de acero que requiere cada uno de los momentos balanceados en la losa, la tabla VI muestra cuales de los momentos actuantes en la losa pueden ser resistidos por el área de acero mínimo y cuales necesitan un menor espaciamiento.

Tabla VI. Área de acero y espaciamiento en losa de entrepiso.

M (kg-m)	As (cm ²)	Armado	Espaciamiento S (cm)	observación (S final)
1407.00	6.30	∅ 3/8"	11.20	10.00
1359.58	6.09	∅ 3/8"	11.66	10.00
378.21	1.70	∅ 3/8"	41.76	S min
516.61	2.32	∅ 3/8"	30.60	S min
369.67	1.67	∅ 3/8"	42.50	S min
465.48	2.10	∅ 3/8"	33.80	S min

Chequeo por corte:

Es necesario comprobar si el espesor de la losa resiste el esfuerzo cortante.

$$V_{\text{maximo actuante}} < V_{\text{resistente}}$$

Corte actuante:

$$V_{\text{max act (AULAS)}} = \frac{CU * L}{2} = \frac{1124.2 * 7.00}{2} = 3934.7 \text{ kg}$$

$$V_{\text{max act (PASILLOS)}} = \frac{CU * L}{2} = \frac{1379.2 * 3.75}{2} = 2586.7 \text{ kg}$$

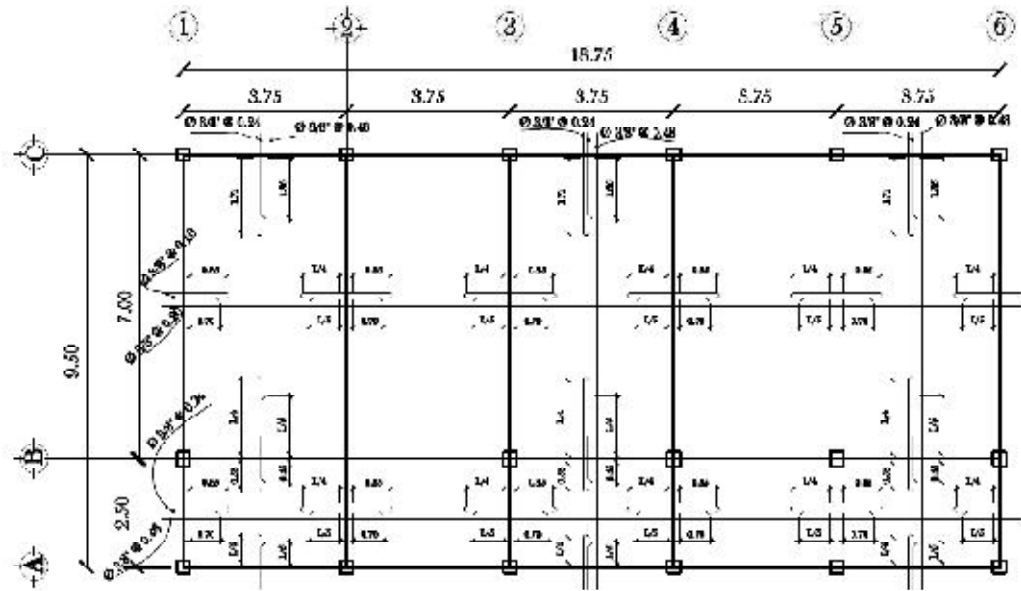
Corte resistente:

$$V_{\text{resistente}} = 45 * \sqrt{f'c} * t$$

$$V_{\text{resistente}} = 45 * \sqrt{210} * (12\text{cm}) = 7825.00 \text{ kg}$$

El espesor es adecuado para soportar los esfuerzos de corte, el diseño final de la losa de entrepiso se muestra en la figura 21.

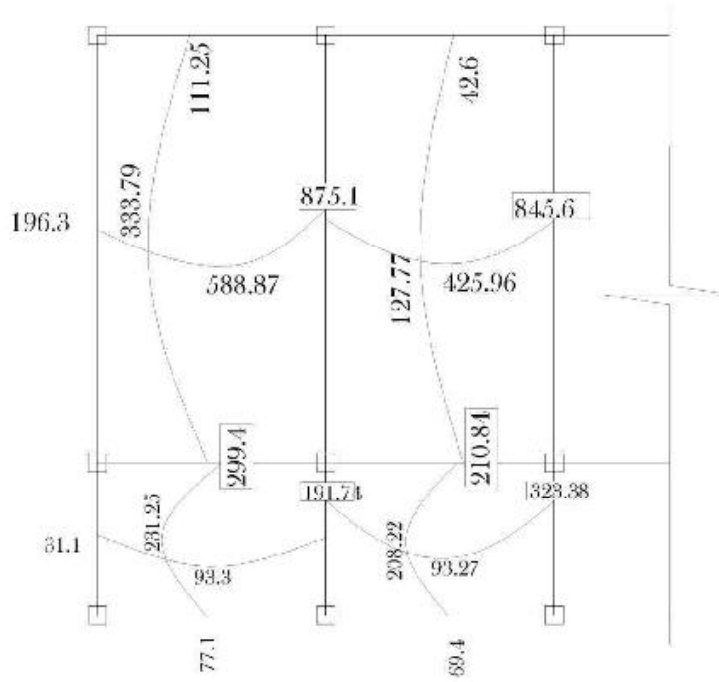
Figura 21. Armado de losa de entrepiso

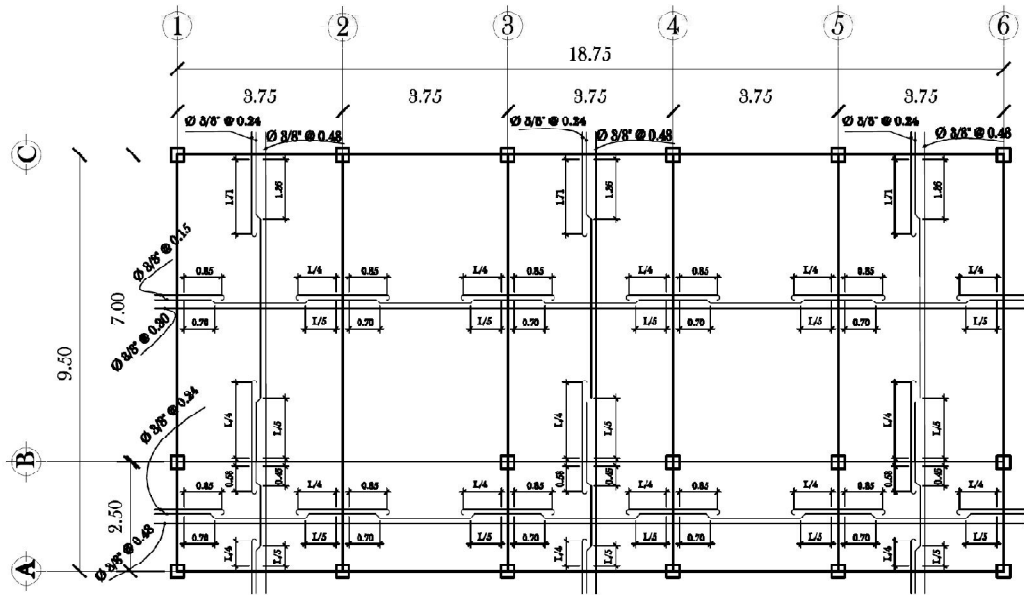


2.1.5.1.2 Losas nivel 2

Para el diseño de la losa del segundo nivel se sigue el procedimiento descrito en el numeral 2.1.5.1.1. Los momentos resultantes y el armado final se muestran en la figura 22.

Figura 22. Momentos balanceados y armado de losa del segundo nivel



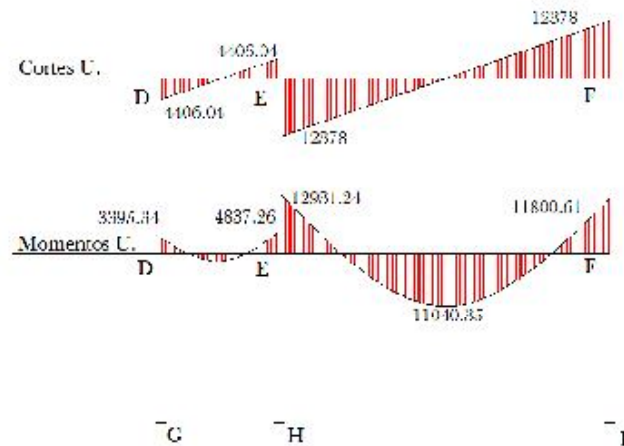


2.1.5.2 Diseño de vigas

Las vigas en este proyecto son de concreto reforzado. En cualquier sección transversal de éste tipo de vigas existen fuerzas internas que pueden descomponerse en fuerzas normales y tangenciales a la sección, las componentes normales a la sección son los esfuerzos de flexión (tensión en un lado del eje neutro y compresión en el otro); su función es la de resistir el momento flector que actúa en la sección. Las componentes tangenciales se conocen como esfuerzos cortantes que resisten las fuerzas transversales o cortantes.

Las vigas para este proyecto se clasificaron en 4 tipos, VIGAS 1 y VIGAS 3 son las vigas en el eje Y y eje X respectivamente, en el entrespacio o primer nivel. VIGAS 2 y VIGAS 4 son las vigas en el eje Y y eje X respectivamente, en el segundo nivel. El diseño de vigas toma como base el valor de los momentos y cortes últimos, obtenidos en el análisis estructural, éstos se muestran en la figura 23. Se desarrollará el procedimiento para el diseño de la viga V-1:

Figura 23. Diagrama de momentos últimos (kg-m) y cortes últimos (kg) viga V-1

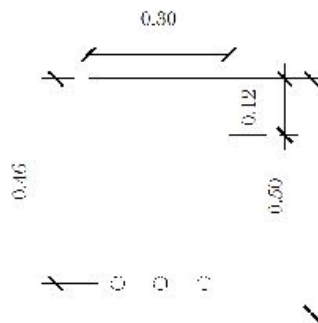


DATOS:

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

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

$$rec = 4 \text{ cm}$$



Límites de acero:

$$As_{min} = \rho_{min} * b * d = \frac{14.1}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = \frac{14.1}{2810} * 30 * 46 = 6.92 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{max}} = \rho_{max} * b * d = 0.5 * \left(\frac{0.85 * \beta_1 * f'c}{f_y} * \frac{6090}{6090 + f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{max}} = 0.5 * \left(\frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} * \frac{6090}{6090 + 2810} \right) * 30 * 46 = 25.49 \text{ cm}^2$$

Cálculo del As para momentos actuantes:

$$A_{S(-)} = \left(b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right) * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

As (momento negativo = 12931 kg-m)

$$A_{S(-)} = \left(30 * 46 - \sqrt{(30 * 46)^2 - \frac{12931 * 30}{0.003825 * 210}} \right) * \frac{0.85 * 210}{2810} = 11.93 \text{ cm}^2$$

As (momento positivo = 11040.35 kg-m)

$$A_{S(+)} = \left(30 * 46 - \sqrt{(30 * 46)^2 - \frac{11040.35 * 30}{0.003825 * 210}} \right) * \frac{0.85 * 210}{2810} = 10.81 \text{ cm}^2$$

As (momento negativo = 11800.61 kg-m)

$$A_{S(-)} = \left(30 * 46 - \sqrt{(30 * 46)^2 - \frac{11800.61 * 30}{0.003825 * 210}} \right) * \frac{0.85 * 210}{2810} = 10.07 \text{ cm}^2$$

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo se determinaron las áreas de acero para cada uno de los momentos restantes. A continuación se establece el diámetro de varilla a usar y la forma de armado, cumpliendo con las especificaciones sismo-resistentes que establece el ACI.

Diámetros de refuerzo para viga 1:

a) Acero de la cama superior

- $A_{s_{min}} = 6.92 \text{ cm}^2$
- $33\%(A_{s_{req}}M_{mayor}) = 0.33 * (11.93 \text{ cm}^2) = 3.94 \text{ cm}^2$
- 3 varillas No. 6 = 8.55 cm^2

Se opta por el valor mayor = 3 varillas No. 6 = 8.55 cm^2

b) Acero de la cama inferior

- $A_{s_{min}} = 6.92 \text{ cm}^2$
- $50\%(A_{s_{req}}M_{(-)mayor}) = 0.50 * (11.93 \text{ cm}^2) = 5.96 \text{ cm}^2$
- $50\%(A_{s_{req}}M_{(+)mayor}) = 0.50 * (10.81 \text{ cm}^2) = 5.41 \text{ cm}^2$
- 3 varillas No. 6 = 8.55 cm^2

Se opta por el valor mayor = 3 varillas No. 6 = 8.55 cm^2

Analizando los momentos que necesitan más refuerzo del que se ha determinado en los incisos anteriores, se ve la necesidad de emplear bastones y/o tensiones en el refuerzo estructural.

Para momento negativo en el nodo E (M=12931 kg-m)

$$A_{s(\text{requerido})} = 11.93 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(\text{cama sup.})} = 8.55 \text{ cm}^2$$

$$\text{Diferencia o } A_{s(\text{necesaria})} = 3.38 \text{ cm}^2$$

Para momento positivo (M=11040.35 kg-m)

$$AS_{(requerido)} = 10.81 \text{ cm}^2$$

$$AS_{(cama \text{ inf.})} = 08.55 \text{ cm}^2$$

$$Diferencia \text{ o } AS_{(necesaria)} = 02.26 \text{ cm}^2$$

Para momento negativo en el nodo F (M=11800.61 kg-m)

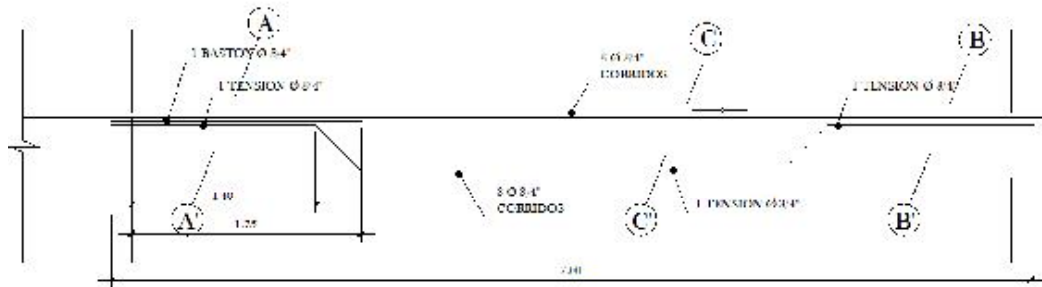
$$AS_{(requerido)} = 10.07 \text{ cm}^2$$

$$AS_{(cama \text{ sup.})} = 08.55 \text{ cm}^2$$

$$Diferencia \text{ o } AS_{(necesaria)} = 01.52 \text{ cm}^2$$

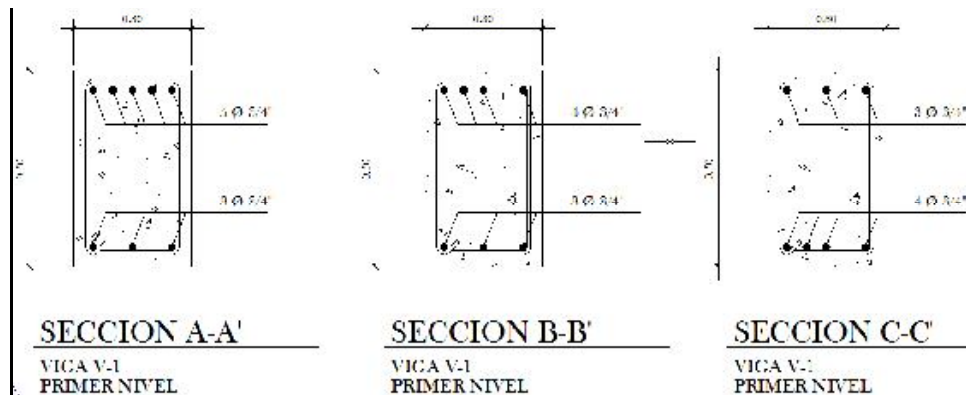
La diferencia entre acero requerido y acero de las camas superior e inferior se compensa con bastones y una tensión como se muestra en la figura 24:

Figura 24. Detalle de refuerzo longitudinal, viga V-1



VIGA V-1

PRIMER NIVEL, EJE Y



Refuerzo a corte:

El refuerzo a corte tiene la función de resistir el corte actuante, que el concreto no es capaz de resistir, este refuerzo se le da a las vigas por medio de estribos rectangulares, los cuales también sirven para confinar el hormigón y para que el refuerzo longitudinal permanezca en la posición correcta.

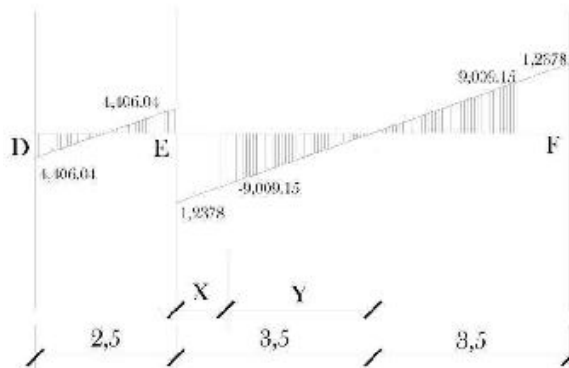
Corte que el concreto resiste (V_r)

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$
$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 30 * 46 = 9009.15 \text{ kg}$$

Según análisis estructural y como se muestra en la figura 23, el corte actuante es: $V_u = 12,378.00 \text{ kg}$. Entonces como $V_u > V_r$ ($12,378 \text{ kg} > 9,009.15 \text{ kg}$) se deben diseñar estribos por corte.

Se determinó por regla de tres, que se deberá confinar en una longitud $X = 0.95 \text{ m}$ $X \approx 1.00 \text{ m}$ dado que el concreto resiste el corte actuante en una longitud $Y = 2.55 \text{ m}$ desde el centro de la viga hacia ambos extremos (ver figura 25).

Figura 25. Diagrama de corte en viga V-1



Sabido que se usará un diámetro de 3/8" para los estribos, se procede a calcular el espaciamiento entre ellos, de la siguiente manera:

$$\gamma_u = \frac{V_u}{b * d} \qquad S = \frac{2 * A_v * F_y}{\gamma_u * b}$$

$$\gamma_u = \frac{(12,378)}{30 * 46} = 8.97$$

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2810}{8.97 * 30} = 14.82$$

Espaciamiento máximo: $S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{0.46}{2} = 0.23 \text{ m}$

Donde:

S = Espaciamiento

Av = área transversal de la varilla de acero

$$S < S_{max}$$

El Código ACI 318 en el artículo 21.3.3: establece los requisitos mínimos para refuerzo de corte en zona de confinamiento, en resumen estos son:

Deben colocarse estribos en las siguientes regiones de los elementos pertenecientes a marcos:

(a) En una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión;

(b) En longitudes iguales a dos veces la altura del elemento a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a desplazamientos laterales inelásticos del marco.

El espaciamento (S) en zona de confinamiento no debe exceder de:

a) $\frac{d}{4} \left(\frac{46}{4} = 11.5 \text{ cm} \right)$

b) $8 * \emptyset_{varia \text{ longitudinal mas p eq.}} = 8 * 1.9 = 15.24 \text{ cm}$

c) $24 * \emptyset_{estribo} = 24 * 0.95 = 22.8 \text{ cm}$

d) 30 cm

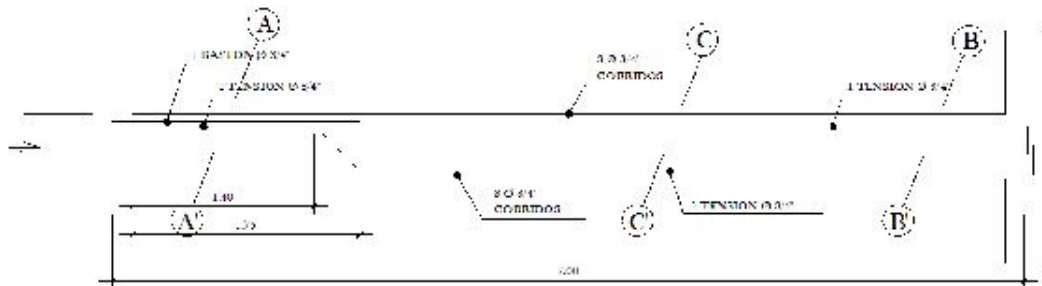
El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm desde la cara del elemento de apoyo.

Se dispone el espaciamiento en zona de confinamiento ($X=1.00$ m) de $S = 10$ cm

El espaciamiento en zona no confinada $= \frac{d}{2} = \frac{46}{2} = 23 \approx 20$ cm

El refuerzo a corte para las vigas 2, 3 y 4 se realiza siguiendo el mismo procedimiento y se muestran los resultados en planos (Detalles constructivos de vigas plano 4/9).

Figura 26. Detalle de refuerzo transversal, viga V-1



2.1.5.3 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales destinados a soportar cargas principalmente de compresión pero también de flexión. Las cargas que soporta la columna se toman del área tributaria de losas, vigas y otras cargas actuantes sobre la columna más cargada, es decir la columna crítica, los momentos y fuerzas horizontales se toman del análisis estructural.

El área tributaria se muestra en la figura 3. (Área tributaria de columna crítica y viga crítica) los momentos flexionantes y el corte actuante críticos se tomaron del análisis estructural, los datos de refuerzo se aplican a las columnas restantes del mismo tipo (se hará el procedimiento para el diseño de la columna tipo C-2, la columna principal del segundo nivel):

Datos:

La columna C-2 (columna principal del segundo nivel) se ve afectada por los momentos últimos $M_x=4,189.85$ kg-m y $M_y=6,898.70$ kg-m (figuras 14 y 15), la columna tiene una longitud de 3 m y longitud entre losa y piso de 2.88.

Solución.

Determinación de las cargas que actúan sobre la columna:

Carga última (CU):

$$CU = 1.4(CM) + 1.7(CV) = 1.4(378.00) + 1.7(100) = 699.2 \text{ kg/m}^2$$

Factor de carga última (FCU):

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{699.20 \text{ kg/m}^2}{378 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2} = 1.4627$$

Peso de vigas (Pv):

$$Pv = (b * h * \gamma_{concreto} * l_{viga})$$

$$Pv = 4.75 * 0.5 * 0.3 * 2400 + 3.75 * 0.3 * 0.2 * 2400 = 2250.00 \text{ kg}$$

Carga última axial (PU):

$$PU = A_t * CU + P_{viga} * FCU$$

$$PU = 17.81 * 699.2 + 2250 * 1.46 = 15,737.75 \text{ kg}$$

Cálculo de la esbeltez (E):

Se dice que una columna es esbelta si las dimensiones de su sección transversal son pequeñas en comparación con su longitud.

Las columnas se clasifican según su esbeltez (E) como cortas, intermedias y largas, tomando en cuenta lo siguiente:

- Si $E < 21$ es columna corta
- Si $21 < E < 100$ es columna intermedia
- Si $E > 100$ es columna larga

Si las columnas son cortas, se diseñan con los momentos resultantes del análisis estructural, si las columnas son intermedias, se magnifican sus momentos y si las columnas son largas no se deben construir.

La esbeltez está dada por la siguiente ecuación:

$$E = \frac{K * L_u}{r}$$

Donde: E= esbeltez

K= factor de longitud efectiva

Lu= longitud entre apoyos = 2.88 m

r = radio de giro = 0.3* lado menor

El factor de longitud efectiva (K) depende de la restricción que tiene la columna con los sistemas de piso y entrepiso (sus extremos), o sea, de la relación entre la rigidez (I/L) de la columna y la suma de las rigideces (I/L) de los elementos de restricción en ambos extremos (ψ).

$$K = \frac{20 - \psi_{promedio}}{20} * \sqrt{1 + \psi_{promedio}}$$

Para el eje “X”

$$\psi = \frac{I}{\sum \left(\frac{I}{L_{viga}} \right)} \frac{L_{columna}}$$

- Relación entre rigideces:

$$\psi_{cielo} = \frac{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.30^3}{2.88}}{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.20 \cdot 0.30^3}{3.75} + \frac{\frac{1}{12} \cdot 0.20 \cdot 0.30^3}{3.75}} = 0.2925$$

$$\psi_{piso} = \frac{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.30^3}{2.88} + \frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.30^3}{2.88}}{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.20 \cdot 0.30^3}{3.75} + \frac{\frac{1}{12} \cdot 0.20 \cdot 0.30^3}{3.75}} = 0.585$$

$$\psi_{promedio} = \frac{0.2925 + 0.585}{2} = 0.4388$$

- Factor de longitud efectiva:

$$K = \frac{20 - 0.4388}{20} * \sqrt{1 + 0.4388} = 1.1732$$

- Esbeltez:

$$E = \frac{1.1732 * 2.88}{0.3 * 0.3} = 37.54$$

Para el eje “Y”

- Relación entre rigideces:

$$\psi_{cielo} = \frac{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.30^3}{2.88}}{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.50^3}{4.75} + \frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.50^3}{4.75}} = 0.1778$$

$$\psi_{piso} = \frac{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.30^3}{2.88} + \frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.30^3}{2.88}}{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.50^3}{4.75} + \frac{\frac{1}{12} \cdot 0.30 \cdot 0.50^3}{4.75}} = 0.3556$$

$$\psi_{promedio} = \frac{0.1778 + 0.3556}{2} = 0.2667$$

- Factor de longitud efectiva:

$$K = \frac{20 - 0.2667}{20} * \sqrt{1 + 0.2667} = 1.1104$$

- Esbeltez:

$$E = \frac{1.1104 * 2.88}{0.3 * 0.3} = 35.535$$

Los valores de esbeltez en los dos ejes se encuentran dentro del rango de 21 a 100, la columna se cataloga como intermedia, por lo cual es necesario magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos:

- Magnificador de momentos (δ):

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi P_{cr}}\right)}$$

- Factor de flujo plástico (β_d):

$$\beta_d = \frac{CM_{ULTIMA}}{CU}$$

$$\beta_d = \frac{1.4 * 378}{699.20} = 0.757$$

- EI del material:

$$EI = \frac{(Ec * I)}{250(1 + \beta_d)}$$

$$Ec = 15100 * \sqrt{210} = 218,819.80$$

$$EI = \frac{(218,819.8 * \frac{30^4}{12})}{250(1 + 0.757)} = 3.36 * 10^9 kg - cm \approx 336.26 T - m$$

- Carga crítica de pandeo de Euler:

Establece que una columna cargada concéntricamente fallará por pandeo para una carga crítica igual a:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 336.26}{(1.1732 * 2.88)^2} = 290.70 Ton$$

- Magnificación de momentos (δ):

$\emptyset = 0.70$ para estribos

$\emptyset = 0.75$ para zunchos

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{15.737}{0.70 * 290.70}\right)} = 1.0838$$

Momentos de diseño:

$$MD_x = \delta * MU_x = 1.0838 * 4,189.85 = 4,540.96 kg - m$$

$$MD_y = \delta * MU_y = 1.08389 * 6,898.40 = 7,476.50 kg - m$$

Cálculo del acero longitudinal:

Para éste cálculo se utilizará un método de diseño simple desarrollado por Bresler, que calcula los valores máximos de la carga de compresión que actúa a excentricidades e_x y e_y en secciones con refuerzo simétrico.

Ecuación de la carga inversa de Bresler

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'x} + \frac{1}{P'y} - \frac{1}{P'o}$$

Donde:

$P'u$ = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes.

$P'o$ = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad cero.

$P'x$ = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje x

$P'y$ = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje y.

Si $P'u \geq P_u$, la columna soporta con toda confianza la carga última que se le aplica, de lo contrario deberá reconsiderarse el diseño.

Éste método es suficientemente preciso para el diseño, siempre y cuando $P'u \geq 0.10 P'o$, y no es confiable cuando predomina flexión biaxial acompañada por una fuerza axial menor que $P'o/10$.

Para iniciar, se propondrá un área de acero de 22.8 cm^2 (8 varillas No. 6) equivalente a un 2.53% del área gruesa.

El ACI 318 en su sección 10.9.1 dice: El área de armadura longitudinal para elementos no compuestos sujetos a compresión no debe ser menor que 0.01, ni mayor que 0.08 veces el área bruta A_g de la sección, por lo que el armado propuesto cumple con el rango anterior.

El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, debe calcularse el sistema de cargas resistentes, para lo cual se usan los diagramas de interacción de columnas, por lo tanto se requiere de la estimación de los siguientes datos:

- Valor de la gráfica:

$$\gamma = \frac{h - 2(rec)}{h} = \frac{30 - (2 * 3)}{30} = 0.80$$

- Valor de la curva:

$$\rho_u = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * Ag} = \frac{22.8 * 2810}{0.85(210 * 900)} = 0.40$$

- Excentricidades:

$$e_x = \frac{MD_x}{PU} = \frac{4,540.96}{15,737.75} = 0.2885$$

$$e_y = \frac{MD_y}{PU} = \frac{7,476.50}{15,737.75} = 0.475$$

- Valor de las diagonales

$$e_x/h_x = \frac{0.2885}{0.3} = 0.9616$$

$$e_y/h_y = \frac{0.475}{0.3} = 1.58$$

Con los valores anteriores y el diagrama de interacción se determinan los valores de los coeficientes K_x y K_y .

$$K_x = 0.23$$

$$K_y = 0.12$$

$$P'x = K_x * f'c * b * h = 0.23 * 210 * 30 * 30 = 43,470.00 \text{ kg}$$

$$P'y = K_y * f'c * b * h = 0.12 * 210 * 30 * 30 = 22,680.00 \text{ kg}$$

$$P'o = \emptyset(0.85f'c(Ag - As) + As * fy)$$

$$P'o = 0.70(0.85 * 210 * (900 - 22.8) + 2810 * 22.8) = 154,453.74 \text{ kg}$$

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{43,470} + \frac{1}{22,680} - \frac{1}{154,453.74}$$

$$P'u = 16,498.75$$

$P'u > 0.10 P'o$ por lo tanto el uso de éste método es confiable

$P'u > PU$ por lo tanto la carga última de 15,737.75 kg puede aplicarse en forma segura sobre la columna c-2.

Para el diseño del acero longitudinal de la columna C-1 se sigue el mismo procedimiento que para la columna C-2, los resultados son los siguientes:

Datos: la columna C-1 (columna principal del primer nivel) se ve afectada por los momentos últimos $M_x = 7,343.70$ kg-m y $M_y = 7,328.40$ kg-m (figuras 14 y 15) y una carga última de 46,029.54 kg, para soportarlos se propone una sección de 30 cm x 30 cm y un armado de varillas: 4 No. 8 + 4 No. 6 equivalentes a $31.68 \text{ cm}^2 = 3.5 \%$ de Ag.

- Valor de la gráfica: $\gamma = 0.80$
- Valor de la curva: $\rho_u = 0.55$
- Excentricidades: $e_x = 0.1932$ y $e_y = 0.1927$
- Valor de las diagonales: $e_x/h_x = 0.65$ y $e_y/h_y = 0.64$

$$K_x = 0.42$$

$$K_y = 0.43$$

$$P'x = 79,380.00 \text{ kg}$$

$$P'y = 80,325.00 \text{ kg}$$

$$P'o = 170,811.14$$

$$**P'u = 52,103.3 kg**$$

$P^u > 0.10 P^o$ por lo tanto el uso de éste método es confiable

$P^u > PU$ por lo tanto la carga última de 46,029.54 kg puede aplicarse en forma segura sobre la columna c-1.

Refuerzo de corte:

Para resistir las fuerzas cortantes las columnas deben contar con refuerzo transversal por medio de estribos y/o zunchos. Por otro lado, dado que Guatemala es una zona sísmica, a los elementos estructurales debe proveérseles de suficiente ductilidad, lo que se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal, generalmente colocado en los extremos del elemento (longitud de confinamiento), el resultado del confinamiento es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto, que permite una deformación unitaria mayor del elemento.

- Corte resistente:

$$V_r = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 30 * 27 = 5,287.98 \text{ kg}$$

Se confinará el refuerzo transversal en columnas para proveerles ductilidad, los valores del corte actuante último, según el análisis estructural (figuras 16 y 17) son:

Eje X:	2º nivel = 2261.10 kg	$\xrightarrow{\text{entonces}}$	$V_r > V_a$
	1º nivel = 3224.50 kg	$\xrightarrow{\text{entonces}}$	$V_r > V_a$
Eje Y:	2º nivel = 4575.70 kg	$\xrightarrow{\text{entonces}}$	$V_r > V_a$
	1º nivel = 3553.40 kg	$\xrightarrow{\text{entonces}}$	$V_r > V_a$

En el diseño de estribos por corte, se utilizarán estribos de diámetro de 3/8”
($A_s = 0.71 \text{ cm}^2$)

- Refuerzo por confinamiento:

Según el código ACI 318-99 sección 21.10.5.1 El espaciamiento (S_o) no debe ser mayor que el menor de los siguientes valores:

- a) 8 veces el diámetro de la varilla longitudinal más pequeña:

$$S_o < 8(1.905) = 15.24 \text{ cm}$$

- b) 24 veces el diámetro de la varilla de amarre:

$$S_o < 24(0.9525) = 22.86 \text{ cm}$$

- c) La mitad de la dimensión de la menor sección transversal del elemento:

$$S_o < \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

- d) $S_o < 30 \text{ cm}$

Cálculo del espaciamiento en zona confinada (S_o):

$$S_o = \frac{2 * A_v}{\rho_s * L_{nucleo}}$$

ρ_s = Relación volumétrica:

$$\rho_s = 0.45 * \left(\frac{A_g}{A_{nucleo}} - 1 \right) * \left(\frac{0.85 f'c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 * \left(\frac{30^2}{24^2} - 1 \right) * \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 0.016079$$

$$S_o = \frac{2 * 0.71}{0.016 * 24} = 3.70 \text{ cm}$$

El espaciamiento en zona de confinamiento debe ser de 4.00 cm, con estribos de 3/8"

- Longitud de confinamiento (Lo):

Según el código ACI 318-99 sección 21.10.5.1, La longitud de confinamiento no debe ser menor que las siguientes opciones:

- a) La sexta parte del claro libre

$$\frac{L}{6} = \frac{2.88}{6} = 0.48 \text{ m}$$

- b) La mayor dimensión de la sección transversal del elemento,

$$L = 30.00 \text{ cm}$$

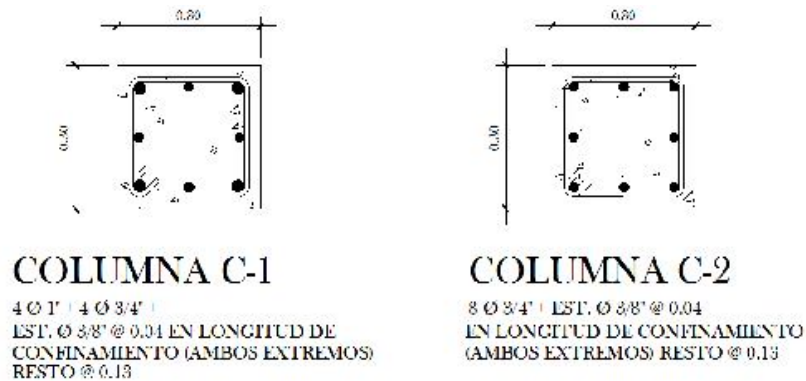
- a) 50 cm

Debe de confinarse en una longitud de 0.50 m medido desde la cara del nudo, en una longitud que abarca el espesor de la viga mas peraltada ($V1 = V2 = 0.5 \text{ m}$) y en la longitud de desplante (ver figura 27 y longitud de confinamiento en detalle de confinamiento de columna en el plano 4/9).

- Espaciamiento en zona no confinada:

$$S = \frac{d}{2} = \frac{27.00}{2} = 13.50 \text{ cm}$$

Figura 27. Detalle de columnas C1 y C2



2.1.5.4 Diseño de cimientos

La cimentación o subestructura es aquella parte de la estructura que se coloca por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo. Todos los suelos se comprimen al someterlos a cargas y causan asentamientos en la estructura soportada. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que, en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine.

Para limitar los asentamientos de la manera indicada, es necesario transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente y distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto. Si no se encuentran suelos adecuados, es necesario recurrir a métodos para la mejorar la resistencia del suelo (como lo es el caso de éste diseño) o a cimentaciones profundas.

Estabilización de suelos:

El valor soporte determinado por medio de la ecuación fórmulada por Terzaghi y con los datos del ensayo triaxial es de 2.73 ton/m^2

El valor de la capacidad de carga del suelo es muy bajo lo que indica que el suelo no es apto para soportar cargas moderadamente grandes, por lo que debe someterse a cierto tratamiento para aprovechar mejor sus cualidades, de manera que pueda soportar el peso de la estructura.

Existen varios procedimientos que pueden seguirse para lograr mejoría de las propiedades del suelo pero la elección adecuada de cada uno depende del tipo de suelo del que se trate, entre los métodos de estabilización de suelos usados en nuestro medio se encuentran:

- Estabilización por compactación
- Estabilización con cal
- Estabilización con cemento portland
- Estabilización con productos asfálticos
- Estabilización por electro-osmosis

Y otros

Las características que debe satisfacer un suelo para que los resultados de la compactación sean verdaderamente satisfactorios son:

- Límite líquido < 50%
- Índice plástico < 18%
- El material que pase por el tamiz 200 deber ser menor que el 5%
- El contenido de materia orgánica no debe sobrepasar el 2% del peso

Además si se trata un material arcilloso generalmente es necesario pulverizar los terrones para que se mezclen bien con el cemento y a la vez requieren mayor cantidad de aglomerante, lo que aumenta los costos (situación que no se presenta en los suelos del caserío Caliaj).

El método con el que se mejorará el valor soporte para éste proyecto es el de estabilización con cemento y material selecto para el cual se presentan a continuación resultados obtenidos en cuanto a porcentajes de cemento empleado (tabla VII) y resistencias a la compresión obtenidas según el tipo de material a mezclar (tabla VIII)

Tabla VII. Porcentaje de cemento según el tipo de suelo a compactar

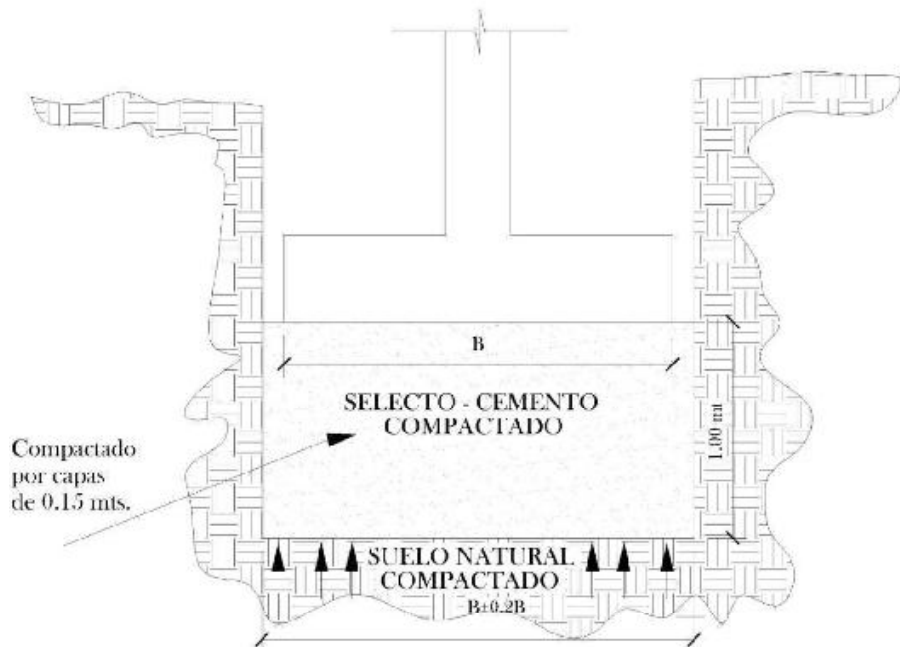
TIPO DE SUELO	% DE CEMENTO A EMPLEAR
Grabas	de 5% a 10%
Arenas	de 7% a 12%
Sedimentos	de 12% a 15%
Arcillas	de 12% a 20%

Tabla VIII. Resistencia a la compresión obtenida según el tipo de suelo o material a mezclar

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
tipo de suelo	resistencia a la compresión (psi)
Arcilla plástica, suelo orgánico	50
Limo, limo-arenoso, arena no bien graduada, suelo ligeramente orgánico	50 - 150
Arcilla limosa, arcilla-arenosa, arena y grava no bien graduadas	100 - 250
Arena limosa, arena, grava	250 - 500
Arena arcillosa bien graduada, arena y grava bien graduadas, mezcla de grava-arena	400 - 1500

La forma de aplicación de la mezcla de material selecto y cemento para zapatas, bajo la asesoría de personal de la sección de Mecánica del CII y del catedrático de mecánica de suelos, (quien posee una maestría en Geotecnia y Construcción) se determinó de la siguiente manera: profundidad = 1.00 m y sección = 20% mayor que la sección de la zapata. La resistencia del suelo obtenida correspondiente a un porcentaje de mezcla del 10% de cemento con 90% de material selecto, aplicada sobre suelo particular es aproximadamente de 100 psi.

Figura 28. Substitución de suelo natural por suelo cemento



La resistencia del suelo o capacidad de carga resultante convertida de psi a toneladas sobre metro cuadrado es:

$$q_d = 100 \text{ lbs/plg}^2 = 70.32 \text{ ton/m}^2$$

Este valor de resistencia del suelo será afectado por un factor de seguridad 3 para tener la seguridad que no se exceda la capacidad soporte del suelo que soportará las cargas transmitidas y para que los asentamientos se mantengan dentro los límites tolerables.

Al aplicarle el factor de seguridad a la capacidad de carga se obtiene el valor soporte como sigue:

$$V_s = \frac{q_d}{3}$$
$$V_s = \frac{70.32 \text{ ton/m}^2}{3} = 23.44 \text{ ton/m}^2$$

Siendo este valor el que se usará para diseñar las cimentaciones.

Diseño de zapata.

La zapata se consideró de sección cuadrada, los datos necesarios para el diseño son el valor soporte del suelo y los momentos resultantes del análisis estructural.

Datos:

$$P_u = 47,290.96 \text{ kg}$$

$$M_x = 7,219.65 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 6,885.60 \text{ kg-m}$$

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

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

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

$$V_s = 23.44 \text{ T/m}^2$$

$$FCU = \frac{CU}{CM+CV} = 1.46$$

Cargas de trabajo:

FCU = 1.46 (determinado en el diseño de columnas)

$$Pt = \frac{Pu}{FCU} = \frac{47.29T}{1.46} = 32.39 T$$

$$Mt_x = \frac{Mx}{FCU} = \frac{7.22 T - m}{1.46} = 4.945 T - m$$

$$Mt_y = \frac{My}{FCU} = \frac{6.885 T - m}{1.46} = 4.716 T - m$$

Área de la zapata:

Para zapatas cargadas concéntricamente, el área requerida se determina a partir de:

$$Az = 1.5 * \frac{Pt}{Vs}$$

Observación: la determinación de esta área se basa en las cargas de servicio y presiones del suelo sin amplificar, esto se debe a que para el diseño del área de la zapata la seguridad la proporciona el factor de seguridad global que se le aplicó a la capacidad de carga del suelo para obtener el valor soporte con el que se diseñará.

$$Az = 1.5 * \frac{32.39 T}{23.44 \frac{T}{m^2}} = 2.07 m^2$$

Se propone una zapata cuadrada de 1.8 m x 1.8 m:

$$\text{Área} = 1.8 m \times 1.8 m = 3.24 m^2$$

Presión sobre el suelo:

Se debe chequear que la presión que las cargas de trabajo ejercen sobre el suelo no exceda la capacidad soporte del mismo y que tampoco generen tensiones en ningún punto de la base de la zapata, empleando la siguiente expresión:

$$q' = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mt_x}{Sx} \pm \frac{Mt_y}{Sy}$$

$$Sx = Sy = \frac{b * h^2}{6} = \frac{1.8 * 1.8^2}{6} = 0.972$$

$$q' = \frac{32.39}{3.24} \pm \frac{4.945}{0.972} \pm \frac{4.716}{0.972}$$

$$q'_{max} = 19,940.00 \text{ kg/m}^2$$

La presión máxima no excede al valor soporte del suelo

$$q'_{min} = 58.00 \text{ kg/m}^2$$

La presión mínima no resulta negativa, es decir que no existe tensión en el suelo

Una vez determinada el área requerida de la zapata, esta debe diseñarse para desarrollar la capacidad necesaria para resistir todos los momentos, cortantes y otras acciones internas que producen las cargas aplicadas. Con este propósito se le aplica el factor de carga última, al igual que a todos los demás componentes estructurales.

Las presiones ejercidas por la zapata sobre su base varían de un punto a otro, sin embargo para efectos de diseño se determina una presión constante, la cual puede ser un valor promedio, pero si se quiere tomar un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, esta debe estar afectada por el factor de carga última:

Presión última de diseño:

$$q_{dis} = q_{max} * FCU = 19.94 T/m^2 * 1.46 = 29.11 T/m^2$$

Cortante:

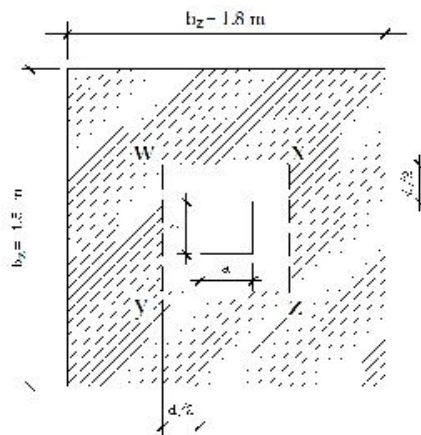
Luego de determinada el área de la zapata, debe determinarse su altura h . En zapatas de éste tipo (aisladas) la altura efectiva o peralte d es regulado principalmente por cortante. El comportamiento de las zapatas ante fuerzas cortantes se parece al de las losas planas en inmediaciones de las columnas, sin embargo a diferencia de las losas, por lo general no es económico utilizar refuerzo a cortante en zapatas, por esta razón únicamente se analizará aquí el diseño de zapatas donde todo el cortante lo toma el concreto.

En zapatas se distinguen dos tipos diferentes de resistencia a cortante: cortante en dos direcciones o punzonamiento y cortante en una dirección o corte simple.

- **Corte por punzonamiento:**

La columna sostenida por una zapata (figura 29) tiende a provocar punzonamiento a causa de los esfuerzos cortantes que actúan en la zapata alrededor del perímetro de la columna (perímetro wxyz), a una distancia $d/2$ desde las caras de la columna.

Figura 29. Área de zapata que provoca corte por punzonamiento



$d = \text{peralte asumido} - \text{recubrimiento} - \emptyset/2$

$$d = 40 - 8.00 - 1.90/2 = 31.05 \text{ cm}$$

$b_o = \text{perímetro donde actúa el corte (línea punteada)}$

$$b_o = 2(a + d) + 2(b + d)$$

$$b_o = 2(30 + 31.05) + 2(30 + 31.05)$$

$$b_o = 244.20 \text{ cm}$$

Corte actuante:

La fuerza cortante que actúa sobre el perímetro b_o es igual a la presión total hacia arriba menos la presión que hay dentro del perímetro $wxyz$, o sea:

$$V_{act} = q_{dis}(b_z^2 - (a + d)^2)$$

$$V_{act} = 29.11(1.8^2 - (0.3 + 0.3105)^2) = 83.47 \text{ Ton}$$

Corte resistente:

$$V_c = \emptyset * 1.06 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

$$V_c = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 244.20 * 31.05 = 99.00 \text{ Ton}$$

$$V_c > V_{act}$$

Dado que el corte resistente es mayor que el corte actuante, la altura $h=40 \text{ cm}$ es adecuada para resistir el corte por punzonamiento.

- **Corte simple:**

Corte actuante:

$$V_{act} = q_{dis} * b_z * \left(\frac{b_z - b}{2} - d \right)$$

$$V_{act} = 29.11 * 1.8 * \left(\frac{1.8 - 0.30}{2} - 31.05 \right) = 23.02 \text{ T}$$

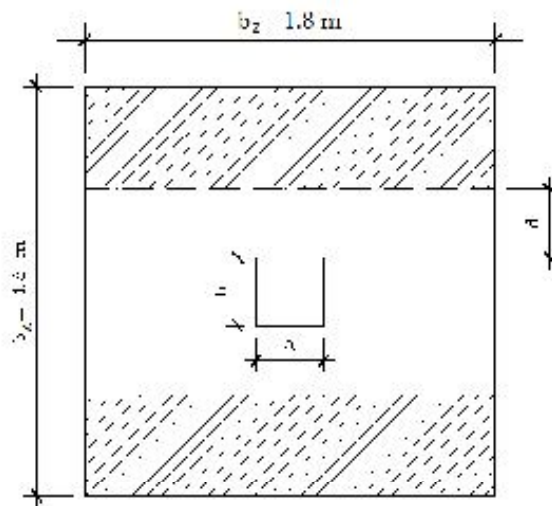
Corte resistente:

$$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b_z * d$$
$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 180 * 31.05 = 36.49 T$$

$$V_c > V_{act}$$

Dado que el corte resistente es mayor que el corte actuante, la altura $h=40 \text{ cm}$ es adecuada para resistir el corte simple.

Figura 30. Área que provoca corte simple en zapata

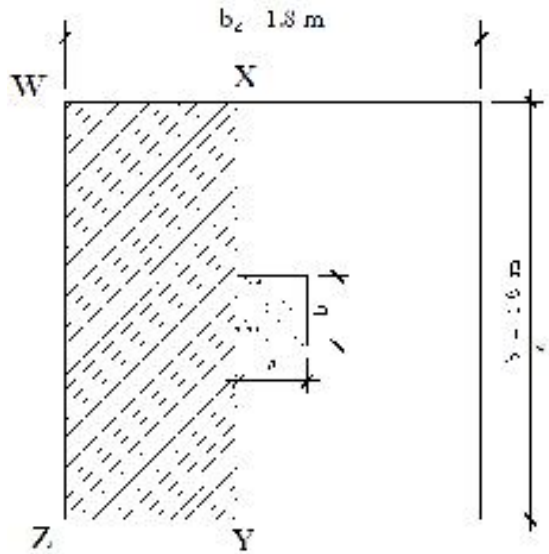


- **Flexión:**

La presión del terreno que soporta la zapata, actúa hacia arriba, generando un momento flector sobre una línea a lo largo de la cara de la columna. La presión del área $wxyz$ genera un momento con respecto a xy (ver figura 31). El refuerzo perpendicular a esta sección se calcula a partir de este momento flector.

En éste caso por ser una zapata cuadrada, el momento el refuerzo se distribuye uniformemente a lo ancho y largo de la zapata, es decir el espaciamiento es constante.

Figura 31. Área de zapata que provoca momento flector en zapata



Momento a flexión.

El análisis a flexión para la zapata se realiza con el mismo principio que para el de losas en voladizo (debe considerarse una franja unitaria de 1.00 m para simplificar el análisis).

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

$$M_u = \frac{q_{dis} * \left(\frac{b_z}{2} - \frac{b}{2}\right)^2}{2} = \frac{29.11 * \left(\frac{1.8}{2} - \frac{0.3}{2}\right)^2}{2} = 8.19 T - m$$

$$A_s = \left(100 * 31.05 - \sqrt{\left((100 * 31.05)^2 - \frac{8187.2 * 100}{0.003825 * 210} \right)} \right) * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = 10.72 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d = \frac{14.1}{2810} * 100 * 31.05 = 15.58 \text{ cm}^2$$

Se utilizará como refuerzo el área de acero mínimo, por ser mayor que área de acero requerido.

$$S = \frac{Av * 100}{As} = \frac{2.85 * 100}{15.58} = 18.29 \text{ cm}$$

El refuerzo de la zapata será 11 varillas No. 6 @ 0.15 cm, en ambos sentidos.

El ACI 10.5.4 recomienda usar en el diseño de zapatas y losas, como cuantías mínimas de refuerzo, los requisitos de de acero mínimo para control de agrietamiento por retracción de fraguado y temperatura para losas estructurales. Debido a que éste valor resultó ser de menor magnitud, se optó por la cuantía mínima indicada en el procedimiento anterior.

2.1.6 Instalaciones eléctricas

Fuerza.

Para la instalación de electricidad y fuerza se colocará un circuito en el primer nivel (cuatro tomacorrientes en cada aula) y dos circuitos en el segundo (tres tomacorrientes en cada aula, tres en la bodega y tres en la dirección ver distribución de circuitos en el plano 6/9). Se colocarán tomacorrientes dobles tipo placa, en cajas rectangulares con alimentación de alambre calibre 12 conducido en poliducto de ¾". El tablero de distribución será de 6 polos, colocado a una altura de 1.70 m,

Iluminación.

Para la instalación de electricidad e iluminación se colocarán dos circuitos para cada nivel. En el primer nivel se colocarán cuatro lámparas en cada aula, dos en cada servicio sanitario y cuatro en pasillos. En el segundo nivel se colocarán cuatro lámparas en cada aula, dos en la bodega, dos en la dirección, tres en los pasillos y una en el módulo de gradas. La iluminación será con bombillas y plafoneras cerámica. El alambre será calibre 12 para la alimentación y calibre 10 para la acometida., se conducirá en poliducto de diámetro 3/4", se colocarán interruptores dobles para encendido y apagado (ver plano 6/9).

2.1.7 Instalaciones hidráulicas**Agua potable.**

El servicio de agua potable será únicamente para los servicios sanitarios, donde se colocará un circuito general con tubería principal con diámetro de 3/4" y conexiones a artefactos con tubería de diámetro de 1/2" el material de la tubería es PVC.

Drenaje sanitario.

Es el sistema de evacuación de las aguas residuales, desde los servicios a la caja de registro y de esta a la fosa séptica, para esto se utilizará tubería de PVC con diámetros de 3" para las aguas provenientes de lavamanos y mingitorios y de 4" para aguas provenientes de los inodoros y el resto del sistema.

Fosa séptica.

La fosa séptica será para el tratamiento primario de las aguas provenientes de los servicios sanitarios, el efluente que sale de ella debe ser sometido a un tratamiento secundario por medio de un pozo de absorción.

La fosa séptica es un dispositivo que combina los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de lodos, por lo tanto solo trabaja estando llena de agua, así que es de suma importancia e indispensable llenar la misma con este líquido, antes de iniciar su funcionamiento, acelerando así el proceso de maduración.

La fosa séptica está conformada por dos cámaras garantizando un mejor funcionamiento, en el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, digestión de lodos y su almacenamiento, el segundo compartimiento mejora el proceso y evitando que los sólidos sean arrastrados. La fosa séptica tiene un tubo de entrada de PVC (colector) y un tubo de salida que va a dar al pozo de absorción. Tanto el tubo de entrada como el de salida cuentan con una tee sanitaria o una pantalla difusora, la que se coloca en la entrada sirve para disminuir la velocidad de entrada del flujo y evitar que el cieno o lodos acumulados se revuelan, el que se coloca en la salida sirve para retener las natas y otros desechos que podrían ser arrastrados por el efluente; por lo general éstos elementos tienen de 0.15 a 0.30 m. de profundidad dentro del agua.

El período de mantenimiento es aproximadamente un año que varía dependiendo del gasto de aguas a tratar. La falta de un mantenimiento periódico de las fosas sépticas produce acumulación de lodos y por lo tanto disminución del volumen útil y del período de retención. La extracción y limpieza de los lodos en su período de mantenimiento es crucial para el buen funcionamiento de la fosa.

Para el tratamiento del caudal proveniente de los servicios sanitarios se ha diseñado una fosa séptica con dimensiones exteriores de 5.30 m x 2.8 m x 1.7 m (se siguió el mismo procedimiento descrito en la sección 2.2.7 usando una dotación para escuelas) (ver detalles en planos 9/9)

Pozo de absorción.

Un pozo de absorción consiste en una excavación que se hace en la tierra, generalmente con forma cilíndrica y con un diámetro y profundidad variable. El objetivo del uso del pozo de absorción es el de proporcionarle un proceso de filtración al efluente proveniente de la fosa séptica, antes de descargarlo al terreno natural. El proceso que sufre el efluente en el pozo de absorción, es un proceso de filtración natural, con lo que se elimina en gran parte de los sólidos suspendidos aun presentes en el agua. Para el tratamiento del agua proveniente de la fosa séptica de este proyecto se ha diseñado un pozo de absorción con un diámetro de 1.5 m y una profundidad de 9.5 m (dada por la capacidad de absorción del suelo en esa región) (se diseñó siguiendo el procedimiento descrito en la sección 2.2.4 Diseño de posos de infiltración).

2.1.8 Planos constructivos


Los planos constructivos elaborados son: planta de arquitectura, planta acotada, planta de cimentación y columnas, planta de losas y vigas, detalles estructurales, plantas de acabados y de instalaciones sanitarias (drenaje sanitario y agua potable), plantas de instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza), planta de evacuación de aguas pluviales, cortes de muros, elevaciones y secciones, detalles constructivos de fosa séptica, pozos de absorción y otros. (ver anexos)

2.1.9 Presupuesto

El presupuesto consiste en la integración de los costos que representa cada uno de los renglones necesarios para realizar el proyecto y los costos indirectos que representan gastos administrativos, fianzas, supervisión y utilidad.

Los precios que se utilizaron fueron cotizados en ventas de materiales de la región (ferreterías en Panajachel y en el municipio de Sololá), los salarios de mano de obra calificada y no calificada que se utilizaron fueron proporcionados por la municipalidad.

Tabla IX. Presupuesto del edificio escolar para el caserío Caliaj

 <div style="text-align: center;"> <p>CUADRO DE COSTOS UNITARIOS</p> <p>PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO</p> <p>UBICACIÓN: CASERÍO CALIAJ, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ</p> </div> 					
No.	CANTIDAD	UNIDAD	REGLON	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	240.50	m2	Preliminares	Q 21.00	Q 5,050.50
2	97.70	ml	Cimiento corrido	Q 350.00	Q 34,195.00
3	18.00	u	Zapatas Z-1	Q 5,350.00	Q 96,300.00
4	4.00	u	Zapatas Z-2	Q 835.00	Q 3,340.00
5	72.00	ml	Columnas C-1	Q 875.00	Q 63,000.00
6	54.00	ml	Columnas C-2	Q 815.00	Q 44,010.00
7	39.60	ml	Columnas C-3	Q 285.00	Q 11,286.00
8	158.00	ml	Columnas C-4	Q 160.00	Q 25,280.00
9	272.20	m2	Muros y soleras	Q 345.00	Q 93,909.00
10	57.00	ml	Vigas V-1	Q 730.00	Q 41,610.00
11	57.00	ml	Vigas V-2	Q 700.00	Q 39,900.00
12	75.00	ml	Vigas V-3	Q 511.00	Q 38,325.00
13	75.00	ml	Vigas V-4	Q 450.00	Q 33,750.00
14	391.00	m2	Losa	Q 500.00	Q 195,500.00
15	348.00	m2	Piso de granito	Q 265.00	Q 92,220.00
16	56.50	ml	Banqueta de concreto	Q 150.00	Q 8,475.00
17	20.00	u	Electricidad fuerza	Q 580.00	Q 11,600.00
18	32.00	u	Electricidad iluminación	Q 505.00	Q 16,160.00
19	4.00	u	Bajadas de agua	Q 720.00	Q 2,880.00
20	9.00	u	Puertas	Q 1,280.00	Q 11,520.00
21	5.00	u	Puertas (Baños)	Q 1,050.00	Q 5,250.00
22	1.00	u	División metálica plegable	Q 8,600.00	Q 8,600.00
23	70.00	m2	Ventanería	Q 415.00	Q 29,050.00
24	20.00	ml	Baranda	Q 265.00	Q 5,300.00
25	1.00	global	Acabados y detalles	Q 16,900.00	Q 16,900.00
26	38.00	ml	Agua Potable	Q 90.00	Q 3,420.00
27	40.00	ml	Drenajes	Q 185.00	Q 7,400.00
28	5.00	u	Artefactos sanitarios	Q 680.00	Q 3,400.00

29	1.00	u	Modulo de gradas	Q	32,895.50		
29.1	2.00	u	Zapatas Z-1	Q5,350.00		Q 10,700.00	
29.2	24.00	ml	Columnas C-4	Q160.00		Q 3,840.00	
29.3	11.60	ml	Columna C-5	Q450.00		Q 5,220.00	
29.4	3.75	ml	Viga	Q310.00		Q 1,162.50	
29.5	12.00	m ²	Losa graderio	Q405.00		Q 4,860.00	
29.6	12.00	m ²	Losa	Q500.00		Q 6,000.00	
29.7	4.20	ml	Baranda	Q265.00		Q 1,113.00	Q 32,895.50
30	25.00	m ³	Fosa séptica	Q	1,515.12		
30.1	22.00	m ²	Preliminares	Q15.00		Q 330.00	
30.2	9.00	ml	Columnas C-4	Q160.00		Q 1,440.00	
30.3	13.50	m ²	conformación de base	Q920.00		Q 12,420.00	
30.4	23.00	m ²	Muros reforzados	Q540.00		Q 12,420.00	
30.5	2.90	ml	Viga	Q420.00		Q 1,218.00	
30.6	13.50	m ²	Losa superior	Q500.00		Q 6,750.00	
30.7	1.00	global	Tubería y complementarios	Q3,300.00		Q 3,300.00	Q 37,878.00
31	1.00	unidad	Pozos de absorción	Q	6,650.00		Q 6,650.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....				Q			1,025,054.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (dolarizado).				\$			128,130.00

2.2 Diseño de sistema del drenaje sanitario para el caserío “Los Robles” San Andrés Semetabaj, Sololá.

2.2.1 Estudio de la población a servir

Según el censo del 2002, el caserío Los Robles tuvo una población de 207 personas, que se clasifican según edades y género como se observa en la tabla X.

Tabla X. Clasificación de la población del caserío Los Robles (%)

Edad	Mujeres	%	Hombres	%	total	%
0-4	19	19	13	12	32	15.4
5-14	25	25	33	30.5	58	28
15-24	16	16	27	25	43	20.7
25-49	27	27	27	25	54	26
50-o mas	12	12	8	7.4	20	9.6
total	99	100.0	108	100.0	207	100.0

Las mujeres representan el 48% de la población del caserío los Robles y los hombres el 52% por lo que son la mayoría en un 4%. Como podemos ver el 65% de la población es menor de 25 años de edad, en la comunidad hay un 15.4% de niños menores de 4 años, el 28% es de 5 a 14 años, 20.7% de jóvenes y señoritas de entre 15 a 24 años, el 26% son personas mayores de 25 a 49 años de edad y solo el 9.6% de ancianos de más de 50 años. En resumen, se puede decir que la población del caserío los robles es mayoritariamente masculina y joven.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se deberá determinar la población actual, (en base a un nuevo censo y/o a la tasa de crecimiento poblacional), a partir de este dato se estimará la población futura para un determinado período de diseño, tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional del caserío. Según la OMP este dato es de 3.25 % anual. En la comunidad viven 41 familias, con un promedio de cinco a seis miembros por familia, en 37 viviendas; en este caserío se hablan tres idiomas el quiche, kaqchiquel y español.

2.2.2 Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de drenaje sanitario, define el diseño de la red del mismo, ya que proporciona las dimensiones exactas de la longitud de cada tramo, las cotas o elevaciones y las coordenadas de puntos a lo largo de la línea del levantamiento topográfico.

2.2.2.1 Planimetría

Es la manifestación de la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario; para éste caso en particular se adoptó el método de conservación del azimut, por ser el más práctico y más usado, aunque para este fin también existen otros métodos como rumbo y distancia, dobles deflexiones, etc.

Las mediciones se realizaron con el equipo siguiente:

Teodolito Sokkia DT 600

Estadal

Brújula

Trípode

Cinta métrica

Plomada

2.2.2.2 Altimetría

La nivelación se realizó, a través de un método indirecto, que es el taquimétrico, el cual permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades, como en los cambios de dirección más importantes, y en los sitios donde posiblemente se construirán las obras complementarias.

De preferencia, la nivelación será referida a un banco de marca B. M. (Bench mark) geodésico referenciado por el Instituto geográfico nacional. En este caso se ha utilizado un banco de marca con cota arbitraria, se han utilizado estacas de madera para referenciar las marcas de nivel.

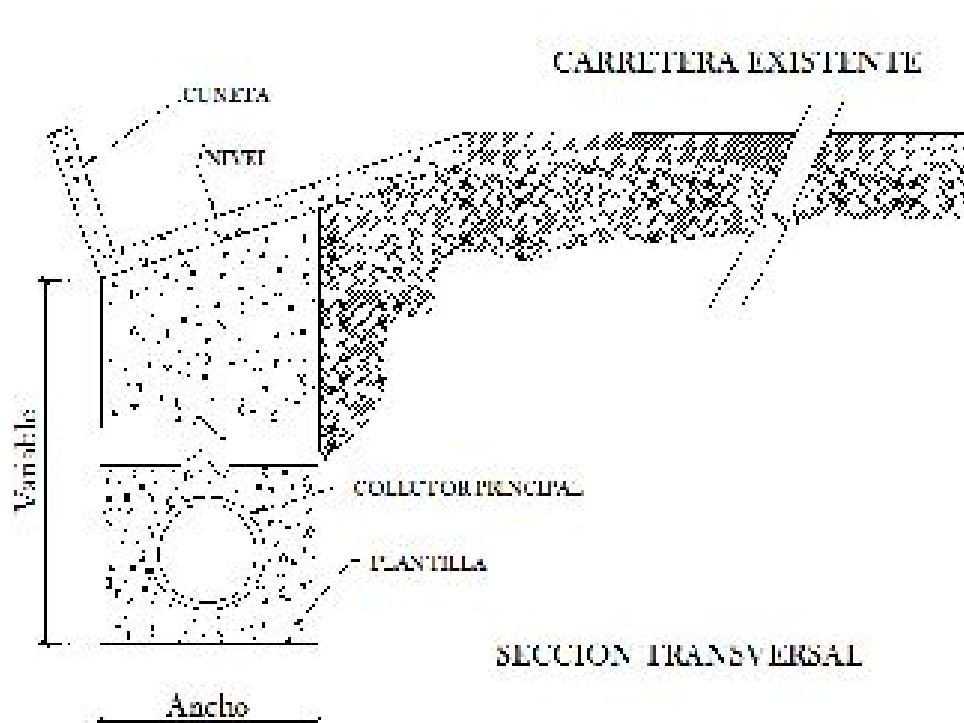
2.2.3 Trazo de red

Las redes de alcantarillado deben ser proyectadas por las vías públicas. De ser necesaria la utilización de predios privados para el desarrollo del sistema de alcantarillado, se deberá contar con la correspondiente autorización en los términos definidos por la ley (Escritura pública).

El trazo del ramal principal se diseñó de acuerdo con la topografía del terreno, para que las profundidades de la tubería sean las más adecuadas y por lo tanto su costo de construcción sea el más bajo. En cuanto a la disposición de la red se adecuó a las necesidades de la población de los robles, debido a que la mayoría de viviendas se encuentran distribuidas en serie, a lo largo de la carretera, en este sector se ha diseñado una línea principal de colectores al que se unen ramales secundarios provenientes de grupos de casa y de casas individuales, estos ramales convergen hacia el ramal principal a un ángulo de 45° el cual a su vez descarga en una fosa séptica y pozos de absorción en el punto más bajo de la comunidad.

De acuerdo con el tipo de alcantarillado proyectado se deben tener en cuenta los siguientes corredores de servicios: los sistemas de alcantarillado pluvial y combinado se localizarán en el eje de las vías (calzada o zona peatonal), y los colectores sanitarios en el centro de la media vía, ya sea en el costado izquierdo o derecho de la misma. En este caso en particular se ubicará la línea principal de la red a un costado de la vía pública debido a que la misma es vía principal de comunicación entre patzun y Godínez, y romper el asfalto existente para su colocación implicaría interrupción del tránsito vehicular y aumento de costo, así mismo mayoría de casas a servir se encuentra a ubicadas a un costado de la carretera. (Ver figura 32)

Figura 32. Localización del colector principal, respecto de la carretera



2.2.4 Tipo de sistema a utilizar

Debido a que la población no cuenta con calles asfaltadas ni un sistema de drenajes anterior al que se está diseñando se ha proyectado para el sector principal un sistema de alcantarillado sanitario del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia, provenientes de calles techos y otras superficies.

La comunidad cuenta con grupos de casas unidas entre sí o muy cercanas, por lo que se ha diseñado para estos sectores, sistemas independientes de evacuación de aguas residuales (módulos sanitarios) el cual consiste en reunir las aguas residuales de un grupo de casas, en un sistema de drenajes y encaminarlas por medio de un colector, para posteriormente brindarles un tratamiento primario y disponer el afluente en un pozo de absorción, excavado en el terreno, para que el estrato arenoso pueda absorberlas.

Este sistema se ha elegido, pensando principalmente en su bajo costo de construcción en relación a otros sistemas y porque en el área se cuenta con disponibilidad de tierras para la construcción de fosas sépticas y Pozos de Absorción. Los componentes de éste sistema son:

Viviendas

Un módulo sanitario debe estar conformado por las casas que se encuentren a menos de 115 m, una de la otra, esto siempre y cuando la topografía del lugar lo permita.

Candela

La candela al igual que la trampa de grasa representa el inicio de un módulo sanitario. La candela es el elemento encargado de recibir en un principio, las aguas negras provenientes de todos los sanitarios lavables de la casa.

Este elemento es individual para cada casa y solamente recibe aguas que contengan sólidos. A este elemento no se pueden conectar lavamanos, pilas, duchas, letrinas, etc. únicamente se pueden conectar sanitarios lavables.

Trampa de grasa

La trampa de grasa es el elemento encargado de recibir en un principio las aguas servidas provenientes de duchas, pilas, lava trastos, lavamanos, etc. que haya en la casa. Este elemento es individual para cada casa y por ningún motivo se pueden conectar a la trampa de grasa: sanitarios lavables o líquidos que transporten sólidos.

La trampa de grasa es el dispositivo que impide que las grasas pasen a otros elementos del sistema de drenajes.

Conectores

Se trata de la tubería de PVC que reúne las aguas servidas y negras, recibéndolas después de la trampa de grasa y candela y transportándolas hasta la fosa séptica.

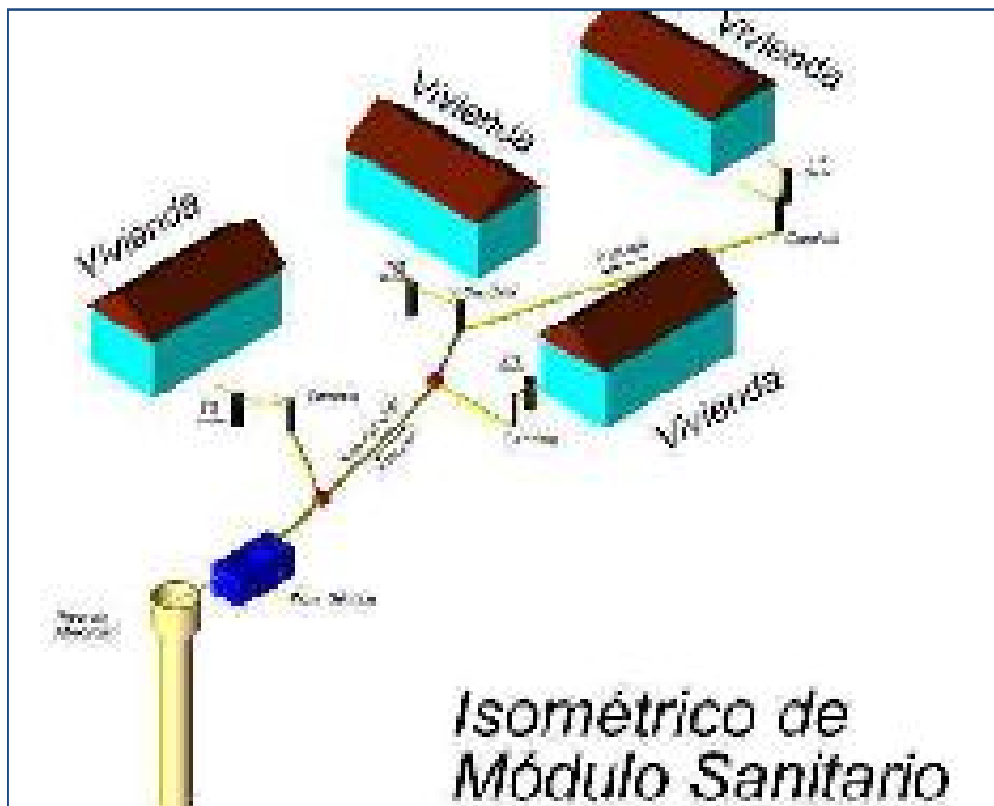
Fosa séptica

La fosa séptica es el elemento principal en este tipo de sistema de drenaje. Aquí se reciben las aguas negras y las aguas servidas de todas las casas que pertenecen al módulo sanitario, en estas aguas hay presencia de sólidos, la función de la fosa séptica es recibir los sólidos (heces) y por medio de un proceso de retención de 24 a 48 horas, convertir estos sólidos en lodos sedimentables (ver sección 2.2.7).

Pozo de absorción

El pozo de absorción tiene la función de infiltrar las aguas provenientes de la fosa séptica hacia un lecho arenoso. Es la culminación de la construcción de un módulo sanitario, dependiendo de las cualidades del terreno se determinan las dimensiones del mismo (ver sección 2.2.8).

Figura 33. Isométrico de sistema independiente de evacuación de aguas residuales.



Fuente:

Ricardo Carillo, *Alternativa para la construcción de drenajes por módulos sanitarios*, Anexo No. 7

2.2.5 Período de diseño

Está determinado por el tiempo de vida de los materiales, de las condiciones económicas de la comunidad y por algunas normas establecidas que rigen los diseños de alcantarillados sanitarios en nuestro medio.

En este proyecto se estiman 20 años para el período de diseño.

2.2.6 Diseño de la red

En este proyecto se utilizó tubería de PVC, norma ASTM F-949, se aconseja que la velocidad de flujo en las líneas de drenaje sanitario no sea menor de 0.40 mts/seg, esto para prevenir el azolvamiento en la tubería; ni mayor de 3.00 mts/seg, esto para evitar la abrasión y erosión de la tubería debido a los sólidos que transporta el flujo.

2.2.6.1 Población de diseño

Un sistema de alcantarillado sanitario debe diseñarse para trabajar hidráulicamente bien, desde que se pone en funcionamiento, hasta el final del período de diseño, por lo tanto, es indispensable conocer la población a la cual se va a servir al inicio y al final de su período de vida. Para estimar el número de habitantes a futuro de una población, existen varios métodos, entre ellos:

- Método del incremento aritmético
- Método del incremento geométrico
- Método entre comparación con otras poblaciones
- Método de mínimos cuadrados
- Método de incrementos diferenciales

Para el cálculo de la población en éste proyecto, se utilizo el método del incremento geométrico.

El método de incremento geométrico es el más utilizado para el cálculo de poblaciones en los países en vías de desarrollo como Guatemala debido a que la población crece a un ritmo geométrico o exponencial. Este método tiene la ventaja de que no requiere de muchos datos para su aplicación y se adapta mas a la realidad; su desventaja es que se puede sobreestimar la población.

$$P_f = P_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = Población buscada

Po = Población de último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Diferencia de años

Al utilizar el método de incremento geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, con los datos de tasa de crecimiento de 3.25 por ciento dato obtenido en la Oficina Municipal de Planificación (OMP) de San Andrés Semetabaj y con la población actual, se determinó la población a futuro para el período de diseño de **20** años:

$$P_{2028} = P_{2008} * (1 + r)^n$$

$P_{2008} = 324$ habitantes

$r = 3.24\%$

$n = \text{período de diseño} = 20$ años

$$P_{2028} = (324) * (1 + 3.24/100)^{20}$$

$$P_{2028} = 615 \text{ habitantes}$$

2.2.6.2 Dotación

Es la cantidad de agua asignada a una persona durante un día y se expresa en litros/habitante, los factores que se consideran en el consumo de agua son los siguientes: clima, costumbres higiénicas, nivel de vida, actividad productiva, medición de consumo, tamaño de la comunidad, servicios públicos, calidad de agua, facilidad de drenajes, administración del sistema y presión del mismo.

La dotación de agua del caserío los robles es de 125 litros/habitante/día, esta se tomo según la información proporcionada por la Oficina Municipal de Planificación (OMP) de la municipalidad de San Andrés Semetabaj.

2.2.6.3 Factor de retorno

Es el factor que indica la cantidad de agua que las personas retornan al alcantarillado sanitario, la cual se considera entre el 70 por ciento y 90 por ciento de la dotación del agua potable asignada a cada persona. Es sabido que no toda el agua potable que entra a una vivienda regresa al alcantarillado sanitario por razones de uso en riegos, consumo humano, limpieza, etc. Para este proyecto se utilizo un factor de retorno del 90 por ciento.

2.2.6.4 Factor de flujo instantáneo (FH)

También llamado Factor de Harmond (F.H.), este factor representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad. Este factor actúa en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje, para su cálculo se procede de la siguiente manera:

$$F. H. = \frac{\left(18 + P^{\frac{1}{2}}\right)}{\left(4 + P^{\frac{1}{2}}\right)}$$

Donde:

F.H. = Factor Harmond

P = Población en miles de habitantes

El factor de flujo instantáneo no es constante para todo el sistema de alcantarillado, si no por el contrario varia por cada tramo de acuerdo al número de habitantes acumulados en ese tramo, por lo tanto también es diferente el valor de flujo actual al valor de flujo futuro.

2.2.6.5 Relación de tirante y diámetro

El tirante es la altura que alcanzan las aguas negras dentro de la tubería, esta altura deberá ser mayor al 10% del diámetro de la tubería y menor al 75% de la misma, estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto así como su funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

2.2.6.6 Caudal sanitario

El caudal sanitario es la suma de los caudales que contribuyen al sistema

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{c.ilicitas}}$$

Cada uno de estos caudales en la fórmula anterior se describe a continuación.

2.2.6.6.1 Caudal domiciliar

Es el agua que proviene del desecho domestico, está relacionada con la dotación y suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida al alcantarillado sanitario (referida en la sección 2.2.5.3). El caudal domiciliar está dado por la fórmula siguiente:

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{(\text{dotación} * \text{No. de habitantes} * F.R.)}{86,400}$$

Donde:

Q dom = Caudal domiciliar (litros/seg)

F. R. = Factor de retorno

86,400 = Constante que resulta de conversiones

2.2.6.6.2 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad de la tubería, de la permeabilidad del terreno, altura de la napa freática, la posibilidad de inundaciones periódicas, al tipo de juntas y a la calidad de mano de obra utilizada y a la supervisión técnica. Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o litros diarios por kilometro de tubería; se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, que supone un valor de 6.00 metros por cada casa, cuya dotación de infiltración varía entre 12,000 y 18,000 litros/km/dia.

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf} * \frac{(mt\ tubo + No.\ de\ casas * 6)}{1000}}{86400}$$

Donde:

Q inf = Caudal de infiltración (litros/seg)

F_{inf} = Factor de infiltración (litros/kilometro/dia)

86,400 = Constante que resulta de conversiones

2.2.6.6.3 Caudal comercial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3,000 litros/comercio/día. Particularmente para este proyecto se utilizará el 20% del caudal domiciliar (según para metros de INFOM)

$$Q_{com} = \frac{(No.de\ com * dot)}{86,400} \quad \text{ó} \quad Q_{com} = factor * Q_{dom}$$

Donde:

Q com = Caudal comercial (litros/seg.)

Dot = Dotación de comercios (litros/comercio/día)

No de com. = Número de comercios

86,400 = Constante que resulta de conversiones

2.2.6.6.4 Caudal industrial

Es el agua residual proveniente de las industrias, como fabricas de textiles, licoreras, etc. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada, se puede estimar entre 1,000 y 1,800 litros/industria/día, el cual dependerá del tipo de industria. Para este proyecto no se consideró este caudal, dado que en la comunidad no existe ninguna industria.

$$Q_{ind} = \frac{(No.de\ industrias * dot)}{86,400}$$

Donde:

Q ind = Caudal industrial (litros/seg.)

Dot = Dotación de industrias (litros/industria/día)

86,400 = Constante que resulta de conversiones

2.2.6.6.5 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan el caudal de agua pluvial al alcantarillado sanitario, se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5 por ciento.

Como el cálculo de caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias; una de las formas para calcularlo es por el método racional, dada la siguiente fórmula:+

$$Q_{c.ilicitas} = \frac{(C \times i \times A)}{360} * \% \text{ viv.}$$

Donde:

Q c. ilícitas = Caudal de conexiones ilícitas (mts3/seg)

C = Coeficiente de escorrentía, varía en función de la superficie

% viv. = porcentaje de viviendas que se conectan ilícitamente

i = Intensidad de lluvia (mm/hora)

A = Área factible a conectar (techos y patios) (Ha.)

360 = Constante que resulta de conversiones

Así mismo, las normas generales para diseño de alcantarillado del INFOM indican (inciso 2.8 c) que el caudal por concepto de conexiones ilícitas será del 10% del caudal domestico, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto. Particularmente para este proyecto se utilizará un 20 % del caudal domestico, por no existir en el caserío un sistema de drenaje pluvial.

Cuando se han determinado y estimado los caudales descritos anteriormente se calcula el caudal sanitario, que a su vez, al ser dividido entre el número de habitantes, produce un factor de caudal medio:

$$f_{qm} = \frac{(Q \text{ sanitario})}{\text{número de habitantes}}$$

Donde:

fqm. = Factor de caudal medio.

Existen otros parámetros establecidos en base a la experiencia, para la obtención del fqm:

- fqm = 0.0046 según INFOM
- fqm = 0.0030 según Municipalidad de Guatemala

"0.0020 < fqm < 0.0050 según DGOP (Dirección General de Obras Publicas), si el factor está entre esos dos límites, se utiliza el calculado, en cambio si es inferior o excede se utiliza el límite más cercano, según sea el caso"

2.2.6.7 Caudal de diseño

Es el caudal máximo de aguas servidas que transportará el alcantarillado sanitario en los diferentes puntos donde ésta fluya.

Está dado por la siguiente fórmula:

$$Q_{dis} = \text{No. de habitantes} * F.H.* f_{qm}$$

Donde:

Q_{dis} = Caudal de diseño

No. de habitantes = número de habitantes (actual y futuro)

F. H. = Factor de Harmond

fqm = Factor de caudal medio

2.2.6.8 Velocidades mínimas y máximas

La velocidad de un tramo de alcantarillado debe cumplir las siguientes condiciones:

La velocidad mínima a será:

$V_{min} = 0.6$ m/seg. Para tubería de concreto

$V_{min} = 0.4$ m/seg. Para tubería de PVC.

No importando la sección a la cual esté trabajando el tubo, debido a que no siempre es posible obtener dicha velocidad por los flujos bastante bajos que resultan de los ramales que sirven a sólo unas cuantas casas; se acepta una pendiente mínima de 2%, la cual garantiza el flujo libre. La velocidad mínima tiene, como principal objetivo, evitar que no ocurra el efecto de decantación de los sólidos, pero también, es importante tomar en cuenta las velocidades altas que producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspenso provocan un efecto desgastador a la tubería, por lo cual, se recomienda para caudales sanitarios una velocidad máxima de:

$V_{max} = 3.00$ m/seg. para tubería de concreto

$V_{max} = 4.00$ m/seg. para tubería de PVC.

2.2.6.9 Cotas invert

Es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, se debe de verificar que la cota invert sea al menos igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las Cotas invert se calculan con base a la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y el otro. Se debe seguir las siguientes reglas para el cálculo de cota invert:

- La cota invert de salida de un pozo, se coloca al menos tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es mayor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará al menos, a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.
- El diámetro de la tubería, es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas, para evitar que la tubería se obstruya, las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal y de la Dirección General de Obras Públicas, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8” para tubería de concreto y 6” para tubería de PVC, en el drenaje sanitario.

2.2.6.10 Pozos de visita

Son estructuras que se construyen para limpiar y verificar el buen funcionamiento de la red. Construidos de barro cocido, tubos de concreto o PVC, constan de un ingreso circular con diámetro de entre 60 a 75cms, con tapadera y brocal de concreto reforzado, la altura de los pozos está en función de la profundidad de la tubería; se recomienda colocarlos en los casos siguientes:

- En el inicio de cualquier ramal
- Cambio de pendientes
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Cuando se presente un cambio de diámetro
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros, hasta de 24”
- En las curvas no más de 30 metros

2.2.6.11 Conexiones domiciliarias

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central, ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado sanitario es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico.

Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

Candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección o candela, construida de mampostería o con tubos de concreto, colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 cm; si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Las cajas deben de estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan a la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central, la altura mínima de la candela será de 1.00 metro.

Tubería secundaria

La conexión de la candela con el colector principal se hace por medio de ésta tubería, debe tener un diámetro mínimo de 4 pulgadas, si se trata de PVC y de 6 pulgadas, si se trata de concreto. La pendiente mínima de la tubería secundaria deberá ser del 2 por ciento y la máxima del 6 por ciento, a efecto de facilitar la evacuación del agua.

Para éste caso en particular la conexión domiciliar con el alcantarillado central se hará por medio de una silleta que va acoplada a la tubería principal, previo a esta conexión deberán rellenarse las crestas de la tubería con un adhesivo, con el fin de obtener una superficie lisa para el pegado de la silleta (detalles en plano 4/7).

2.2.6.12 Profundidades mínimas de tubería

La profundidad de la tubería está en función de las cargas transmitidas por el tránsito que pueden afectar al sistema, produciendo rupturas en los tubos.

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, será determinada como se indica en la tabla XI:

Tabla XI. Profundidades mínimas de la zanja, según el tipo de tránsito vehicular.

PROFUNDIDADES MÍNIMAS DE ZANJA		
DIÁMETRO (en pulgadas)	TRAFICO NORMAL (m)	TRAFICO PESADO (m)
8	1.22	1.42
10	1.28	1.48
12	1.33	1.53
16	1.41	1.61
18	1.5	1.7
21	1.58	1.78
24	1.66	1.86
30	1.68	2.04

2.2.6.13 Diseño de la red de alcantarillado

Para brindarle a toda la población del caserío Los Robles el servicio de drenaje sanitario, y sin que este represente costos muy elevados, el proyecto se conformará de tres sistemas de separados de evacuación de aguas servidas:

- Una red de alcantarillado sanitario a lo largo del sector de la carretera (en la comunidad)
- Dos sistemas independientes de evacuación de aguas residuales, en el interior de la comunidad, utilizando elementos básicos como: tuberías, fosas sépticas, trampas de grasa, candelas y pozos de absorción.

Para el diseño del proyecto se emplearan las especificaciones técnicas para tubería de PVC, utilizando diversas fórmulas matemáticas para que el sistema funcione de manera optima. Se desarrollará el procedimiento para el diseño de un tramo del sistema de drenajes usando criterios y normas empleadas en nuestro medio para este tipo de proyectos.

El diámetro de tubería a utilizar para el colector principal sanitario será de 6 y 8 pulgadas, y de 4 pulgadas para las conexiones domiciliarias. Para las candelas domiciliarias se empleara un tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro.

El diámetro de tubería a utilizar para la construcción de los sistemas independientes de evacuación de agua residual será de 6 y 4 pulgadas de diámetro.

Ejemplo: diseño de tramo de PV- 6 A PV-7 (del sector de la carretera). Se tomó arbitrariamente este tramo cuyos datos de diseño se muestran en la tabla No. XII:

Tabla XII Datos de diseño del tramo PV-6 A PV-7

DATOS DE DISEÑO	
TRAMO DE PV-6 a PV-7	
Tipo de sistema	alcantarillado sanitario
Cota de inicio del terreno (CIT)	987.81 m
Cota final del terreno (CFT)	984.53 m
Período de diseño	20 años
Población actual	66 habitantes
Tasa de crecimiento	3.25%
Densidad de vivienda	6 habitantes/casa
Material a utilizar	tubería PVC, norma ASTM F-949
Coefficiente de rugosidad tubo	0.01
Coefficiente de escorrentía lamina	0.7
Coefficiente de escorrentía patio	0.3
Dotación de agua	125 lts/hab/dia
Factor de retorno de aguas negras	0.9
Longitud del tramo (L)	37.16 mts lineales
Longitud de tubería domiciliar	66 mts lineales

Pendiente del terreno: $S = \frac{(CIT - CFT)}{L}$

$$S_{6-7} = \frac{(987.81 - 984.53)}{37.16} = 8.83\%$$

Número de casas en el tramo = 1 casa

Número de casas acumuladas en tramos anteriores = 10 casas

Número de casas a considerar en el tramo = 10 + 1 = 11 casas

Habitantes a servir ACTUAL:

$$P_o = 6_{hab/casa} * 11_{casas} = 66_{habitantes}$$

Habitantes a servir FUTURO:

$$P_f = 66_{hab} * (1 + 0.0325)^{20} = 125_{hab}$$

Caudal sanitario (Qs):

$$Q_{sanitario} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{c.ilicitas}$$

Caudal domiciliar (Q dom):

$$Q_{dom (ACTUAL)} = \frac{(125_{\frac{lbs}{hab-dia}} * 66_{hab} * 0.9)}{86400} = 0.086 \text{ lbs/seg.}$$

$$Q_{dom (FUTURO)} = \frac{(125_{\frac{lbs}{hab-dia}} * 125_{hab} * 0.9)}{86400} = 0.163 \text{ lbs/seg.}$$

Caudal comercial (Qcom):

Se utilizará el 20% del caudal domiciliar (según sección 2.2.6.6.3)

$$Q_{com (ACTUAL)} = 0.20 * 0.086 \text{ lbs/seg.} = 0.0172 \text{ lbs/seg.}$$

$$Q_{com (FUTURO)} = 0.20 * 0.163 \text{ lbs/seg.} = 0.0326 \text{ lbs/seg.}$$

Caudal industrial (Qind):

$$Q_{ind} = \frac{(No. de industrias * dotación)}{86,400}$$

Dado que no existen industrias en el caserío Los Robles, este caudal se considera nulo.

$$Q_{ind} = 0.00 \text{ lts/seg.}$$

Caudal de infiltración (Qinf):

$$Q_{inf} = \frac{\frac{(F_{inf} * (mt tubo + No. de casas * 6))}{1000}}{86400}$$

Dado que la tubería a utilizar es de PVC el Factor de infiltración es despreciable

$$Q_{inf} = 0.00 \text{ lts/seg.}$$

Caudal de conexiones ilícitas (Qci):

Se utilizará un 20 % del caudal domiciliario (según sección 2.2.6.6.5)

$$Q_{ci(ACTUAL)} = 0.20 * 0.086 \text{ lts/seg.} = 0.0172 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{ci(FUTURO)} = 0.20 * 0.163 \text{ lts/seg.} = 0.0326 \text{ lts/seg.}$$

Entonces se tiene un caudal sanitario igual a:

$$Q_{sanitario(ACTUAL)} = 0.086 + 0.0172 + 0 + 0 + 0.0172 = 0.12 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{sanitario(FUTURO)} = 0.163 + 0.0326 + 0 + 0 + 0.0326 = 0.228 \text{ lts/seg.}$$

Factor de caudal medio (fqm):

$$fqm_{(ACTUAL)} = \frac{(0.12 \text{ lts/seg.})}{66 \text{ hab}} = 0.0018 \cong 0.002$$

$$fqm_{(FUTURO)} = \frac{(0.228 \text{ lts/seg.})}{125 \text{ hab}} = 0.0018 \cong 0.002$$

Según la Dirección General de Obras Publicas (DGOP) el rango permitido para el valor de fqm es: $0.002 \leq fqm \leq 0.005$

Factor de Harmond (F. H.)

$$F.H._{(ACTUAL)} = \frac{(18 + \sqrt{(0.066)})}{(4 + \sqrt{(0.066)})} = 4.2887$$

$$F.H._{(FUTURO)} = \frac{(18 + \sqrt{0.125})}{(4 + \sqrt{0.125})} = 4.2157$$

Caudal de diseño (Qd):

$$Q_{dis(ACTUAL)} = 66 * 4.2887 * 0.002 = 0.566 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{dis(FUTURO)} = 125 * 4.2157 * 0.002 = 1.054 \text{ lts/seg.}$$

Se propone la un diámetro de 6 pulgadas para este tramo.

Velocidad a sección llena (V):

Se utilizará la fórmula de Manning (expresada de la siguiente manera) para el cálculo de la velocidad a sección llena. Para conductos circulares, usando el diámetro en pulgadas.

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * 0.03429 * (\varnothing)^{\frac{2}{3}} * (S)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \left(\frac{1}{0.01}\right) * 0.03429 * (6)^{\frac{2}{3}} * (0.0883)^{\frac{1}{2}} = 3.35 \text{ mts/seg.}$$

Caudal a sección llena (Q):

$$Q_{s.llena} = V_{s.llena} * Area$$

$$Q_{s.llena} = 3.35 * \frac{\pi}{4} * (8 * 0.0254)^2 = 61.08 \text{ mts}^3/\text{seg.}$$

$$Q_{s.llena} = 61.08 \text{ lts/seg.}$$

Relación de caudales (q/Q):

Conociendo el valor del caudal de diseño y el valor del caudal a sección llena se obtiene la relación q/Q, usada para determinar el valor de v/V (en base a las relaciones hidráulicas mostradas en el anexo 2) y de esta forma conocer la velocidad de las aguas en el tramo.

$$\frac{q}{Q_{ACTUAL}} = \frac{0.566}{61.08} = 0.009$$

$$\frac{q}{Q_{FUTURO}} = \frac{1.054}{61.08} = 0.017$$

Relación de velocidades (v/V):

Se recomienda que la velocidad de flujo para tuberías de PVC no sea menor de 0.40 mts/seg, ni mayor de 3.00mts/seg

$$\frac{v}{\bar{V}_{ACTUAL}} = 0.314$$

$$\frac{v}{\bar{V}_{FUTURO}} = 0.378$$

Velocidades de diseño (v):

$$v_{ACT} = \left(\frac{v}{\bar{V}}\right)_{ACTUAL} * V$$

$$v_{ACT} = (0.314) * 3.35 \text{ mts/seg.} = 1.05 \text{ mts/seg.}$$

$$v_{FUTURO} = \left(\frac{v}{\bar{V}}\right)_{FUTURO} * V$$

$$v_{FUTURO} = (0.378) * 3.35 \text{ mts/seg.} = 1.27 \text{ mts/seg.}$$

Tanto el valor de la velocidad actual como la velocidad a futuro se encuentran en el rango permisible de 0.4 m/seg y 4 m/seg. Por lo tanto, el diámetro propuesto para este tramo es adecuado.

Ancho de zanja

El ancho mínimo de zanja está determinado por el espacio que necesita un obrero para instalación de la tubería sin mayor dificultad (ver tabla XIII).

El fondo de las zanjas debe compactarse con material selecto para evitar que la tubería pueda sufrir algún daño por alguna piedra que al compactarse la quiebre o que la zanja no esté bien nivelada y se pandee la tubería. Por razones de trabajabilidad en los suelos donde se hará la zanja se dispone un ancho de 0.61 m.

Tabla XIII Anchos mínimos de zanja según diámetro de tubería

DIÁMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA MÍNIMO		
	No de Diámetros	Pulgadas	Metros
4"	4.3	18	0.45
6"	2.9	18	0.45
8"	2.9	24	0.61
10"	2.5	26	0.66
12"	2.4	30	0.76
15"	2	30	0.76
18"	1.8	32	0.82

Volumen de excavación:

Es el volumen de tierra que habrá de remover para la instalación adecuada de la tubería del colector principal; se calcula en base al volumen del prisma, generado por la profundidad de dos pozos de visita, la distancia entre ellos y el ancho de la zanja, según la altura y el diámetro de la tubería. Este cálculo se puede obtener mediante la relación siguiente:

$$Vol. e = \frac{(H1 + H2)}{2} * d * 0.61m$$

Donde:

Vol. e = Volumen de excavación (mts)

H1 = Profundidad del primer pozo de visita (mts)

H2 = Profundidad del segundo pozo de visita (mts)

d = Distancia entre los dos pozos de visita

t = Ancho de la zanja (mts)

2.2.6.14 Descarga

Las aguas negras antes de la descarga a un cuerpo receptor deben ser sometidas a un tratamiento para proteger la salud pública, impedir la polución de aguas para el consumo humano, evitar la contaminación de ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.

Los procesos de tratamiento a los que se pueden someter las aguas negras, para evitar la mayor contaminación posible en las fuentes receptoras pueden ser:

Tratamiento primario: consiste básicamente en el tratamiento de las materias sedimentables. Los sólidos sedimentables y flotantes se reducen por un proceso de sedimentación libre y tamización, en esta parte del tratamiento no se sedimentan las partículas coloidales, las que para su remoción necesitan un tratamiento posterior.

Tratamiento secundario: Se realiza por medios biológicos naturales, puede hacerse en las plantas de tratamiento por medio de filtros o cámaras de contacto, filtros percoladores y otros. Esta parte del tratamiento tiene por objeto la remoción de las partículas coloidales que no es posible sean removidas por sedimentación simple en el tratamiento primario.

Tratamiento terciario: Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad física, químico - biológica, que sea adecuada para el uso al que se destina el agua residual, sin riesgo alguno. En este proceso se le da un pulimento al agua de acuerdo al rehuso que se le pretenda dar. Se realiza por medios físicos y químicos, con el objeto de eliminar contaminantes como: detergentes, patógenos, DBO y DQO, metales pesados, fosforo y otros, los dispositivos o reactores pueden ser: filtros de arena, tanques de aireación, tanques de cloración y otros.

Cuando la disponibilidad económica para un proyecto de tratamiento de aguas residuales es limitada existen alternativas para el tratamiento y disposición de éstas.

Entre ellas se mencionan:

Uso de la Fosa Séptica con descarga a pozo de absorción.

Descarga del efluente de la fosa séptica a drenaje francés.

Descarga del efluente de la fosa séptica a zanjas de absorción.

Las aguas provenientes del colector principal tanto de la red del sector carretera como de los dos módulos sanitarios serán vertidas a fosas sépticas y posteriormente descargadas a pozos de absorción, estos estarán situados en zonas alejadas de las viviendas y donde no provoquen ningún tipo de contaminación para manantiales o fuentes de abastecimiento de agua.

2.2.7 Diseño de fosa séptica

La fosa séptica es un elemento diseñado y construido para recibir las descargas de aguas residuales domiciliarias, que al proporcionar un tiempo de permanencia adecuado (tiempo de retención), es capaz de separar parcialmente los sólidos suspendidos, digerir una fracción de la materia orgánica presente y retener temporalmente los lodos, natas y espumas generadas.

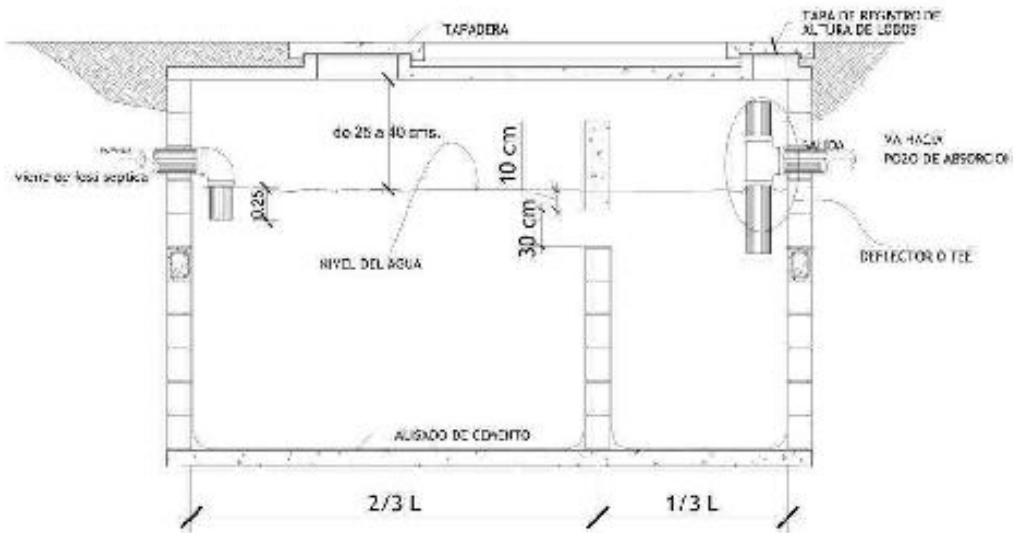
La fosa séptica es parte del tratamiento primario, por lo tanto el efluente que sale de ella debe ser sometido a un tratamiento secundario que puede realizarse por medio de: Pozos de absorción, zanjas de infiltración, filtros subterráneos de arena, etc.

La fosa séptica es un dispositivo que combina los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de lodos, por lo tanto solo trabaja estando llena de agua, así que es de suma importancia e indispensable llenar la misma con este líquido, antes de iniciar su funcionamiento, acelerando así el proceso de maduración.

La fosa séptica está conformada por dos cámaras garantizando un mejor funcionamiento, en el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, digestión de lodos y su almacenamiento. Debido a que en la descomposición anaerobia, se producen gases que suspenden a los sólidos sedimentados en la primera cámara, se requiere de una segunda cámara para mejorar el proceso, evitando que los sólidos sean arrastrados con el efluente, dicho efluente se encuentra en condiciones sépticas y aún lleva consigo un alto contenido de materia orgánica disuelta y suspendida, por lo que es depositada luego en un pozo de absorción. La fosa séptica tiene un tubo de entrada de PVC (colector) y un tubo de salida que va a dar al pozo de absorción. Tanto el tubo de entrada como el de salida cuentan con una tee sanitaria o una pantalla difusora; la que se coloca en la entrada sirve para disminuir la velocidad de entrada del flujo y evitar que el cieno o lodos acumulados se revuelan y la que se coloca en la salida sirve para retener las natas y otros desechos que podrían ser arrastrados por el efluente; por lo general éstos elementos tienen de 0.15 a 0.30 mts. de profundidad dentro del agua (ver figura 34). El tamaño de las fosas sépticas es directamente proporcional al caudal de aguas negras que ingresa en ellas.

El período de limpieza es aproximadamente un año el cual varía dependiendo del gasto de aguas a tratar. La falta de un mantenimiento periódico de las fosas sépticas produce acumulación de lodos y por lo tanto disminución del volumen útil y del período de retención. La extracción y limpieza de los lodos en su período de mantenimiento es crucial para el buen funcionamiento de la fosa.

Figura 34. Fosa séptica de dos cámaras.



Para el cálculo y diseño de la fosa séptica deben tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

El período de retención es de: 24 horas

Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, de 30 a 60 litros/hab/día.

Relación largo ancho de la fosa L/A; DE 2/1 A 4/1

T = período de retención

V = Volumen (lts)

Q = Caudal (lts/día)

No. hab = Número de personas servidas

Dot. = Dotación

F. R. = Factor de retorno

Ejemplo de diseño: Se diseñará la fosa séptica para el sector principal (el sector de la carretera)

Tabla XIV Datos de diseño de fosa séptica

DATOS DE DISEÑO FOSA SÉPTICA	
SECTOR DE PRINCIPAL (SECTOR DE LA CARRETERA)	
No. de habitantes servidos (futuro)	614 habitantes
dotación de agua	125 lts/hab/día
Gasto de lodos	45 lts/hab/año
Período de retención	24 horas
Período de limpieza	1 año
factor de retorno	0.9

Cálculo del volumen total de líquidos:

$$T = \frac{V}{Q}$$

$$V = T * Q$$

$$Q = \text{dot} * \text{No. de habitantes} * F.R.$$

Donde:

T = período de retención

V = Volumen (lts)

Q = Caudal (lts/día)

No. hab = Número de personas servidas

Dot. = Dotación

F. R. = Factor de retorno

$$Q = 125 \frac{\text{lts}}{\text{hab-día}} * 614 \text{ hab} * 0.9$$

$$Q = 69075 \text{ litros/día} = 69075 \text{ litros/día} = \frac{69075 \text{ litros}}{24 \text{ horas}}$$

$$V = T * Q$$

$$V = 24 \text{ horas} * 69075 \frac{\text{litros}}{24 \text{ horas}} = 69075 \text{ litros} = 69.075 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen de lodos:

$$V_{\text{lodos}} = \text{Gasto de lodos} * \text{No. de habitantes}$$

$$V_{\text{lodos}} = 45.00 \text{ lts/hab} - \text{año} * 614 \text{ hab} = 27630 \text{ lts/año}$$

$$V_{\text{lodos}} = 27.63 \text{ m}^3 \quad \text{Para el período de 1 año}$$

$$\text{Vol. total de la fosa} = \text{Vol}_{\text{LIQUIDOS}} + \text{Vol}_{\text{LADOS}}$$

$$\text{Vol. total de la fosa} = 69.075 \text{ m}^3 + 27.63 \text{ m}^3 = 96.705 \text{ m}^3$$

Se diseñará dos secciones de fosas sépticas independientes, por lo que el volumen total se dividirá en dos partes iguales.

$$\text{Volumen por fosa} = \frac{96.703 \text{ m}^3}{2} = 48.4 \text{ m}^3$$

La relación largo – ancho de la fosa séptica debe estar entre el rango de 2 a 4

Se usará una altura efectiva para la fosa de: 2 mts

$$V = L * A * H$$

$$\frac{L}{A} = 2.7$$

$$L = 2.7 A$$

$$V = 2.7A * A * (2.00 \text{ mt})$$

$$V = 5.4 \text{ mt} * A^2$$

$$A = \sqrt{\frac{48.4 \text{ m}^3}{5.4 \text{ m}}} = 2.99 \approx 3.00 \text{ mt}$$

$$L = 2.7 * (3.00 \text{ mt}) = 8.10 \text{ mt}$$

Dimensiones internas de la losa:

Longitud = 8.10 mts, *Ancho* (A) = 3.00 mts, *Profundidad* (H) = 2.00 mts

2.2.8 Diseño de pozos de infiltración

Un pozo de absorción consiste en una excavación que se hace en la tierra, generalmente con forma cilíndrica y con un diámetro y profundidad variable, el efluente proveniente de la fosa séptica se infiltra por las paredes, que deben ser permeables.

El objetivo del uso del pozo de absorción es el de no descargar el efluente directamente a una fuente de agua o en el terreno natural, sino que proporcionarle un proceso de filtración antes de llegar a la capa freática. El proceso que sufre el efluente en el pozo de absorción, es un proceso de filtración natural, con lo que se elimina gran parte de los sólidos suspendidos aun presentes en el agua.

El pozo de absorción se recomienda usarlo en los siguientes casos:

- Cuando se vacían solo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales.
- Para efluentes provenientes de fosas sépticas.
- Cuando se dispone de bastante terreno.

Para diseñar el pozo de absorción fue necesario determinar el coeficiente de absorción propio de los suelos en el área del caserío Los Robles.

La prueba de absorción se realizó haciendo un agujero de 0.30 por 0.30 mts, de base y 0.35 mts de profundidad en el fondo de la excavación de un pozo, en el fondo del agujero se colocó una capa de grava de 5 cm. de espesor, se llenó con agua, dejándola filtrarse total e ininterrumpidamente por un período de 4 horas, logrando así la saturación del terreno, posterior a esto para calcular la absorción del terreno se llenó el agujero con 15 cm. de agua, y se midió el tiempo que tardó en bajar 2.5 cm (1”). El tiempo cronometrado fue: 3.25 minutos.

A partir de éste resultado basados en la tabla No. XIII interpolando para t= 3.25 minutos, se determino el valor del coeficiente de absorción del suelo (K).

$$K = 166.5 \frac{lbs}{m^2 - dia}$$

Tabla XV Valores del coeficiente de absorción del terreno, según el tiempo en el que el agua desciende 2.5 centímetros

Tiempo que tarda el agua en descender 2.5 cm.	Coficiente de infiltración (K) en lbs/m ² -dia
1.00 minutos	220
2.50 minutos	180
5.00 minutos	135
10.00 minutos	95
20.00 minutos	65
30.00 minutos	46
40.00 minutos	37
60.00 minutos	33

Fuente: Unda Opasso y Salinas Cordero, **Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud pública.**

Cuando se calcula el área de absorción de un pozo, no se toma en cuenta la superficie del fondo, ya que ésta se colmata rápidamente y no permite la absorción del líquido.

Si el coeficiente de absorción (K) lo calculamos en $\text{lt}/\text{m}^2 \cdot \text{día}$ la profundidad del pozo se puede calcular de la siguiente manera:

1. $A = \emptyset * H * \pi =$ área de infiltración en el pozo

Donde: H = altura o profundidad del pozo (en metros)

\emptyset = Diámetro del pozo (en metros)

2. $A = \frac{\text{No.hab} * \text{Dot}}{K} =$ área necesaria para absorber el caudal

Donde: No. hab = número de habitantes

Dot. = dotación ($\text{lt}/\text{hab} - \text{día}$)

K = Coeficiente de absorción del suelo ($\text{lt}/\text{m}^2 - \text{día}$)

Igualando las dos ecuaciones anteriores de área obtenemos:

$$\emptyset * H * \pi = \frac{\text{No.hab} * \text{Dot}}{K}$$

Entonces:

$$H = \frac{\text{No.hab} * \text{Dot}}{K * \pi * \emptyset}$$

Ejemplo de diseño:

Se diseñará el pozo de absorción para el sector principal (sector de la carretera).

Como a cada fosa séptica se le construirá un pozo de absorción los parámetros de diseño del pozo son los siguientes.

$$\text{No. de habitantes} = \frac{\text{total Habitantes a futuro}}{2 \text{ pozos}}$$

$$\text{No. de habitantes} = \frac{614 \text{ habitantes}}{2 \text{ pozos}}$$

$$\text{No. de habitantes} = 307 \text{ habitantes/pozo}$$

$$\text{Dotación} = 125 \text{ lts/hab} - \text{dia}$$

$$\text{Diametro } (\emptyset) = 2.00 \text{ mts}$$

$$\text{Coeficiente de absorción } (K) = 166.50 \text{ lts/m}^2 - \text{dia}$$

$$H = \frac{\text{No. hab} * \text{Dot}}{K * \pi * \emptyset}$$

$$H = \frac{(307 \text{ hab}) * 125 \text{ lts/hab} - \text{dia}}{(166.50 \text{ lts/m}^2 - \text{dia}) * \pi * 2 \text{ mts}}$$

$$H = 36.60 \text{ metros}$$

Esta es la profundidad que requiere el Caudal de aguas negras con un terreno en condiciones uniformes de absorción, y para una población futura para el año 2028, si se toma en cuenta que la ubicación de el lecho arenoso en ésta área se encuentra a profundidades no mayores de 15 mts (en base encuestas a pobladores del área y a trabajos de excavación anteriores lo cual hace el terreno muy absorbente), se establece una profundidad para de excavación de cada pozo de 18.00 mts

2.2.9 Evaluación de impacto ambiental

Se realiza la evaluación de impacto ambiental, con el objetivo de identificar impactos negativos generados por el proyecto, al ambiente y proponer medidas de mitigación, garantizando con esto una mejor calidad de vida a la población del caserío Los Robles.

Como previa evaluación del impacto ambiental se considera que la construcción del sistema de drenaje sanitario en el caserío Los Robles, por el tipo de proyecto del que se trata, causa un mínimo impacto ambiental negativo y el resultado que reflejará al ambiente en su área de influencia, en términos generales, será positivo.

La evaluación de impacto ambiental se realizará para la etapa de construcción y la etapa de operación o funcionamiento.

2.2.9.1 En construcción

El terreno donde se construirá el proyecto no será modificado o alterado a excepción de la adición de elementos visuales como las tapaderas de los pozos de visita y las fosas sépticas.

Los impactos ambientales más relevantes durante la etapa de construcción serán:

En el aire:

En el proceso de construcción de éste proyecto, el recurso aire, sufre los principales efectos adversos, consistentes en la generación de ruidos por el transporte de materiales y partículas en suspensión debido a las actividades de movimiento de tierras, sin embargo estos efectos se limitan únicamente al tiempo que dure la ejecución del proyecto.

En el agua:

La calidad de las aguas superficiales disminuirá debido a la erosión durante la construcción.

En el suelo:

El zanjeo para la instalación de la tubería del colector principal así como de las conexiones domiciliarias, provocarán: generación de polvo.

En la biodiversidad:

El área de influencia del proyecto no cuenta con ninguna especie de interés biológica que pueda ser afectada en el proceso de construcción del mismo, por lo que durante su construcción no se alterará o afectará al ecosistema.

En el aspecto visual:

Con el proceso de la ejecución física del proyecto, el paisaje será modificado, sufriendo un impacto negativo de tipo temporal, el cual finalizará cuando finalice la construcción del proyecto.

La viabilidad vehicular de la ruta Patzún – Godínez no se verá afectada, por la construcción del sistema de alcantarillado, debido a que éste se ha diseñado a la orilla de la carretera.

Socio-economía:

La construcción del proyecto conlleva mejoramiento en la calidad de vida para la población del caserío Los Robles gracias a la implementación de un medio de eliminación de aguas superficiales contaminadas.

2.2.9.2 En operación

Finalizada la fase de ejecución física del proyecto, la fase de funcionamiento del proyecto se circunscribe a las actividades propias de la operación del mismo, Siendo los impactos ambientales más relevantes en ésta fase los siguientes:

En el suelo:

Al darse por finalizados los trabajos de construcción de la obra, los impactos ocasionados por el zanjeo, relleno y nivelación de la rasante serán irrelevantes y después de cierto tiempo no se percibirá su presencia en el lugar.

El impacto ocasionado por la existencia de la fosa séptica, el pozo de absorción y el patio de secado de lodos será insignificante debido a que estos se localizan en zonas alejadas de las casas.

Los lodos extraídos de la fosa séptica serán secados en el patio construido para el efecto y posteriormente, se aprovecharán como fertilizantes para jardinería y cultivos.

En el agua:

El funcionamiento del sistema de drenaje sanitario no tendrá impactos negativos sobre ningún cuerpo receptor de agua, dado que el agua pasará por un tratamiento primario a través de fosas sépticas y su disposición final será a pozos de absorción.

El sistema de drenaje sanitario en el caserío Los Robles, en su funcionamiento tendrá impactos positivos en la calidad del agua, evitando su contaminación, en los suelos y en el aire.

Para someter a una evaluación los impactos ambientales que provocan cada una de las actividades realizadas en las fases de construcción, operación y posibles actividades posteriores, se ha elaborado una matriz de Leopold modificada, mostrada en la tabla XVI.

Tabla XVI Evaluación de impacto ambiental, por medio de la Matriz de Leopold Modificada.

ACTIVIDADES			FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE OPERACIÓN					ACTIVIDADES FUTURAS	
			Analisis y selección de sitio	Vias de acceso	Construcción	Instalaciones provisionales	Tubería de recolección	Pozos de visita	Fosa séptica	Pozos de absorción	Patios de secado	Ampliación	Clausura o abandono
FACTORES AMBIENTALES			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
AGUA	1	Superficiales	0	-2	-1	-1	2	2	0	0	-1	R	-1
	2	Subterráneas	1	0	R	-1	2	2	1	-2	-1	R	0
SUELOS	3	Topografía	0	0	0	0	0	0	1	0	0	R	0
	4	Mov. De tierras	-1	-1	-2	0	0	0	0	-1	1	R	0
	5	Compatibilidad	0	0	1	0	1	1	0	1	0	R	0
	6	Uso potencial	2	1	2	0	2	1	0	2	1	1	-1
ATMOSFERA	7	Geología	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	8	Ventilación	0	0	-2	-1	0	-2	-2	-1	-2	0	0
	9	Clima	0	0	1	0	0	0	-1	-1	0	0	0
	10	Iluminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	Fauna	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	Flora	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
SOCIOECONOMIA	13	Transporte	-1	1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0
	14	Colindancias	1	-1	0	0	1	1	0	1	0	R	0
	15	Personal	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	-1
	16	Infraestructura	2	0	2	1	2	2	2	2	1	1	-1
	17	Imagen urbana	1	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	-2
EVALUACIÓN			6	-2	-1	-2	10	6	3	2	1	3	-6

Simbología

- 2 = Mayor impacto benéfico significativo
- 1 = Menor impacto benéfico significativo
- 0 = No existe impacto
- 1 = Menor impacto adverso significativo
- 2 = Mayor impacto adverso significativo
- R = Riesgo = 0

Resultados de la matriz de Leopold modificada

Como se puede observar en la matriz de Leopold, las etapas de construcción y un posible abandono de la estructura son las que ocasionarán mayores impactos negativos al ambiente, ya que en la etapa de actividades futuras el posible abandono o clausura del proyecto presenta una evaluación final de -6 y en la etapa de construcción las fases de construcción del proyecto propiamente, las instalaciones provisionales y las vías de acceso tienen evaluación negativa, dado que provocarán contaminación, tráfico, ruido y otros daños, por lo que se tendrá que priorizar medidas de contingencia para estas fases.

Así mismo la matriz de Leopold muestra que el proyecto generará impactos positivos más que negativos al ambiente, ya que el caserío Los Robles contará con un sistema eficiente para la disposición adecuada de los desechos fecales y aguas servidas que actualmente se vierte a flor de tierra.

Medidas de Mitigación y contingencia

Es necesario mantener un control en cada una de las fases de trabajo, tomando en cada una de ellas, medidas de prevención con la finalidad de disminuir cualquier tipo de riesgo, entre éstos podemos citar las medidas de mitigación para la seguridad personal tanto para habitantes como para trabajadores, proceso suelo-agua y salud humana. A continuación se detallan las medidas previamente mencionadas.

Seguridad personal

A los trabajadores deberá dotarse de equipo de protección personal como mascarillas, protectores para la vista y casco protector, de acuerdo a la actividad que realicen.

Deberá de colocarse señalización de zonas de riesgo en donde se construye para evitar que personal no autorizado ingrese al área de trabajo, se deberán colocar conos u otro tipo de indicador para evitar que los vehículos corran riesgos de caer en las zanjas.

Para evitar la contaminación del ambiente y que ésta perjudique la salud de trabajadores y habitantes es necesaria la construcción de obras provisionales en lugares estratégicos que suplan a los obreros de un lugar adecuado para tomar alimentos y satisfacer sus necesidades, evitando la contaminación de recursos hídricos y otros factores ambientales del área.

Proceso suelo y agua

Se debe evitar el derrame y desperdicio de materiales de construcción preparando únicamente las cantidades requeridas para las labores del día. Se deben construir pequeños rellenos sanitarios para depositar los desechos sólidos generados por el proyecto y los trabajadores, para evitar que sea foco de contaminación para con otras áreas.

Se deberán recolectar y reutilizar los desechos sólidos todas las veces que sea posible dentro del mismo proyecto y, si fuese posible, almacenarlos para ser trasladados y utilizados en otros proyectos. Los residuos líquidos están constituidos por derrames de concreto líquido antes de la fundición, por lo que el manejo deberá hacerse evitando estos derrames, sobre todo en aquellos lugares en donde se encuentren afluentes superficiales.

Seguridad para la salud humana

Durante la fase de construcción del proyecto para asegurar el bienestar físico y mental de todo el personal (ingeniero residente, peones, maestro de obras y operadores) se recomienda no consumir bebidas alcohólicas durante el trabajo. También deben usar protección visual, protección de cabeza y de manos, protección contra el polvo y chalecos reflectantes.

2.2.10 Evaluación Socio-económica

Los datos que fueron generados en las etapas de elaboración del proyecto están sujetos a una evaluación financiera y económica, que tiene como fin analizar los costos para cumplir algunas funciones, entre ellas:

- Determinar si todos los costos se pueden cubrir oportunamente
- Medir la rentabilidad de la inversión

No es tan realista evaluar un proyecto social a través de un análisis de razones financieras ya que para empezar se parte de un escenario proyectado en el cual no se contemplan las variaciones a través del tiempo, por otro lado, éste tipo de análisis es más certero para proyectos que generen físicamente ingresos y se encuentren ya en la etapa de operación o ejecución de sus actividades.

2.2.11 Presupuesto

2.2.11.1 Costo del proyecto

Para determinar el costo al que asciende la ejecución de proyecto diseñado: Sistema de drenaje sanitario para el caserío los robles, se tomaron en cuenta los precios actuales de los materiales en la región, precios de mano de obra calificada y no calificada, el flete o transporte de los materiales, equipo, combustibles y costos indirectos (administrativos, fianzas, supervisiones y utilidad).

El costo total del proyecto está integrado por tres costos parciales correspondientes a los tres tramos de drenaje sanitario ubicados en la comunidad.

2.2.11.2 Cuadro costos unitarios

El costo del proyecto asciende a una cantidad de Q. 863,504.00 (ochocientos sesenta y tres mil quinientos cuatro quetzales exactos), desglosados por renglones como se muestra en la tabla XV.

Tabla XVII Presupuesto del sistema de drenaje sanitario para el caserío Los Robles.



CUADRO DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO:	DISEÑO DE SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL	CASERÍO "LC"
UBICACIÓN:	CASERÍO LOS ROBLES, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ	

TRAMO 1					
No.	CANTIDAD	UNIDAD	REGLÓN	COSTO UNITARIO	TOTAL
1-1	737.00	mt 1	Trabajos preliminares	Q 18.00	Q 13,266.00
1-2	737.00	mt 1	Ramal principal NOVAFORT Ø 8"	Q 240.00	Q 176,880.00
1-3	24.00	unidad	Pozos de visita	Q 2,285.00	Q 54,840.00
1-4	54.00	unidad	Conexiones domiciliars	Q 1,250.00	Q 67,500.00
1-5	16.00	ML	Levantado y resanado de pavimento	Q 450.00	Q 7,200.00
1-6	143.00	m ³	Fosa séptica	Q 1,254.06	
1-6.1	113.00	m ²	Preliminares	Q	Q 1,695.00
1-6.2	4.00	u	Zapatras Z-1	Q	Q 4,500.00
1-6.3	11.60	ml	Columnas C-1	Q	Q 3,480.00
1-6.4	70.00	ml	Calumas C-2	Q	Q 17,500.00
1-6.5	57.20	m ²	conformación de base	Q	Q 52,624.00
1-6.6	114.00	m ²	Muros reforzados	Q	Q 61,560.00
1-6.7	6.60	ml	Viga 1	Q	Q 2,772.00
1-6.8	57.20	m ²	Losa superior	Q	Q 28,600.00
1-6.9	2.00	global	Tubería y complementarios	Q	Q 6,600.00
					Q 179,331.00
1-7	1.00	unidad	Caja distribuidora de caudales	Q 10,500.00	Q 10,500.00
1-8	2.00	unidad	Pozos de absorción	Q 35,000.00	Q 70,000.00
COSTO TOTAL DEL TRAMO 1.....				Q	579,517.00

TRAMO 2

No.	CANTIDAD	UNIDAD	REGLÓN	COSTO UNITARIO		TOTAL
2-1	148.00	mt l	Trabajos preliminares	Q	18.00	Q 2,664.00
2-2	6.00	unidad	Conexiones domiciliars	Q	1,320.00	Q 7,920.00
2-3	148.00	mt l	Conectores NOVAFORT Ø 4"	Q	160.00	Q 23,680.00
2-4	1.00	unidad	Caja Unificadora de caudales	Q	4,475.00	Q 4,475.00
2-5	25.00	m ³	Fosa séptica	Q	1,547.52	
2-5.1	22.00	m ²	Preliminares	Q	15.00	Q 330.00
2-5.2	9.00	ml	Columnas C-2	Q	250.00	Q 2,250.00
2-5.3	13.50	m ²	conformación de base	Q	920.00	Q 12,420.00
2-5.4	23.00	m ²	Muros reforzados	Q	540.00	Q 12,420.00
2-5.5	2.90	ml	Viga l	Q	420.00	Q 1,218.00
2-5.6	13.50	m ²	Losa superior	Q	500.00	Q 6,750.00
2-5.7	1.00	global	Tubería y complementarios	Q	3,300.00	Q 3,300.00
						Q 38,688.00
2-6	1.00	unidad	Pozos de absorción	Q	6,650.00	Q 6,650.00

COSTO TOTAL DEL TRAMO 2.....	Q	84,077.00
------------------------------	---	-----------


TRAMO 3

No.	CANTIDAD	UNIDAD	REGLÓN	COSTO UNITARIO		TOTAL
3-1	252.00	mt l	Trabajos preliminares	Q	18.00	Q 4,536.00
3-2	252.00	mt l	Ramal principal NOVAFORT Ø 6"	Q	210.00	Q 52,920.00
3-3	8.00	unidad	Pozos de visita	Q	2,285.00	Q 18,280.00
3-4	20.00	unidad	Conexiones domiciliars	Q	1,250.00	Q 25,000.00
3-5	61.00	m ³	Fosa séptica	Q	1,346.30	
3-5.1	54.00	m ²	Preliminares	Q		Q 810.00
3-5.2	2.00	u	Zapatras Z-1	Q		Q 2,250.00
3-5.3	4.40	ml	Columnas C-1	Q		Q 1,320.00
3-5.4	8.80	ml	Columnas C-2	Q		Q 2,200.00
3-5.5	28.00	m ²	conformación de base	Q		Q 25,760.00
3-5.6	57.20	m ²	Muros reforzados	Q		Q 30,888.00
3-5.7	3.80	ml	Viga 1	Q		Q 1,596.00
3-5.8	28.00	m ²	Losa superior	Q		Q 14,000.00
3-5.9	1.00	global	Tubería y complementarios	Q	3,300.00	Q 3,300.00
						Q 82,124.00
3-6	1.00	unidad	Pozos de absorción	Q	17,050.00	Q 17,050.00

COSTO TOTAL DEL TRAMO 3..... Q 199,910.0000

COSTO TOTAL DEL PROYECTO..... Q 863,504.00

2.2.11.3 Cronogramas



CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN
 DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ROBLES
 CASERÍO LOS ROBLES, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ

PROYECTO

UBICACIÓN

No.	ACTIVIDAD	1ª MES	2ª MES	3ª MES	4ª MES	5ª MES
TRAMO 1						
L-1	Trabajos preliminares					
L-2	Rama principal NOVAFORTO 8"					
L-3	Fozos de visita					
L-4	Conexiones domiciliarias					
L-5	Levantado y resanado de pavimento					
L-6	Fosa séptica					
L-7	Caja distribuidora de caudales					
L-8	Fozos de absorción					
TRAMO 2						
2-1	Trabajos preliminares					
2-2	Conexiones domiciliarias					
2-3	Conectores NOVAFORTO 4"					
2-4	Caja Unificadora de caudales					
2-5	Fosa séptica					
2-6	Fozos de absorción					
TRAMO 3						
3-1	Trabajos preliminares					
3-2	Rama principal NOVAFORTO 6"					
3-3	Fozos de visita					
3-4	Conexiones domiciliarias					
3-5	Fosa séptica					
3-6	Fozos de absorción					



CRONOGRAMA DE INVERSIÓN

PROYECTO
UBICACIÓN

DISEÑO DE SISTEMA DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL C. S ROBLES
CASERÍO LOS ROBLES, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ

No.	REGLION	1º MES	2º MES	3º MES	4º MES	5º MES	TOTAL
TRAMO 1							
1-1	Trabajos preliminares	Q 13,266.00					Q 13,266.00
1-2	Ramal principal NOVAFORT Ø 8"	Q	Q	Q 17,688.00			Q 176,880.00
1-3	Pozos de visita	Q	Q	Q 15,690.00			Q 54,840.00
1-4	Conexiones domiciliare	Q	Q	Q 19,300.00			Q 67,500.00
1-5	Levantado y resanado de pavimento		Q 7,200.00				Q 7,200.00
1-6	Fosa séptica			Q 179,331.00			Q 179,331.00
1-7	Caja distribuidora de caudales		Q	Q 6,700.00			Q 10,500.00
1-8	Pozos de absorción			Q	Q 23,285.00		Q 70,000.00
TRAMO 2							
2-1	Trabajos preliminares				Q 2,664.00		Q 2,664.00
2-2	Conexiones domiciliare				Q	Q 2,635.00	Q 7,920.00
2-3	Conectores NOVAFORT Ø 4"				Q	Q 11,000.00	Q 23,680.00
2-4	Caja Unificadora de caudales					Q 4,475.00	Q 4,475.00
2-5	Fosa séptica					Q 38,688.00	Q 38,688.00
2-6	Pozos de absorción					Q 6,650.00	Q 6,650.00
TRAMO 3							
3-1	Trabajos preliminares					Q 4,536.00	Q 4,536.00
3-2	Ramal principal NOVAFORT Ø 6"					17580	Q 52,920.00
3-3	Pozos de visita					Q 35,340.00	Q 18,280.00
3-4	Conexiones domiciliare					Q	Q 25,000.00
3-5	Fosa séptica					Q 82,124.00	Q 82,124.00
3-6	Pozos de absorción					Q 17,050.00	Q 17,050.00
TOTALES POR MES		Q	Q	Q 324,600.00	Q	Q 177,794.00	Q 863,504.00

CONCLUSIONES

- 1 El diseño de los proyectos ofrece una alternativa para satisfacer dos de las necesidades más importantes que presentan las comunidades de San Andrés Semetabaj, como el saneamiento básico y la educación.
- 2 Como resultado de la investigación monográfica se diagnostica que la demanda de condiciones escolares del caserío Caliaj, no ha sido satisfecha en los últimos 3 años, debido al crecimiento poblacional y a la escasa inversión en este tipo de obras. El diseño del edificio escolar de dos niveles presenta una alternativa para satisfacer el 100% de la demanda educativa primaria actual (año 2010) y el 73% para el año 2035, en el caserío Caliaj.
- 3 El proyecto de infraestructura escolar en el caserío Caliaj, beneficiará a 112 personas al año, el análisis de costos refleja que se invertirá la cantidad de Q 1,025,054.00 y se estima una vida útil del proyecto de 25 años.
- 4 El análisis de impacto ambiental para el proyecto de drenaje sanitario en el caserío Los Robles indica que el proyecto generará impactos positivos más que negativos al ambiente ya que el caserío contará con un sistema eficiente para la adecuada disposición de los desechos fecales.
- 5 El EPS permite a los estudiantes de ingeniería civil, llevar a la práctica los conocimientos adquiridos durante su formación académica, partiendo de la priorización de necesidades, hasta la elaboración del diseño de los proyectos prioritarios. De esta manera se cumple también uno de los objetivos de la Universidad de San Carlos que es el de Proyección Social.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Andrés Semetabaj, Sololá:

- 1 Realizar trabajos de capacitación en el caserío Los Robles, así como en cada comunidad donde se implemente un sistema de alcantarillado sanitario, con el fin de que los habitantes acepten el nuevo sistema, sepan cómo usarlo y puedan darle el mantenimiento adecuado para que sea útil durante su período de diseño.
- 2 Gestionar el financiamiento de los proyectos y procurar su pronta ejecución para dar solución a los problemas de insuficiente infraestructura escolar en el caserío Caliaj y de escaso saneamiento del caserío Los Robles.
- 3 Asegurarse que los proyectos sean construidos correctamente como indican las especificaciones técnicas en planos, por medio de la contratación de personal calificado para supervisión. Durante el funcionamiento del sistema del drenaje sanitario, velar por que se le dé al mismo el mantenimiento adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bazán E.; Meli, R. 1998. **Diseño sísmico de edificios**. México. Editorial Limusa: Grupo Noriega Editores.
2. Carrillo, A. R. 2006. **Alternativa para la construcción de drenajes por medio de módulos sanitarios**. Tesis Ing. Guatemala, USAC.
3. Código ACI 318-99. 2000. (American Concrete Institute). **Código de diseño de hormigón armado y comentarios**. Chile.
4. Contreras, I.; Arce, P.F. 2002. **Criterios normativos para el diseño de edificios escolares**. Guatemala.
5. Fair, G. M.; Okun, D. A.; Geyer, J. C. 1971. **Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales**. México. Editorial Limusa.
6. INFOM (Instituto de Fomento Municipal). 2001. **Normas generales para diseño de alcantarillados**.
7. Nilson, A. H. 1994. **Diseño de estructuras de concreto**. 12° edición. Colombia. Editorial Mc Graw Hill.

APÉNDICE

- Hoja de cálculo de drenaje sanitario
- Tablas de relaciones hidráulicas
- Planos Instituto
- Planos Drenaje Sanitario

Apéndice 1

Hoja de cálculo de drenaje sanitario del proyecto:

Diseño de sistema del drenaje sanitario ubicado en el caserío Los Robles, San Andrés Semetabaj, Sololá.

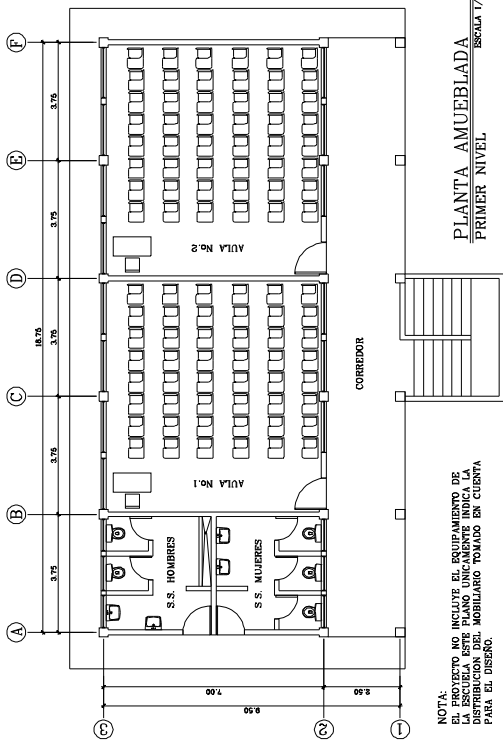
DE PV	A	COTAS DE TERRE.		DH	S(%)	TABIANTE		DOT	FAC	O. DOMICILIO	CAUDAL		F _{QM} CHEQ	FACT. HARM.	Q _d (lbs/seg.)	DIAM. (Pulg.)	S(%) TUBO	SECCIÓN LLENA		v/v	v (ms./s)
		INICIO	FINAL			ACUM.	RET.				COMERCIAL	C. ILICITAS						SANITARIO	V (ms./s)		
1	2	1000.00	995.87	60.70		68	125	0.9	0.089	0.018	0.044	0.151	0.0022	4.286	0.645	6	3.40				
2	3	995.87	995.62	15.48		68	125	0.9	0.089	0.018	0.044	0.151	0.0022	4.286	0.645	6	2.80				0.78
3	4	995.62	990.40	40.21		68	125	0.9	0.089	0.018	0.035	0.142	0.0021	4.286	0.607	6	12.00				0.73
4	5	990.40	989.70	15.19		68	125	0.9	0.089	0.018	0.035	0.142	0.0021	4.286	0.607	6	3.40				0.77
5	6	989.70	987.81	44.92		114	125	0.9	0.148	0.030	0.059	0.238	0.0021	4.228	1.004	6	4.13				0.96
6	7	987.81	984.53	37.16		125	125	0.9	0.163	0.033	0.065	0.260	0.0021	4.216	1.098	6	8.75				1.28
7	8	984.53	983.77	21.80		137	125	0.9	0.178	0.036	0.071	0.285	0.0021	4.204	1.200	6	7.92				1.27
8	9	983.77	978.74	42.72		193	125	0.9	0.251	0.050	0.101	0.402	0.0021	4.154	1.670	8	5.50				1.19
9	10	978.74	976.05	26.61		262	125	0.9	0.341	0.068	0.136	0.546	0.0021	4.103	2.240	8	9.99				1.59
10	11	976.05	974.99	11.77		262	125	0.9	0.341	0.068	0.136	0.546	0.0021	4.103	2.240	8	10.00				1.53
11	12	974.99	973.31	12.58		262	125	0.9	0.341	0.068	0.136	0.546	0.0021	4.103	2.240	8	10.00				1.59
12	13	973.31	969.10	24.68		262	125	0.9	0.341	0.068	0.136	0.546	0.0021	4.103	2.240	8	10.00				1.59
13	14	969.10	967.69	9.39		262	125	0.9	0.341	0.068	0.136	0.546	0.0021	4.103	2.240	8	10.00				1.59
14	15	967.69	958.68	68.76		319	125	0.9	0.415	0.083	0.166	0.665	0.0021	4.067	2.703	8	13.06				1.86
15	16	958.68	950.00	72.90		432	125	0.9	0.563	0.113	0.225	0.900	0.0021	4.006	3.605	8	11.87				1.95
16	17	950.00	943.21	49.70		501	125	0.9	0.652	0.130	0.261	1.044	0.0021	3.974	4.148	8	13.60				2.14
17	18	943.21	940.55	17.17		512	125	0.9	0.667	0.133	0.267	1.067	0.0021	3.969	4.233	8	15.28				2.24
18	19	940.55	935.55	37.67		535	125	0.9	0.697	0.139	0.279	1.115	0.0021	3.959	4.413	8	13.21				2.16
19	20	935.55	931.74	34.07		569	125	0.9	0.741	0.148	0.296	1.185	0.0021	3.945	4.676	8	11.11				2.07
20	21	931.74	930.33	16.47		580	125	0.9	0.755	0.151	0.302	1.208	0.0021	3.940	4.761	8	8.36				1.88
21	22	930.33	929.64	8.83		580	125	0.9	0.755	0.151	0.302	1.208	0.0021	3.940	4.761	8	7.47				1.82
22	23	929.64	927.86	14.87		580	125	0.9	0.755	0.151	0.302	1.208	0.0021	3.940	4.761	8	11.79				2.13
23	24	927.86	926.00	12.99		614	125	0.9	0.799	0.160	0.320	1.279	0.0021	3.927	5.023	8	13.50				2.27
24	F.5.	926.00	924.43	18.31		614	125	0.9	0.799	0.160	0.320	1.279	0.0021	3.927	5.023	8	8.43				1.92

Apéndice 2: Tablas de relaciones hidráulicas

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015	0.0100	0.5396	0.408	0.02202
0.0125	0.0237	0.103	0.00024	0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.0150	0.0031	0.116	0.00036	0.1075	0.05783	0.42	0.02429
0.0175	0.0039	0.129	0.00050	0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.0200	0.0048	0.141	0.00067	0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.0225	0.0057	0.152	0.00087	0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.0250	0.0067	0.163	0.00108	0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.0275	0.0077	0.174	0.00134	0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.0300	0.0087	0.184	0.00161	0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.0325	0.0099	0.194	0.00191	0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.0350	0.0110	0.203	0.00223	0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.0375	0.0122	0.212	0.00258	0.1300	0.0764	0.473	0.03614
0.0400	0.0134	0.221	0.00293	0.1325	0.07855	0.479	0.036763
0.0425	0.0147	0.230	0.00338	0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.0450	0.0160	0.239	0.00382	0.1375	0.08299	0.490	0.40620
0.0475	0.0173	0.248	0.00430	0.1400	0.08509	0.495	0.00430
0.0500	0.0187	0.256	0.00479	0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.0525	0.0201	0.264	0.00531	0.1450	0.09129	0.507	0.04570
0.0550	0.0215	0.273	0.00588	0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.0575	0.0230	0.271	0.00646	0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.0600	0.0245	0.289	0.00708	0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.0625	0.0260	0.297	0.00773	0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.0650	0.0276	0.305	0.00841	0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.0675	0.0292	0.312	0.00910	0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.0700	0.3080	0.320	0.00985	0.1650	0.3080	0.548	0.05916
0.0725	0.0323	0.327	0.01057	0.1700	0.10796	0.527	0.01057
0.0750	0.0341	0.334	0.01138	0.1750	0.117854	0.568	0.06677
0.0775	0.0358	0.341	0.01219	0.1800	0.12241	0.577	0.07063
0.0800	0.0375	0.348	0.01304	0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.0825	0.0392	0.355	0.01392	0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.0850	0.0410	0.361	0.01479	0.1950	0.13725	0.601	0.08304
0.0875	0.0428	0.368	0.01571	0.2000	0.14238	0.615	0.08756

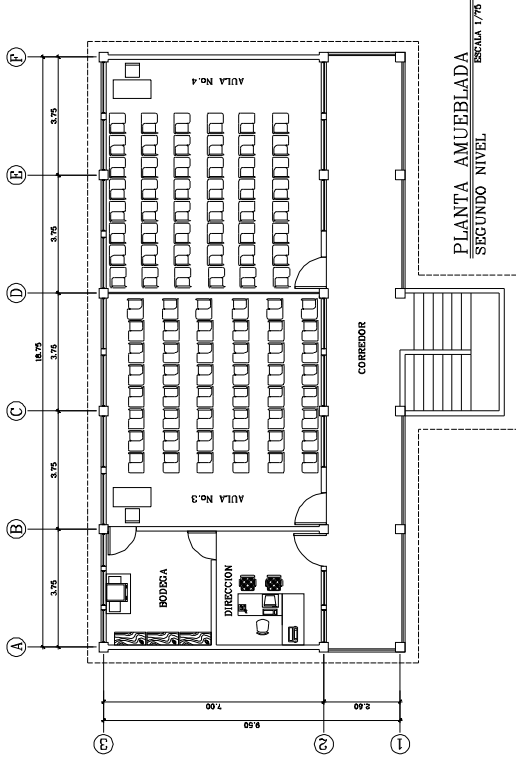
d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.01631	0.651	0.10619
0.2250	0.1681	0.659	0.11098
0.2300	0.1436	0.669	0.11611
0.2350	0.1791	0.676	0.12109
0.2400	0.1846	0.684	0.12623
0.2450	0.1900	0.692	0.13148
0.2500	0.1955	0.702	0.13726
0.2600	0.2066	0.716	0.14793
0.2700	0.2178	0.730	0.15902
0.3000	0.2523	0.776	0.19580
0.3100	0.2640	0.790	0.20858
0.3200	0.2459	0.804	0.22180
0.3300	0.2879	0.817	0.23516
0.3400	0.2998	0.830	0.24882
0.3500	0.3123	0.843	0.26327
0.3600	0.3241	0.856	0.27741
0.3700	0.3361	0.868	0.29197
0.3800	0.3483	0.879	0.30649
0.3900	0.3611	0.891	0.32172
0.4000	0.3435	0.902	0.33693
0.4100	0.3860	0.913	0.35246
0.4200	0.3986	0.921	0.36709
0.4400	0.4238	0.943	0.39963
0.4500	0.4365	0.955	0.41681
0.4600	0.4391	0.964	0.43296
0.4800	0.4715	0.983	0.46617
0.4900	0.4874	0.991	0.48303
0.5000	0.5000	1.000	0.50000
0.5100	0.5126	1.009	0.51719
0.5200	0.5255	1.016	0.53870
0.5300	0.5382	1.023	0.55060
0.5400	0.5509	1.029	0.56685

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.6600	0.7005	1.10	0.44339
0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.7700	0.8262	1.14	0.95321
0.7800	0.8369	1.13	0.97015
0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.8100	0.8778	1.14	1.00045
0.8200	0.8776	1.14	1.00965
0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.8800	0.9320	1.13	1.06050
0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.9000	0.948	1.12	1.07010
0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.9200	0.9625	1.12	1.07460
0.9300	0.9692	1.11	1.07410

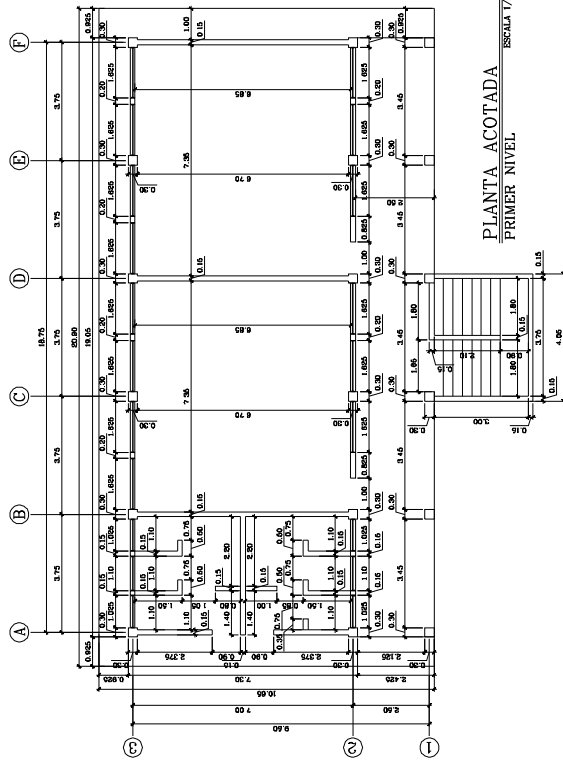


NOTA:
ESTE DISEÑO NO INCLUYE EL EQUIPAMIENTO DE
LA ESCUELA ESTE PLANO ÚNICAMENTE INDICA LA
DISTRIBUCIÓN DEL MOBILIARIO TOMADO EN CUENTA
PARA EL DISEÑO.

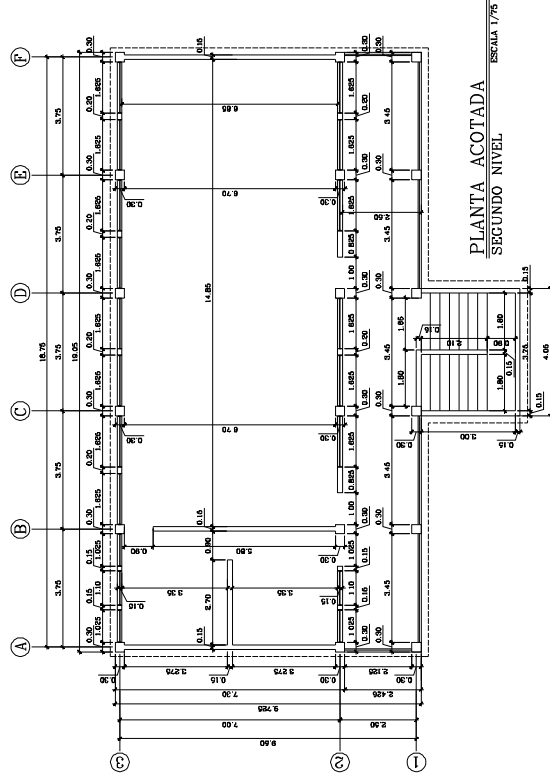
PLANTA AMUEBLADA
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



PLANTA AMUEBLADA
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



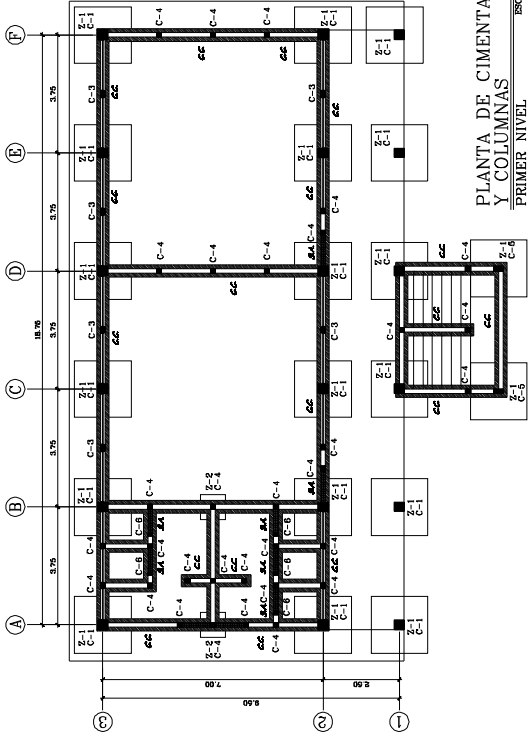
PLANTA ACOTADA
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



PLANTA ACOTADA
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75

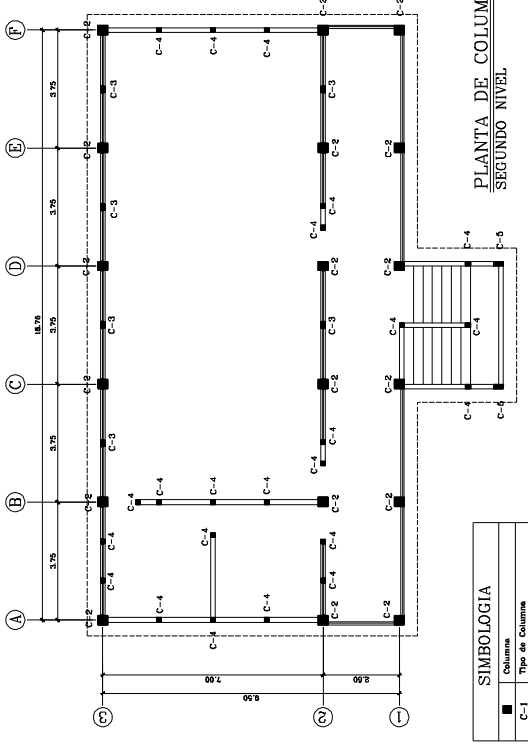
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
PARA EL CASERIO CALAJAJ

UNIVERSIDAD CATOLICA DEL SACRAMENTO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE ARQUITECTURA	NOMBRE: VICTOR CASTILAN FECHA: MAYO 2008
DISEÑADO POR: VICTOR CASTILAN CORREO: vcastil@ucsf.edu.ec	NOMBRE: VICTOR CASTILAN FECHA: MAYO 2008
LUGAR: EL CASERIO CALAJAJ, SAN ANDRES RENTAFRÍA, GUAYAS INGENIERIA CIVIL	
NOMBRE: VICTOR CASTILAN FECHA: MAYO 2008	

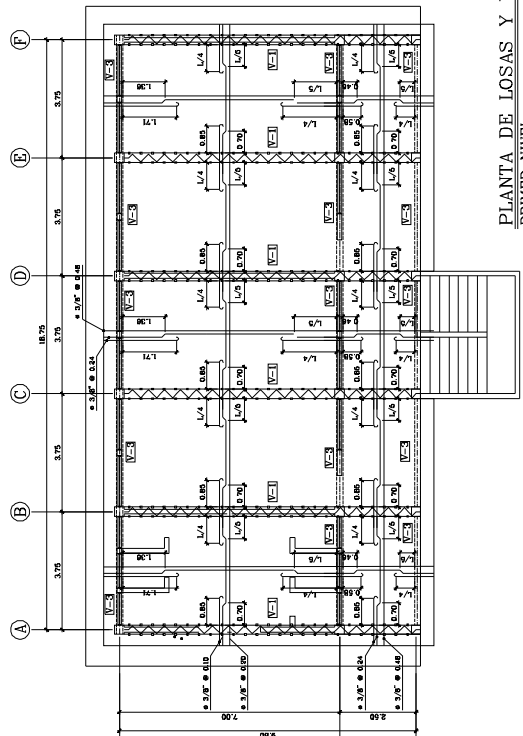


PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75

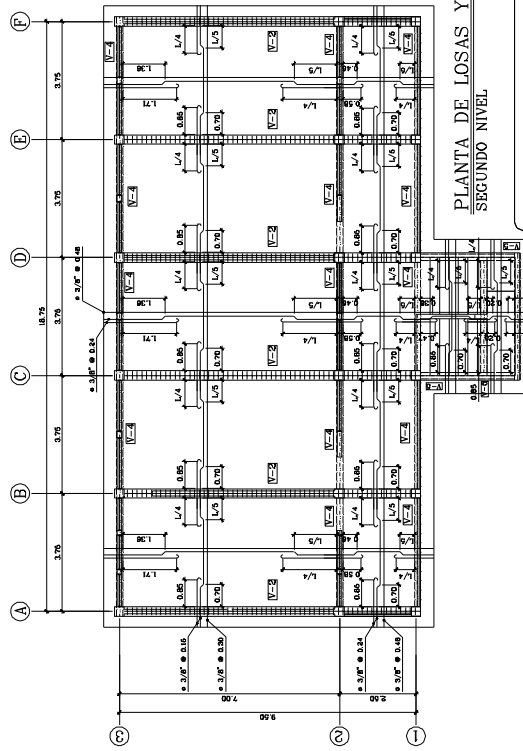
SIMBOLOGIA	
	Columna
	C-1
	C-2
	C-3
	C-4
	Z-1
	Z-2
	Z-3
	Z-4
	Z-5
	Z-6
	Z-7
	Z-8
	Z-9
	Z-10
	Z-11
	Z-12
	Z-13
	Z-14
	Z-15
	Z-16
	Z-17
	Z-18
	Z-19
	Z-20
	Z-21
	Z-22
	Z-23
	Z-24
	Z-25
	Z-26
	Z-27
	Z-28
	Z-29
	Z-30
	Z-31
	Z-32
	Z-33
	Z-34
	Z-35
	Z-36
	Z-37
	Z-38
	Z-39
	Z-40
	Z-41
	Z-42
	Z-43
	Z-44
	Z-45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



PLANTA DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



PLANTA DE LOSAS Y VIGAS
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



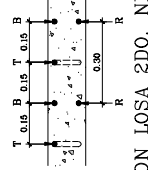
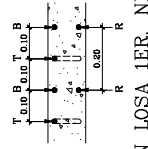
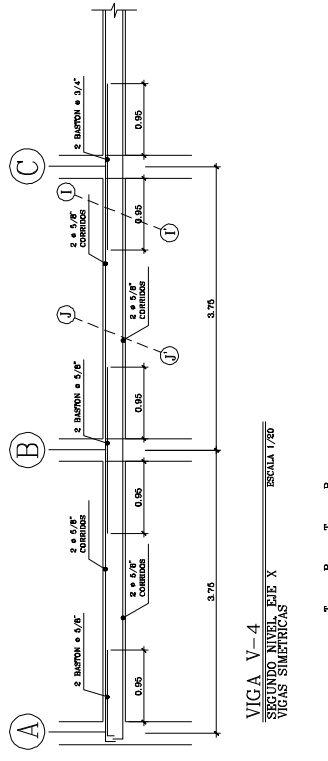
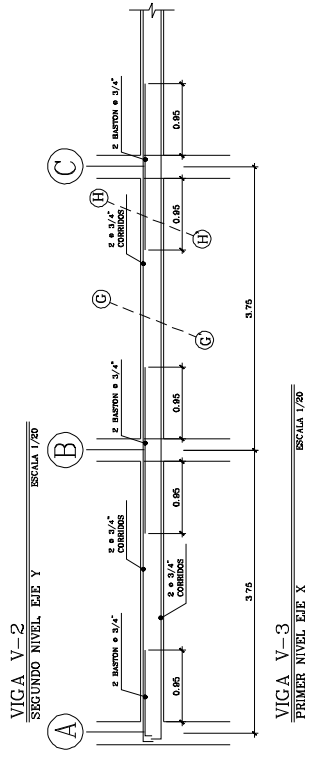
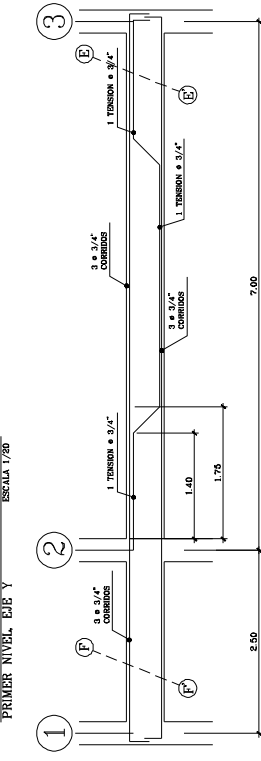
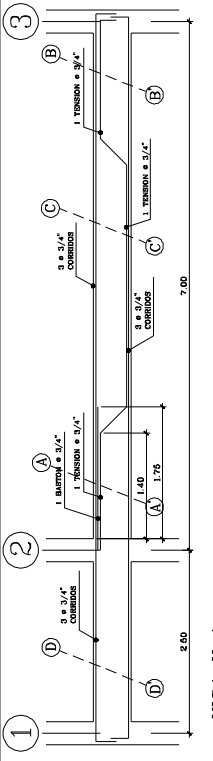
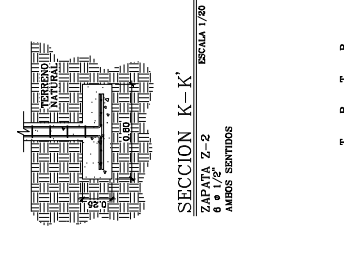
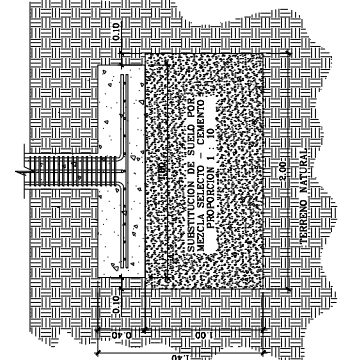
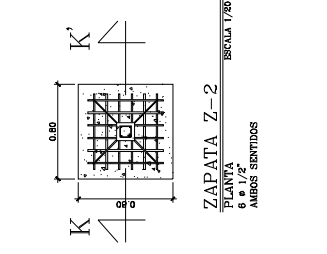
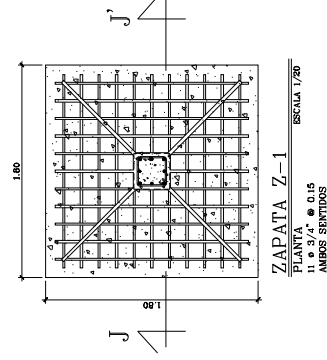
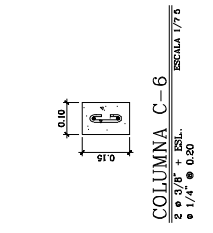
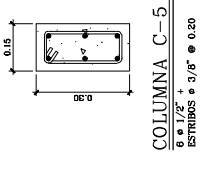
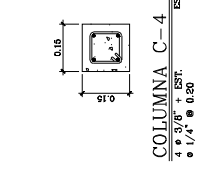
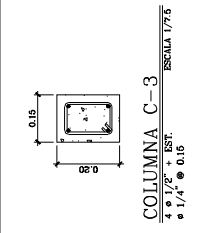
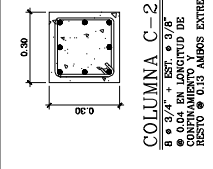
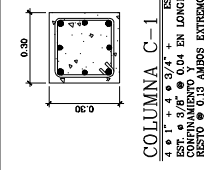
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75

DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
 PARA EL CASERIO CALAJAJ
 ESCALA 1/75

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO DE SUCRE
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

AUTOR: VICTOR CATALAN
 FECHA: 2000 - 10-02
 INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL

TITULO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERIO CALAJAJ



NOTA:
 1. SE MUESTRA EL TENDIDO NATURAL EN DIMENSIONES
 DE 2.00 X 2.00 X 1.00 PARA CADA ZAPATA Z-1
 (COMO SE MUESTRA EN EL DETALLE DE ZAPATA Z-1)
 2. LA MEZCLA DEBES COMPACTARSE EN TODAS LAS
 DIRECCIONES DE UN ALMOZA DE SUELO CON UN SACA DE CEMENTO
 DICHA MEZCLA DEBERA APLICARSE COMPACTANDO CAPAS
 DE 0.15 mts. A UN GRADO DE COMPACTACION DEL 90%

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
 PARA EL CASERIO CALAJAJ

UBICACION: CALAJAJ, CANTON CALAJAJ, PROV. CAJAMAHA

FECHA: 2000 - 12-02

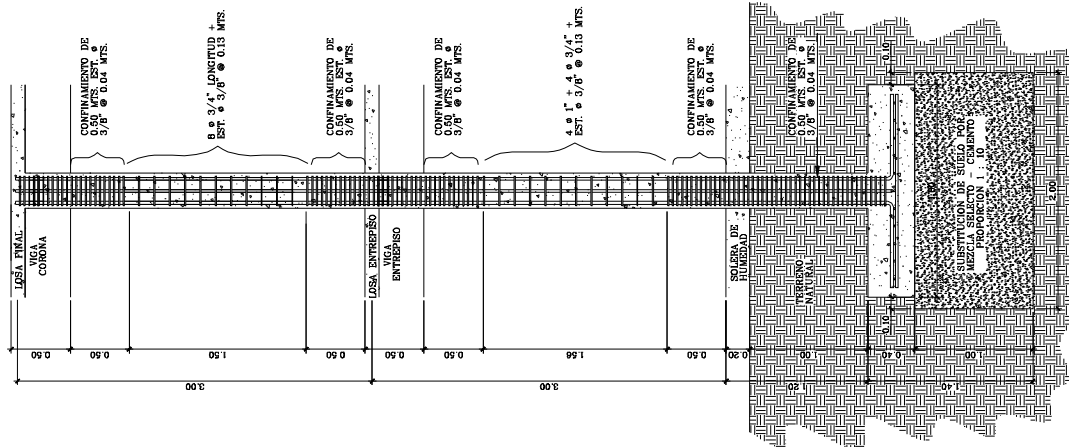
PROYECTISTA: VICTOR CATALAN

CLIENTE: INSTITUCION EDUCATIVA

ESCALA: 1/20

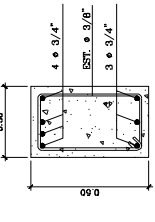
PROYECTISTA: VICTOR CATALAN

CLIENTE: INSTITUCION EDUCATIVA

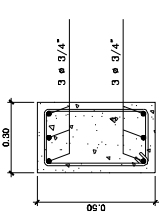


DETALLE DE CONFINAMIENTO DE COLUMNA C-1
ESCALA 1/20

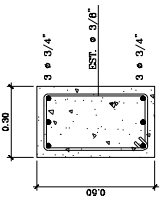
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERIO CALAJAJ
 UBICACIÓN: CALAJAJ, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS BUCARAMANGA, BOGOTÁ
 CLIENTE: INSTITUCIÓN EDUCATIVA CALAJAJ
 ARQUITECTO: VICTOR CATALAN
 INGENIERO: VICTOR CATALAN
 FECHA: 2008 - 12-02
 ESCALA: 1/20



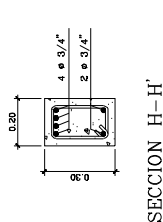
SECCION B-B
VIGA V-1 PRIMER NIVEL
ESCALA 1/10



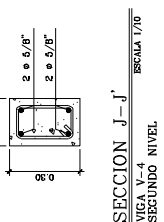
SECCION D-D
VIGA V-1 PRIMER NIVEL
ESCALA 1/10



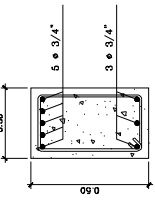
SECCION F-F
VIGA V-2 SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/10



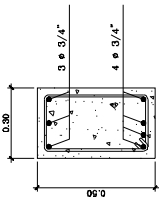
SECCION H-H
VIGA V-3 PRIMER NIVEL
ESCALA 1/10



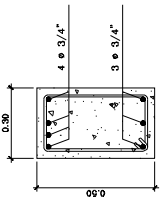
SECCION J-J
VIGA V-4 SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/10



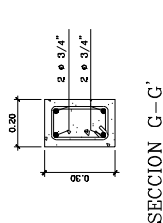
SECCION A-A
VIGA V-1 PRIMER NIVEL
ESCALA 1/10



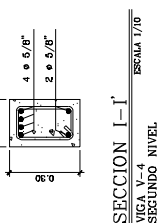
SECCION C-C
VIGA V-1 PRIMER NIVEL
ESCALA 1/10



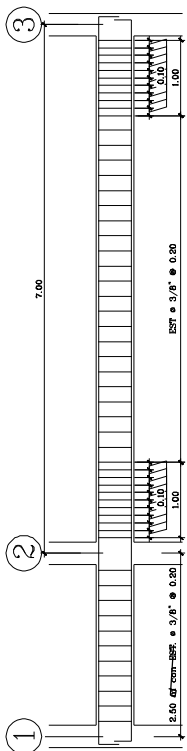
SECCION E-E
VIGA V-2 SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/10



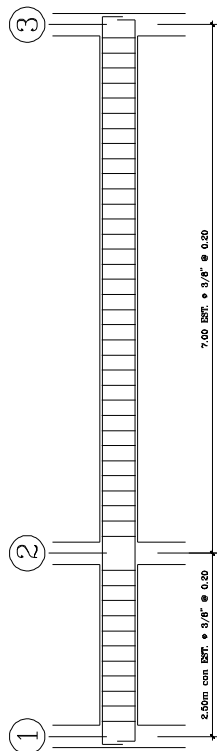
SECCION G-G
VIGA V-3 PRIMER NIVEL
ESCALA 1/10



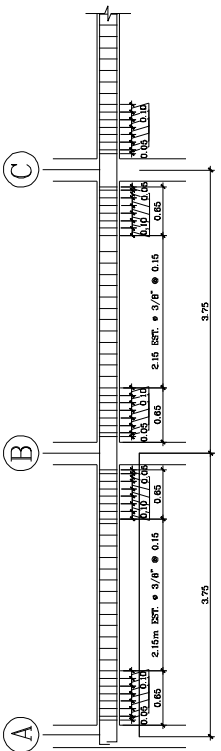
SECCION I-I
VIGA V-4 SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/10



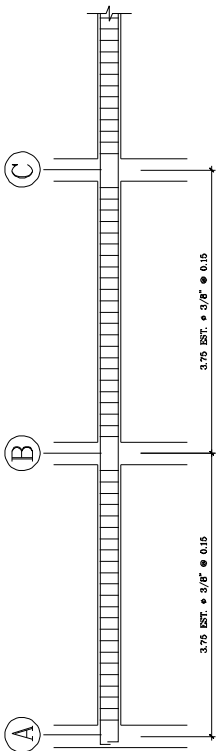
VIGA V-1
PRIMER NIVEL, EJE Y
ESCALA 1/20



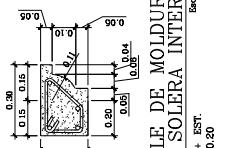
VIGA V-2
SEGUNDO NIVEL, EJE Y
ESCALA 1/20



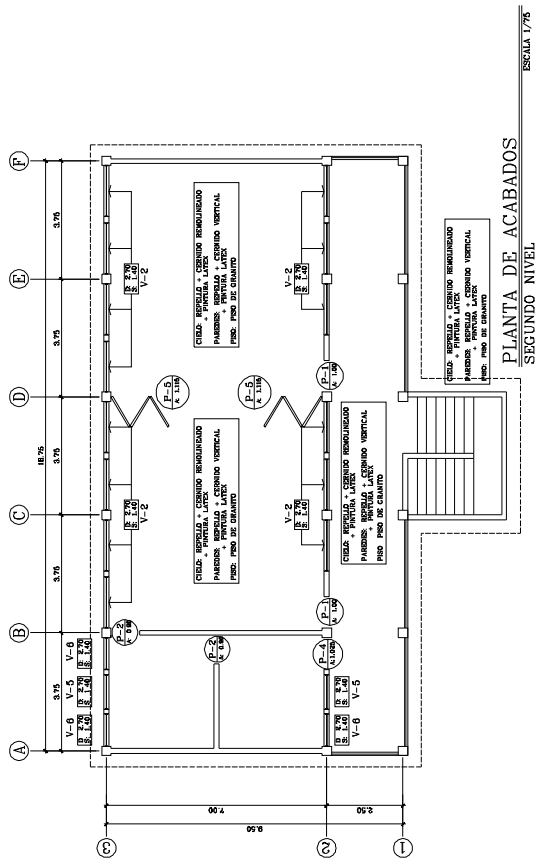
VIGA V-3
PRIMER NIVEL, EJE X
ESCALA 1/20



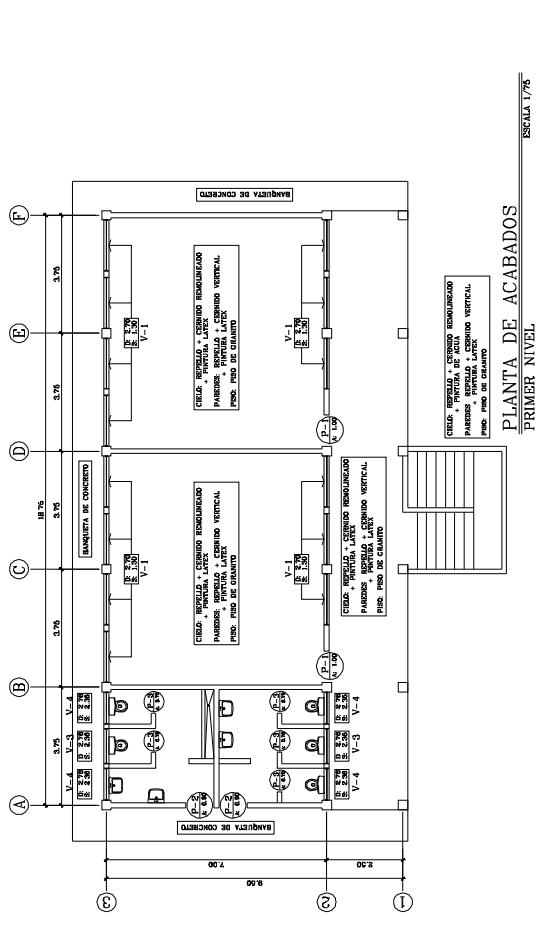
VIGA V-4
SEGUNDO NIVEL, EJE X
VIGAS SIMÉTRICAS
ESCALA 1/20



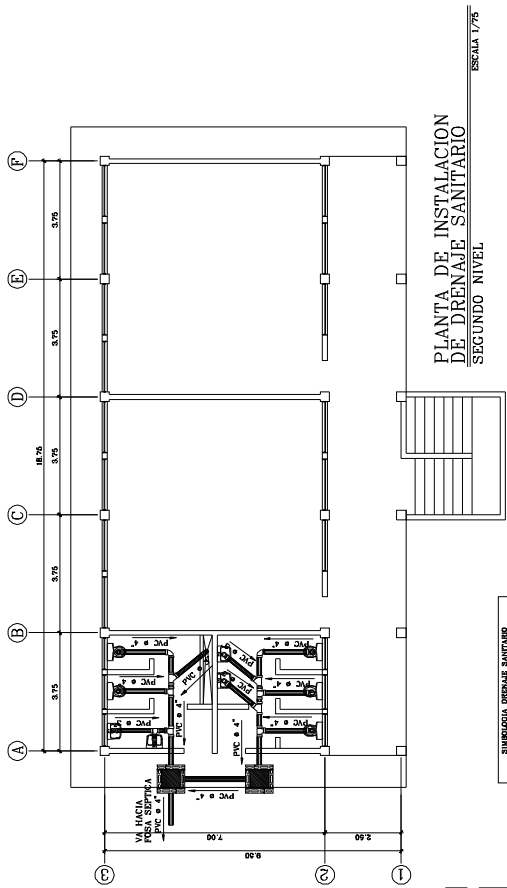
DETALLE DE MOLDURA FINAL SOLERA INTERMEDIA
ESCALA 1/10



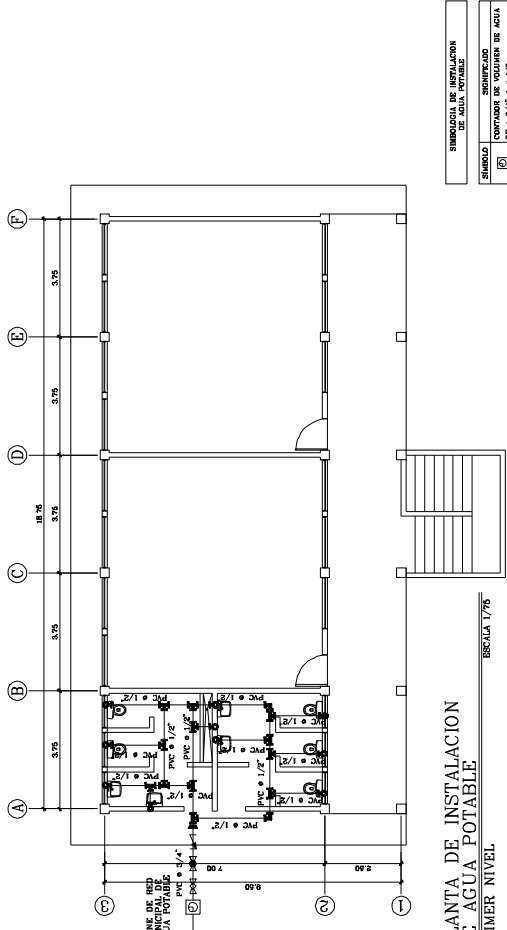
PLANTA DE ACABADOS
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



PLANTA DE ACABADOS
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



PLANTA DE INSTALACION
DE DRENAJE SANITARIO
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



PLANTA DE INSTALACION
DE AGUA POTABLE
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75

Simbología de Instalación de Agua Potable

Simbolo	Significado
[Caja de registro]	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE SANITARIO
[Codo 90°]	CODO 90° PERFIL
[Codo 45°]	CODO 45° PERFIL
[Tee]	TEE SANITARIA PERFIL
[Reductor]	REDUCTOR DE 1" A 3"
[Tubo]	TUBO DE DRENAJE PARA ACQUA PIA

Simbología de Instalación de Agua Potable

Simbolo	Significado
[Caja de registro]	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE SANITARIO
[Codo 90°]	CODO 90° PERFIL
[Codo 45°]	CODO 45° PERFIL
[Tee]	TEE SANITARIA PERFIL
[Reductor]	REDUCTOR DE 1" A 3"
[Tubo]	TUBO DE DRENAJE PARA ACQUA PIA

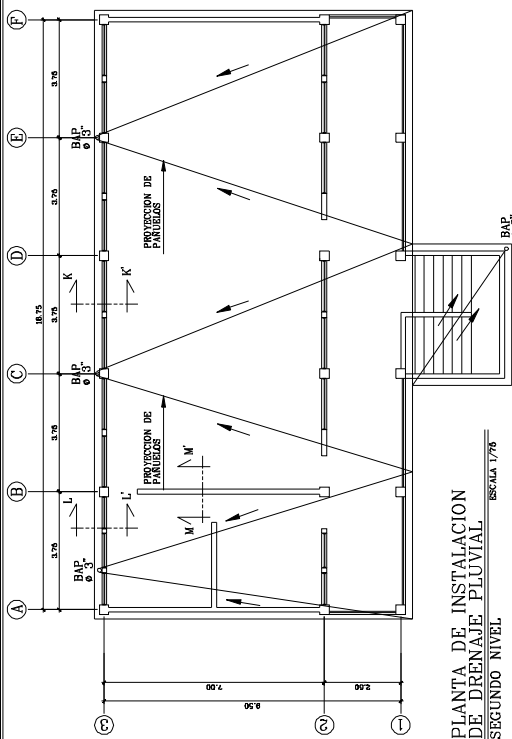
PLANILLA DE PUERTAS

CANTIDAD	TIPO	ANCHO	ALTIMA	MATERIAL
4	P-1	1.00	2.10	METAL
4	P-2	0.90	2.10	METAL
5	P-3	0.70	2.10	METAL
1	P-4	1.025	2.10	METAL
6	P-4	1.14	2.10	METAL (VARIAS HOJAS PLEGABLES)

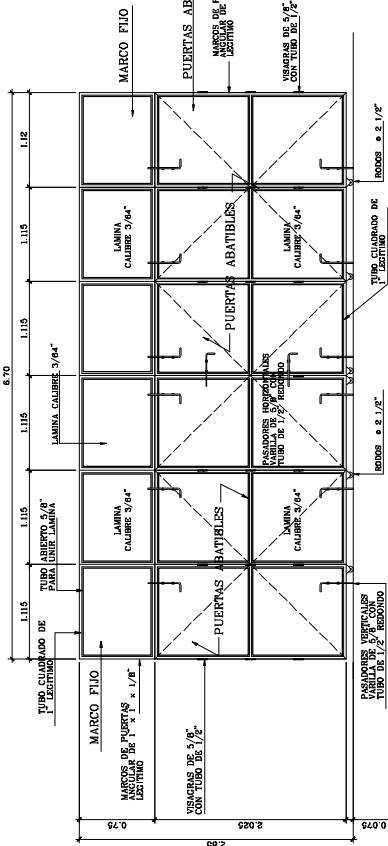
PLANILLA DE VENTANAS

CANTIDAD	TIPO	SILABO	DISEÑO	ANCHO	ALTIMA	MATERIAL
14	V-1	1.40	2.76	1.025	1.36	METAL + VIDRO
14	V-2	1.40	2.70	1.025	1.30	METAL + VIDRO
2	V-3	2.36	2.76	1.10	0.40	CLARO
4	V-4	2.36	2.76	1.025	0.40	CLARO
2	V-5	1.40	2.70	1.10	1.30	METAL + VIDRO
3	V-6	1.40	2.70	1.025	1.30	CLARO

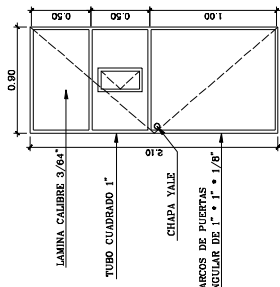
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERIO CALAJAJ
UBICACION: CARRERA CALAJAJ SAN ANTONIO SUCRE, CALAJAJ
PROYECTADO POR: VICTOR CATALAN
FECHA: 2000 - 12-02
ESCALA: 1/75
PROYECTADO POR: VICTOR CATALAN
FECHA: 2000 - 12-02
ESCALA: 1/75



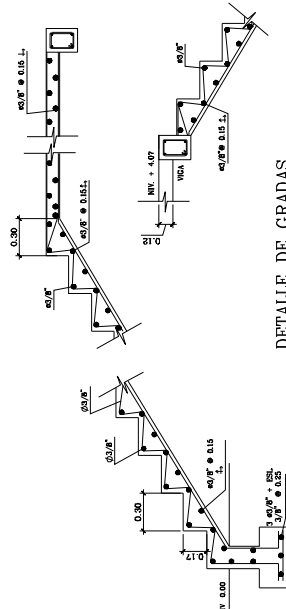
PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE PLUVIAL
SEGUNDO NIVEL ESCALA 1/8



DIVISION PARA AULAS
ESCALA 1/25



DETALLE DE PUERTA ESCALA 1:20



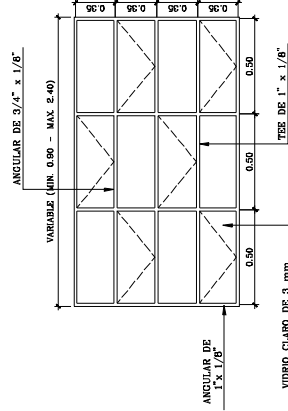
DETALLE DE GRADAS
ESCALA 1/10



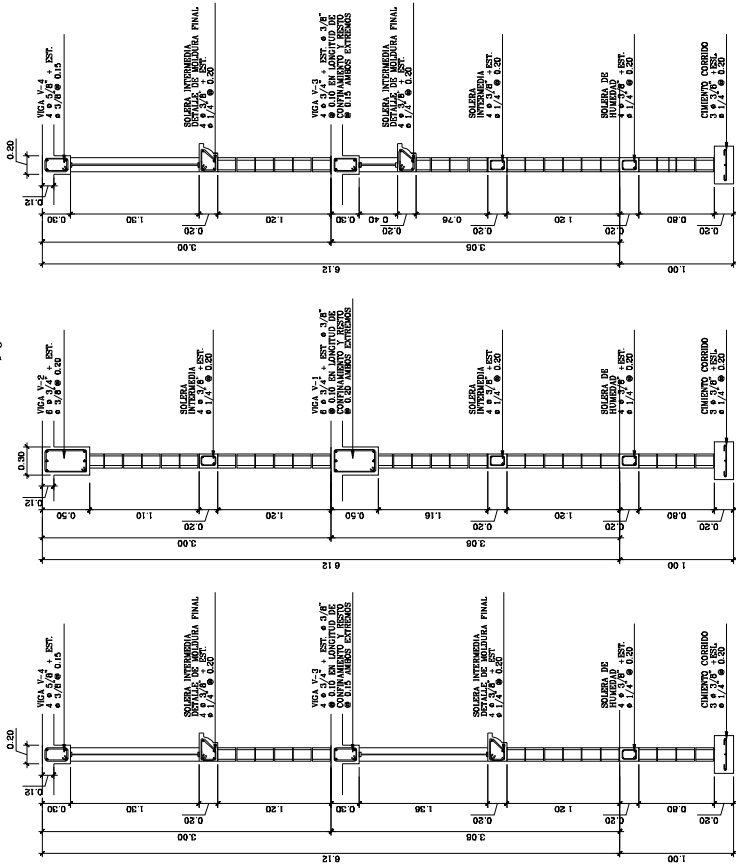
VIGA V-5
4 x 17/8 7/8 1/4 x 0.15 ESCALA 1/7.5

- MATERIALES (PUERTAS)**
- LAMINA CALIBRE 3/64"
 - TUBO CUADRADO 1" x 1/8"
 - PLANA YALE 1" x 1/8"
 - CHAPA YALE 1" x 1/8"
 - PINTURA DE ACEITE

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERO CALAJAJ				
UBICACION: CARRETERA CALAJAJ SAN ANDRES SUPTIATA, SUCUMA				
PLANTA: PLANTA DE INSTALACION DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL MURO TIPO				
ARCHIVO: VICTOR CAPULAN		CADENA: COMUNA		FECHA: 2000 - 12/02
OFICINA:		PROYECTO: 2000		AUTOR: M. B. DE LOS ANGELES



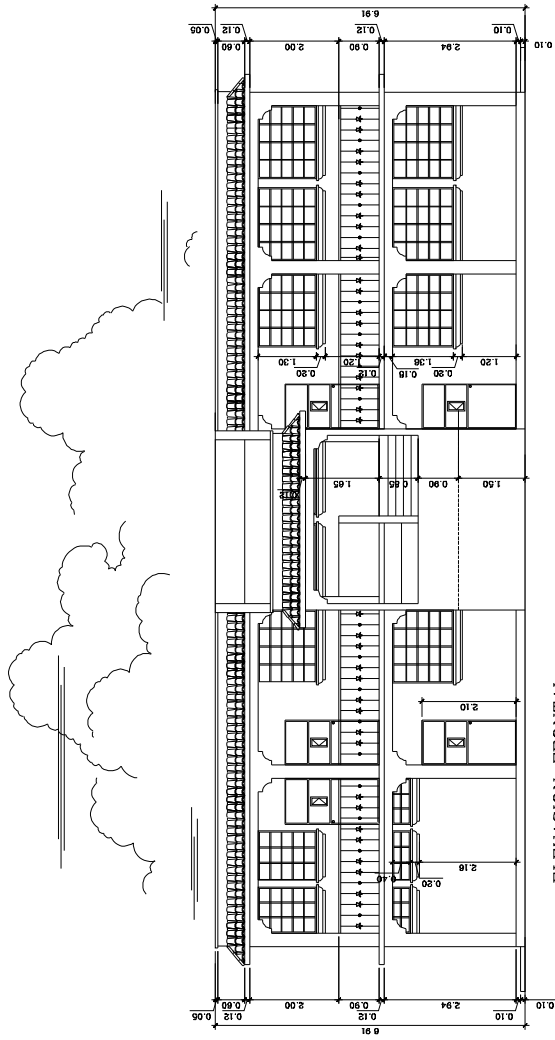
DETALLE DE VENTANA ESCALA 1:20



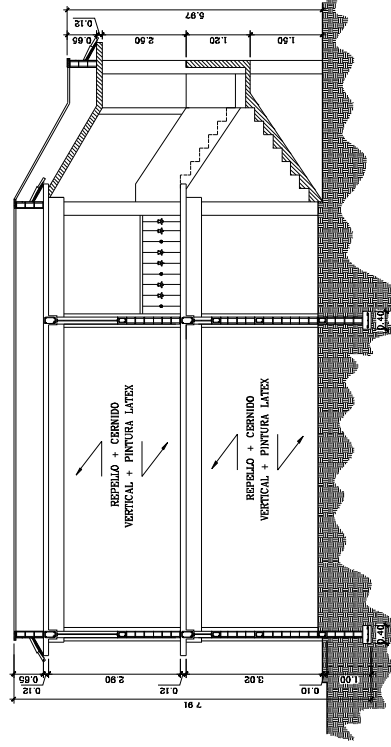
CORTE K-K
CORTE DE MURO TIPO ESCALA 1/25
POSTERIOR CON VENTANA

CORTE M-M
CORTE DE MURO TIPO ESCALA 1/25
INTERMEDIO SIN VENTANA

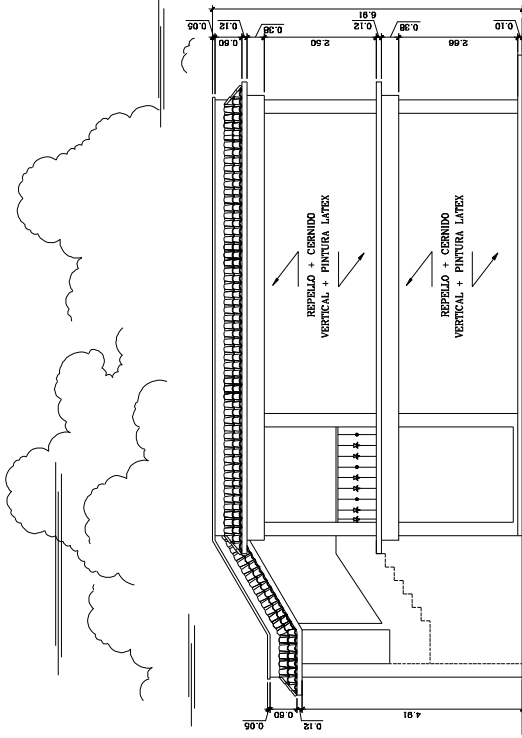
CORTE L-L
CORTE DE MURO TIPO ESCALA 1/25
POSTERIOR CON VENTANA



ELEVACION FRONTAL
ESCALA 1/50

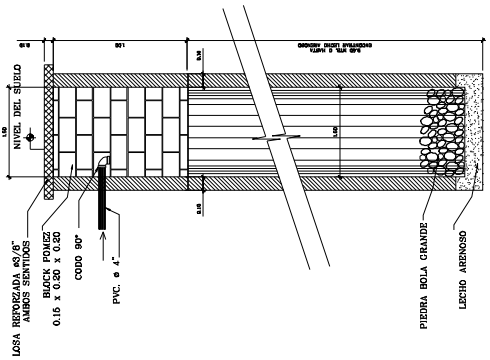


SECCION TRANSVERSAL
ESCALA 1/50

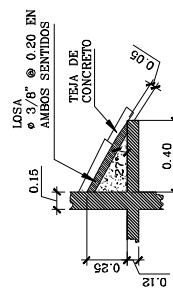


ELEVACION LATERAL
ESCALA 1/50

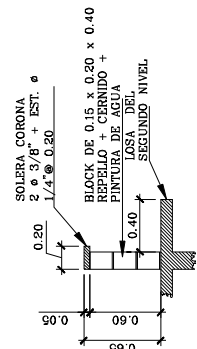
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERIO CALIJAI			
UBICACION: CALIJAI, SAN ANTONIO DE SUCRE, BOLIVIA		ESCALA: 1/50	
AUTOR: VICTOR CATALAN		FECHA: NOVIEMBRE 2008	
DISEÑADOR: VICTOR CATALAN		DISEÑADORA: ANITA MARI SUAREZ	



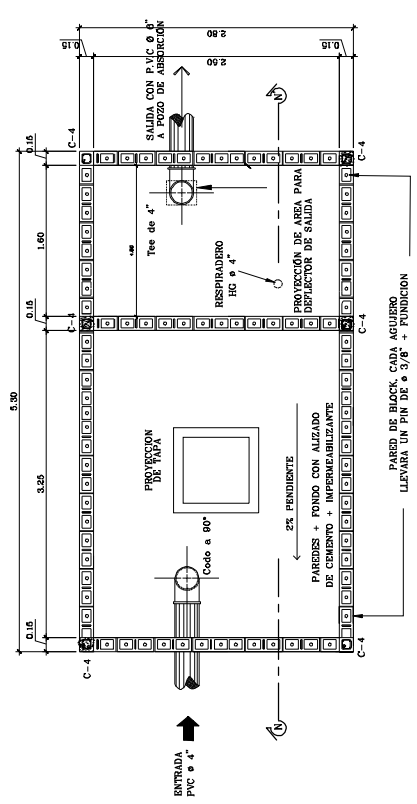
POZO DE ABSORCIÓN
ESCALA 1/20



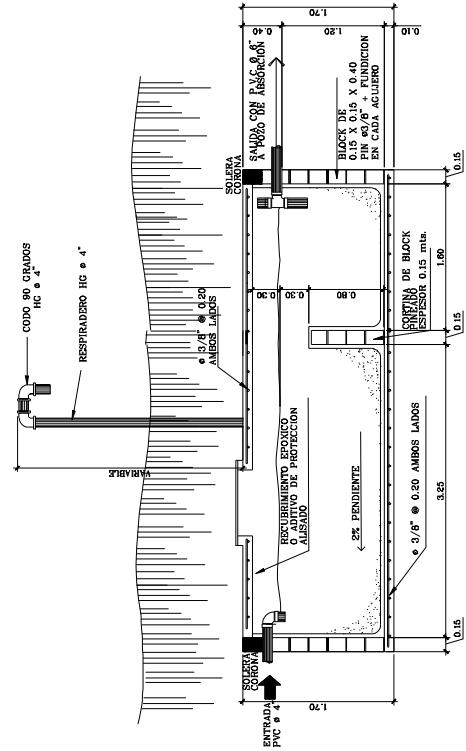
DETALLE DE TEJA
LOSA FINAL
ESCALA 1/20



DETALLE LEVANTADO SOBRE LOSA FINAL
ESCALA 1/20

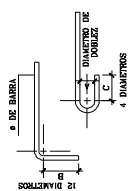
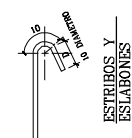


PLANTA DE FOSA SEPTICA
ESCALA 1/25



SECCION N-N'
FOSA SEPTICA
ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES TECNICAS CONSTRUCTIVAS	
Fe = 210 Kg/cm ² = GRADO 40	
Fy = 2810 Kg/cm ² = 3000 PSI	
RESISTENCIA DEL CONCRETO	
PROPORCION 1 : 2 : 2	
1 CEMENTO	
2 ARENA DE RIO	
2 PIEDRIN	
RECUBRIMIENTOS MINIMOS:	
COLUMNA: 2.5 CENTIMETROS	
ZAPATAS: 8 CENTIMETROS	
VIGAS: 2.5 CENTIMETROS	
LOSAS: 2.5 CENTIMETROS	
TRASLAPES MINIMOS	
VARILLA 3/8" = 0.35 MTS	
VARILLA 1/2" = 0.50 MTS	
VARILLA 5/8" = 0.60 MTS	
VARILLA 3/4" = 0.75 MTS.	
<ul style="list-style-type: none"> - EL AGREGADO GRUESO SERA DE 1/2" A 3/4". - LOS MATERIALES DEBEN ESTAR LIBRES DE IMPUREZAS. - LAS PAREDES DE MAMPOSTERIA DEBERAN REFORZARSE CON COLUMNAS Y SOLERAS EN LOS MARCOS ESTRUCTURALES (VER DETALLES). 	



PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERIO CALAJAJ

UBICACION: CALAJAJ, SAN ANTONIO DE SUCRE, BOLIVIA

FECHA: 2000 - 12-02

PROYECTANTE: VICTOR CATALAN

ESCALA: INDICADA

PROYECTANTE: VICTOR CATALAN

ESCALA: INDICADA

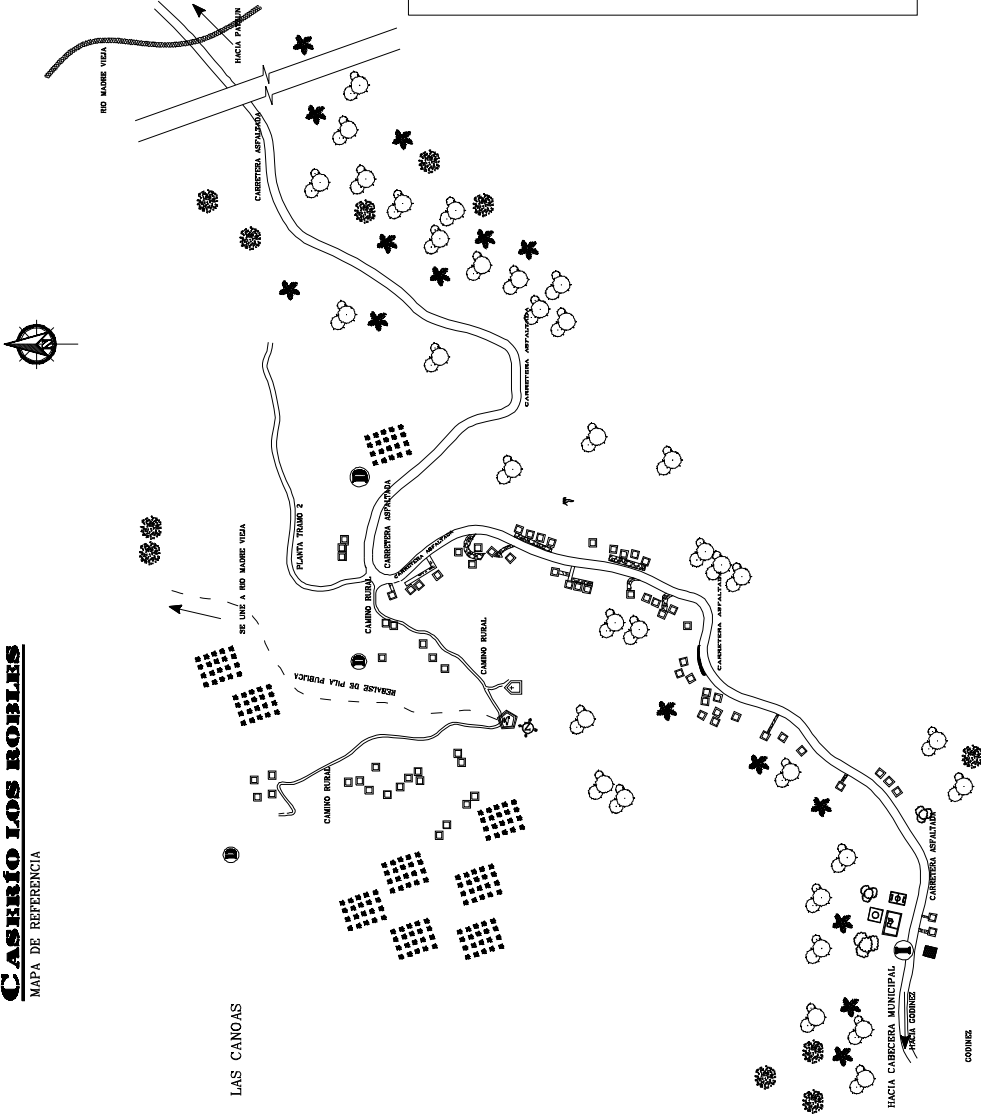
PROYECTANTE: VICTOR CATALAN

ESCALA: INDICADA

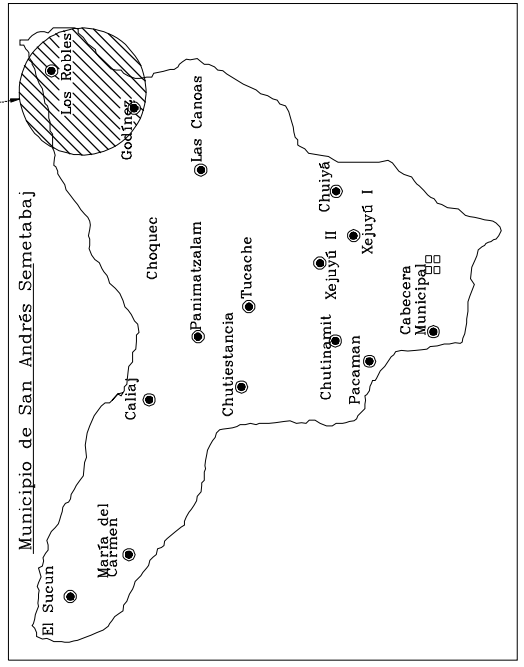
CARRIÓ LOS ROBLES
 MAPA DE REFERENCIA

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
[Square with diagonal lines]	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
[Square with cross]	FOSA SEPTICA
[Square with circle]	IGLESIA EVANGELICA
[Square with horizontal lines]	SALON COMUNAL
[Square with vertical lines]	RIO MADRE VIEJA
[Wavy line]	ARROLLO POR REBALSIS
[Dashed line]	NACIMIENTO DE AGUA
[Triangle]	CUCUTIVOS
[Circle]	ARROLES
[Square]	ESCUELA
[Circle with vertical line]	INICIO DE SISTEMA DE DRENAJE
[Circle with horizontal line]	DESCARGA A POZO
[Circle with dot]	VIVIENDAS
[Circle with cross]	CENTRO DE SALUD
[Circle with triangle]	PILAS PUBLICAS
[Circle with square]	CANCHAS DE FUTBOL
[Circle with diamond]	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES



UBICACIÓN DEL PROYECTO



DENSIDAD DE VIVIENDA
 PLANTA TRAMO 1 (SECTOR CARRETERA)

ESCALA 1/500

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 CASARÍO LOS ROBLES SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOCALA

INSTITUCIÓN: LOS ROBLES SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOCALA

FECHA DE ELABORACIÓN: 17

PROYECTO DE COMUNITARIO / UBICACIÓN DEL PROYECTO: PLANTA DE DRENAJE DE VIVIENDA

ELABORADO POR: VICTOR CATALAN

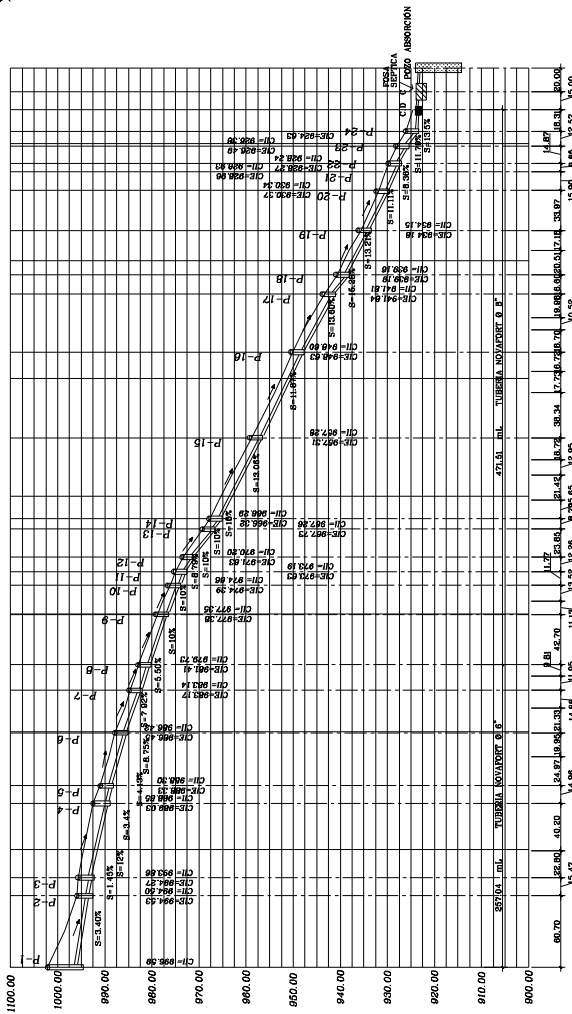
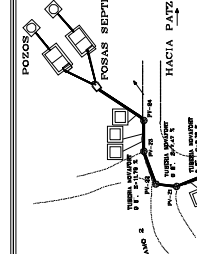
REVISADO POR: VICTOR CATALAN

FECHA DE ELABORACIÓN: 2008 - 04-01

FECHA DE REVISIÓN: 2008

PROYECTO: 17

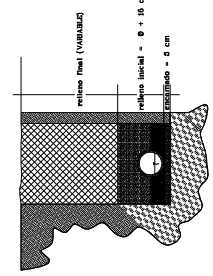
PROYECTO: 17



PERFIL TRAMO 1 (SECTOR CARRETERA)
ESCALA HORIZONTAL 1/2000
ESCALA VERTICAL 1/250

NOTA:
TODAS LAS TUBERIAS SON PVC RÍGIDO
NOVAVOLTA NORMAL PARA 1-10g
CON UN GRADO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE 3500 kg/cm²
SECCIONES RECTANGULARES INCLINADAS

REQUERIMIENTOS:
TUBERIAS (PVC RÍGIDO) Ø 1200 mm
TUBERIAS (NOVAVOLTA) Ø 1000 mm
PUZOS DE VENTILACIÓN DE CONCRETO Ø 300 - 30.00 m² de área
CUBIERTOS DE VENTILACIÓN DE CONCRETO Ø 300 - 30.00 m² de área
CUBIERTOS DE VENTILACIÓN DE CONCRETO Ø 300 - 30.00 m² de área
CUBIERTOS DE VENTILACIÓN DE CONCRETO Ø 300 - 30.00 m² de área
CUBIERTOS DE VENTILACIÓN DE CONCRETO Ø 300 - 30.00 m² de área
CUBIERTOS DE VENTILACIÓN DE CONCRETO Ø 300 - 30.00 m² de área



SECCIÓN DE ZANJA
ESCALA HORIZONTAL 1/75

TABLA POZOS DE VISITA

DE	A	DIST	ADMIT	COTAS FINALES	COTAS INICIALES			
P.V.	P.V.	HOR	INICIO	FINAL	FINAL			
1	2	60.70	107.59.00	1000	995.87	996.58	994.53	
2	3	15.48	69.30.25	995.67	995.62	994.50	994.27	
3	4	12.47	69.30.25	995.62	995.52	994.50	994.27	
4	5	12.47	69.30.25	995.52	995.42	994.50	994.27	
5	6	44.92	32.91.00	989.70	987.81	988.30	988.45	
6	7	37.14	40.41.35	987.81	984.53	986.42	983.17	
7	8	21.70	25.03.00	984.53	982.77	983.17	981.41	
8	9	42.72	21.03.30	982.77	978.74	979.73	977.35	
9	10	26.42	29.29.70	978.74	977.95	977.35	974.89	
10	11	12.58	27.76.00	974.95	973.31	973.15	971.83	
11	12	12.58	27.76.00	973.31	969.10	970.20	967.75	
12	13	4.39	85.06.05	969.10	967.69	967.26	966.32	
13	14	66.72	20.15.00	967.69	956.68	956.28	957.31	
14	15	72.78	11.41.00	956.68	950.20	957.28	946.83	
15	16	17.17	11.37.30	950.20	943.21	943.51	938.18	
16	17	17.17	11.37.30	943.21	940.55	938.16	934.18	
17	18	37.49	32.05.00	940.55	935.55	934.15	930.37	
18	19	20	34.07	32.05.00	935.55	931.74	930.34	928.96
19	20	34.07	32.05.00	931.74	930.33	930.34	928.96	
20	21	16.47	32.4.53.00	930.33	928.84	928.84	928.27	
21	22	6.83	32.9.53.00	928.84	928.00	928.00	924.63	
22	23	12.80	32.9.53.00	928.00	924.63	924.63	924.63	
23	24	12.80	32.9.53.00	924.63	924.43	924.43	923.05	
24	24	12.80	32.9.53.00	924.43	924.43	924.43	923.05	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

RELLENO DE ZANJA
L. El relleno al finalizar el trabajo debe ser hecho de tal manera que permita el libre paso de agua y que no produzca ningún tipo de obstrucción en el sistema de drenaje. El relleno debe ser hecho con el tipo de material que se indique en el proyecto. El relleno debe ser hecho en capas de 15 cm de espesor y compactado con el tipo de maquinaria que se indique en el proyecto. El relleno debe ser hecho con el tipo de material que se indique en el proyecto. El relleno debe ser hecho en capas de 15 cm de espesor y compactado con el tipo de maquinaria que se indique en el proyecto.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Las tuberías de PVC rígido deben ser de tipo novavolta, con un grado de resistencia a la tracción de 3500 kg/cm². Las tuberías deben ser de tipo novavolta, con un grado de resistencia a la tracción de 3500 kg/cm². Las tuberías deben ser de tipo novavolta, con un grado de resistencia a la tracción de 3500 kg/cm². Las tuberías deben ser de tipo novavolta, con un grado de resistencia a la tracción de 3500 kg/cm².

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
CASO: LOS RINCONES SAN ANTONIO SECTORIAL, ZANJA

UBICACIÓN: LOS RINCONES SAN ANTONIO SECTORIAL, ZANJA

FECHA: FEBRERO 2009

PROYECTISTA: VICTOR CATALAN

ESCALA: 1/1000

INICIA: SURBANCAS

HACIA CENTRO DE CABRERA MUNICIPAL

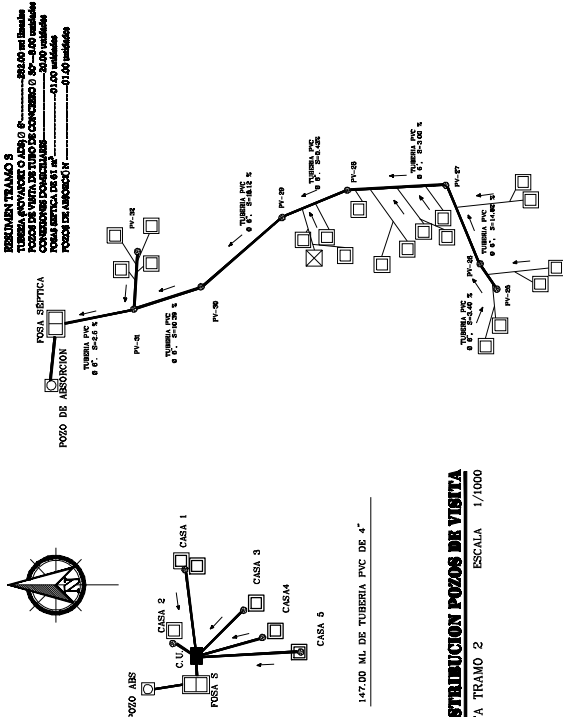
DISTRIBUCION POZOS DE VISITA

DE	A	V.	DIST	COTA TERRENO	COTA INVERT
25	26	12.92	829.42	924.81	923.85
26	27	36.64	924.81	919.35	923.38
27	28	41.96	919.35	918.06	917.92
28	29	49.99	917.92	916.53	916.41
29	30	47.97	916.53	915.83	915.24
30	31	30.02	915.83	916.48	916.20
31	32	24.72	916.48	916.50	916.11
32	33	30.00	916.50	916.70	916.50
33	34	24.00	916.70	916.50	916.43
34	35	21.00	916.50	916.00	916.50
35	36	21.00	916.00	914.50	916.50

EXEQUEN TRAMO 2
CONEXION CAN-CARRERA 4 ----- 440 metros
CONDICIONES
 DISTRIBUCION DE POZOS DE VISITA
 CANAL SÉPTICA DE 10" Ø
 POZOS DE ABSORCIÓN ----- 07.00 metros

NOTA:
 LA TUBERÍA SERÁ PVC TIPO
 NOVOPUR NORMA ASTM F-849
 SIN JUNTAS (TIPO 3)
 SEGUN PLANTEAMIENTO (TIPO 3)

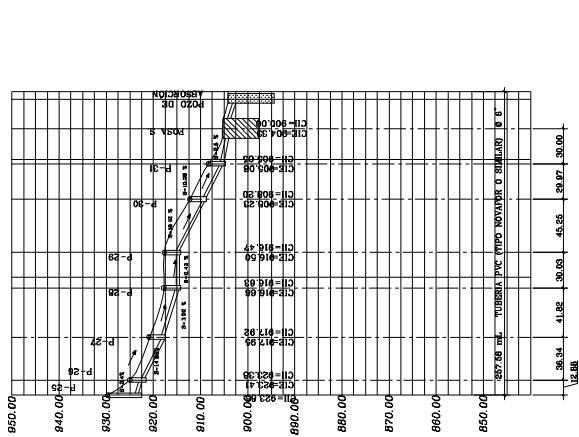
DISTRIBUCION POZOS DE VISITA
 PLANTA TRAMO 2
 ESCALA 1/1000



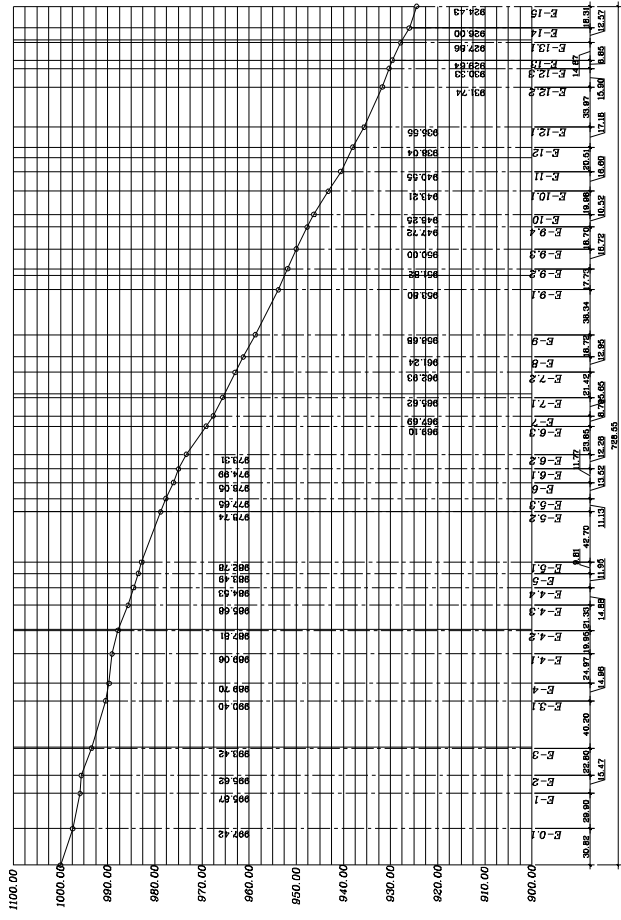
147.00 ML DE TUBERÍA PVC DE 4"

DISTRIBUCION POZOS DE VISITA

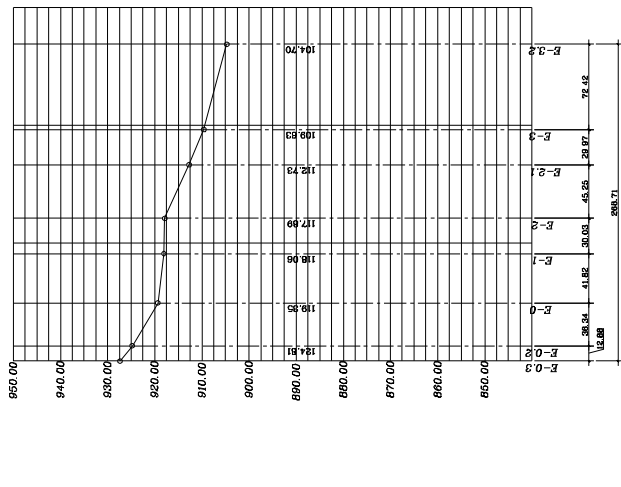
DISTRIBUCION POZOS DE VISITA
 PLANTA TRAMO 3
 ESCALA 1/1000



DISTRIBUCION POZOS DE VISITA
 PERFIL TRAMO 3
 ESCALA HORIZONTAL 1/2000
 ESCALA VERTICAL 1/250



ALTIMETRÍA TRAMO 1
 PERFIL TRAMO 1 (SECTOR CARRETERA)
 ESCALA HORIZONTAL 1/2000
 ESCALA VERTICAL 1/250



ALTIMETRÍA TRAMO 3
 PERFIL TRAMO 3
 ESCALA HORIZONTAL 1/2000
 ESCALA VERTICAL 1/250

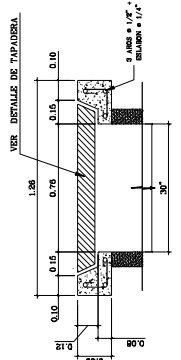
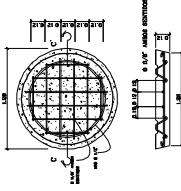
PERFILES TOPOGRAFICOS

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 CASERIO LOS BOULES, SAN ANTONIO ESPIRIITUANA, SUCUMA

37

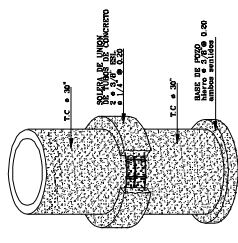
CLIENTE: LOS BOULES, SAN ANTONIO ESPIRIITUANA, SUCUMA
 PLANTA DE POZOS DE VISITA DEL TRAMO 2 Y 3
 Y PERFILES TOPOGRAFICOS

INGENIERO: VICTOR CATALAN
 CALLE N.º 1000 - 12412
 SUCUMA, BOLIVIA
 FONO: 609090000
 FAX: 609090000

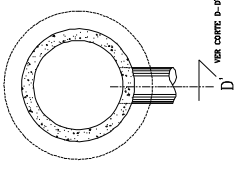


DETALLES DE ARMADO DE TAPADERA
ESCALA 1/10

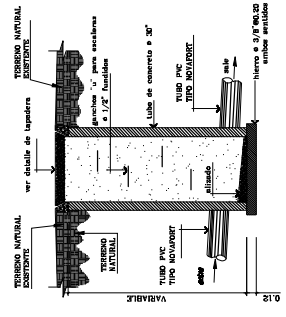
SECCIÓN DE TAPADERA
ESCALA 1/10



DETALLE DE POZO VISITA
ISOMÉTRICO

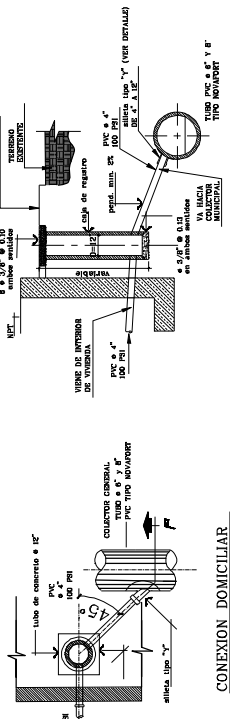


PLANTA
ESCALA 1/20



CORTE D-D'
POZO DE VISITA TIPO
ESCALA 1/20

NOTA:
9 UNIDADES DE POZO DE VISITA TIPO 1
SERÁ DE 1.00 ML DE PROFUNDIDAD
8 UNIDADES DE POZO DE VISITA TIPO 2
SERÁ DE ALTURA VARIABLE MAYOR DE 1.00 ML
DE PROFUNDIDAD.
VER PERFILES DE POZOS DE VISITA



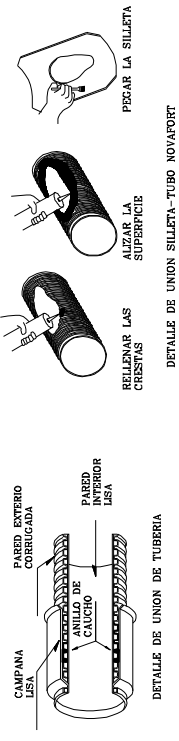
CORTE F-F'
CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1/20

CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONEXION DOMICILIAR

RESUMEN DE PASOS PARA CONEXION DE SILLETA.
1. Seleccionar el tipo de silleta que se va a utilizar.
2. Preparar el terreno para la colocación de la silleta.
3. Colocar la silleta en el terreno.
4. Colocar el tubo de PVC en la silleta.
5. Colocar el tubo de PVC en el terreno.
6. Colocar el tubo de PVC en el terreno.
7. Colocar el tubo de PVC en el terreno.
8. Colocar el tubo de PVC en el terreno.
9. Colocar el tubo de PVC en el terreno.
10. Colocar el tubo de PVC en el terreno.

DETALLES DE CONEXION DOMICILIAR



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONEXION DOMICILIAR

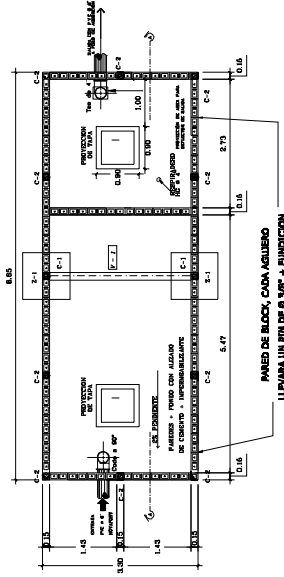
CONEXION DE TUBERIA.
La tubería a instalar debe ser tubaría estructural de doble superficie, interior lisa y exterior corrugada.
El material de la tubería debe ser concreto de alta resistencia, preparado con concentración de las tuberías tradicionales.
En las uniones de tubería debe ser concreto de alta resistencia, preparado con concentración de las tuberías tradicionales.
En las uniones de tubería debe ser concreto de alta resistencia, preparado con concentración de las tuberías tradicionales.
En las uniones de tubería debe ser concreto de alta resistencia, preparado con concentración de las tuberías tradicionales.

- ESPECIFICACIONES GENERALES
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
 2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN FC = 210 KG/CM2 PROPORCION 1:2:3.5.
 3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
 4. LAS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN LAS INSTRUCCIONES DE LOS FABRICANTES DE LA INSTALACION.
 5. EL ACERBA UTILIZARA SERA F-949 O EQUIVALENTE.
 6. LA TUBERIA TUBERIA A UTILIZAR PUEDE SER: NOVAPORT (ASTM F-949) O ADS NORMA ASTM CLASE 3

DETALLES UNION DE TUBERIA

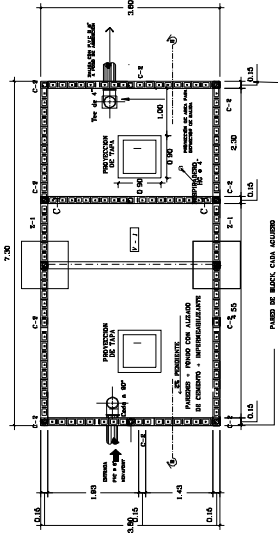
PROYECTO	DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO		
CLIENTE	CASERO LOS BRIBOS SAN ANTONIO ESMERALDA SUCUBA		
UBICACION	LOS BRIBOS SAN ANTONIO ESMERALDA SUCUBA		
ESCALA	47		
FECHA	FEBRERO 2009		
DISEÑADO POR	VICTOR CATALAN		
REVISADO POR	VICTOR CATALAN		
APROBADO POR	VICTOR CATALAN		

DETALLES DE POZO DE VISITA



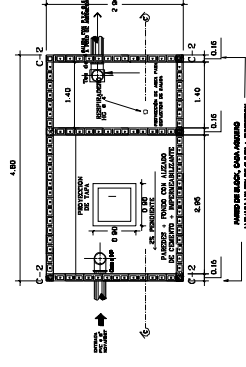
PLANTA ESCALA: 1:50

FOSA SÉPTICA TRAMO I



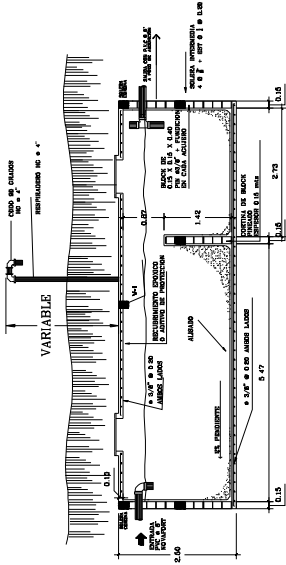
PLANTA ESCALA: 1:50

FOSA SÉPTICA TRAMO I

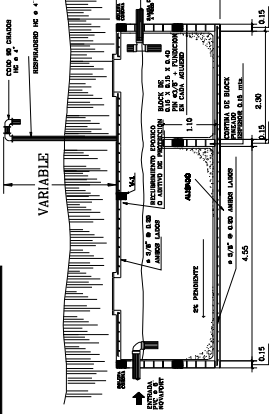


PLANTA ESCALA: 1:50

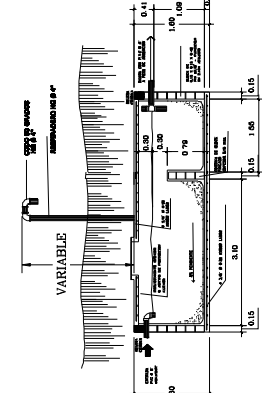
FOSA SÉPTICA TRAMO I



SECCION A-A ESCALA: 1:50

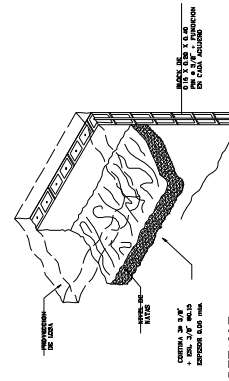
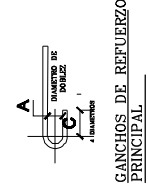


SECCION C-C ESCALA: 1:50

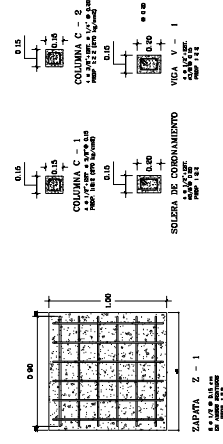


SECCION C-C ESCALA: 1:50

TABLA 1		A	B	C	D
$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$		1/4"	0.04	0.04	0.04
$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2 = \text{GRADO 40}$		3/8"	0.06	0.06	0.06
RESISTENCIA DEL CONCRETO		1/4"	0.04	0.04	0.04
PROPORCIÓN 1 : 2 : 2		1/4"	0.04	0.04	0.04
1 CEMENTO		1/4"	0.04	0.04	0.04
2 ARENILLA		1/4"	0.04	0.04	0.04
2 PIEDRA		1/4"	0.04	0.04	0.04
RECURRIMIENTOS MÍNIMOS:		1/4"	0.04	0.04	0.04
ESPESORES DE ACEROS DE ACERO		1/4"	0.04	0.04	0.04
TUBERÍA A COLOCAR		1/4"	0.04	0.04	0.04
TUBERÍA 4" TIPO NOVATITE		1/4"	0.04	0.04	0.04
TUBERÍA 4" 100 PSI		1/4"	0.04	0.04	0.04



DETALLE ACUMULACION DE NATAS



DETALLES ESTRUCTURALES PARA FOSAS SEPTICAS ESCALA 1/20

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 UBICACION: CASABLANCA, REPUBLICA DOMINICANA

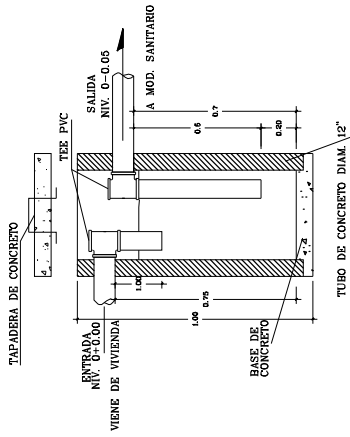
CLIENTE: SECCION DE OBRAS PUBLICAS DE LOS TRAMOS 1, 2 Y 3, ASESORAMIENTO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

PROYECTISTA: VICTOR CATALAN

CLIENTE: VICTOR CATALAN

FECHA: FEBRERO 2009

ESCALA: 1/20

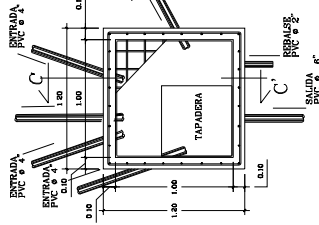


SECCION E-E'

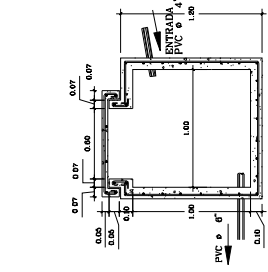
CAJA TRAMPA DE GRASA

(EN SECTOR 2)

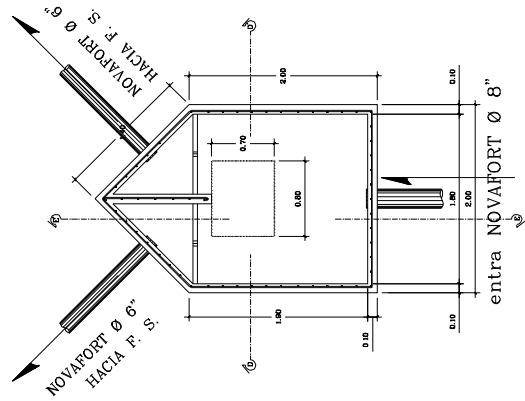
ESCALA 1/10



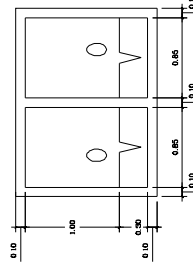
PLANTA



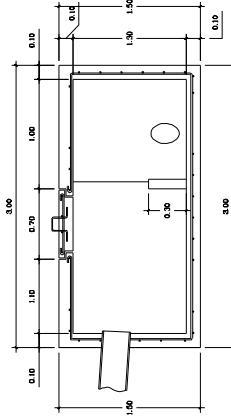
SECCION C-C'



PLANTA



SECCION D-D'



SECCION E-E'

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDAL

(EN SECTOR 1)

ESCALA 1/25

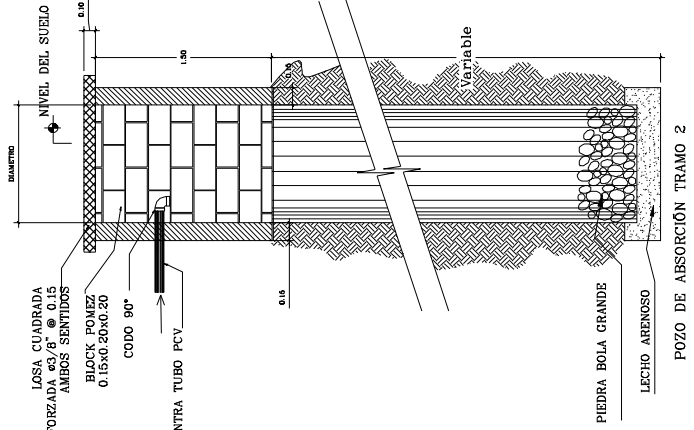
CAJA UNIFICADORA DE CAUDAL

(EN SECTOR 2)

ESCALA 1/20

TABLA DE POZOS DE ABSORCIÓN		
DATOS		
TRAMO	CANTIDAD	DIAMETRO PROFUNDIDAD
TRAMO 1 SECTOR PRINCIPAL	2	2.00 mt 18.00 mt
TRAMO 2	1	1.50 mt 9.60 mt
TRAMO 3	1	1.50 mt 18.00 mt

* O HASTA ENCONTRAR LECHO ARENOSO



POZO DE ABSORCIÓN TRAMO 2

POZO DE ABSORCIÓN

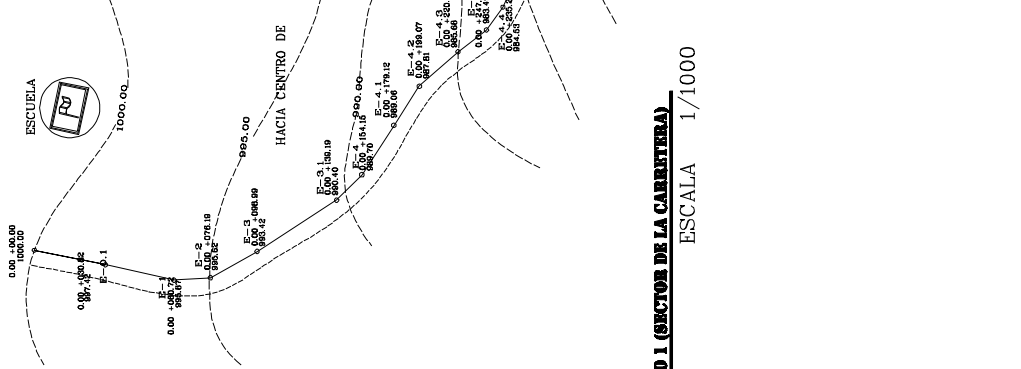
ESCALA 1/20

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 CLIENTE: CASAS DEL PUEBLO SAN ANTONIO DE LOS ANDES, S.A.
 UBICACIÓN: LOS ANDES, SAN ANTONIO DE LOS ANDES, S.A.
 ESCALA: 1/20
 FECHA: 2007 - 194EJ

67
 CANTIDAD DE UNIDADES DE CAUDAL EN EL POZO DE ABSORCIÓN

INGENIERO: VICTOR CATALAN
 INGENIERO AUXILIAR: VICTOR CATALAN
 INGENIERO AUXILIAR: VICTOR CATALAN
 INGENIERO AUXILIAR: VICTOR CATALAN

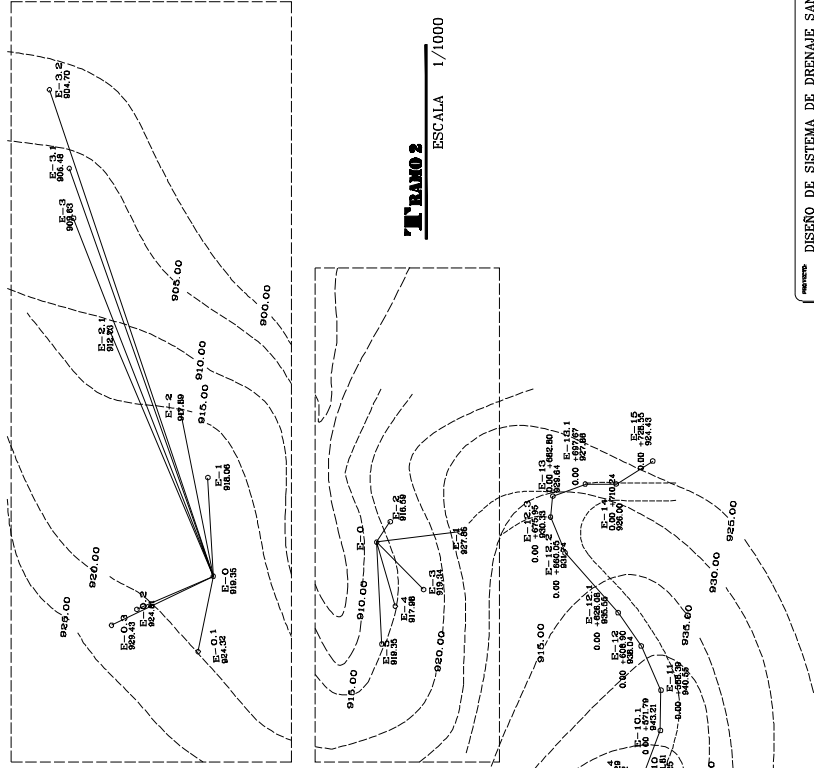
HACIA CENTRO DE CABECERA MUNICIPAL



RAMO 1 (SECTOR DE LA CARRETERA)
ESCALA 1/1000



RAMO 3
ESCALA 1/1000



RAMO 3
ESCALA 1/1000

DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO CASERIO LOS ROBLES SAN ANDRÉS ESCOBAR, SOCLA	
CLIENTE: LOS ROBLES SAN ANDRÉS ESCOBAR, SOCLA	
INSTITUCIÓN: PLANTA GENERAL DE LLEVAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CORTES DE INT.	
NÚMERO: 77	FECHA: FEBRERO 2009
AUTOR: VICTOR CATALAN	DISEÑO: VICTOR CATALAN
ESCALA: INDICADA	PROYECTO: 0000 - 0340

PLATAS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
LEVANTAMIENTO COMPLETO

ESCALA 1/1000

ANEXO 1. Coeficientes para momentos debidos a cargas en losas

TABLA 12.3

Coeficientes para momentos negativos en losas^a

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

donde w = carga muerta más viva uniforme total

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

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00		0.045	0.076	0.050	0.075	0.071	0.071	0.033	0.061
		0.045	0.076	0.050			0.071	0.061	0.033
0.95		0.050	0.072	0.055	0.079	0.075	0.067	0.038	0.065
		0.041	0.072	0.045			0.067	0.056	0.029
0.90		0.055	0.070	0.060	0.080	0.079	0.062	0.043	0.068
		0.037	0.070	0.040			0.062	0.052	0.025
0.85		0.060	0.065	0.066	0.082	0.083	0.057	0.049	0.072
		0.031	0.065	0.034			0.057	0.046	0.021
0.80		0.065	0.061	0.071	0.083	0.086	0.051	0.055	0.075
		0.027	0.061	0.029			0.051	0.041	0.017
0.75		0.069	0.056	0.076	0.085	0.088	0.044	0.061	0.078
		0.022	0.056	0.024			0.044	0.036	0.014
0.70		0.074	0.050	0.081	0.086	0.091	0.038	0.068	0.081
		0.017	0.050	0.019			0.038	0.029	0.011
0.65		0.077	0.043	0.085	0.087	0.093	0.031	0.074	0.083
		0.014	0.043	0.015			0.031	0.024	0.008
0.60		0.081	0.035	0.089	0.088	0.095	0.024	0.080	0.085
		0.010	0.035	0.011			0.024	0.018	0.006
0.55		0.084	0.028	0.092	0.089	0.096	0.019	0.085	0.086
		0.007	0.028	0.008			0.019	0.014	0.005
0.50		0.086	0.022	0.094	0.090	0.097	0.014	0.089	0.088
		0.006	0.022	0.006			0.014	0.010	0.003

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

TABLA 12.4

Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas*

$$M_{a,pos,dl} = C_{a,dl} w l_a^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b,pos,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.036 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

TABLA 12.5
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas^a

$$M_{a,posit,II} = C_{a,II} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga viva uniforme total}$$

$$M_{b,posit,II} = C_{b,II} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,II}$ 0.036 $C_{b,II}$ 0.036	$C_{a,II}$ 0.027 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.027 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.028 $C_{b,II}$ 0.030	$C_{a,II}$ 0.030 $C_{b,II}$ 0.028
0.95	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.033	$C_{a,II}$ 0.030 $C_{b,II}$ 0.025	$C_{a,II}$ 0.031 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.034 $C_{b,II}$ 0.024	$C_{a,II}$ 0.038 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.036 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.031 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.025
0.90	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.034 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.039 $C_{b,II}$ 0.026	$C_{a,II}$ 0.037 $C_{b,II}$ 0.021	$C_{a,II}$ 0.042 $C_{b,II}$ 0.025	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.024	$C_{a,II}$ 0.036 $C_{b,II}$ 0.022
0.85	$C_{a,II}$ 0.050 $C_{b,II}$ 0.026	$C_{a,II}$ 0.037 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.024	$C_{a,II}$ 0.043 $C_{b,II}$ 0.023	$C_{a,II}$ 0.041 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.046 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.026	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.039 $C_{b,II}$ 0.020
0.80	$C_{a,II}$ 0.056 $C_{b,II}$ 0.023	$C_{a,II}$ 0.041 $C_{b,II}$ 0.017	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.048 $C_{b,II}$ 0.020	$C_{a,II}$ 0.044 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.023	$C_{a,II}$ 0.044 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.042 $C_{b,II}$ 0.017
0.75	$C_{a,II}$ 0.061 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.052 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.047 $C_{b,II}$ 0.013	$C_{a,II}$ 0.055 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.056 $C_{b,II}$ 0.020	$C_{a,II}$ 0.049 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.046 $C_{b,II}$ 0.013
0.70	$C_{a,II}$ 0.068 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.049 $C_{b,II}$ 0.012	$C_{a,II}$ 0.057 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.057 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.060 $C_{b,II}$ 0.013	$C_{a,II}$ 0.063 $C_{b,II}$ 0.017	$C_{a,II}$ 0.054 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.050 $C_{b,II}$ 0.011
0.65	$C_{a,II}$ 0.074 $C_{b,II}$ 0.013	$C_{a,II}$ 0.053 $C_{b,II}$ 0.010	$C_{a,II}$ 0.064 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.062 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.055 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.064 $C_{b,II}$ 0.010	$C_{a,II}$ 0.070 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.059 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.054 $C_{b,II}$ 0.009
0.60	$C_{a,II}$ 0.081 $C_{b,II}$ 0.010	$C_{a,II}$ 0.058 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.071 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.067 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.059 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.068 $C_{b,II}$ 0.008	$C_{a,II}$ 0.077 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.065 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.059 $C_{b,II}$ 0.007
0.55	$C_{a,II}$ 0.088 $C_{b,II}$ 0.008	$C_{a,II}$ 0.062 $C_{b,II}$ 0.006	$C_{a,II}$ 0.080 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.072 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.063 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.073 $C_{b,II}$ 0.006	$C_{a,II}$ 0.085 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.070 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.063 $C_{b,II}$ 0.006
0.50	$C_{a,II}$ 0.095 $C_{b,II}$ 0.006	$C_{a,II}$ 0.066 $C_{b,II}$ 0.004	$C_{a,II}$ 0.088 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.077 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.067 $C_{b,II}$ 0.004	$C_{a,II}$ 0.078 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.092 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.076 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.067 $C_{b,II}$ 0.004

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.