



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

**DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA LA
GRANDEZA Y DISEÑO DE LA ESCUELA DE LA ALDEA SAN ANDRÉS
CHÁPIL, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.**

Jorge Luis Rodas Matías

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, febrero de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA LA GRANDEZA Y DISEÑO DE LA ESCUELA DE LA ALDEA SAN ANDRÉS CHÁPIL, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JORGE LUIS RODAS MATÍAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
EXAMINADORA:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA:	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA LA GRANDEZA Y DISEÑO DE LA ESCUELA DE LA ALDEA SAN ANDRÉS CHÁPIL, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de febrero de 2007.

Jorge Luis Rodas Matías

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS todopoderoso, creador, sustentador y salvador, por su constante ayuda en las diferentes etapas de esta carrera, que concluyo repitiendo las palabras del salmista:

"Bendito sea Jehová,

Que oyó la voz de mis ruegos.

Jehová es mi fortaleza y mi escudo;

En Él confió mi corazón y fui socorrido,

Por lo que exalta de gozo mi corazón"

Salmos 28: 6,7

Mis padres, abuelos, tías, hermanos y a todas las personas que han confiado, creído y acompañado a lo largo de mi vida, agradezco a Dios haber puesto en ustedes un gran tesoro en mi vida.

Al Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz, por su amistad y valiosa ayuda como asesor en el trabajo de graduación de E.P.S.

Mis familiares, amigos, compañeros e instituciones que de una u otra manera me apoyaron y acompañaron en el transcurso de esta carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN: MONOGRAFÍA ALDEA LA GRANDEZA Y ALDEA SAN ANDRÉS CHÁPIL.	
1.1. Características generales	1
1.1.1. Ubicación geográfica	1
1.1.2. Coordenadas de cartesianas	1
1.1.3. Mapa de localización	2
1.1.4. Clima	3
1.1.5. Vías de comunicación	3
1.1.6. Reseña histórica	4
1.1.7. Actividades socio-económicas	5
1.1.8. Actividad agrícola	5
1.1.9. Salud y saneamiento	6
1.1.9.1. Recursos de salud	6
1.1.9.2. Tasa de crecimiento	6
1.1.9.3. Tasa de natalidad	6
1.1.9.4. Tasa de fecundidad	7
1.1.9.5. Tasa de mortalidad	7

1.1.9.6.	Morbilidad	7
1.1.10.	Aspecto sociocultural	7
1.1.10.1.	Educación	8
1.1.10.2.	Idioma	9
1.1.10.3.	Participación comunitaria	9
1.1.10.4.	Organizaciones	9
1.1.10.5.	Datos de población	10
1.2.	Disposición de aguas servidas	10
1.3.	Necesidades Prioritarias	11
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE LA ALDEA GRANDEZA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	
2.1.	Descripción del proyecto	13
2.2.	Levantamiento topográfico	14
2.2.1.	Levantamiento planimétrico	14
2.2.2.	Levantamiento altimétrico	15
2.3.	Tipo de sistema a utilizar	15
2.4.	Periodo de diseño	16
2.5.	Estimación de la población de diseño	17
2.5.1.	Método de incremento geométrico	17
2.6.	Calculo de caudales	17
2.6.1.	Población tributaria	17
2.6.2.	Velocidad de flujo	18
2.6.3.	Relación de diámetros	18
2.6.4.	Dotación	19
2.6.5.	Factor de retorno	19
2.6.6.	Factor de Harmon	19
2.6.6.1.	Descripción	19

2.6.7. Caudal domiciliar	20
2.6.8. Caudal de conexiones ilícitas	21
2.6.8.1. Determinación del caudal	21
2.6.9. Caudal de infiltración	22
2.6.9.1. Descripción	22
2.6.9.2. Fórmula	22
2.6.10. Factor de caudal medio	23
2.6.11. Caudal de diseño	24
2.6.11.1. Descripción	24
2.6.12. Fórmula de Manning	25
2.6.12.1. Descripción	25
2.7. Factor de rugosidad	26
2.7.1. Descripción y valores	26
2.8. Cálculo de cotas invert	26
2.8.1. Descripción	26
2.9. Obras y accesorios	28
2.9.1. Colectores	28
2.9.2. Pozos de visita	28
2.9.3. Cajas de visita	30
2.10. Conexiones domiciliarias	30
2.10.1. Tubería secundarias	30
2.10.2. Caja o candela	30
2.10.3. Profundidad de tubería	30
2.11. Normar y recomendaciones	31
2.12. Principios hidráulicos	32
2.13. Relaciones hidráulicas	32
2.14. Diseño de la red de alcantarillado	36
2.15. Plan de operación y mantenimiento	41
2.15.1. Selección del tipo de tratamiento	41

2.15.2.	Funciones de la fosa séptica	41
2.16.	Presupuesto	43
2.17.	Estudio de impacto ambiental	50
2.17.1.	Marco legal	50
2.17.2.	Impactos ambientales	50
2.17.3.	Plan de gestión ambiental	52
2.17.4.	Medidas de litigación	53
2.18.	Evaluación socio-económica	54
2.18.1.	Valor presente neto	54
2.18.2.	Tasa interna de retorno	56
3.	DISEÑO DE ESCUELA DE LA ALDEA SAN ANDRÉS CHÁPIL DE MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ.	
3.1.	Infraestructura para la escuela	59
3.1.1.	Localización del terreno	59
3.1.2.	Topografía del terreno	60
3.1.3.	Evaluación del suelo	61
3.1.4.	Normas para el diseño	62
3.1.5.	Criterios generales	62
3.1.5.1.	Criterios de conjunto	62
3.1.5.2.	Criterios de iluminación	63
3.1.5.3.	Otros criterios	64
3.1.5.4.	Instalaciones	65
3.1.6.	Espacios educativos	65
3.1.6.1.	Aula teórica	66
3.2.	Diseño de la escuela	67
3.2.1.	Diseño arquitectónico	67
3.2.2.	Ubicación de la escuela en el terreno	68
3.2.3.	Distribución de ambientes	68

3.2.4.	Altura del edificio	68
3.2.5.	Selección del sistema a utilizar	68
3.3.	Diseño estructural	69
3.3.1.	Predimensionamiento estructural	69
3.3.2.	Modelos matemáticos de marcos rígidos	73
3.3.3.	Cargas aplicadas a los marcos rígidos	74
3.3.3.1.	Cargas verticales en marcos rígidos	74
3.3.3.2.	Cargas horizontales	78
3.3.4.	Análisis de marcos rígidos método Kani	80
3.3.5.	Momentos últimos por envolvente	93
3.3.6.	Diagrama de corte en marcos rígidos típicos	96
3.3.7.	Resultado de análisis usando el software	99
3.3.8.	Comparación de resultados	101
3.4.	Diseño estructural	102
3.4.1.	Diseño de losas	102
3.4.1.1.	Losas nivel 1	103
3.4.1.2.	Losas nivel 2	110
3.4.2.	Diseño de vigas	110
3.4.2.1.	Viga tipo 1	110
3.4.3.	Diseño de Columnas	115
3.4.3.1.	Columna típica nivel 2	116
3.4.4.	Diseño de cimientos	125
3.4.4.1.	Zapata tipo 1	126
3.4.4.2.	Zapata tipo 2	129
3.4.4.3.	Cimiento corrido en muros	130
3.5.	Planos constructivos	132
3.6.	Presupuesto	133

CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	149
APÈNDICE	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta típica, aulas	71
2.	Marco rígido típico sentido x , escuela	72
3.	Marco rígido típico sentido y , escuela	72
4.	Modelo matemático, marco rígido típico sentido x	73
5.	Modelo matemático, marco rígido típico sentido y	74
6.	Distribución de marcos	79
7.	Diagrama de momentos(Kg.-m)- carga muerta-marco y	92
8.	diagrama de momentos (Kg.-m)- carga viva –marco y	93
9.	Diagrama de momentos (Kg.-m)- fuerza sísmica –marco y	93
10.	Diagrama de momentos últimos (Kg.-m) – marco x	96
11.	Diagrama de momentos últimos (Kg.-m) – marco y	97
12.	Diagrama de cortes últimos (Kg.)-marco x	98
13.	Diagrama de cortes últimos (Kg.)-marco y	99
14.	Diagrama de momentos usando software marco x	99
15.	Diagrama de momentos usando software marco y	100
16.	Diagrama de corte último usando software marco y	100
17.	Diagrama de corte último usando software marco x	101
18.	Planta típica de distribución de losas, escuela	103
19.	Planta de momentos actuantes en las losas típicas- nivel 1	107
20.	Planta de momentos balanceados en las losas típicas – nivel 1	109
21.	Diagrama de momentos y cortes últimos en viga 1	110

TABLAS

I	Estructura de la población	11
II	Valores de rugosidad	26
III	Profundidades mínimas	31
IV	Población por sexo	31
V	Elemento hidráulico de una sección transversal circular	35
VI	Diseño de alcantarillado sanitario	38
VII	Presupuesto	46
VIII	Cronograma de ejecución	75
IX	Fuerzas por marco	76
X	Áreas de acero requerida nivel 1	106
XI	Acero a utilizar en viga 1	110
XII	Cálculo de vigas	113
XIII	Cálculo de columnas	122
XIV	Diseño de zapatas	127

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grados centígrados
Msnm	Metros sobre nivel del mar
P.V.C.	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
“	Pulgadas
lts/hab/día	Litros por habitante por día
%	Por ciento
Q	Caudal real a sección parcialmente llena
Q	Caudal a sección llena
y	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla
V	Velocidad del flujo a sección llena
d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
D	Diámetro de la tubería
v/V	Relación de velocidades
d/D	Relación de diámetros
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
m/s	Metros por segundo Intensidad de lluvia
C	Coefficiente de escorrentía
A	Área
Mm/hora	Milímetros por hora
n	Coefficiente de rugosidad
S	Pendiente
PV	Pozo de visita
CV	Caja de visita
M2	Metro cuadrado
M3	Metro cúbico

Km	Kilómetro
Cm	Centímetro
D.H	Distancia horizontal
PRECIO U.	Precio unitario
Ha	Hectárea
ml	Metro lineal
m³/s	Metro cúbico por segundo
lts/s	Litros por segundo
Qinf	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliar
Qci	Caudal de conexiones ilícitas
QComercial	Caudal comercial
QIndustrial	Caudal industrial
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
D.G.O.P.	Dirección General de Obras Públicas
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Qq	Quintales
lbs	Libras
lts/día/m²	Litros por día por metro cuadrado
Lts/min/m²	Litros por minuto por metro cuadrado
lts/s/m²	Litros por segundos por metro cuadrado
Plg	Pulgadas
m³/m²/día	Metro cúbico por metro cuadrado por día
cm/mm	Centímetro por minuto
hL	Carga hidrostática
hí	Pérdida de carga por filtración
g/cm³	Gramos por centímetro cúbico
Cmls	Centímetro por segundo

ms²	Metro por segundo al cuadrado
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
V_{fmax}	Velocidad de filtración máxima
V_f	Velocidad de filtración normal
Q_d	Caudal de lavado de un filtro
QL	Caudal de filtración
m³lmin	Metro cúbico por minuto
	Diámetro de tubería
A	Área
A'	Dimensión del claro corto de la losa vista en planta
A_{CH}	Área chica, área del núcleo de la sección tomada a ejes del refuerzo longitudinal exterior
A_g	Área gruesa, área total de la sección
A_p	Área de punzonamiento
A_s	Área de acero de refuerzo
A_{SMAX}	Área de acero máximo permitido
A_{SMIN}	Área de acero mínimo permitido
A_{STEMP}	Área de acero por temperatura
A_t	Área tributaria
A_v	Área de varilla
A_{VMIN}	Área de varilla a utilizar como mínimo
A_z	Área zapata
B'	Dimensión del claro largo de la losa vista en planta
b	Ancho del elemento en sección

C	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
c	Distancia de la fibra extrema en compresión al eje neutro
CG	Centro de gravedad
CM	Carga muerta
CMU	Carga muerta última
CMUU	Carga muerta última unitaria
Cm	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
CUU	Carga última unitaria
CV	Carga viva
CVU	Carga viva última
CVUU	Carga viva última unitaria
D	Diámetro nominal de la varilla de acero a utilizar
Dx	Diámetro de la varilla colocada en el sentido x
Dy	Diámetro de la varilla colocada en el sentido y
d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
dx	Peralte efectivo de la sección de zapata, en el sentido x
dy	Peralte efectivo de la sección de zapata, en el sentido y
di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado

dM	Diferencia que existe entre los valores de dos momentos
E	Esbeltez de la columna
E_M	Módulo de elasticidad del material
E_S	Módulo de elasticidad del concreto
E_c	Módulo de elasticidad del acero
e	Excentricidad
e_x	Excentricidad en el sentido x
e_y	Excentricidad en el sentido y
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
F_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
F_{cu}	Factor de carga última
F_{ni}	Fuerza por nivel, en el nivel i
F_T	Fuerza de techo
h	Peralte total del elemento en sección
h_x	Altura del núcleo de la columna en el sentido x
h_y	Altura del núcleo de la columna en el sentido y
I o I_g	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
K_p	Factor de pandeo de la columna
K_x	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido x
K_y	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido y

L	Longitud del elemento
L_c	Claro corto, de los claros cortos de todas las losas se toma el mayor
L_n	Longitud no soportada del estribo
L_o	Longitud de confinamiento de estribos
L_u	Longitud libre de pandeo de la columna
M	Momento
m	Relación entre los claros de la losa, A'/B'
M₍₊₎	Momento positivo
M₍₋₎	Momento negativo
M_{CM}	Momento inducido por la carga muerta
M_{CV}	Momento inducido por la carga viva
M_S	Momento inducido por la fuerza sísmica
M_i	Momento de inversión
M_B	Momento balanceado
M_C	Momento último en la columna
M_{SOP}	Momento soportado usando el A_s mínimo
M_x	Momento último actuando en el sentido x
M_y	Momento último actuando en el sentido y
M_d	Momento de diseño (magnificado)
M_{dx}	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido x
M_{dy}	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido y

M'_x	Momento de trabajo actuando en el sentido x
M'_y	Momento de trabajo actuando en el sentido y
M_{iX}	Momento de último de inversión actuando en el sentido x
M_{iY}	Momento último de inversión actuando en el sentido x
M'_{iX}	Momento de trabajo de inversión actuando en el sentido x
M'_{iY}	Momento de trabajo de inversión actuando en el sentido y
M_{CG}	Momento en el centro de gravedad
M'_{xCG}	Momento de trabajo en el centro de gravedad, actuando en sentido x
M'_{yCG}	Momento de trabajo en el centro de gravedad, actuando en sentido y
M_{MAXIMO}	Momento máximo factorizado en la sección debido a cargas externas
P	Carga aplicada a la columna
P_u	Carga última
P'	Carga de trabajo actuando en la columna
P_{CG}	Carga aplicada en el centro de gravedad de la zapata
P_{COL}	Peso de la columna
P_{SUELO}	Peso del suelo sobre zapata
P_{CIM}	Peso del cimiento
P_{VIGAS}	Peso de vigas
P_{CR}	Carga crítica de pandeo de Euler
P'_u	Carga de resistencia de la columna

P'ux	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x
P'uy	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y
P'o	Carga axial de resistencia de la columna
q	Presión sobre el suelo
q_{MAX}	Presión máxima sobre el suelo
q_{MIN}	Presión mínima sobre el suelo
q_{PROMEDIO}	Presión última promedio sobre el suelo
q_{S+C}	Presión última causada por el peso del suelo y el cimiento
q_u	Presión última sobre el suelo
R	Rigidez de un elemento
R_i	Rigidez total del marco rígido i
R'	Resultante de la sumatoria de fuerzas
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
S_{MIN}	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
S_i	Espaciamiento del acero de refuerzo en la longitud confinada
S_x	Módulo de sección en el sentido x
S_y	Módulo de sección en el sentido y
V_A	Fuerza cortante factorizada actuante en el elemento
V_c	Fuerza cortante factorizada actuando en columnas
V_{MAX}	Corte máximo actuante
V_R	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto

V_s	Valor soporte del suelo
V_v	Fuerza cortante factorizada actuante en vigas
W	Peso distribuido
W_{CV}	Carga viva distribuida
W_{CM}	Carga muerta distribuida
W_C	Peso volumétrico del concreto
W_S	Peso volumétrico del suelo
W_i	Peso distribuido por nivel
δ	Magnificador de momentos
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
ρ_{BAL}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
ρ_{MAX}	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
ρ_{MIN}	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
ρ_s	Relación volumétrica del volumen de espiral al volumen total del núcleo de la columna
$\rho_{t\mu}$	Valor de la curva en el diagrama de iteración
σ	Radio de giro
ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo superior
ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo inferior

Ψ_P	Coeficiente promedio mide el grado de empotramiento a la rotación
ϕ	Factor de reducción de resistencia
Σ	Sumatoria de una serie de valores

RESUMEN

Construir una obra de ingeniería, requiere de un diseño con anticipación con cada uno de sus componentes y hacerlos armonizar en conjunto. Para que el diseño sea óptimo, debe seguir una secuencia ordenada de pasos, haciendo uso de todas las herramientas de ingeniería y toda la información existente y disponible, relacionada con el proyecto.

En este trabajo de graduación se describe el proceso seguido para diseñar la infraestructura física necesaria, para el funcionamiento de un centro escolar y diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, haciendo énfasis en la escuela, principalmente en la parte arquitectónica y estructural. Proceso que puede imitarse y/o mejorarse al momento de diseñar obras similares.

La inexistencia de un sistema de evacuación de las aguas servidas y agua potable, ha causado problemas que han transcurrido desde hace varios años, por tal razón los pobladores se han organizado en una asociación, para solicitar el apoyo técnico proporcionado por la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. A través del Programa de E.P.S.

El proyecto de alcantarillado sanitario para las aguas residuales, se ha venido trabajando con la asociación de desarrollo integral de vecinos de la aldea La Grandeza, y para la ejecución del mismo se pretende entregar la propuesta a alguna institución internacional, para que se pueda financiar.

OBJETIVOS

1. Desarrollar la investigación de tipo monográfica para establecer las características geográficas, sociales, de servicio público, de producción y demográficas.
2. Proveer a la comunidad del diseño de alcantarillado sanitario, para no alterar los sistemas ambientales.
3. Especificar el costo para la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario.
4. Diseñar la infraestructura física necesaria para el funcionamiento de una escuela en el terreno localizado en la aldea San Andrés Chápil, municipio de San Pedro Sacatepèquez, departamento de San Marcos.
5. Proveer los planos, presupuesto y cronograma de ejecución necesarios para la construcción del alcantarillado sanitario para la aldea De La Grandeza y de la escuela San Andrés Chápil.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos que son: Escuela de dos niveles para alumnos de nivel primario, ubicado en la comunidad de San Andrés Chàpil y diseño de alcantarillado sanitario, ubicado en la comunidad la Grandeza, ambos del municipio San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos como un aporte del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El primer capítulo contiene la fase de investigación donde se detalla la monografía de las Aldeas, así como un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura describiéndolas y realizando una priorización.

En la segunda parte se presenta la fase de servicio técnico profesional, desarrollando tanto el diseño del alcantarillado sanitario y el diseño estructural de la escuela de dos niveles.

En la parte final se adjuntan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y apéndices -planos constructivos, presupuestos, cronogramas y resultados- como complemento a la fase de servicio técnico profesional.

1. FASE INVESTIGACIÓN: MONOGRAFÍA DE LA ALDEA LA GRANDEZA Y LA ALDEA SAN ANDRÉS CHÁPIL

1.1 Características generales de las comunidades

1.1.1 Ubicación geográfica

Aldea La Grandeza

Se encuentra a una distancia de 5 kilómetros de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez; a 4 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos, y a 255 kilómetros de la ciudad Capital de Guatemala.

Aldea San Andrés Chápil

La aldea San Andrés Chápil se encuentra a una distancia de 5 kilómetros de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, a 4 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos y a 256 kilómetros de la ciudad capital Guatemala.

1.1.2 Coordenadas cartesianas

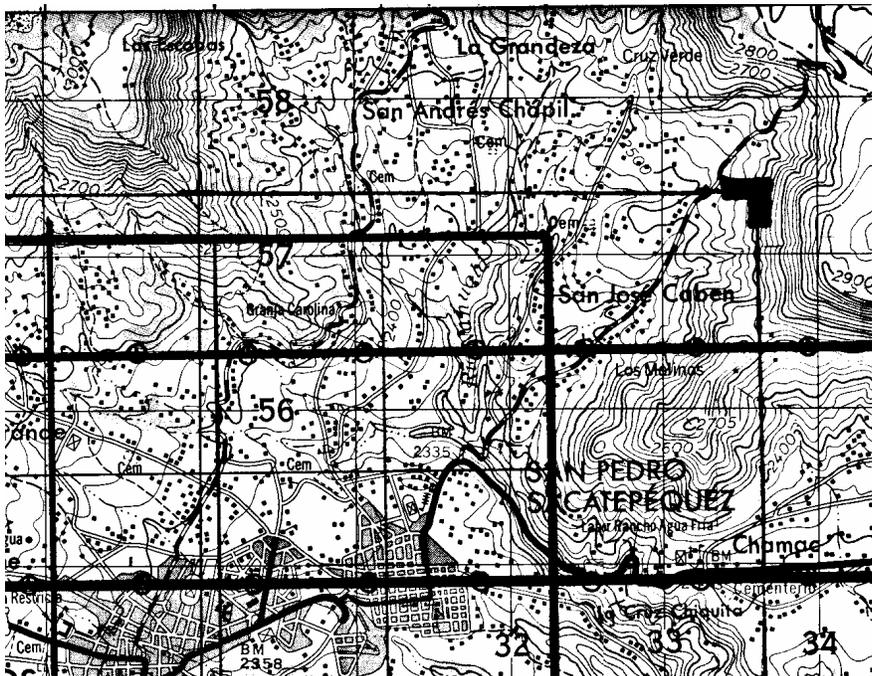
Aldea La Grandeza

Aldea La Grandeza tiene una altura de 2,230 metros SNM en la parte más baja, 2,480 metros SNM. En la parte media y 3,500 metros SNMM en la parte alta; latitud norte de 14° 57' 55" y longitud oeste 31° 46' 35".

Aldea San Andrés Chápil

La aldea San Andrés Chápil se ubica en la parte norte del Municipio de San Pedro Sacatepéquez, del Departamento de San Marcos. Se localiza entre la **Latitud Norte 14° 57'55"** y **Longitud Oeste 31° 46'45 "**.

1.1.3 Mapa de localización



Fuente: Mapa cartográfico de Guatemala

Aldea La Grandeza posee una extensión territorial de 12 kilómetros cuadrados.

La aldea San Andrés Chápil tiene aproximadamente una extensión territorial de 1.81 kilómetros cuadrados.

1.1.4 Clima

Según la estación 37 Pluviométrica ubicada en el departamento de San Marcos.

Características climatológicas del Departamento de San Marcos:

- Humedad relativa 85%
- Temperatura máxima 20 grados centígrados, mínima 6.5 grados centígrados y promedio 13.25 grados centígrados
- Vientos 99 Kms./hr predominantes se registran en dirección noroeste, durante los meses de noviembre a abril.

1.1.5 Vías de acceso

Aldea La Grandeza

La infraestructura vial de acceso a la aldea La Grandeza es a través de dos entradas principales, una por la carretera asfaltada que conduce a los municipios del altiplano marquense, y otra de terracería. A sus caseríos y a sus cantones se llega caminos de terracería y empedrados, los cuales presentan problemas, ya que no cuentan por no con un programa de mantenimiento, especialmente en la época de invierno, por lo tanto, estas comunidades pueden llegar a quedar incomunicadas por derrumbes.

En cuanto a las calles de la aldea, éstas están hechas de tierra y en algunos casos empedrados; presentando un estado regular por los estragos que causa la falta de mantenimiento de las mismas.

Aldea San Andrés Chápil

La principal vía de acceso a la comunidad es asfaltada, porque es la carretera nacional que conduce a los municipios del altiplano marquense.

Los caminos de acceso a los caseríos y cantones de San Andrés Chápil son de trachería y/o empedrados, los cuales se encuentran en mal estado, dificultan el paso de los vehículos que a diario recorren las comunidades, pero se da este problema en la época de lluvia.

1.1.6 Reseña histórica de las comunidades

Aldea La Grandeza

Según algunos vecinos de la aldea La Grandeza y miembros de la auxiliatura dicen que antes era un cantón, en donde sus primeros habitantes fueron las familias Velásquez, Godínez, Escobar y Fuentes.

Antiguamente, la aldea La Grandeza era un parque pequeño, su nombre original era en Mam, Toquiac, que quiere decir “pulga”, luego se le denominó “Siete Robles”; y su nombre actual lo adquirió cuando apareció un niño Dios de La Grandeza.

De acuerdo con un mapa elaborado en 1976, cuyo croquis se encuentra en la Auxiliatura de la aldea, ésta tiene sus límites bien definidos. Su fiesta titular es el 25 de diciembre, fecha en que se realizan varios bailes de moros y toritos.

Aldea San Andrés Chápil

Antiguamente Chápil era un paraje, que fue fundado aproximadamente en el año 1,880 y fue registrada como aldea por Acuerdo Gubernativo del 29 de mayo de 1,959.

Su nombre original en Mam es CHAP que quiere decir cangrejo, ya que los pobladores de esos tiempos llevaban sus aguas de la cabecera al Cantón Ojo de Agua a flor de tierra.

1.1.7 Principales actividades económicas

Principales actividades de las comunidades

La actividad económica de los hombres en esta Aldea se realiza a través de: la agricultura (granos básicos, verduras y frutas); el comercio (tiendas, panaderías, herrerías, aserradores, carpinteros, carniceros, sastres, músicos, etc.); artesanía típica (tejedores); profesionales en diversas especialidades (maestros, peritos contadores, etc.) y servicios varios (pilotos automovilistas).

1.1.8 Actividad agrícola en las comunidades

En las aldeas, la actividad agrícola es tradicional y sus habitantes al labrar la tierra hacen uso de diversas herramientas manuales, la agricultura es fuente de trabajo y de ingresos económicos para los habitantes de la comunidad la cual es un medio para vivir; siendo sus principales cultivos: café, maíz, frijol, trigo, haba, frutas, verduras diversas, entre otros.

1.1.9 Salud y saneamiento

Es importante conocer la situación de la salud en las comunidades, sobre todo porque hay una incidencia de enfermedades endémicas como la diarrea y las infecciones respiratorias, la cual se refleja en los índices de morbilidad y mortalidad que registra el Centro de Salud de San Pedro Sacatepéquez.

1.1.9.1.1 Recursos de salud

En las comunidades funciona una Unidad Mínima de Salud que forma parte de los servicios públicos de salud del municipio y está bajo la coordinación del Centro de Salud ubicado en la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez.

1.1.9.2 Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional fue de 1.05% para el año 2003, según indicadores proporcionados por el Director del Centro de Salud del Municipio de San Pedro Sacatepéquez.

1.1.9.3 Tasa de natalidad

De acuerdo con la información proporcionada por el Director del Centro de Salud, en las comunidades se tiene un promedio de la tasa de natalidad para el año 2003 fue de 13.28 nacidos vivos por cada 1,000 habitantes.

1.1.9.4 Tasa de fecundidad

De acuerdo con la información proporcionada por el Director del Centro de Salud, en las comunidades se tiene un promedio de la tasa de fecundidad para el año 2003 fue de 54.29 por cada mil mujeres en edad fértil.

1.1.9.5 Tasa de mortalidad

De acuerdo con la información proporcionada por el Director del Centro de Salud, en las comunidades de la tasa de mortalidad para el año 2003 fue de 2.77 por cada 1,000 habitantes.

1.1.9.6 Morbilidad

En las aldeas La Grandeza y San Andrés Chàpil, las principales causas de morbilidad registradas durante el año 2003, son: resfriado, enfermedades de la piel neumonía, anemia, disentería y faringoamigdalitis.

1.1.10 Aspecto socio- cultural

Aldea la grandeza

- Baile de la Pach, que se realiza para celebrar la finalización de la cosecha de maíz.
- Celebración de Judas, es el recorrido que hacen con muñecos de trapo cada miércoles santo, para conmemorar la traición a Jesús.
- Bailes de moros y toritos.

Aldea San Andrés Chápil

Como todas las comunidades de Guatemala, en aldea San Andrés Chápil aún se mantienen diversas tradiciones y costumbres, sobresaliendo:

- La celebración cuando se cortan las primeras hojas de milpa.
- La cofradía: esta actividad se realiza para celebrar al Patrono de la comunidad San Andrés, el 29 de noviembre de cada año.
- Procesión de San Andrés por las principales calles de la aldea, durante la Feria Titular de noviembre de cada año.
- Celebración de la Navidad con los tradicionales tamales de carne.

1.1.10.1 Educación

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje son pasivas y no hay una adecuación de los calendarios y horarios escolares, ni relación de los contenidos educativos con las necesidades, intereses, culturas e idiomas locales, especialmente en el caso de las poblaciones campesinas.

Se han realizado numerosos esfuerzos por las autoridades gubernamentales en materia de construcción de escuelas, de la creación de nuevas plazas para maestros y maestras con la finalidad de lograr que el crecimiento efectivo de la cobertura escolar sea significativo. Sin embargo, debe señalarse que la ausencia de una política orientada a la conservación de la infraestructura educativa ha conducido a la reducida inversión en el mantenimiento de los edificios escolares.

San Pedro Sacatepéquez y sus comunidades no escapan a toda la problemática nacional educativa, la cual se refleja en los siguientes datos recopilados por el Instituto Nacional de Estadística.

1.1.10.2 Idioma

La población de las aldeas pertenece a la etnia Mam, por lo que antiguamente se hablaba el Idioma Mam. La práctica de este idioma ha disminuido, sin embargo, dentro del grupo de personas de mayor edad hablan el Mam y el Español. La población total de la aldea habla el español.

1.1.10.3 Participación comunitaria

La participación organizada de la comunidad, es fundamental para impulsar procesos de desarrollo integral sostenible y sustentable. En Las comunidades existen grupos y comités organizados con fines específicos.

1.1.10.4 Organizaciones existentes en la comunidad

Con el fin de velar por el desarrollo de la comunidad de aldea La Grandeza, sus caseríos y cantones, existen las siguientes organizaciones.

- Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES)
- Comité pro-agua potable
- Comité pro-salud
- Comité pro-energía eléctrica
- Asociación Civil Integral de Profesionales
- Comité de Mini riego
- Comités Pro Mejoramiento de Caseríos Cruz Verde e Ixcá

1.1.10.5 Datos de población

Los datos de población de las aldeas fueron tomados de las cifras preliminares consignadas en el Cuadro de Características Generales de Población según Departamento, Municipio y Lugar Poblado, del XI Censo de Población, VI de Habitación 2003, realizado por el Instituto Nacional de Estadística. La distribución de la población total de aldea Las aldeas, es la siguiente:

Tabla I. Estructura de la población

Nombre de la comunidad	No. de habitantes			
	Hombres	mujeres	Niños	Total
Grandeza	875	754	250	1,879
San Andrés Chàpil	650	475	225	1,350

1.2 Disposición de Aguas servidas

La población del centro de aldea La Grandeza y sus cantones padecen por la falta de un sistema de tratamiento de drenaje. En Caseríos Ixcá y Cruz Verde hay pequeños proyectos de drenaje. Debido a ello, con respecto a la disposición de excretas, han sido construidos pozos ciegos, lo cual afecta la salud de sus habitantes por la contaminación severa que provoca el hecho de que las aguas negras fluyen a flor de tierra; por lo que es urgente priorizar junto a la introducción de agua entubada, la construcción del alcantarillado sanitario tanto en el centro de la aldea como en sus comunidades.

1.3 Necesidades prioritarias

El proceso de identificación de necesidades, alternativas de solución y priorización de los proyectos comunitarios, se realizó en una asamblea en el centro de la aldea, en la cual participaron comunitarias y comunitarios de San Andrés Chápil, sus caseríos y sus cantones, quienes a través de una boleta estructurada y el trabajo de grupos, analizaron la situación actual y el futuro que desean para sus comunidades, priorizando los proyectos que consideran deben ser atendidos por autoridades para lograr el desarrollo comunitario.

De acuerdo con los aportes y consenso de los grupos de vecinos y vecinas que asistieron a la asamblea, las necesidades sentidas de forma general, son las siguientes:

- 1 Introducción de sistema de drenaje con planta de tratamiento.
- 2 Construcción de salón comunal y local para auxiliatura.
- 3 Construcción de edificio para escuela oficial de párvulos.
- 4 Mejoramiento y mantenimiento de vías de comunicación (mantenimiento de caminos vecinales; adoquinado de calles del centro de la aldea).
- 5 Mejoramiento y ampliación de red de distribución de agua domiciliar.
- 6 Implementación de Puesto de Salud.
- 7 Nombramiento de maestros presupuestados para escuelas e instituto básico.
- 8 Apoyo a proyectos productivos artesanales, agrícolas, comerciales, etc. (capacitación, asistencia técnica y financiera, infraestructura productiva, apertura de mercados para comercialización).
- 9 Formación y asesoría técnica de la mano de obra no calificada para facilitar el acceso a mejores fuentes de empleo.
- 10 Formación y fortalecimiento de COCODES

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE LA ALDEA LA GRANDEZA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto de Alcantarillado Sanitario para las aguas residuales en la aldea La Grandeza, se ha venido trabajando con la Asociación de los vecinos y el cocode de la aldea la Grandeza Den Municipio de San Pedro Sacatepéquez.

La idea original de realizar este proyecto es de poder entregar la propuesta a alguna institución internacional, para que este financiara la ejecución de la obra y así lograr un beneficio para la comunidad.

Se inició con una investigación para determinar las características de la aldea, seguido del levantamiento topográfico y en consecuencia se estableció una longitud de 5,880 metros de tubería.

Por razones estratégicas el proyecto es dividido en dos sectores, para ambos lados en la carretera principal y debido a la topografía accidentada del terreno, es necesario ubicar un punto estratégico para unión y conducirlo a los cuerpos receptores, previo a ello al tratamiento primario que serán fosas sépticas.

La tubería a utilizar será de PVC, basado en las especificaciones de Instalación y diseño hidráulico que se encuentran en los folletos proporcionados

por la empresa que fabrica este tipo de material el cual es Tubovinil S.A. Los pozos de visita y las cajas de registro se construirán de ladrillo tayuyo.

2.2. Levantamiento topográfico

En todo levantamiento topográfico no se considera la curvatura en la tierra, ya sea en cualquier tipo de proyecto a desarrollar.

Para el sistema de alcantarillado sanitario se tomó en cuenta el levantamiento para ambos lados de la carretera principal, identificando las edificaciones existentes y las entradas a callejones, asimismo a la fosa séptica, considerando las quebradas, elevaciones y depresiones que estas presentan.

2.2.1 Levantamiento planimétrico

El levantamiento planimétrico es el estudio de los procedimientos para la representación de una superficie terrestre en un plano horizontal, el cual es usado para localizar cambio de dirección en donde la tubería interconecta los pozos de visita y cajas de registro.

Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método llamado conservación de azimut, aplicado a una poligonal abierta. El equipo que se utilizó es el siguiente

- ♣ Un teodolito LEICA T-1
- ♣ Un estadal
- ♣ Un Trípode
- ♣ Una cinta de 50 metros
- ♣ Estacas

2.2.2 Levantamiento altimétrico

Es la medición de la altura de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que juntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones. En el presente trabajo la medición altimétrica se realizó por medio de la lectura de hilos en el teodolito. Los resultados de los trabajos de altimetría y planimetría se encuentran en los planos Planta-Perfil.

2.3 Tipo de sistema a utilizar

Existen 3 sistemas de alcantarillado, la determinación dependerá de las condiciones que se presente, tanto físicas, de funcionamiento y económicas, los cuales son:

a) Alcantarillado sanitario

Este es utilizado en la mayoría de sistema de evacuación, el cual involucra aguas de origen comercial, domiciliar e industrial.

b) Alcantarillado pluvial

Este sistema es diseñado para transportar agua proveniente de la lluvia.

c) Alcantarillado combinado

Sistema que involucra tanto al alcantarillado sanitario y pluvial, debido a la gran cantidad de volumen que conducen, en la actualidad no es el adecuado, debido al factor antieconómico presente en la ejecución, asimismo para el tratamiento primario requiere una gran área de construcción.

Para la implementación en el diseño de evacuación para aguas servidas en el sectores de la aldea La Grandeza, se estableció por el factor económico el alcantarillado sanitario, considerando que la carretera principal es de terracería.

2.4 Período de diseño

El período de diseño adoptado para el sistema será proyectado a 25 años, considerando 1 año adicional de gestión para obtener el financiamiento para la construcción del mismo, considerando que el sistema funcionará en forma eficiente al 100 % a la población futura durante este período.

Los componentes que forman parte del sistema de alcantarillado sanitario poseen una vida útil considerable, debido a factores externos y una posible facilidad de ampliación del sistema en el futuro

Para el proyecto ubicado en la aldea La Grandeza se tomará un período de diseño de 26 años.

2.5 Estimación de la población de diseño

2.5.1 Método de incremento geométrico

Para determinar la población al final de 21 años el cual es el período de diseño, se utilizó el método de incremento geométrico, ya que es el más utilizado debido a que su resultado es cercano con la realidad, para el presente proyecto la tasa de crecimiento es del 3 % dato proporcionado por el INE. La fórmula del incremento geométrico es la siguiente.

$$P = P_o * (1 + r)^n$$

$$P = 1,629(1 + 0.017)^{25}$$

$$P = 2,482$$

Donde:

p = Población futura

p_o = Población de encuesta sanitaria

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño en años

2.6 Cálculo de caudales

2.6.1 Población tributaria

La obtención de la población tributaria se obtuvo en base al número de habitantes dividido el número de casas, dando el resultado en la forma siguiente

Habitantes por vivienda = número de habitantes / número de casas

Habitantes por vivienda = 1629 / 230 casas

Habitantes por vivienda = 7.08 habitantes / casa = 7 habitantes / casas

2.6.2 Velocidad de flujo

La velocidad de flujo es un factor determinante en el buen funcionamiento del sistema, la cual depende de la pendiente y el diámetro de la tubería. La velocidad de diseño se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , en donde v es la velocidad de diseño y V es la velocidad a sección llena. Las velocidades mínimas y máximas dependen del tipo de tubería a utilizar, las cuales son:

1. Tubería PVC velocidad mínima = 0.40 m/s y velocidad máxima = 5.0 m/s
2. Tubería de concreto velocidad mínima = 0.60 m/s y velocidad máxima = 3.0 m/s

Para el presente proyecto, la tubería a utilizar es PVC norma ASTM 3034, la razón por la cual existe velocidad mínima es para evitar el fenómeno llamado sedimentación, en los cuales los sólidos obstruyen el sistema, asimismo la velocidad máxima es para evitar la abrasión en la tubería

2.6.3 Relación de diámetros y caudales

Para que el sistema funcione como canal abierto, en los cuales el flujo circula por la acción de la gravedad, la relación d/D no debe ser mayor a 0.75 ni menor de 0.10 del diámetro interno de la tubería, en donde d es el tirante de flujo y D es el diámetro. El caudal de diseño será menor que el caudal a sección llena.

Las anteriores especificaciones hidráulicas determinarán la pendiente apropiada de la tubería que se deberán adaptar a la pendiente del terreno.

2.6.4 Dotación

Está relacionada con factores propios de la comunidad que los caracteriza, dentro de los cuales están: clima, actividad productiva, nivel de vida, costumbres, calidad del agua, en este caso no es aceptable bajo las normas COGUANOR NGO 29 001. Se expresa en litros/habitante/día, que determina la cantidad de agua que utiliza un habitante durante el día.

Para la aldea La Grandeza se determinó una dotación de 110 Lts/hab/día, los criterios que lo determinan son: la contaminación existente en el agua, el bajo nivel de vida de los habitantes, la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, el clima y su ubicación que es área rural.

2.6.5 Factor de retorno

El factor de retorno se aplica bajo el criterio de que el agua utilizada por los habitantes de una vivienda, no retorna el 100 % al sistema, debido a que es utilizado para riego, lavado de ropa y patios, perdiéndose por infiltración y evaporación. Para el presenta proyecto el factor de retorno es del 80 %.

2.6.6 Factor de Harmon

2.6.6.1 Descripción

El factor de Harmon es una probabilidad que involucra a la población a servir en determinadas horas de mayor utilización del drenaje.

2.6.6.2 Fórmula

La fórmula de Harmon es adimensional y viene dada por.

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

P = Población futura acumulada en miles

2.6.7 Caudal domiciliar

Es el caudal proveniente de las viviendas, luego de ser utilizado para limpieza, es desechada al sistema, esto se relaciona con la dotación estimada para dicha población, parte del agua de abastecimiento no será llevada al alcantarillado, teniendo un factor de retorno que varía entre 0.70 a 0.90. El caudal domiciliar está dado por la siguiente fórmula.

$$Q_{dom} = \frac{Dot * No. * Hab. * F.R.}{86,400}$$

$$Q_{dom} = \frac{110 \text{ lts / hab / dia} * 2,482 \text{ Habitantes} * 0.85}{86,400}$$

$$Q_{dom} = 2.69 \text{ lts / s}$$

Donde:

Dom = Caudal domiciliar (lts/s)

Dot = Dotación (lts/hab/día)

No. Hab = Número de habitantes

FR. = Factor de retorno

2.6.8 Caudal de conexiones ilícitas

Este es proveniente de las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario, se considera un porcentaje de vivienda que realizan tal acción que varía de 0.5 a 2.5 %.

2.6.8.1 Determinación del caudal de conexiones ilícitas

Para su determinación por su precisión se utiliza el método racional, ya que involucra área de patios y techos de las viviendas, otro factor es la intensidad de lluvia, el cual está dado por la estación meteorológica del INSIVUMEH, la fórmula es la siguiente.

$$Q_{c.i} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A\%)}{360}$$

Donde:

$Q_{c.i}$ = Caudal de conexiones ilícitas (m³ / s)

C = Coeficiente de escorrentía, depende de la superficie

I = Intensidad de lluvia (mm / hora)

A = Área que es factible de conectar (Ha)

Para cada área tiene diferente factor de escorrentía, por consiguiente habrá diferente caudal como se determina a continuación.

Promedio de área por casa 175 m² (75 para techos y 100 para patios)

Intensidad de lluvia 140 mm/hora dato proporcionado por el INSIVUMEH

Factor de escorrentía para techos 0.80

Factor de escorrentía para patios 0.18

$$\text{Área de techos} = \frac{(75m^2 * 230casas)}{10,000m^2 / ha} = 1.73 \text{ Ha}$$

$$\text{Área de patios} = \frac{(100m^2 * 230casas)}{10,000m^2 / ha} = 2.30 \text{ Ha}$$

$$C = \frac{((A \text{ techos} * \text{coeficiente de techos}) + (A \text{ patios} * \text{coeficiente de patios}))}{\text{sumatoria de areas}}$$

$$C = \frac{(1.73 * 0.80 + (2.30 * 0.18))}{(1.73 + 2.3)} \quad C = 0.45$$

$$Q_{c.i} = \frac{((0.45 * 140mm / hora) * (4.03 * 0.005)) * 1000}{360}$$

$$Q_{c.i} = 3.53 \text{ lts/s}$$

2.6.9 Caudal de infiltración

2.6.9.1 Descripción

Es el caudal que se infiltra dentro de la alcantarilla, depende de factores como: profundidad del nivel freático del agua, tipo y profundidad de tubería, permeabilidad del terreno, tipo de juntas y la calidad de mano de obra en la ejecución.

2.6.9.2 Fórmula

Existen dos maneras de medirlo, una está expresada en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería, que incluye la longitud de la tubería para las conexiones domiciliarias para que puede estimarse de 6.00 metro por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12,000 y 18,000 lts/Km./día.

Se utilizo la siguiente fórmula:

$$Q_{inf} = \frac{Dot * (m. de tubo + No. casas fut * 6m) * 0.001}{86,400}$$

Donde:

Q_{inf} = Caudal de infiltración

Dot. = Dotación

No. casas fut = Número de casas futuras

Para dicho proyecto, no se tomará en cuenta el caudal de infiltración por ser la tubería de PVC.

2.6.10 Factor de caudal medio

Este es un regulador a la sumatoria de caudales domésticos de conexiones ilícitas, de infiltración, comercial e industrial. Estas se encuentran dentro del siguiente rango permitido por la D.G.O.P.

$$0.002 \leq FQM \leq 0.005$$

Si el valor obtenido es menor al rango anterior se asignará 0.002, y si es mayor lo establecido se asignará 0.005. El factor esta dado por la siguiente fórmula:

$$FQM = Qm / \text{No. de habitantes futuros}$$

Donde

$Qm = \text{Caudal sanitario}$

$$Qm = Q_{\text{dom.}} + Q_{\text{inf.}} + Q_{\text{ci}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}}$$

Para el presente proyecto no se tomaron en cuenta los caudales provenientes por infiltración, comerciales e industriales, debido a que la tubería es de PVC y por la carencia de negocio en el lugar respectivamente.

$$Qm = 2.69 \text{ lts/s} + 3.53 \text{ lts/s} = 6.29 \text{ lts/s}$$

$$FQM = \frac{6.29 \text{ lts/s}}{2482 \text{ habitantes}}$$

$$FQM = 0.0025$$

El factor de caudal medio si está dentro del rango establecido, por lo cual se adopta 0.0025 para el presente proyecto.

2.6.11 Caudal de diseño

2.6.11.1 Descripción

El caudal de diseño se obtiene multiplicando el factor de Harmon, el número de habitantes a servir y el factor de caudal medio, involucrando caudales máximos de origen doméstico, caudal comercial, caudal industrial,

caudal de infiltración y caudal de conexiones ilícitas. Para el proyecto presente se tomaron en cuenta los caudales máximos de origen doméstico y caudal de conexiones ilícitas, y está dado por.

$$Q_{dis} = F.H. * No. Hab. * FQM$$

Donde:

FH. = Factor de Harmon

No. Hab. = Número de habitantes futuros acumulados

FQM = Factor de caudal medio

2.6.12 Fórmula de Manning

2.6.12.1 Descripción

La fórmula es experimental y se deriva de la expresión algebraica de CHEZY, utilizado para flujos uniformes y permanentes, en la cual involucra factores de velocidad y caudal que ocurren en un canal.

La ecuación que más se utiliza es la de Manning, la cual es:

$$V = \frac{0.03429 \sqrt[3]{R^2 * \sqrt{S}}}{N}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

R = Radio hidráulico, donde

$$R = \frac{\text{Area de sección circular}}{\text{Perímetro mojado}}$$

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad, depende del material que está construido el canal.

Para el presente proyecto se utilizó tubería PVC, con un coeficiente de rugosidad de 0.010.

2.7 Factor de rugosidad

2.7.1 Descripción y valores

La rugosidad es un valor que es determinado en forma experimental, además es adimensional, que expresa que tan lisa es la superficie del canal, y varía en el transcurso del tiempo dependiendo del material que es construido. Los valores más utilizados se presentan a continuación:

Tabla II. Valores de rugosidad

MATERIAL	Mínimo	Máximo
Superficie de cemento	0.011	0.030
Mampostería	0.017	0.030
Tubería PVC	0.006	0.011
Tubo de concreto diámetro <24"	0.011	0.016
Tubo de concreto diámetro >24"	0.013	0.018
Tubería de asbesto cemento	0.009	0.011

2.8 Cálculo de cotas invert

2.8.1 Descripción

Se refiere a la utilización de colectores con un cierto porcentaje de pendiente, en el cual la nota en (a parte mas baja donde transita el agua se llama cota invert y es medido del nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, siguiendo la siguiente regla:

- La cota invert de salida de un pozo o caja de registro, será colocada la cota invert de salida por lo menos tres centímetros debajo de la tubería.

Ecuaciones para calcular cotas invert.

$$CTf = CTi - (Do * S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = (CTi - CTf / Do) * 100 (\%)$$

$$Et = (\text{Diámetro} * 0.30) / 100 = (m) \text{ c —d}$$

$$CI = CTi - H_{\text{mínima}} + Et + \text{Diámetro tubo}$$

$$CIE2 = CI - Do * S\% \text{ tubo}$$

$$CIS2 = \text{Dependerá de las condiciones especificadas}$$

$$CIE3 = CIS2 - Di * S\% \text{ tubo}$$

$$H_{\text{pozo}} = CT - CIS$$

Donde:

Hmin = Altura mínima que depende del tráfico que circula por la calle

CI = Cota invert inicial

CTi = Cota del terreno inicial

CTf = Cota del terreno final

CIS = Cota invert de la tubería de salida

CIE = Cota invert de la tubería de entrada

Do = Distancia horizontal

S% = Pendiente del terreno o tubería

Et = Espesor de la tubería

Hpozo = Altura del pozo

2.9 Obras accesorias

2.9.1 Colectores

Son las tuberías que conducen las aguas residuales hacia un cuerpo receptor, estas son de origen doméstico, comercial, industrial, conexiones ilícitas y de infiltración, diseñado por normas que cumplan con las especificaciones técnicas descritas anteriormente. Las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal y de la Dirección General de Obras Públicas indican que el diámetro mínimo de tubería que debe utilizar en el diseño de alcantarillado sanitario es de 8 pulgadas, con tubos de cemento, debido a requerimientos de flujo, limpieza y así evitar obstrucciones. Para tuberías de PVC el diámetro mínimo es de 8 pulgadas, el cual es utilizado para el diseño en la aldea La Grandeza.

2.9.2 Pozos de visita

Los pozos de visita se establecen en lugares estratégicos, como medida preventiva para limpieza y mantenimiento, cuando el sistema sea obstruido, éstos son de gran ayuda para el taponamiento. Son contruidos de concreto, mampostería y PVC

Las partes y dimensiones que lo conforman son: el ingreso es circular, tiene un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros la tapadera es sobrepuesta en un brocal, construido ambos de concreto reforzado. El cono tiene altura de 1.20 metros, con un diámetro de 1.20 metros en la base, la altura del cilindro estará en función de la profundidad de la tubería. La base del pozo sería de concreto, en la pared se colocará escalones empotrados, con acero número 6.

Se colocarán pozos de visita bajo los siguientes criterios:

- ♣ Al inicio de cualquier ramal
- ♣ En intersecciones de dos o más tuberías
- ♣ Cambio de pendiente
- ♣ Donde exista cambio de diámetro
- ♣ En distancia no mayor de 100 m para diámetro menor a 24 pulgadas
- ♣ En distancias no mayores a 300 metros en diámetro superior a 24 pulgadas

Para diseñar se deben considerar los siguientes enunciados referentes a las cotas invert de entrada y salida:

- a) La diferencia de alturas entre la tubería de entrada y salida en el pozo de visita será como mínimo de 0.03 metros.
- b) Cuando la diferencia de cotas invert entre la tubería sea mayor a 0.70 metros deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.
- c) Cuando al pozo de visita ingrese una tubería y salgan dos tuberías del mismo diámetro, una de inicio y otra de continuidad, la tubería de continuidad se colocará por lo menos un diámetro debajo de la tubería del ramal inicial y mayor o igual a 0.03 metros de la tubería de llegada.
- d) La tubería de salida de un pozo de visita sea del mismo diámetro a las que ingresan, se colocará la tubería de salida a 0.03 metros mínimo de la cota más baja que entre al pozo.

2.9.3 Cajas de visita

Estas cajas tienen las mismas funciones que los pozos de visita, debido a sus dimensiones reducen su costo, teniendo restricciones de altura. Debido a la topografía que se presenta en el proyecto y la ubicación de los colectores, se determinará la colocación entre pozos de visita.

2.10 Conexiones domiciliarias

2.10.1 Tubería secundaria

Es la tubería que interconecta la caja o candela a la tubería principal, con el objetivo de evacuar las aguas provenientes de las viviendas, es de 6 pulgadas en tubos de concreto y 4 pulgadas para PVC, teniendo una pendiente mínima de 2%,. Se orienta a un ángulo de 45 grados en dirección de las aguas.

2.10.2 Caja o candela

Esta es colocada para inspección y limpieza, su función es recibir y depositar las aguas provenientes de las viviendas al colector principal, por medio de la tubería secundaria. Se construyen de mampostería y tubos de concreto en posición vertical, con un diámetro mayor de 12 pulgadas, con tapadera de concreto reforzado para la inspección.

2.10.3 Profundidad de tubería

La profundidad de la tubería está en función de las cargas transmitidas por el tráfico y que afecten al sistema produciendo rupturas en los tubos.

2.11 Normas y recomendaciones

En las siguientes tablas se establecen los valores de la profundidad de tubería y ancho de zanja, que dependen del diámetro y profundidad de la tubería.

Tabla III. Profundidad mínima de cota invert (m)

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Trafico normal	1.2 2	1.28	1.38	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
Trafico pesado	1.4 2	1.48	1.58	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

Tabla IV. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro (m)

Prof. De zanja (m)	De 0.0 a 1.30	De 1.31a 1.85	De 1.86a 2.35	De 2.36a 2.85	De 2.86a 3.35	De 3.36a 3.85	De 3.86a 4.35	De 4.36a 4.85	De 4.86a 5.35	De 5.36a 5.85	De 5.86a 6.35
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15"		90	90	90	90	90	110	90	90	90	90
18"		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21"		110	110	110	110	110	135	110	110	110	110
24"		135	135	135	135	135	155	135	135	135	135
30"		135	155	155	155	155	175	155	155	155	155
36"			175	175	175	175	180	175	175	175	175
42"				190	190	190	210	180	180	190	190
48"				210	210	210	245	210	210	210	210
60"				245	245	245	280	245	245	245	245

2.12 Principios hidráulicos

La conducción de agua de desecho es por medio de alcantarillados, en donde la superficie está en contacto con el aire, a los cuales se les llama canales, que está determinado por la pendiente, y la superficie del material con que está construido.

Los canales pueden ser abiertos o cerrados, para alcantarillados

Sanitarios se utilizan cerrados circulares, donde la superficie está expuesta a la presión atmosférica y a gases que se originan en el canal.

2.13 Relaciones hidráulicas

Para determinar los cálculos para una sección parcialmente llena en tuberías y obtener resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial, de los resultados se elabora el gráfico y tablas utilizando para esto la fórmula de Manning, las cuales se presentan adelante.

Se determinan los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones establecidas anteriormente, seguido se obtiene la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal de sección llena, el resultado se busca en la gráfica en el eje de las abscisas, desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales, el valor de la relación (d/D), se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas, la profundidad de flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor por el diámetro de la tubería.

La relación (v/V) , velocidad parcial entre velocidad a sección llena, se ubica el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente, se traza una horizontal hasta llegar a interceptar la gráfica de velocidades, en este nuevo punto se traza una vertical hacia el eje de las abscisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad de sección llena y obtener la velocidad a sección parcial.

En las tablas se determina primero, la relación (q/Q) , si no está el valor exacto se busca uno que sea aproximado, en la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V) , y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena y obtener la velocidad a sección parcial.

Se consideran las siguientes especificaciones hidráulicas, que evitarán que la tubería trabaje a presión

- ♣ Q diseño < Q lleno

- ♣ La velocidad debe estar comprendida entre:

$$0.4 < v < 4.0 \text{ (mls)}$$

$0.4 < v < 4.0$ Para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos, para PVC

$v \leq 4.0$ Para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de PVC.

- ♣ El tirante debe estar entre:

$$0.10 \leq d/D \leq 0.75$$

Tabla V. Elemento hidráulico de una de sección transversal circular.

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015
0.0125	0.0237	0.103	0.00024
0.0150	0.0031	0.116	0.00036
0.0175	0.0039	0.129	0.00050
0.0200	0.0048	0.141	0.00067
0.0225	0.0057	0.152	0.00087
0.0250	0.0067	0.163	0.00108
0.0275	0.0077	0.174	0.00134
0.0300	0.0087	0.184	0.00161
0.0325	0.0099	0.194	0.00191
0.0350	0.0110	0.203	0.00223
0.0375	0.0122	0.212	0.00258
0.0400	0.0134	0.221	0.00223
0.0425	0.0147	0.230	0.00338
0.0450	0.0160	0.239	0.00382
0.0475	0.0173	0.248	0.00430
0.0500	0.0187	0.256	0.00479
0.0525	0.0201	0.264	0.00531
0.0550	0.0215	0.273	0.00588
0.0575	0.0230	0.271	0.00646
0.0600	0.0245	0.289	0.00708
0.0625	0.0260	0.297	0.00773
0.0650	0.0276	0.305	0.00841
0.0675	0.0292	0.312	0.00910
0.0700	0.3080	0.320	0.00985
0.0725	0.0323	0.327	0.01057
0.0750	0.0341	0.334	0.01138
0.0775	0.0358	0.341	0.01219
0.0800	0.0375	0.348	0.01304
0.0825	0.0392	0.355	0.01392
0.0850	0.0410	0.361	0.01479
0.0875	0.0428	0.368	0.01574

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.5396	0.408	0.02202
0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.1075	0.05783	0.42	0.02429
0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.1300	0.0764	0.473	0.03614
0.1325	0.07855	0.479	0.036763
0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.1375	0.08509	0.495	0.40620
0.1400	0.08509	0.495	0.00430
0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.1450	0.09129	0.507	0.04570
0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.1650	0.3080	0.548	0.05916
0.1700	0.10796	0.327	0.01057
0.1750	0.117954	0.568	0.06677
0.1800	0.12241	0.577	0.07063
0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.1950	0.13725	0.601	0.08304
0.2000	0.14238	0.615	0.08756

Continuación

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.01631	0.651	0.10619
0.2250	0.1684	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	0.27744
0.3700	0.3364	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	0.4991	0.964	0.43296
0.4800	0.4745	0.983	0.46647
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	0.5262	1.14	0.95321
0.7800	0.8369	1.39	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	1.06030
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	1.07490
0.9300	0.9692	1.11	1.07410

2.14 Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se toman como base las normas que estipula La Dirección General de Obras Públicas (Normas utilizadas por el Instituto de Fomento Municipal —INFOM-) y normas ASTM 3034.

Tipo de sistema:	Alcantarillado sanitario
Período de diseño:	25 años
Viviendas actuales	230 casas
Densidad de vivienda	7 habitantes/vivienda
Población actual	1269 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	1.3% anual
Población de diseño	2,482 habitantes
Forma de evacuación	Gravedad
Tipo y diámetro de tubería	Tubería PVC 4", 6" Y 8",10" ASTM 3034
Conexión domiciliar	Tubería PVC 4" ASTM 3034 pendiente 2%
Pozos de visita	En las intersecciones de las calles
Dotación	125 Litros/habitante/día
Factor de retorno	0.850
Velocidad mínima	0.40 m/s para tubería PVC
Velocidad máxima	4.00 m/s para tubería PVC

PROYECTO: Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario
 LOCALIZACIÓN: Aldea La Grandeza, san Pedro Sacatepéquez, San Marcos
 CALCULO Y DISEÑO: Jorge Luis Rodas Matías

periodo de diseño: 26 años
 longitud del sistema: 5588.8 m

Tabla VI. Diseño de alcantarillado sanitario

RAMAL 1 FOSA 1		CALCULO DE RELACIONES HIDRAULICAS																			
DE	A	COTA DE TERRENO		D.H. (mts)	S%	HAB. A SERVIR			FACTOR DE HARMOND		FQM	Q. DOMESTICO		QCI.	Q _{am}	Q DE DISEÑO		D	S%	SECCION LLENA	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	FUTURO	ACTUAL	FUTURO		ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO
1	2	1040.5	1022.25	49.01	37.24	3	21	28	4.38	4.36	0.0025	0.02	0.03	0.00	0.03	0.23	0.30	8	37	8.34	270.56
2	3	1022.3	1003.4	93.65	20.13	4	49	64	4.32	4.29	0.0025	0.05	0.07	0.01	0.08	0.53	0.69	8	20	6.13	198.92
3	4	1003.4	998.3	60.44	8.44	4	77	101	4.27	4.24	0.0025	0.08	0.11	0.01	0.12	0.82	1.07	8	8.5	4.00	129.68
4	5	998.3	993.21	29.28	17.38	6	119	156	4.22	4.19	0.0025	0.13	0.17	0.02	0.19	1.26	1.64	8	17	5.66	183.40
5	6	993.21	986.34	61.13	11.24	8	175	230	4.17	4.13	0.0025	0.19	0.25	0.02	0.27	1.82	2.37	8	11	4.55	147.52
6	7	986.34	963.71	126.73	17.86	4	203	267	4.15	4.10	0.0025	0.22	0.29	0.03	0.32	2.10	2.74	8	18	5.82	188.71
7	8	963.71	957.09	41.04	16.13	4	231	304	4.12	4.08	0.0025	0.25	0.33	0.03	0.36	2.38	3.09	8	16	5.49	177.92
RAMA 2 FOSA 1																					
70	71	963.26	956.16	67.5	10.52	2	14	18	4.40	4.39	0.0025	0.02	0.02	0.00	0.02	0.15	0.20	8	10	4.34	140.66
71	72	956.16	955.5	40	1.65	2	28	37	4.36	4.34	0.0025	0.03	0.04	0.00	0.04	0.31	0.40	8	2	1.94	62.90
72	8	955.5	957.09	50.92	-3.12	1	35	46	4.34	4.32	0.0025	0.04	0.05	0.00	0.05	0.38	0.50	8	0.5	0.97	31.45
RAMA 3 FOSA 1																					
29	73	965.68	962.28	80	4.25	2	14	18	4.40	4.39	0.0025	0.02	0.02	0.00	0.02	0.15	0.20	8	4.5	2.91	94.36
73	8	962.28	957.09	49.55	10.47	1	7	9	4.43	4.42	0.0025	0.01	0.01	0.00	0.01	0.08	0.10	8	10	4.34	140.66
RAMA 1 FOSA 1																					
8	9	957.09	942.1	152.67	9.82	2	280	368	4.09	4.04	0.0025	0.30	0.40	0.04	0.44	2.86	3.72	8	9	4.11	133.44
RAMA 4 FOSA 1																					
31	9	945	942.1	41.85	6.93	2	14	18	4.40	4.39	0.0025	0.02	0.02	0.00	0.02	0.15	0.20	8	7	3.63	117.68
RAMA 1 FOSA 1																					
9	10	942.1	939.42	19.5	13.74	2	308	405	4.07	4.02	0.0025	0.33	0.44	0.04	0.48	3.14	4.07	8	13	4.95	160.38
10	11	939.42	920.43	143.37	13.25	1	315	414	4.07	4.01	0.0025	0.34	0.45	0.04	0.49	3.20	4.16	8	13	4.95	160.38
11	12	920.43	905.16	156.61	9.75	2	329	432	4.06	4.01	0.0025	0.36	0.47	0.05	0.51	3.34	4.33	8	10	4.34	140.66
12	13	905.16	894.77	115.99	8.96	2	343	451	4.05	4.00	0.0025	0.37	0.49	0.05	0.54	3.48	4.51	8	9	4.11	133.44
13	14	894.77	895.38	24	-2.54	2	357	469	4.05	3.99	0.0025	0.39	0.51	0.05	0.56	3.61	4.68	8	1	1.37	44.48
RAMA 4 FOSA 1																					
28	29	976.08	965.68	88.35	11.77	2	14	18	4.40	4.39	0.0025	0.02	0.02	0.00	0.02	0.15	0.20	8	12	4.75	154.08
29	30	965.68	945.982	137.32	14.34	5	49	64	4.32	4.29	0.0025	0.05	0.07	0.01	0.08	0.53	0.69	8	14.5	5.22	169.38
31	30	945.03	945.982	58	-1.64	5	84	110	4.26	4.23	0.0025	0.09	0.12	0.01	0.13	0.90	1.17	8	0.5	0.97	31.45
30	32	945.98	943.01	27.69	10.73	3	105	138	4.24	4.20	0.0025	0.11	0.15	0.01	0.16	1.11	1.45	8	10	4.34	140.66
32	33	943.01	929.58	106.4	12.62	4	133	175	4.21	4.17	0.0025	0.14	0.19	0.02	0.21	1.40	1.82	8	12.5	4.85	157.26
33	34	929.58	922.61	63.32	11.01	2	147	193	4.19	4.15	0.0025	0.16	0.21	0.02	0.23	1.54	2.01	8	11	4.55	147.52
34	35	922.61	913.18	127.1	7.42	2	161	212	4.18	4.14	0.0025	0.17	0.23	0.02	0.25	1.68	2.19	8	7.5	3.76	121.81
35	36	913.18	898.74	125.06	11.55	3	182	239	4.16	4.12	0.0025	0.20	0.26	0.03	0.28	1.89	2.46	8	11.5	4.65	150.84
36	14	898.74	895.38	63.59	5.28	1	189	248	4.16	4.11	0.0025	0.20	0.27	0.03	0.30	1.96	2.55	8	5.5	3.22	104.32

PROYECTO: Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario

LOCALIZACIÓN: Aldea La Grandeza, san Pedro Sacatepéquez, San Marcos

periodo de diseño: 26 años

longitud del sistema: 5588.8 m

RAMAL 1 FOSA 1		CALCULO DE RELACIONES HIDRAULICAS																					
DE	A	COTA DE TERRENO		D.H.	S%	HAB. A SERVIR			FACTOR DE HARMOND		FQM	Q. DOMESTICO		QCI.	Q _{san}	Q DE DISEÑO		D	S%	SECCION LLENA			
PV	PV	INICIO	FINAL	(mts)	TERRENO	LOCAL	ACUM	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	FUTURO	ACTUAL	FUTURO			ACTUAL	FUTURO	PLG.	TUBO	V(m/s)	Q(l/s)		
UNION RAMA 1 Y 2 PARA FOSA 1																							
14	15	895.38	876.99	139.45	13.19	4	546	718	3.95	3.89	0.0025			0.59	0.78	0.08	0.85	5.40	6.98	10	13	5.74	290.78
15	16	876.99	869.22	112.4	6.91	4	574	755	3.94	3.88	0.0025	0.62	0.82	0.08	0.90	5.66	7.31	10	6.7	4.12	208.75		
16	17	869.22	862.79	67.39	9.54	2	588	773	3.94	3.87	0.0025	0.64	0.84	0.08	0.92	5.79	7.48	10	9.5	4.91	248.57		
17	18	862.79	859.31	27.44	12.68	2	602	791	3.93	3.86	0.0025	0.65	0.86	0.09	0.94	5.92	7.64	10	12.5	5.63	285.13		
18	19	859.31	849.21	51.85	19.48	1	609	801	3.93	3.86	0.0025	0.66	0.87	0.09	0.95	5.98	7.73	10	19.5	7.03	356.13		
19	20	849.21	842.51	47.14	14.21	2	623	819	3.92	3.85	0.0025	0.67	0.89	0.09	0.97	6.11	7.89	10	14	5.96	301.76		
20	21	842.51	836.44	94.19	6.44	2	637	837	3.92	3.85	0.0025	0.69	0.91	0.09	1.00	6.24	8.06	10	6.5	4.06	205.61		
21	22	836.44	834.98	56.36	2.59	1	644	847	3.92	3.85	0.0025	0.70	0.92	0.09	1.01	6.30	8.14	10	2.5	2.52	127.52		
22	23	834.98	834.2	28.34	2.75	2	658	865	3.91	3.84	0.0025	0.71	0.94	0.09	1.03	6.43	8.30	10	2.5	2.52	127.52		
23	24	834.2	828.77	45.23	12.01	1	665	874	3.91	3.84	0.0025	0.72	0.95	0.09	1.04	6.50	8.39	10	12	5.51	279.37		
24	25	828.77	822.34	35.29	18.22	1	672	883	3.90	3.83	0.0025	0.73	0.96	0.10	1.05	6.56	8.47	10	18	6.75	342.16		
RAMAL 3 FOSA 1																							
56	57	840.44	838.43	45.95	4.37	2	14	18	4.40	4.39	0.0025	0.02	0.02	0.00	0.02	0.15	0.20	8	4.37	2.87	92.98		
57	58	838.43	833.76	43.58	10.72	2	28	37	4.36	4.34	0.0025	0.03	0.04	0.00	0.04	0.31	0.40	8	10.5	4.44	144.13		
58	25	833.76	822.34	71.31	16.01	1	35	46	4.34	4.32	0.0025	0.04	0.05	0.00	0.05	0.38	0.50	8	15.8	5.45	176.80		
UNION RAMALES 3, 2, 1 FOSA 1																							
25	26	822.34	818.66	21.2	17.36	1	896	1178	3.83	3.75	0.0025	0.97	1.27	0.13	1.40	8.58	11.05	10	17.5	6.66	337.37		
26	27	818.66	810.89	103.67	7.49	3	917	1205	3.82	3.75	0.0025	0.99	1.30	0.13	1.43	8.77	11.29	10	7.5	4.36	220.86		
27	DES	810.89	807.91	37.72	7.90	0	917	1205	3.82	3.75	0.0025	0.99	1.30	0.13	1.43	8.77	11.29	10	7.9	4.47	226.68		

LOS RAMALES 1, 2, 3 DESEMBOCARAN EN LA FOSA NO. 1 LA CUAL TENDRA UN DESFOGUE EN UN SANJON.

PROYECTO: Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario
 LOCALIZACIÓN: Aldea La Grandeza, san Pedro Sacatepéquez, San Marcos

periodo de diseño: 26 años
 longitud del sistema: 5588.8 m

RAMAL 1 FOSA 1		COTA DE TERRENO		D.H.	V. DE DISEÑO		RELACION DE VELOCIDADES		RELACIONES q/Q		RELACION d/D		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO	Excavación
PV	PV	INICIO	FINAL	(mts)	ACTUAL	FUTURO	v/v ACTUAL	v/v FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	(mts)	M3
1	2	1040.5	1022.25	49.01	1.32	1.43	0.16	0.17	0.001	0.001	0.021	0.024	1039.2	1021.07	1.3	1.18	0.8	50.42
2	3	1022.3	1003.4	93.65	1.36	1.47	0.22	0.24	0.003	0.003	0.036	0.041	1021.04	1002.31	1.21	1.09	0.8	88.05
3	4	1003.4	998.3	60.44	1.14	1.23	0.29	0.31	0.006	0.008	0.055	0.063	1002.28	997.14	1.12	1.16	0.8	56.73
4	5	998.3	993.21	29.28	1.65	1.78	0.29	0.32	0.007	0.009	0.058	0.066	997.11	992.13	1.19	1.08	0.8	28.16
5	6	993.21	986.34	61.13	1.58	1.70	0.35	0.37	0.012	0.016	0.077	0.087	992.10	985.38	1.11	0.96	0.8	52.13
6	7	986.34	963.71	126.73	1.96	2.11	0.34	0.36	0.011	0.014	0.073	0.083	985.35	962.54	0.99	1.17	0.8	111.19
7	8	963.71	957.09	41.04	1.95	2.10	0.35	0.38	0.013	0.017	0.080	0.091	962.51	955.94	1.20	1.15	0.8	40.26
RAMA 2 FOSA 1															ALTURA DE POZO		ANCHO	
70	71	963.26	956.16	67.5	0.74	0.80	0.17	0.18	0.001	0.001	0.024	0.027	961.96	955.21	1.3	0.95	0.8	62.48
71	72	956.16	955.5	40	0.51	0.55	0.26	0.29	0.005	0.006	0.049	0.055	955.18	954.38	0.98	1.12	0.8	34.90
72	8	955.5	957.09	50.92	0.33	0.36	0.34	0.37	0.012	0.016	0.076	0.087	954.35	954.10	1.15	2.99	0.8	85.94
RAMA 3 FOSA 1									RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO	
29	73	965.68	962.28	80	0.56	0.60	0.19	0.21	0.002	0.002	0.029	0.033	964.38	960.78	1.3	1.50	0.8	91.33
73	8	962.28	957.09	49.55	0.60	0.65	0.14	0.15	0.001	0.001	0.017	0.019	960.75	955.80	1.53	1.30	0.8	58.02
RAMA 1 FOSA 1									RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO	
8	9	957.09	942.1	152.67	1.68	1.81	0.41	0.44	0.021	0.028	0.101	0.114	954.22	940.48	2.87	1.62	0.8	278.02
RAMA 4 FOSA 1									RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO	
31	9	945	942.1	41.85	0.65	0.71	0.18	0.19	0.001	0.002	0.026	0.029	943.70	940.77	1.30	1.33	0.8	45.74
RAMA 1 FOSA 1									RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO	
9	10	942.1	939.42	19.5	1.96	2.12	0.40	0.43	0.020	0.025	0.096	0.109	940.45	937.92	1.65	1.50	0.8	26.80
10	11	939.42	920.43	143.37	1.97	2.13	0.40	0.43	0.020	0.026	0.097	0.110	937.89	919.25	1.53	1.18	0.8	157.92
11	12	920.43	905.16	156.61	1.82	1.96	0.42	0.45	0.024	0.031	0.106	0.120	919.22	903.56	1.21	1.60	0.8	178.09
12	13	905.16	894.77	115.99	1.77	1.91	0.43	0.47	0.026	0.034	0.111	0.126	903.53	893.09	1.63	1.68	0.8	156.08
13	14	894.77	895.38	24	0.83	0.89	0.60	0.65	0.081	0.105	0.193	0.219	893.06	892.82	1.71	2.56	0.8	43.33
RAMA 4 FOSA 1									RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO	
28	29	976.08	965.68	88.35	0.79	0.85	0.17	0.18	0.001	0.001	0.022	0.026	974.78	964.18	1.30	1.50	0.8	100.75
29	30	965.68	945.982	137.32	1.21	1.31	0.23	0.25	0.003	0.004	0.039	0.045	964.15	944.24	1.53	1.75	0.8	182.05
31	30	945.03	945.982	58	0.43	0.46	0.44	0.48	0.028	0.037	0.115	0.132	945.03	944.74	1.30	1.24	0.8	60.70
30	32	945.98	943.01	27.69	1.32	1.43	0.30	0.33	0.008	0.010	0.062	0.070	944.71	941.94	1.78	1.07	0.8	33.92
32	33	943.01	929.58	106.4	1.53	1.65	0.31	0.34	0.009	0.012	0.065	0.074	941.91	928.61	1.10	0.97	0.8	89.47
33	34	929.58	922.61	63.32	1.50	1.62	0.33	0.36	0.010	0.014	0.071	0.081	928.58	921.62	1.00	0.99	0.8	51.81
34	35	922.61	913.18	127.1	1.35	1.45	0.36	0.39	0.014	0.018	0.081	0.092	921.59	912.05	1.02	1.13	0.8	110.71
35	36	913.18	898.74	125.06	1.62	1.75	0.35	0.38	0.013	0.016	0.077	0.088	912.02	897.64	1.16	1.10	0.8	114.35
36	14	898.74	895.38	63.59	1.26	1.36	0.39	0.42	0.019	0.024	0.094	0.107	897.61	894.11	1.13	1.27	0.8	62.41

PROYECTO: Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario
 LOCALIZACIÓN: Aldea La Grandeza, san Pedro Sacatepéquez, San Marcos

periodo de diseño: 26 años
 longitud del sistema: 5588.8 m

RAMAL 1 FOSA 1		COTA DE TERRENO		V. DE DISEÑO		RELACION DE VELOCIDADES		RELACIONES q/Q		RELACION d/D		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO	Excavación	
DE	A	INICIO	FINAL	(mts)	ACTUAL	FUTURO	v/v ACTUAL	v/v FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	(mts)	M3
UNION RAMA 1 Y 2 PARA FOSA 1								RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO		
14	15	895.38	876.99	139.45	2.24	2.42	0.39	0.42	0.019	0.024	0.094	0.106	892.79	874.66	2.59	2.33	0.8	277.79
15	16	876.99	869.22	112.4	1.80	1.94	0.44	0.47	0.027	0.035	0.113	0.128	874.63	867.10	2.36	2.12	0.8	204.45
16	17	869.22	862.79	67.39	2.05	2.21	0.42	0.45	0.023	0.030	0.105	0.119	867.07	860.67	2.15	2.12	0.8	117.97
17	18	862.79	859.31	27.44	2.27	2.45	0.40	0.43	0.021	0.027	0.099	0.112	860.64	857.21	2.15	2.10	0.8	49.53
18	19	859.31	849.21	51.85	2.67	2.87	0.38	0.41	0.017	0.022	0.089	0.101	857.18	847.07	2.13	2.14	0.8	91.46
19	20	849.21	842.51	47.14	2.39	2.57	0.40	0.43	0.020	0.026	0.098	0.111	847.04	840.44	2.17	2.07	0.8	82.90
20	21	842.51	836.44	94.19	1.83	1.97	0.45	0.49	0.030	0.039	0.119	0.135	840.41	834.29	2.10	2.15	0.8	163.13
21	22	836.44	834.98	56.36	1.31	1.41	0.52	0.56	0.049	0.064	0.151	0.171	834.26	832.85	2.18	2.13	0.8	100.22
22	23	834.98	834.2	28.34	1.32	1.42	0.52	0.56	0.050	0.065	0.153	0.173	832.82	832.11	2.16	2.09	0.8	51.10
23	24	834.2	828.77	45.23	2.30	2.48	0.42	0.45	0.023	0.030	0.105	0.119	832.08	826.65	2.12	2.12	0.8	79.54
24	25	828.77	822.34	35.29	2.66	2.87	0.39	0.42	0.019	0.025	0.095	0.108	826.62	820.27	2.15	2.07	0.8	62.43
RAMAL 3 FOSA 1								RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO		
56	57	840.44	838.43	45.95	0.55	0.60	0.19	0.21	0.002	0.002	0.029	0.033	839.14	837.13	1.30	1.30	0.8	49.48
57	58	838.43	833.76	43.58	0.92	0.99	0.21	0.22	0.002	0.003	0.032	0.037	837.10	832.53	1.33	1.23	0.8	46.42
58	25	833.76	822.34	71.31	1.13	1.23	0.21	0.22	0.002	0.003	0.033	0.037	832.50	821.23	1.26	1.11	0.8	69.42
UNION RAMALES 3, 2, 1 FOSA 1								RELACIONES q/Q				COTAS INVERT		ALTURA DE POZO		ANCHO		
25	26	822.34	818.66	21.2	2.85	3.07	0.43	0.46	0.025	0.033	0.109	0.124	820.24	816.53	2.10	2.13	0.8	38.66
26	27	818.66	810.89	103.67	2.13	2.29	0.49	0.53	0.040	0.051	0.136	0.154	816.50	808.72	2.16	2.17	0.8	182.23
27	DES	810.89	807.91	37.72	2.17	2.33	0.48	0.52	0.039	0.050	0.134	0.152	808.69	805.71	2.20	2.20	0.8	69.16

2.15 Plan de operación y mantenimiento del sistema, Mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

Es la aplicación normas y técnicas o que permiten conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo a la vida útil para la que fue diseñada.

La responsabilidad de mantenimiento estará a cargo del Comité de Vecinos del a Comunidad, se recomienda que las revisiones del sistema se realicen en intervalos que no sobrepasan los cuatro meses.

2.15.1 Selección del tipo de tratamiento

En la selección del tipo de tratamiento para las aguas residuales de la aldea La Grandeza, existen varios factores importantes que se deben tomar en cuenta para la determinación del mismo, en este caso se recomienda un tipo de tratamiento primario, que consiste en una fosa una fosa séptica.

2.15.2 Funciones de la fosa séptica

Los desperdicios líquidos de residencias (aguas negras), rápidamente obstruirían cualquier tipo de formación porosa de grava sin ningún tratamiento. La fosa séptica condiciona al agua negra para que pueda filtrarse mas fácilmente en el subsuelo. Por lo anterior, se puede decir que la función esencial de la fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo. Para proporcionar esta protección al subsuelo, en la fosa séptica se deben cumplir tres funciones básicas:

1. Eliminación de sólidos
2. Proceso biológico de descomposición
3. Almacenamiento de cieno (lodos) y natas

Además se deben considerar los siguientes factores:

1. La localización debe ser donde no contamine ningún manantial, fuente o pozo de abastecimiento de aguas. También se debe tomar en cuenta la contaminación subterránea, ya que las aguas subterráneas tienden a seguir el contorno de la superficie del terreno, por lo que las fosas deben localizarse colinas abajo de pozos y manantiales.
2. Deben de estar localizadas a mas de 15 m. de cualquier fuente de abastecimiento de aguas, es preferible mayores distancias.
3. No deben de localizarse a menos de 1.5 m de cualquier edificio, debido a que puede ocurrir daños estructurales o las filtraciones pueden llegar al sótano

2.16 Presupuesto

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, no calificada, los materiales de construcción y el transporte de los mismos.

Los precios de los materiales se cotizaron de acuerdo al lugar y la fecha en que se realizó el estudio, para integrar el presupuesto total de la obra, se procedió a cuantificar las cantidades de trabajo necesarias y los materiales según los detalles de los planos.

Tabla VII. Presupuesto del alcantarillado sanitario

PROYECTO: CONSTRUCCION ALCANTARILLADO SANITARIO
 UBICACIÓN: ALDEA LA GRANDEZA
 MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

1	TRAZO Y REPLANTEO	5588,8	ML	Q	4,85	Q	27.100,99
No.	DESCRIPCION.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.		TOTAL.	
MATERIALES Y HERRAMIENTA.							
	HILO PLASTICO	10,00	Rollo	Q	30,00	Q	300,00
	CAL HIDRATADA	5,00	Unidad	Q	23,00	Q	115,00
	METRO DE MANO 5 MTS.	6,00	Unidad	Q	30,00	Q	180,00
	REGLA DE 2" * 3" * 9'	3,00	Docena	Q	300,00	Q	900,00
	CLAVO DE 3"	10,00	Libra	Q	5,00	Q	50,00
	NIVEL DE MANO	7,00	Unidad	Q	65,00	Q	455,00
	CINTA METRICA DE 50 MTS.	2,00	Unidad	Q	80,00	Q	160,00
	ALAMBRE DE AMARRE	20,00	Libra	Q	5,00	Q	100,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	2.520,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.							
	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	2.520,00	Q	252,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	252,00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							
	TRANSPORTE	1,00	viaje	Q	100,00	Q	100,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	100,00
MANO DE OBRA.							
	MANO DE OBRA CALIFICADA	5588,80	ML	Q	1,00	Q	5.588,80
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	5588,80	ML	Q	2,00	Q	11.177,60
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	16.766,40
GASTOS INDIRECTOS.							
	FIANZAS.	3,00	%	Q	19.638,40	Q	589,15
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	10,00	%	Q	9.638,40	Q	1.963,84
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	9.638,40	Q	1.963,84
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	19.638,40	Q	1.963,84
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	19.638,40	Q	981,92
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	7.462,59
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q	7.462,59
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q	19.638,40
COSTO TOTAL DEL RENGLON.						Q	27.100,99

2	EXCAVACION DE TIERRA	6273,72	M3	Q	75,06	Q	470.912,72
No.	DESCRIPCION.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.		TOTAL.	
MATERIALES Y HERRAMIENTA.							
	PALAS	10,00	Unidad	Q	75,00	Q	750,00
	AZADONES	5,00	Unidad	Q	75,00	Q	375,00
	PIOCHA	15,00	Unidad	Q	90,00	Q	1.350,00
	CARETILLA DE MANO	15,00	Unidad	Q	300,00	Q	4.500,00
	MALLA DE SEGURIDAD	4,00	Rollos	Q	500,00	Q	2.000,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	8.975,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.							
	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	8.975,00	Q	897,50
	RETROEXCADORA	750,00	Horas	Q	400,00	Q	300.000,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	300.897,50

Continuación

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						
MANO DE OBRA.						
	MANO DE OBRA CALIFICADA.					
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	6273,72	M3	Q	5,00	31.368,60
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q 31.368,60
GASTOS INDIRECTOS.						
	FIANZAS.	3,00	%	Q	341.241,10	10.237,23
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	10,00	%	Q	341.241,10	34.124,11
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	341.241,10	34.124,11
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	341.241,10	34.124,11
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	341.241,10	17.062,06
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q 129.671,62
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q 129.671,62
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q 341.241,10
COSTO TOTAL DEL RENGLON.						Q 470.912,72
3	RELLENO Y COMPACTACION	6273,72	M3	Q	39,18	Q 245.786,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA.						
	PALAS	5,00	Unidad	Q	75,00	375,00
	AZADONES	11,00	Unidad	Q	75,00	825,00
	CARRETILLAS DE MANO	6,00	Unidad	Q	300,00	1.800,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q 3.000,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.						
	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	3.000,00	300,00
	VAILARINA	375,00	Horas	Q	200,00	75.000,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q 75.300,00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						
	GASOLINA	190,00	Galon	Q	30,00	5.700,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q 5.700,00
MANO DE OBRA.						
	MANO DE OBRA CALIFICADA.					
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	6273,72	M3	Q	15,00	94.105,80
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q 94.105,80
GASTOS INDIRECTOS.						
	FIANZAS.	3,00	%	Q	178.105,80	5.343,17
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	10,00	%	Q	178.105,80	17.810,58
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	178.105,80	17.810,58
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	178.105,80	17.810,58
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	178.105,80	8.905,29
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q 67.680,20
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q 67.680,20
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q 178.105,80
COSTO TOTAL DEL RENGLON.						Q 245.786,00
4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	750,00	M3	Q	29,31	Q 21.980,25
No.	DESCRIPCION.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.		TOTAL.
MATERIALES Y HERRAMIENTA.						
	PALAS	10,00	Unidad	Q	75,00	750,00
	AZADONES	15,00	Unidad	Q	75,00	1.125,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q 1.875,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.						
	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	1.875,00	187,50
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q 187,50
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						
	TRANSPORTE	90,00	Viajes	Q	70,00	6.300,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q 6.300,00
MANO DE OBRA.						
	MANO DE OBRA CALIFICADA.					
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	750	M3	Q	4,00	3.000,00

Continuación

SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q	3.000,00
GASTOS INDIRECTOS.						
	FIANZAS.	3,00	%	Q	11.362,50	Q 340,88
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	10,00	%	Q	11.362,50	Q 1.136,25
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	11.362,50	Q 1.136,25
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	11.362,50	Q 1.136,25
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	11.362,50	Q 568,13
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q	4.317,75
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.					Q	17.662,50
COSTO TOTAL DEL RENGLON.					Q	21.980,25
5	POZOS DE VISITA	73	U	Q	9.114,48	Q 665.357,34
No.	DESCRIPCION.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.	TOTAL.	
MATERIALES Y HERRAMIENTA.						
	CEMENTO 4000 PSI	1890,00	Sacos	Q	53,00	Q 100.170,00
	ARENA DE RIO	340,00	M3	Q	220,00	Q 74.800,00
	PIEDRIN	210,00	M3	Q	240,00	Q 50.400,00
	HIERRO No. 6	8,00	Quintales	Q	310,00	Q 2.480,00
	HIERRO No. 4,	3,00	Quintales	Q	310,00	Q 930,00
	HIERRO No. 3	7,00	Quintales	Q	310,00	Q 2.170,00
	HIERRO No. 2	5,00	Quintales	Q	310,00	Q 1.550,00
	ALMBRE DE AMARRE	5,00	Quintales		500,00	Q 2.500,00
	TABLA DE 1*12*9'	10,00	Docena	Q	410,00	Q 4.100,00
	PARALES DE 3**3**9'	12,00	Docena	Q	300,00	Q 3.600,00
	TENDALES DE 4**3**9'	9,00	Docena	Q	320,00	Q 2.880,00
	LADRILLO TAYUYO DE 0.065*11*0.23	34450,00	Unidad	Q	3,00	Q 103.350,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.					Q	348.930,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.						
	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	348.930,00	Q 34.893,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.					Q	34.893,00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						
	TRANSPORTE	106,00	viajes	Q	170,00	Q 18.020,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.					Q	18.020,00
MANO DE OBRA.						
	MANO DE OBRA CALIFICADA.	73	U	Q	1.000,00	Q 73.000,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	73	U	Q	100,00	Q 7.300,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q	80.300,00
GASTOS INDIRECTOS.						
	FIANZAS.	3,00	%	Q	482.143,00	Q 14.464,29
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	10,00	%	Q	482.143,00	Q 48.214,30
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	482.143,00	Q 48.214,30
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	482.143,00	Q 48.214,30
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	482.143,00	Q 24.107,15
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q	183.214,34
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.					Q	183.214,34
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.					Q	482.143,00
COSTO TOTAL DEL RENGLON.					Q	665.357,34
6	LINEA DE CONDUCCIN	5588,8	ML	Q	317,77	Q 1.775.943,39
No.	DESCRIPCION.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.	TOTAL.	
MATERIALES Y HERRAMIENTA.						
	TUBERIA PVC DE 10" (SDR41).	124,00	Unidad	Q	1.400,00	Q 173.600,00
	TUBERIA PVC DE 8" DE 118 PSI	145,00	Unidad	Q	895,00	Q 129.775,00
	TUBERIA PVC DE 6" DE 118 PSI	175,00	Unidad	Q	585,00	Q 102.375,00
	SOLVENTE PVC	4,00	Galón	Q	135,00	Q 540,00
	THINER	11,00	Galón	Q	65,00	Q 715,00
	WIPE	30,00	Lbs.	Q	10,00	Q 300,00
	BROCHAS DE 3"	10,00	Unidad	Q	20,00	Q 200,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.					Q	407.505,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.						

Continuación

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	407.505,00	Q	40.750,50
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	40.750,50
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							
	TRANSPORTE	2,00	Viaje	Q	170,00	Q	340,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	340,00
MANO DE OBRA.							
	MANO DE OBRA CALIFICADA.	5588,8	ML	Q	125,00	Q	698.600,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	5588,8	ML	Q	25,00	Q	139.720,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	838.320,00
GASTOS INDIRECTOS.							
	FIANZAS.	3,00	%	Q	1.286.915,50	Q	38.607,47
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	10,00	%	Q	1.286.915,50	Q	128.691,55
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	1.286.915,50	Q	128.691,55
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	1.286.915,50	Q	128.691,55
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	1.286.915,50	Q	64.345,78
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	489.027,89
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q	489.027,89
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q	1.286.915,50
COSTO TOTAL DEL RENGLON.						Q	1.775.943,39
7	CONEXION DOMICILIAR	350	VIVIENDAS	Q	891,78	Q	312.124,60
No.	DESCRIPCION.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.		TOTAL.	
MATERIALES Y HERRAMIENTA.							
	TUBERIA DE CEMENTO DE 12"	175,00	Unidad	Q	50,00	Q	8.750,00
	CEMENTO DE 300 PSI	600,00	Sacos	Q	53,00	Q	31.800,00
	ARENA	60,00	M3	Q	220,00	Q	13.200,00
	PIEDRIN	75,00	M3	Q	240,00	Q	18.000,00
	HIERRO DE 3/8 No. 3	12,00	Quintales	Q	270,00	Q	3.240,00
	HIERRO DE 3/8 No. 2	92,00	Quintales	Q	270,00	Q	24.840,00
	ALAMBRE DE AMARRE	1,50	Quintales	Q	95,00	Q	142,50
	CALVO DE 3"	45,00	Lbs.	Q	,00	Q	225,00
	TABLA DE 1*12**9'	10,00	Docenas	Q	410,00	Q	4.100,00
	TEE REDUCTORA DE 10" A 4"	39,00	Unidad	Q	340,00	Q	13.260,00
	TEE REDUCTORA DE 8" A 4"	25,00	Unidad	Q	300,00	Q	7.500,00
	TEE REDUCTORA DE 6" A 4"	167,00	Unidad	Q	275,00	Q	45.925,00
	SOLVENTE PVC	2,50	Galon	Q	135,00	Q	337,50
	THINER	2,00	Galon	Q	40,00	Q	80,00
	WIPE	15,00	Lbs.	Q	10,00	Q	150,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	171.550,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.							
	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	171.550,00	Q	17.155,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	17.155,00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							
	TRANSPORTE	7,00	Viajes	Q	170,00	Q	1.190,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	1.190,00
MANO DE OBRA.							
	MANO DE OBRA CALIFICADA.	350	VIVIENDAS	Q	50,00	Q	17.500,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	350	VIVIENDAS	Q	10,00	Q	3.500,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	21.000,00
GASTOS INDIRECTOS.							
	FIANZAS.	3,00	%	Q	210.895,00	Q	6.326,85
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	10,00	%	Q	210.895,00	Q	21.089,50
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	210.895,00	Q	21.089,50
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	210.895,00	Q	21.089,50
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	210.895,00	Q	10.544,75
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	210.895,00	Q	21.089,50
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	101.229,60

Continuación

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.	Q	101.229,60
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.	Q	210.895,00
COSTO TOTAL DEL RENGLON.	Q	312.124,60
Costo total del proyecto	Q	3.519.205,29

El siguiente presupuesto asciende a al cantidad de tres millones quinientos diecinueve mil doscientos cinco con 29/100. **Q 3.519.205.29**

Al cambio del dia \$1.00 por Q 7.75 **\$ 454.091,00**

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA LA GRANDEZA MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÈQUEZ, SAN MARCOS

Tabla VIII. Cronograma de inversión ejecución del alcantarillado

No.	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	Costo por renglon
1	Trazo y replanteo.	■	■	■					Q27.100,99
2	Excavación de tierra.		■	■	■	■	■	■	Q470.912,72
3	Línea de conducción.		■	■	■	■	■	■	Q1.775.943,39
4	Relleno y compactación.				■	■	■	■	Q245.786,00
5	Pozos de visita.		■	■		■	■	■	Q665.357,34
6	Conexiones domiciliars				■	■	■	■	Q312.124,60
7	Retiros de material sobrante						■	■	Q21.980,25
Inversión Mensual en (Q)		Q527.880,79	Q527.880,79	Q527.880,79	Q633.456,95	Q633.456,95	Q351.920,53	Q316.728,48	Q3.519.205,29
Inversión Men. acum.. en (Q)		Q527.880,79	Q1.055.761,59	Q1.583.642,38	Q2.217.099,33	Q2.850.556,28	Q3.202.476,81	Q3.519.205,29	
Inversión Mensual en (%)		15,00%	15,00%	15,00%	18,00%	18,00%	10,00%	9,00%	
Inversión Men. acum. en (%)		15,00%	30,00%	45,00%	63,00%	81,00%	91,00%	100,00%	

2.17 Estudio de impacto ambiental

2.17.1 Marco legal

DECRETO NÚMERO 68-86

Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

2.17.2 Impactos ambientales

Componente Social

Habitantes del barrio o aldeas beneficiadas donde se ubicará el proyecto, recibirán directamente el impacto de acarreo de materiales de construcción y molestias del proceso de zanjeo y construcción durante el tiempo que dure la misma.

Estética.

Ruido, movimiento de tierras, paisaje dañado y degradación visual.

Definición aguas residuales.

Se ha dicho que las aguas que quedan como residuo de la actividad humana son de origen doméstico y de naturaleza industrial. Sin duda que el mayor volumen de aguas servidas corresponden a aquellas que son propias de la vida del ser humano como la limpieza, preparación de alimentos y necesidades fisiológicas. Se calcula que cada persona consume 200 litros diarios para satisfacer estas necesidades.

El empleo del agua potable en los hogares genera agua servida que contiene los residuos propios de la actividad humana. Parte de estos residuos son materia que consume o demanda oxígeno por oxidación de ésta, como la material fecal, restos de alimentos, aceites y grasas; otra parte son detergentes, sales, sedimentos, material orgánico no biodegradable y también microorganismos patógenos. La materia orgánica biodegradable y algunas sales inorgánicas son nutrientes para los microorganismos. Estas aguas servidas se denominan también aguas negras o municipales y, como es sabido, se vierten en los sistemas de alcantarillado que las conducen, en la inmensa mayoría de los casos en Guatemala, a los cuerpos de agua, como mar, lagos y ríos, produciendo por lo tanto la contaminación de estas aguas naturales.

2.17.3 Plan de gestión ambiental

Los impactos potenciales que las directrices del Banco Mundial consideran tener presentes para una evaluación del sistema de drenaje, tratamiento, reuso y disposición de aguas servidas, son las siguientes:

- a. Perturbación del curso de canales, hábitat de plantas y animales acuáticos, áreas de desolve y cría.
- b. Alteraciones en el balance de las aguas superficiales.
- c. Degradación de vecindades por donde atraviesan las aguas servidas o que reciben el flujo.
- d. Deterioro de aguas blancas que reciben el efluente de aguas servidas
- e. Riesgos a la salud en la vecindad del curso de las aguas servidas
- f. Contaminación del suelo en los sitios de aplicación.
 - 1. Suelos y cultivos: contaminación con patógenos y sustancias químicas.
 - 2. Aguas subterráneas: contaminación por patógenos y nitrógeno.
- g. Falla en la conducción y recepción de las aguas residuales.
- h. Malos olores.
- i. Criaderos de fauna nociva. (ratas, cucarachas, zancudos)
- j. Molestias y riesgos a la salud pública.
- k. Fracaso a no lograr los servicios de tratamiento en las áreas de servicio de drenaje.
- l. Derrames o rupturas a lo largo del cauce.
- m. Impacto adverso al paisaje.

2.17.4 Medidas de mitigación

En construcción

- a. Diseñar de acuerdo al entorno existente.
- b. En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área.
- c. Repoblar con árboles de Sps. Nativas de la región, las áreas libres.
- d. Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- e. Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- f. Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas.
- g. Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- h. Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- i. Limitar mover tierra sólo durante la estación seca.
- j. Compactar la tierra removida.
- k. Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
- l. Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).
- m. Diseñar drenaje para la evacuación de las aguas servidas con materiales compatibles con el medio ambiente.
- n. Incluir botiquín de primeros auxilios.

En operación

- a. Establecer plan de monitoreo ambiental.
- b. Capacitación permanente y continua a operadores del sistema.
- c. Mantenimiento preventivo.

2.18 Evaluación socio-económica

2.18.1 Valor presente neto (VPN)

El Valor presente neto, nos indica el valor real del dinero a través del tiempo; consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo, los valores futuros y series de anualidad del flujo de efectivo de un proyecto.

Para el análisis del proyecto de alcantarillado sanitario en la comunidad La Grandeza, se asume una tasa de interés del 6% debido a que el proyecto no es de carácter lucrativo, sino de carácter social, la tasa debe ser la más baja.

Para dicho proyecto se contará con el aporte comunitario, de dos maneras el primero, será el pago de la instalación de acometida domiciliar, que constara de Q100.00 por vivienda, en el primer año; mientras que el segundo aporte, será de Q5.00 mensuales por cada vivienda, por concepto del mantenimiento de la fosa séptica; estos precios fueron establecidos por la alcaldía auxiliar de la comunidad en mutuo acuerdo con los habitantes beneficiados; recaudando una cantidad de Q60.00 por vivienda. Si se toma en cuenta que hay 350 hogares se obtiene los siguientes resultados:

$$350 * Q100.00 = Q. 35,000.00$$

$$350 * Q60.00 = Q. 21,000.00$$

La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor VPN, el cual es:

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \qquad p = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)$$

P= Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F= Valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro.

A= Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago Constante o renta, de ingreso.

I= Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a solución

N= período de tiempo que se pretende dure la operación.

$$P = 21,000 \frac{* (1.06)^{22} - 1}{0.06 * (1.06)^{22}}$$

$$P=252,873.22$$

El Valor Presente Neto es exactamente el mismo para los ingresos como para los egresos durante los 20 años, por lo tanto, al realizar la suma algebraica se eliminan uno al otro.

Además, el aporte comunitario por la acometida domiciliar se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único del valor presente, que se encuentra de la siguiente manera:

$$p = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right) \qquad P = 21000 \left(\frac{1}{(1.06)^1} \right)$$

$$P= 19,811.32$$

Entonces el Valor Presente Neto queda de la siguiente manera:

$$VPN = 19,811.32 - 3,519,205.29 + 21,000.00 - 21,000.00 = -3,499,394.29$$

Como se puede observar, el Valor presente Neto de este proyecto es negativo, sin producir ninguna utilidad, cumpliendo su objetivo de carácter social, promoviendo desarrollo en la aldea La Grandeza y teniendo como beneficiados a los habitantes de dicha comunidad, mediante saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades. Con este se logra reducir los gastos en el área de salud pública provenientes del estado.

2.18.2 Tasa interna de retorno.(TIR)

La tasa interna de retorno se define como el valor presente neto, el cual se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidades diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representan el Valor Presente Neto.

Se propone una tasa -99.20%, entonces se obtiene:

$$P = \frac{21,000}{(1 - 0.992)^1} = 2,625,000.00$$

El Valor Presente Neto es positivo, procediendo a sumar algebraicamente con el egreso de la inversión inicial, y las anualidades destinadas al funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario:

$$P = - 3, 519,205.29 + 2, 625,000.00 + 21,000.00 - 21,000.00 = - 894,205.29$$

Mientras que con una tasa de $- 98\%$, se obtiene $p = 1, 050,000.00$ y un valor presente neto $VPN = -2, 469,205.29$

Con las dos tasas asumidas después del diagrama de de Tasa Interna de Retorno se obtuvieron los siguientes resultados.

$$TIR = -99.20 \% + 0.31 \% = -99.51 \%$$

En este proyecto, la Tasa Interna de Retorno es negativa, por lo tanto, no existe utilidad alguna, siendo un proyecto de carácter social.

**3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL:
DISEÑO DE LA ESCUELA DE LA LADEA SAN ANDRÉS CHÁPIL, DEL
MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN
MARCOS.**

3.1 Infraestructura requerida para la escuela.

El proyecto del centro educativo tiene como objetivos proveer infraestructura para la educación primaria de la aldea San Andrés Chápil, San Pedro Sacatepèquez, San Marcos.

En un principio no fue concebido como centro educativo, ha venido cambiando hasta ser como tal. Inicialmente se pensó construir tres aulas, para suplir la necesidad de infraestructura de una escuela primaria. Posteriormente se consideró la posibilidad de agregarle otras aulas, necesarias para la educación básica.

El requerimiento de áreas es el siguiente:

- 4 aulas de enseñanza – aprendizaje
- servicios sanitarios.

3.1.1 Localización del terreno

Para la construcción de la escuela, se dispone de un terreno en la aldea San Andrés Chápil, municipio de San Pedro Sacatepèquez, departamento de San Marcos. Ubicado en el sector sur, aproximadamente a cien metros de la carretera que comunica al altiplano márquense. Que comunica la aldea San Andrés Chápil, y con la aldea La Grandeza, de San Pedro Sacatepèquez.

3.1.2 Topografía del terreno

La forma del terreno, vista en planta, es rectangular; cuenta con un área de 163.92 m².

3.1.3 Evaluación de la calidad del suelo y determinación del valor soporte

El suelo encontrado en esta área es arcilla limosa color café, este se define como granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05mm de diámetro. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse. En combinación con el limo, son poco plásticas, mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea.

Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 1.50 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie³ que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante la prueba de no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna $\phi = 16.6^\circ$

Carga última CU= 7.5 ton/m²

Descripción del suelo= Arcilla limosa color café oscuro

Densidad seca= 0.84 ton/m³

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi. La siguiente resolución es para un suelo arcilla limosa.

Datos: Base B= 1.00mts

Peso específico del suelo $\rho_{\text{suelo}} = 1.20 \text{ ton/m}^3$

Ángulo de fricción interna $\phi = 16.6^\circ = 0.2900 \text{ rad}$

Carga última $C_U = 7.5 \text{ ton/m}^2$

Desplante (profundidad a la que se tomó la muestra) $D = 1.50 \text{ mts}$

Factor de flujo de carga (H_q)

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

$$H_q = \frac{e(3\pi/2 - 0.2900) \tan 16.6}{2 \cos^2(45 + 16.6/2)}$$

$$H_q = 5.23 \text{ Ton/m}^2$$

factor de flujo de carga última N_c

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

$$N_c = \cot(16.6) * (5.23 \text{ ton/m}^2 - 1 \text{ ton/m}^2)$$

$$N_c = 14.81 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de flujo del suelo N_γ

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

$$N_\gamma = 2 * (5.23 \text{ ton/m}^2 + 1) * \tan(16.6)$$

$$N_\gamma = 15.45 \text{ ton/m}^2 \quad \text{como el suelo es arcilla } N_\gamma = 0$$

Valor soporte último q_o

$$q_o = 0.4 * \rho_{\text{suelo}} * B * N_\gamma + 1.3 * C_u * N_c + \rho_{\text{suelo}} * D * H_q$$

$$q_o = 0.4 * 1.20 \text{ ton/m}^3 * 1 \text{ m} * 0 \text{ ton/m}^2 +$$

$$1.3 * 7.5 \text{ ton/m}^2 * 14.81 \text{ ton/m}^2 + 1.20 \text{ ton/m}^3 * 1.50 \text{ m} * 5.23 \text{ ton/m}^2$$

$$q_o = 148.81 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte neto último q_u

$$q_u = q_o - \rho_{\text{suelo}} * D$$

$$q_u = 153 \text{ ton/m}^2 - 1.20 \text{ ton/m}^3 * 1.50 \text{ m}$$

$$q_u = 147 \text{ ton/m}^2$$

El factor de seguridad FS es un número que puede estar comprendido

Entre 1.5 y 3, dependiendo del tipo de suelo, para este cálculo del valor soporte del suelo se utilizará el valor de 3.

Valor soporte de diseño q_d

$$q_d = q_u / FS$$

$$q_d = 147 \text{ ton/m}^2 / 3$$

$q_d = 49 \text{ ton/m}^2$. Por lo tanto, se diseñará utilizando un valor soporte de 49 ton/m^2 .

3.1.4 Normas para el diseño de edificios educativos⁹

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en el "REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS ESCOLARES", conjugándolos con el criterio técnico del diseñador. Las normas aplicadas en este trabajo se describen a continuación.

3.1.5 Criterios generales

3.1.5.1 Criterios de conjunto

a) **Conjunto arquitectónico:** se toman como base los requisitos que debe cumplir el centro educativo para atender a los alumnos que se espera recibir, y se debe diseñar con respecto a su funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.

b) **Emplazamiento:** un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno se logra cuando el área construida en planta baja no excede el 40% del área total del terreno.

c) **Orientación de la escuela:** La correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes de la escuela. La orientación ideal es de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en

cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas bajas.

d) **Superficie y altura de la escuela:** la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza; y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

3.1.5.2 Criterios de iluminación

a) **Generalidades de la iluminación en la escuela:** La iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y, como resultado, una mejor iluminación.

b) **Tipos de iluminación:** Por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para los centros educativos, se describen a continuación:

- **Iluminación natural unilateral:** Este caso se da cuando sólo un lado del aula tiene ventanas; las ventanas deben tener un área de 25% a 30% del área total de piso; el techo y el muro opuesto a la ventana deben ser claros; y el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2.5 veces la altura del muro de ventanas.
- **Iluminación natural bilateral:** Este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula; las ventanas deben tener un área entre 25% a 30% del área de piso del ambiente.
- **Iluminación natural cenital:** En este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del aula. Para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15% al 20% del área total de piso.
- **Iluminación artificial:** Este caso se acepta únicamente cuando sea muy justificado; debe ser difuso, para evitar molestias en la vista; también debe ser lo más parecido a la iluminación natural.

3.1.5.3 Otros criterios

a) **Ventilación:** La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.

b) **Criterios de color:** Desde el punto de vista físico, el color de los ambientes, optimiza la iluminación de los mismos; desde el punto de vista psicológico, los colores influyen en el estado de ánimo del usuario del aula.

3.1.5.4 Instalaciones

Las instalaciones que regularmente se colocan en los edificios educativos son las hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas. En su diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Duración razonable y economía de mantenimiento
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

Cuando no existan en el lugar las instalaciones sanitarias adecuadas, se debe prestar atención especial a este asunto, para así proveer adecuadamente el agua potable y la eliminación de las aguas servidas y de lluvia.

3.1.6 Espacios educativos

Espacios educativos se denominan a la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación, el cual se desarrolla por medio de diferentes actividades. Por tal razón, las características de los espacios educativos varían de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas.

En el reglamento se describen como espacios educativos característicos: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones y la economía doméstica. Descripción que se detalla aquí, únicamente para el aula teórica, ya que ésta se utiliza en todos los espacios educativos de este proyecto, por ser la que mejor se adapta a los requerimientos del centro educativo.

3.1.6.1 Aula teórica

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

Debido a que el nivel de escolaridad que se prestará en el centro educativo que se está diseñando será variado en cada jornada, y esto probablemente cambiará con el tiempo, las recomendaciones para el diseño de un aula teórica aquí se generalizan, ya que en los niveles primario, básico y diversificado, son similares. Dichas recomendaciones generalizadas son las siguientes:

- **La capacidad óptima en el nivel básico es de 30 alumnos**, pero se permite un máximo de 40 alumnos.
- **El área óptima por alumno es de 1.50 m²**, pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de 1.30 m².
- **Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico**, es decir, cuando se da la capacidad máxima de 40 alumnos. Pero podrá ser diseñada de acuerdo a los requerimientos existentes.
- **La forma del aula será cuadrada o rectangular**, se recomienda que el lado mayor no exceda 1.5 veces el lado menor.
- **La fuente principal de iluminación natural** debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón.

- **La distancia máxima desde la última fila al pizarrón**, será de 8 m; y el ángulo horizontal de visión de un alumno sentado, será como máximo 30°.
- **Tendrá instalaciones de energía eléctrica**, con luminarias adecuadas que proporcionen iluminación artificial abundante y constante; además, tendrá dos tomacorrientes, uno al frente y otro en la parte posterior, colocados a 0.40 m sobre el nivel del piso.

3.2 Diseño de la escuela

3.2.1 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este caso, del Reglamento de Construcción de Centros Educativos.

Los centros se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario.

Para el caso del centro educativo de aulas se necesita: 4 aulas de enseñanza – aprendizaje, módulo de baños y área de limpieza.

Los resultados de su diseño arquitectónico, sobre la base de los criterios del Reglamento de Construcción de Edificios Educativos, el propietario y el diseñador, se pueden ver en el apéndice.

3.2.2 Ubicación de la escuela en el terreno

La escuela se ubica en el extremo norte del terreno, como se observa en el apéndice 1, figura 38, para lograr una mejor ventilación e iluminación, según lo sugiere el Reglamento. Además, se quiere aprovechar la forma horizontal y vertical del terreno, dejando espacio disponible para la siguiente fase.

3.2.3 Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional de edificios educativos (ver apéndice 2, figura 39), por ser ésta la que más se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

3.2.4 Alturas del edificio

Se escoge hacer el edificio de dos niveles por razón de espacio disponible; esto cumple con la norma de tres niveles máximo.

La altura de todos los ambientes es la misma y se deja con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación. Ver resultados en apéndice, figura.

3.2.5 Selección del sistema estructural a usar

No se requieren fórmulas matemáticas para seleccionar un sistema estructural, todo es conceptual. Luego se hace el cálculo, que comprueba el sistema garantizando su seguridad y economía.

En la elección del sistema estructural influyen, en la toma de decisión, los factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el

lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales, y el proceso de ejecución.

Para este caso, se ha elegido un sistema estructural del tipo de marcos rígidos de concreto reforzado, con losas planas de concreto reforzado y muros tabiques de mampostería con block de pómez; además, todo el sistema se construirá en obra usando los métodos tradicionales.

3.3 Análisis estructural

Análisis estructural es el proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla, en otras palabras, se determina los efectos de las cargas aplicadas a una estructura. Para el edificio de aulas se hace el análisis estructural de la forma siguiente:

3.3.1 Predimensionamiento estructural

Predimensionar la estructura es darle medidas preliminares a los elementos que la componen, es decir, los que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos. En nuestro caso se aplican los métodos siguientes:

a) **Columnas:** El método que se utiliza para predimensionar las columnas calcula la sección, y se basa en la carga aplicada a ésta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica, o sea la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Fórmulas: $P = 0.8 (0.225F_cA_g + F_yA_s)$

$$1\%A_g \leq A_s \leq 8\%A_g$$

Solución $P = 30,720 \text{ Kg}$, (tomado de áreas tributarias)

$$30720.00 = 0.8 ((0.225 \cdot 210 \cdot A_g) + (2,810 \cdot 0.01 A_g))$$

$$A_g = 509.63.44 \text{ cm}^2$$

Proponiendo una columna de $30 \cdot 30 \text{ cm} = 900 \text{ cm}^2 > A_g$

b) **Vigas:** Para predimensionar las vigas, el método utilizado calcula el peralte o altura de la viga, dependiendo esta de la luz que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador, usando aquí el ancho de las columnas. En este caso sólo se calcula la viga crítica, o sea la de mayor longitud, quedando las otras con igual sección.

$$t_{\text{VIGA}} = \text{luz libre de viga} \cdot 0.08 = 5.5 \cdot 0.08 = 0.44$$

$$\text{Base de viga } b = 0.30$$

Entonces usamos una sección de viga = $0.30 \cdot 0.45$

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

$$t_{\text{LOSA}} = (\text{perímetro de losa}) / 180$$

$$t_{\text{LOSA}} = (3.20 + 6 + 3.200 + 6) / 180 = 0.102$$

Usamos $t_{\text{LOSA}} = 0.10$

d) **Cimientos:** Para la cimentación se usan zapatas aisladas. El método de predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se presentan a continuación las figuras 1, 2 y 3, que muestran la distribución de las columnas y las vigas con sus respectivas medidas, del edificio de aulas que se analiza y diseña estructuralmente en el resto del capítulo.

Figura 1. Planta típica, edificio de aulas

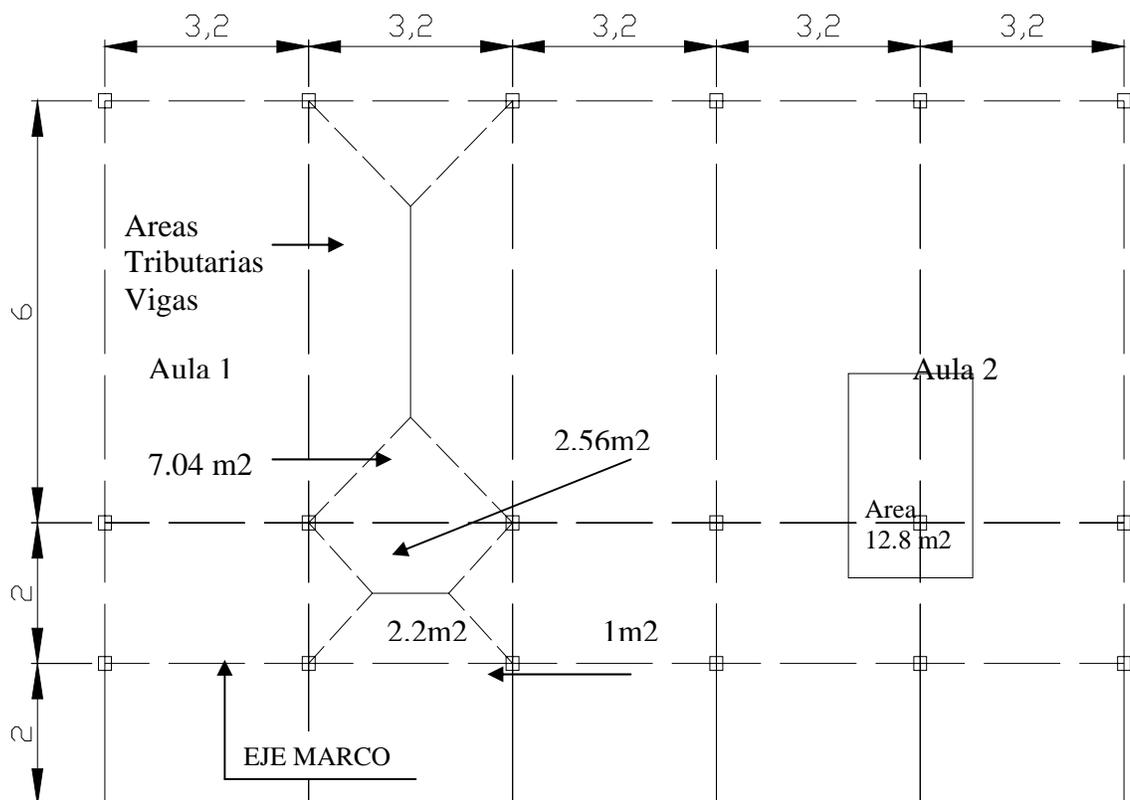


Figura 2. Marco rígido típico sentido x, edificio de aulas

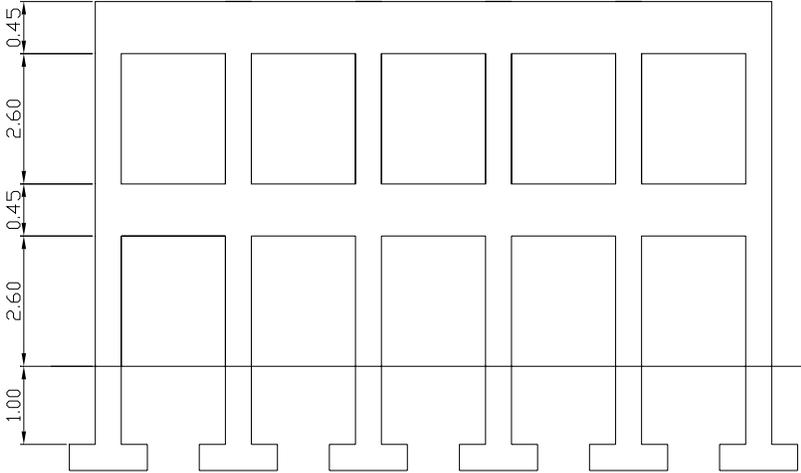
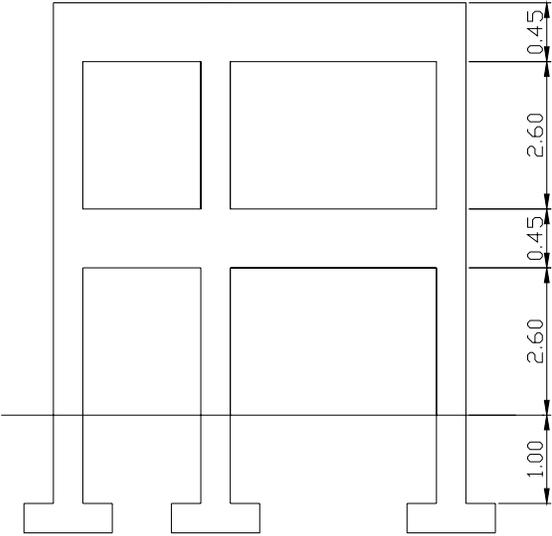


Figura 3. Marco rígido típico sentido y, edificio de aulas



3.3.2 Modelos matemáticos de marcos rígidos

El modelo matemático de un marco rígido, es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta el marco, que sirve para hacer el análisis estructural del mismo.

En nuestro caso, por la similitud de los marcos rígidos, en geometría y en las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos en los sentidos x y y, ver figuras 4y 5.

Figura 4. Modelo matemático, marco rígido típico sentido x

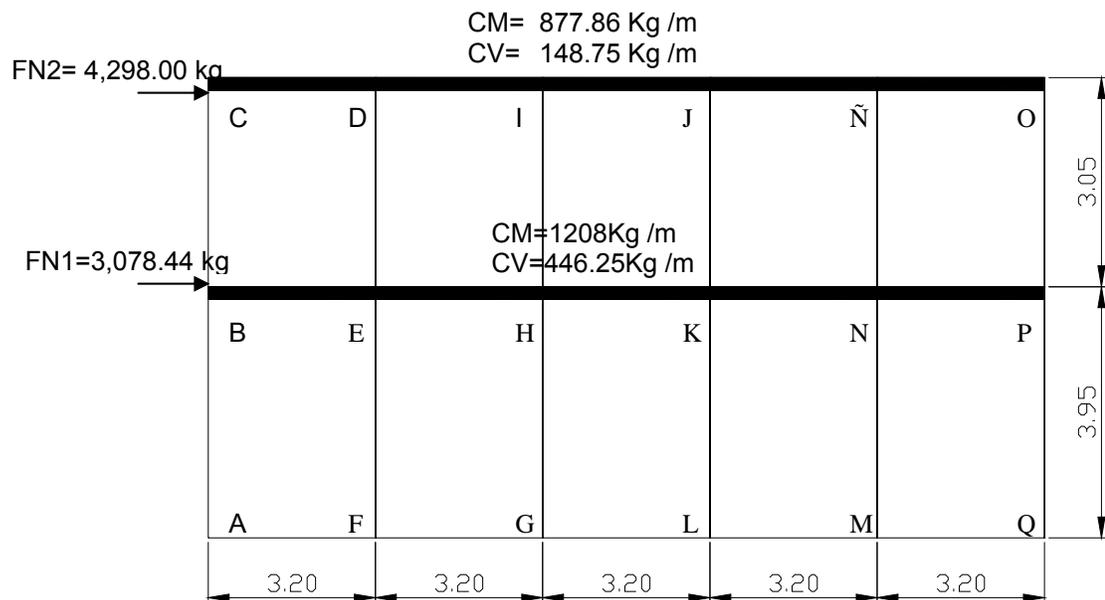
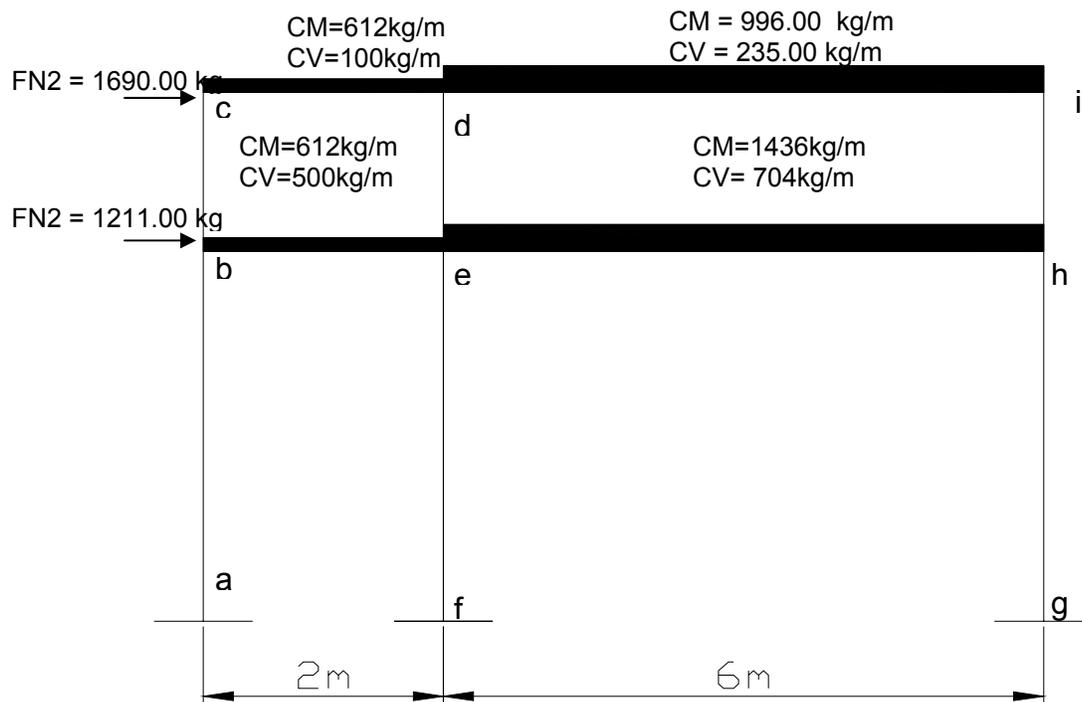


Figura 5. Modelo matemático, marco rígido típico sentido y



3.3.3 Cargas aplicadas a los marcos rígidos

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas existen varios criterios, aquí se hace una distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación.

3.3.3.1 Cargas verticales en marcos rígidos

Los valores que se usan en este caso, para las cargas verticales, son los siguientes:

CARGA MUERTA (CM)

Peso del concreto = 2,400 Kg/m³

Peso de acabados = 90 Kg/m²

Peso de muros = 150 Kg/m²

CARGA VIVA (CV)

En techo = 100 Kg/m²

En pasillos = 300 Kg/m²

En aulas = 500 Kg/m²

Las cargas distribuidas que se muestran en los modelos matemáticos, fueron calculadas tomando en cuenta los valores anteriores y siguiendo el procedimiento siguiente:

Marco rígido típico sentido x:

$$\text{Nivel 1 CM} = W_{\text{LOSAS}} + W_{\text{VIGAS}} + W_{\text{MUROS}} + W_{\text{ACABADOS}}$$

$$= ((2.56 + 2.2 * 0.12 * 2400 / 3.20) + (0.30 * 0.40 * 2400))$$

$$+ (2.20 * 150) + ((2.56 + 2.2) * 90 / 3.20) = \text{CM} = 1,155 \text{ Kg/m}$$

$$\text{CV} = W_{\text{AULA}} + W_{\text{PASILLO}}$$

$$= (2.56 * 300 / 3.20) + (2.2 * 500 / 3.20) = \text{CV} = 629 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Nivel 2 CM} = 877.83 \text{ Kg/m};$$

$$\text{CV} = 148.75 \text{ Kg/m}$$

Los otros valores de cargas distribuidas que se observan en el marco rígido típico sentido Y, que aparecen en la figura 5, página 73, fueron calculados usando el procedimiento anterior.

3.3.3.2 Cargas horizontales en marcos rígidos

Existen dos fuerzas horizontales, de viento y de sismo, a las que está expuesto comúnmente un edificio. Regularmente, se considera en el análisis

estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente. Además, el análisis realizado con una cubre los efectos que podría causar la otra cuando se presenta. Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas al edificio de aulas se utiliza el método SEAOC, de la manera siguiente:

MÉTODO SEAOC – EN EDIFICIO DE AULAS EDIFICIO DE AULAS

a) **Corte bazal (V)**: Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor se usa la fórmula siguiente:

$$\text{Fórmula: } V = Z * I * C * S * K * W$$

Donde: **Z** coeficiente que depende de la zona, para San Marcos = 1

I coeficiente de importancia de la obra, para este caso usar 1.20

C coeficiente que depende del periodo natural de vibración.

$$C = 1 / (15t^{1/2}); t = (0.0906 * \text{ALTURA DEL EDIFICIO}) / \text{BASE}^{1/2}$$

S coeficiente, depende del tipo de suelo, si se desconoce usar 1.5

Si $C * S$ es mayor que 0.14, usar $C * S = 0.14$

K coeficiente, depende del sistema estructural usado = 0.67

W peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

NOTA: El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones x y y (longitudinal y transversal respectivamente), con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

Solución: $W = W_{NIVEL1} + W_{NIVEL2}$

$$W_{NIVEL i} = (W_{COLUMNAS} + W_{PAREDES} + W_{VIGAS} + W_{LOSAS} + W_{ACABADOS}) + (0.25 * CARGA VIVA)$$

$$W_{NIVEL2} = 114,790.00 \text{ Kg}$$

$$W_{NIVEL1} = 150,364.00 \text{ Kg}$$

$$W = 114,790.00 + 150,364.00 = 265,154.00 \text{ Kg}$$

$$C \begin{cases} t_x = (0.0906 * 5.70) / 40.30^{1/2} = 0.08, & C_x = 1 / (15 * 0.08^{1/2}) = 0.23 \\ t_y = (0.0906 * 5.80) / 7.90^{1/2} = 0.18, & C_y = 1 / (15 * 0.18^{1/2}) = 0.15 \end{cases}$$

$$CS \begin{cases} CS_x = 0.23 * 1.50 = 0.35 \\ CS_y = 0.15 * 1.50 = 0.23 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{matrix} \text{usar } CS_x = 0.14 \\ \text{usar } CS_y = 0.14 \end{matrix}$$

$$V = V_x = V_y = 0.50 * 1.40 * 0.14 * 0.67 * 265,154.00 = 17,410.00 \text{ Kg}$$

b) Fuerzas por nivel (F_{n_i}):

$$\text{Fórmula: } F_{n_i} = (V - F_T) W_i h_i / \sum W_i h_i$$

Donde: F_{n_i} fuerza por nivel

V corte basal

F_T fuerza de techo, cuando t (periodo natural de vibración)

es menor que 0.25, entonces $F_T=0$

W peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

W_i peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas por nivel

h_i Altura medida desde la cimentación al nivel considerado

Solución: Como $V_x = V_y$, entonces F_n en $x = F_n$ en y

$$F_{n1} = (17,410 \cdot 150,364 \cdot 3.80) / (150,364 \cdot 3.80 + 114,790 \cdot 6.95)$$

$$= 7,265.53 \text{ Kg}$$

$$F_{n2} = (17,410 \cdot 114,790 \cdot 6.95) / (150,364 \cdot 3.80 + 114,790 \cdot 6.95)$$

$$= 10,144.47 \text{ Kg}$$

c) **Fuerzas por marco (FM):**

$$\text{Fórmulas: } FM = FM' \pm FM''$$

$$FM' = (R \cdot F_{ni}) / \sum R$$

$$FM'' = (e \cdot F_{ni}) / ((\sum R_i \cdot d_i^2) / (R_i \cdot d_i))$$

$$e = C_m - CR; e_{\text{MÍNIMO}} = 0.05 \cdot \text{ALTURA TOTAL DEL EDIFICIO}$$

$$CR = (\sum R_i \cdot d_i) / \sum R_i$$

Donde: R_i rigidez de marco

d_i distancia de CR a marco considerado

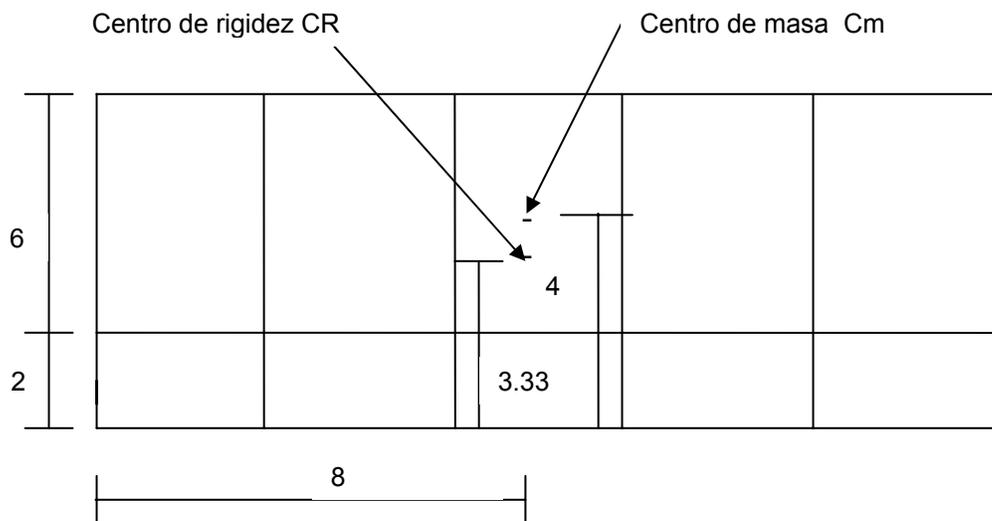
e excentricidad

Cm centro de masa

CR centro de rigidez

Solución: La figura 6 muestra la distribución de los marcos rígidos, que sirve para calcular los valores de R_i , d_i , C_m y C_R y e .

Figura 6. Planta típica (niveles 1 y 2) de distribución de marcos rígidos



SENTIDO x: Por simetría, la rigidez en los marcos es la misma, y para simplificar los cálculos se usa $R=1$ en todos los marcos y .

$$CR = (1 \cdot 8 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 0) / (3 \cdot 1) = 3.33 \text{ m}$$

$$Cm = (6 + 2) / 2 = 4.00 \text{ m}$$

$$e = 4 - 3.33 = 0.67 \text{ m}$$

$$e_{\text{MINIMA}} = 0.05 * 5.80 = 0.29 \text{ m, usar } e = 0.67 \text{ m}$$

Con los valores obtenidos se procede a calcular los datos de la siguiente tabla I:

Tabla IX. Fuerzas por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido x

FUERZAS POR MARCO EN EL SENTIDO X										
MARCO	R _i	d _i	R _i d _i	R _i d _i ²	NIVEL 1			NIVEL 2		
					FM'	FM''	FM _{NIV.1}	FM'	FM''	FM _{NIV.2}
3	1	4.67	4.67	21.80	2,421.8	656.31	3,078	3,381.4	916.3	4,297
2	1	-1.33	-1.33	1.76	2,421.8	-186.9	1,934	3,381.4	-260.9	3,120
1	1	-3.33	-3.33	11.08	2,421.8	-467.9	1,953	3,381.4	-653.3	4,129

SENTIDO y: Por simetría se usa R=1 en todos los marcos x

$$CR = 8.00\text{m}$$

$$Cm = 8.00\text{m}$$

$e = 0$, esto significa que no hay torsión en el sentido y

NIVEL 1

$$FM' = (1 * 7,265) / (1 * 6) = 1,210.92 \text{ Kg,}$$

Este valor se aplica en todos los marcos Y en el NIVEL 1

$FM'' = 0$, esto por no haber excentricidad (e) en y

$$FM_{NIVEL\ 1} = 1,210.92 + 0 = 1,210.00\ Kg$$

NIVEL 2

$$FM' = (1 \cdot 10,144.47) / (1 \cdot 6) = 1,690\ Kg,$$

Este valor se aplica en todos los marcos y en el NIVEL 2

$FM'' = 0$, esto por no haber excentricidad (e) en y

$$FM_{NIVEL\ 2} = 1,690.74 + 0 = 1,690.74\ Kg$$

3.3.4 Análisis de marcos rígidos por el método de Kani

a) Resumen general del método de Kani.

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante; además, no incluye los casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

- **Cálculo de momentos fijos (MF_{ik}), éstos se calculan cuando existen cargas verticales.**
- **Cálculo de momentos de sujeción (Ms), éstos se calculan cuando hay cargas verticales.**

$$Ms = \Sigma MF_{ik}$$

- **Determinación de fuerzas de sujeción (H), éstas se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.**

$H = FM_{\text{NIVEL } n}$ (fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico)

- **Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Q_n)**, se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \Sigma H$$

- **Cálculo de momentos de piso (M_n)**, éstos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = (Q_n * h_n) / 3 \quad h_n \text{ altura del piso "n"}$$

- **Cálculo de rigideces de los elementos (K_{ik})**

$$K_{ik} = I / L_{ik} \quad I \text{ inercia del elemento}$$

L longitud del elemento

- **Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})**

$$\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \Sigma K_{in})$$

- **Cálculo de factores de corrimiento (v_{ik})**, éstos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$v = -3/2 (K_{ik} / \Sigma K_{in})$$

- **Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})**

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \Sigma M'_{ni}) \quad \text{sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \Sigma (M'_{ni} + M''_{in})) \quad \text{con ladeo}$$

- **Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''_{ik}), esto se calcula cuando existe ladeo.**

$$M''_{ik} = \nu_{ik} (\Sigma (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = \nu_{ik} (M_n + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

- **Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})**

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \quad \text{sin ladeo}$$

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad \text{con ladeo}$$

b) Método de Kani – carga muerta - marco rígido típico sentido y.

- **Cálculo de momentos fijos (MF_{ik})**

Para cargas distribuídas uniformemente $MF = \pm WL^2 / 12$

$$MF_{CD} = - (612 \cdot 2^2) / 12 = -204 \text{ Kg-m} \quad MF_{DC} = +204 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{DI} = - 204 \quad MF_{ID} = + 204$$

$$MF_{BE} = - 4,308 \quad MF_{EB} = + 4,308$$

$$MF_{EH} = - 2,476 \quad MF_{HE} = + 2,476$$

- **Cálculo de momentos de sujeción $M_s = \Sigma (MF_{ik})$**

$$\text{Nudo E} = MF_{BE} = -4,308 \text{ kg-m} \quad \text{Nudo B} = - 4,308$$

$$\text{Nudo D} = MF_{DC} + MF_{DI} = - 204 + 2298 = + 2,784$$

$$\text{Nudo E} = -4104$$

$$\text{Nudo H} = +204 \quad \text{Nudo I} = +204$$

• **Cálculo de rigidez de los elementos $K_{ik} = I / L_{ik}$**

Inercia de elementos rectangulares $I = bh^3 / 12$

$$I_{VIGA} = (30 \cdot 45^3) / 12 = 227,812.5 \text{ cm}^4$$

$$I_{COLUMNA} = (30 \cdot 30^3) / 12 = 67,500 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas: $I_{COLUMNA} = I$

$$I_{VIGA} = I_{VIGA} / I_{COLUMNA} = 227,812.5 / 67,500 = 3.37$$

$$\text{Rigidez } K_{AB} = K_{BA} = K_{FE} = K_{EF} = K_{GH} = K_{HG} = 1/3.95 = 0.25$$

$$K_{BC} = K_{CB} = K_{ED} = K_{DE} = K_{HI} = K_{IH} = 1/3.00 = 0.33$$

$$K_{BE} = K_{EB} = K_{CD} = K_{DC} = 3.37/6 = 0.56$$

$$K_{EH} = K_{HE} = K_{DI} = K_{ID} = 3.37/2 = 1.68$$

♣ **Factores de giro o coeficientes de reparto $\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \Sigma K_{in})$**

$$\text{Nudo a:} \quad \mu_{AB} = -1/2 (K_{AB} / (K_{A-SUELO} + K_{AB})) = -1/2 (0.25 / (0 + 0.25)) = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Nudo b:} \quad \mu_{BA} &= -1/2 (K_{BA} / (K_{BA} + K_{BC} + K_{BE})) \\ &= -1/2 (0.25 / (0.25 + 0.33 + 0.56)) = -0.10 \end{aligned}$$

$$\mu_{BC} = -1/2 (K_{BC} / (K_{BA} + K_{BC} + K_{BE}))$$

$$= -1/2 (0.33 / (0.25+0.33+0.56)) = -0.15$$

$$\mu_{BE} = -1/2 (K_{BE} / (K_{BA}+K_{BC}+K_{BE}))$$

$$= -1/2 (1.03 / (0.25+0.33+0.56)) = -0.25$$

- **Cálculo de factores de corrimiento $\nu_{ik} = -3/2 (K_{ik} / \nu K_{in})$**

Nivel 1 $\nu_{AB} = -3/2 (K_{AB} / (K_{AB} + K_{FE} + K_{GH})$

$$= -3/2 (0.25 / (0.25 + 0.25 + 0.25)) = -0.50$$

$$\nu_{AB} = \nu_{FE} = \nu_{GH} = -0.50$$

Nivel 2 $\nu_{BC} = -3/2 (K_{BC} / (K_{BC} + K_{ED} + K_{HI})$

$$= -3/2 (0.33 / (0.33 + 0.33 + 0.33)) = -0.50$$

$$\nu_{BC} = \nu_{ED} = \nu_{HI} = -0.50$$

- **Influencias de giro (M'_{ik}) – Primera iteración**

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \Sigma (M'_{ni} + M''_{in}))$$

Nudo B: $M'_{BC} = \mu_{BA} (MS_B + (M'_{AB}+M'_{CB}+M'_{EB}+M''_{AB}+M''_{BC}))$

$$= -0.15(-4308 + (0+0+0+0)) = +646.20 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BE} = \mu_{BC} (MS_B + (M'_{AB}+M'_{CB}+M'_{EB}+M''_{AB}+M''_{BC}))$$

$$= -0.25(-438 + (0+0+0+0)) = +1077 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BA} = \mu_{BE} (MS_B + (M'_{AB}+M'_{CB}+M'_{EB}+M''_{AB}+M''_{BC}))$$

$$= -0.10(-4308 + (0+0+0+0)) = +430.8 \text{ Kg-m}$$

Nudo C: $M'_{CB} = \mu_{CB} (MS_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$

$$= -0.31(-2988 + 646.2) = +725.00 \text{ Kg-m}$$

$$= \mu_{CB} (MS_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$$

$$= -0.19(-2988 + 646.2) = +444.94 \text{ Kg-m} \dots$$

- **Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – Primera iteración**

$$M''_{ik} = \upsilon_{ik} (\Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2: $M''_{BC} = \upsilon_{BC} (M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{ED} + M'_{DE} + M'_{HI} + M'_{IH})$

$$= -0.50 (646.20 + 444 - 298.22 - 210.59 + 92.8 + 77) = +376 \text{ Kg-m}$$

$$M''_{ED} = M''_{HI} = M''_{BC} = +376 \text{ Kg-m}$$

Nivel 1: $M''_{AB} = \upsilon_{AB} (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG})$

$$= -0.50 (0 + 430.8 + 0 - 248.52 + 0 + 68.05) = +125 \text{ Kg-m}$$

- **Influencias de giro (M'_{ik}) – Segunda iteración**

$$M'_{ik} = \upsilon_{ik} (Ms + \upsilon (M'_{ni} + M''_{in}))$$

Nudo B: $M'_{BC} = \upsilon_{BA} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$

$$= -0.15 (-4308 - 497.04 + 444.94) = 654 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BE} = \upsilon_{BC} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.25 (-4308-497.04-444.94) = 1090 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BA} = \nu_{BE} (MS_B + (M'_{AB}+M'_{CB}+M'_{EB}+M''_{AB}+M''_{BC}))$$

$$= -0.10 (-4308-497.04-444.94) = 436.00 \text{ Kg-m}$$

Nudo C: $M'_{CB} = \nu_{CB} (MS_C + (M'_{BC}+M'_{DC}+M''_{BC}))$

$$= -0.19 (-2988+654.01-386.09) = 843.22 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{CD} = \nu_{CB} (MS_C + (M'_{BC}+M'_{DC}+M''_{BC}))$$

$$= -0.31(-2988+654.01-386.09) = 516.81 \text{ Kg-m} \dots$$

- **Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – Segunda iteración**

$$M''_{ik} = \nu (\Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2: $M''_{BC} = \nu_{BC} (M'_{BC}+M'_{CB}+M'_{ED}+M'_{DE}+M'_{HI}+M'_{IH})$

$$= -0.50(654+516-325-220+97+82) = +401 \text{ Kg-m}$$

$$M''_{ED} = M''_{HI} = M''_{BC} = +401 \text{ Kg-m}$$

Nivel 1: $M''_{AB} = \nu_{AB} (M'_{AB}+M'_{BA}+M'_{FE}+M'_{EF}+M'_{GH}+M'_{HG})$

$$= -0.50(436-271+71) = +118 \text{ Kg-m}$$

$$M''_{FE} = M''_{GH} = M''_{AB} = +118 \text{ Kg-m}$$

- **Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})**

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas: $M_{CB} = MF_{CB} + 2M'_{CB} + M'_{BC} + M''_{CB}$

$$= 0 + (2 \cdot 521.25) + 649.67 = +1,692.17 \text{Kg-m}$$

$$M_{BA} = MF_{BA} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA}$$

$$= 0 + (2 \cdot 433) + 0 = -866.22 \text{ Kg-m} \dots$$

Vigas: $M_{BE} = MF_{BE} + 2M'_{BE} + M'_{EB} + M''_{BE}$

$$= -4,308 + (2 \cdot 1082.7) - 544.4 = -2,686.82 \text{Kg-m}$$

$$M_{EB} = MF_{EB} + 2M'_{EB} + M'_{BE} + M''_{EB}$$

$$= 4,308 + (2 \cdot -544.4) + 1,082.78 = + 4,301 \text{Kg-m} \dots$$

c) Método de Kani – carga viva – marco rígido típico sentido y

El procedimiento de análisis para carga viva es igual que para carga muerta, por tal razón en este inciso no se detalla, limitándose a mostrar los resultados en la figura 9, página 42.

d) Método de Kani – fuerza sísmica – marco rígido típico sentido y

- **Determinación de fuerzas de sujeción $H = FM_{NIVEL\ n}$**

$$N_{NIVEL\ 2} = 1.690 \text{Kg}$$

$$N_{NIVEL\ 1} = 1,211 \text{ Kg}$$

- **Cálculo de la fuerza cortante en el piso $Q_n = \Sigma H$**

$$Q_{NIVEL\ 2} = 1,690 \text{Kg}$$

$$Q_{\text{NIVEL } 1} = 1,690 + 1,211 = 2,901 \text{ Kg}$$

- **Cálculo de momentos de piso $M_n = (Q_n * h_n) / 3$**

$$M_{\text{NIVEL } 2} = (1,690 * 3.05) / 3 = 1,718 \text{ Kg-m}$$

$$M_{\text{NIVEL } 1} = (2,901 * 3.95) / 3 = 3,819 \text{ Kg-m}$$

- **Las rigideces, los factores de giro y los factores de corrimiento**, que se calcularon en el análisis de carga muerta, son los mismos que se utilizan en los análisis de carga viva y fuerza sísmica.

- **Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – Primera iteración**

$$M''_{ik} = \upsilon_{ik} (M_{\text{NIVEL } n} + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2:

$$M''_{BC} = \upsilon_{BC} (M_{\text{NIVEL } 2} + (M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{ED} + M'_{DE} + M'_{HI} + M'_{IH}))$$

$$= -0.50(1,718 + (0+0+0+0+0+0)) = -859 \text{ Kg-m}$$

$$M''_{ED} = M''_{HI} = M''_{BC} = -859 \text{ Kg-m}$$

Nivel 1:

$$M''_{AB} = \upsilon_{AB} (M_{\text{NIVEL } 1} + (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG}))$$

$$= -0.50(3,819 + (0+0+0+0+0+0)) = -1,909 \text{ Kg-m}$$

$$M''_{FE} = M''_{GH} = M''_{AB} = -1,909 \text{ Kg-m}$$

- **Influencias de giro (M'_{ik}) – Primera iteración**

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \Sigma (M'_{ni} + M''_{in}))$$

Nudo B:
$$M'_{BA} = \mu_{BA} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.15(0 + (0 + 0 + 0 - 1,909 - 859)) = +415 \text{Kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.25(0 + (0 + 0 + 0 - 1,909 - 859)) = +692 \text{Kg-m}$$

$$M'_{BE} = \mu_{BE} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.10(0 + (0 + 0 + 0 - 1,909 - 859)) = +276 \text{Kg-m}$$

Nudo C:
$$M'_{CB} = \mu_{CB} (MS_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$$

$$= -0.31 (0 + (0 - 859 + 415)) = +137.64 \text{Kg-m}$$

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (MS_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$$

$$= -0.19 (0 + (0 - 859 + 415)) = +84.36 \text{Kg-m}$$

- **Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – Segunda iteración**

$$M''_{ik} = \upsilon_{ik} (M_{NIVEL\ n} + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2:
$$M''_{BC} = \upsilon_{BC} (M_{NIVEL\ 2} + (M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{ED} + M'_{DE} + M'_{HI} + M'_{IH}))$$

$$= -0.50(1,718 + (84 + 415 + 94 + 285 + 104 + 20.98)) = 1361 \text{Kg-m}$$

$$M''_{ED} = M''_{HI} = M''_{BC} = 1,361 \text{Kg-m}$$

Nivel 1:
$$M''_{AB} = \upsilon_{AB} (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG})$$

$$= -0.50(3,819 + (0 + 276 + 0 + 237 + 0 + 76)) = -2,204 \text{Kg-m}$$

$$M''_{FE} = M''_{GH} = M''_{AB} = -2,204 \text{ Kg-m}$$

- **Influencias de giro (M'_{ik}) – Segunda iteración**

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (Ms + \Sigma (M'_{ni} + M''_{in}))$$

Nudo B:

$$M'_{BA} = \mu_{BA} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.15 (0 + (-2,167 - 1,298 + 475 + 84.31)) = 435.97 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.25 (0 + (-2,167 - 1,298 + 475 + 84.31)) = 726.62 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BE} = \mu_{BE} (MS_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.10 (0 + (-2,167 - 1,298 + 475 + 84.31)) = 290 \text{ Kg-m}$$

Nudo C:

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (MS_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$$

$$= -0.31 (0 + (-1,298 + 435 + 173)) = +213 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (MS_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$$

$$= -0.19 (0 + (-1,298 + 435 + 173)) = +1230 \text{ Kg-m} \dots$$

- **Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})**

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$M_{CB} = MF_{CB} + 2M'_{CB} + M'_{BC} + M''_{CB}$$

$$= 0 + 521.25 + 521.25 + 649.67 = -1,692 \text{ Kg-m}$$

$$M_{BA} = MF_{BA} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA}$$

$$= 0 + 433 + (433 + 0) = 866.23 \text{ Kg-m} \dots$$

Vigas:

$$M_{BE} = MF_{BE} + 2M'_{BE} + M'_{EB} + M''_{BE}$$

$$= -4308 + 1082 + (1082 + -544) = -2866 \text{ Kg-m}$$

$$M_{EB} = MF_{EB} + 2M'_{EB} + M'_{BE} + M''_{EB}$$

$$= 4308 + -544 + (1082 + -544) = +4,301 \text{ Kg-m} \dots$$

e) Resultados de los análisis de Kani – marco rígido típico – sentido y

Los resultados del análisis estructural por separado de carga muerta, viva y sismo, del marco rígido típico sentido Y, se observan en las figuras 7, 8 y 9.

Figura 7. Diagrama de momentos (Kg-m) - carga muerta - marco rígido y

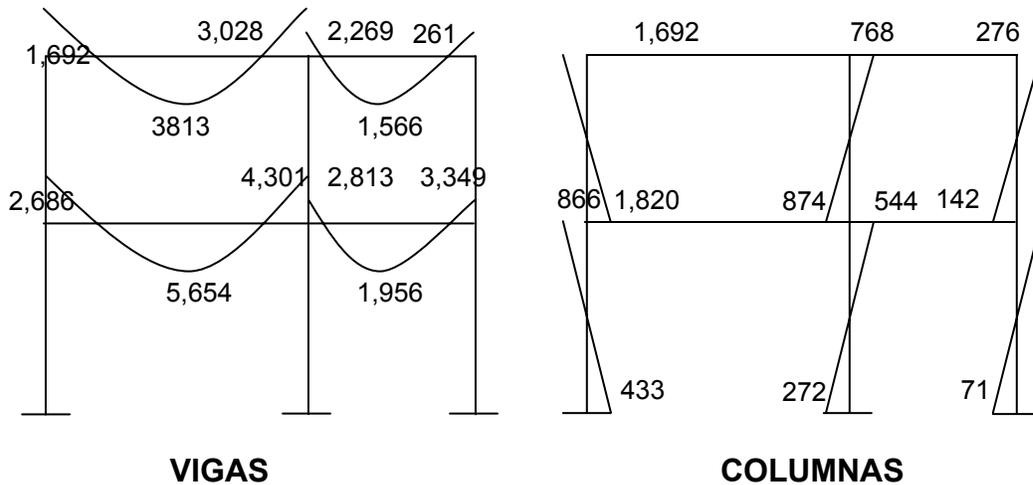


Figura 8. Diagrama de momentos (Kg·m) - carga viva - marco rígido

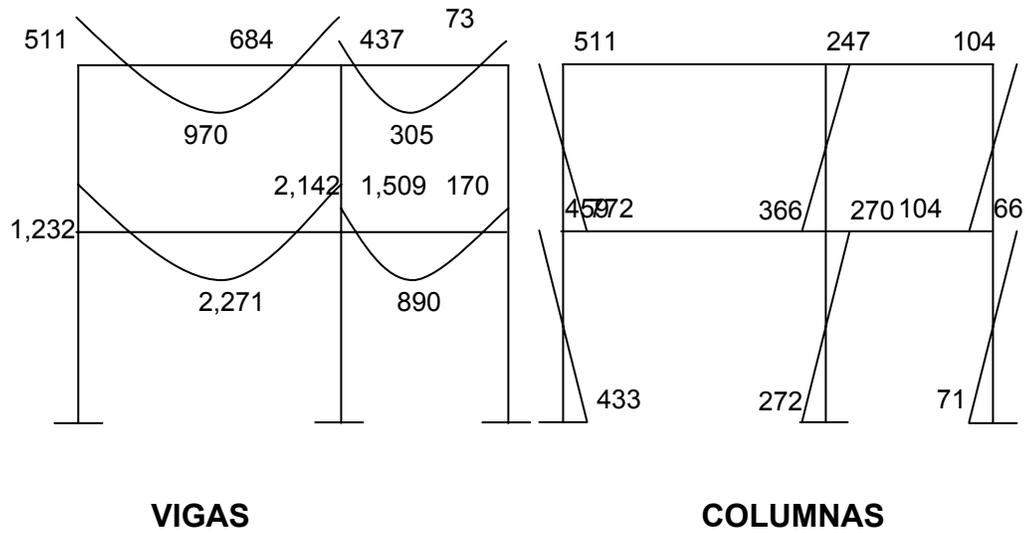
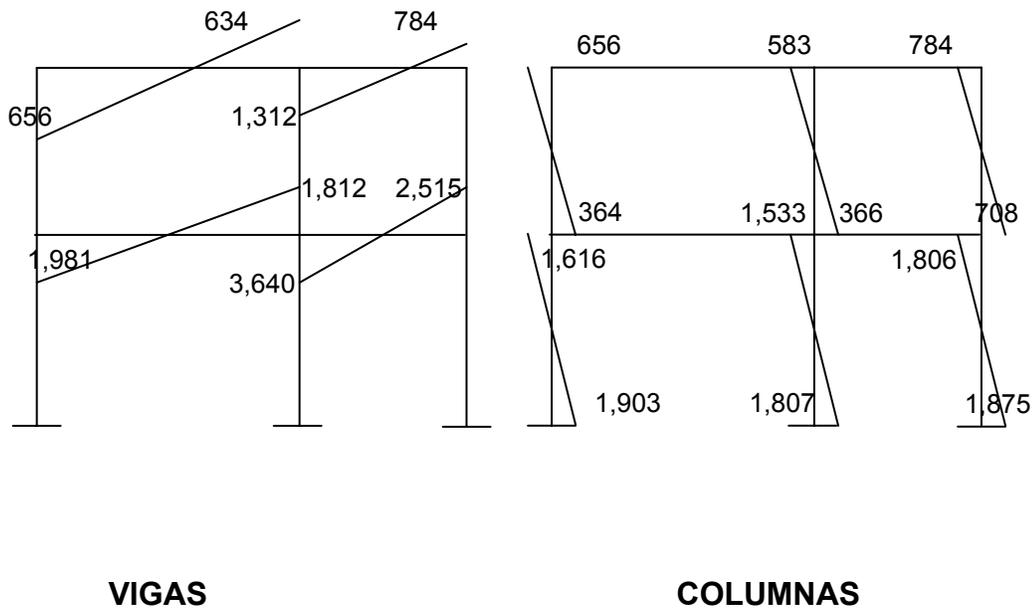


Figura 9. Diagrama de momentos (Kg·m) - fuerza sísmica - marco rígido y



e) Método de Kani – marco rígido típico sentido x

Debido a que para el marco rígido típico en el sentido **y** se detalló el procedimiento de análisis por el método de Kani, y éste se utiliza de la misma forma para el análisis del marco rígido típico en el sentido **x**, se muestran únicamente los resultados del análisis después de hacer la envolvente de momentos en la figuras.

3.3.5 Momentos últimos por envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, la carga viva y la fuerza sísmica.

Para considerar la superposición de efectos el código ACI propone las siguientes combinaciones:

a) Fórmulas utilizadas para realizar la envolvente de momentos

- Para los momentos últimos negativos en vigas:

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

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

- Para los momentos últimos de inversión en vigas:

$$M_i = 0.90M_{CM} + 1.43M_S$$

$$M_i = 0.90M_{CM} - 1.43M_S$$

- Para los momentos últimos positivos en vigas:

$$M_{(+)} = (CU \cdot L^2 / 2) - ((\Sigma M_{(-)}) / 2) = ((1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) L^2 / 2) - ((\Sigma M_{(-)}) / 2)$$

- Para los momentos últimos en las columnas:

$$M_c = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV} + 1.87M_s)$$

$$M_c = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV} - 1.87M_s)$$

b) Envolvente de momentos, marco rígido típico sentido y

Vigas:

$$M_{CD(-)} = 0.75((1.4 \cdot 1,692,017) + (1.7 \cdot 511.34) + (1.87 \cdot 656.41)) = 3,349 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{CD(+)} = (1.4(996) + 1.7(235)) \cdot 6^2 / 8 - (3349.35 - 4943.35) / 2 = 3,926.2 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{DC(-)} = 0.75((1.4 \cdot 3028.27) + (1.7 \cdot 684.80) + (1.87 \cdot 634.97)) = 4,943.3 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

Columnas:

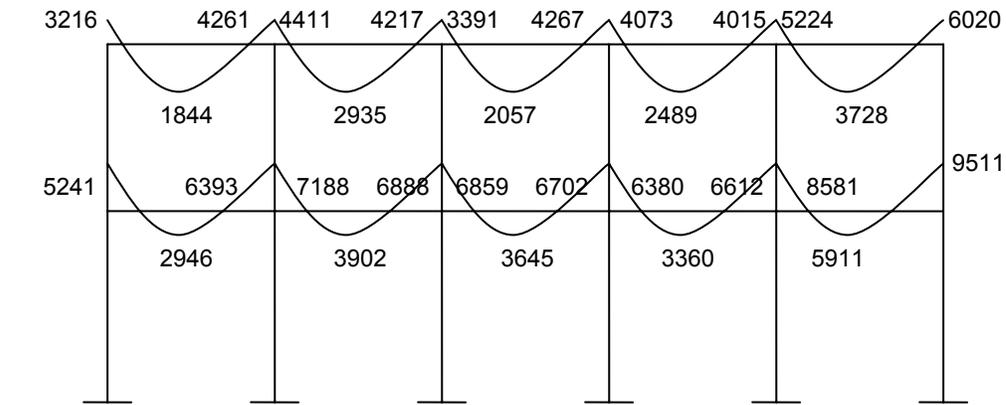
$$M_{BC} = 0.75 ((1.4 \cdot 1280.6) + (1.7 \cdot 772.88) + (1.87 \cdot 364.77)) = 3,408.54 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{CB} = 0.75 ((1.4 \cdot 1692.1) + (1.7 \cdot 511.34) + (1.87 \cdot 656.42)) = 3,349.36 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

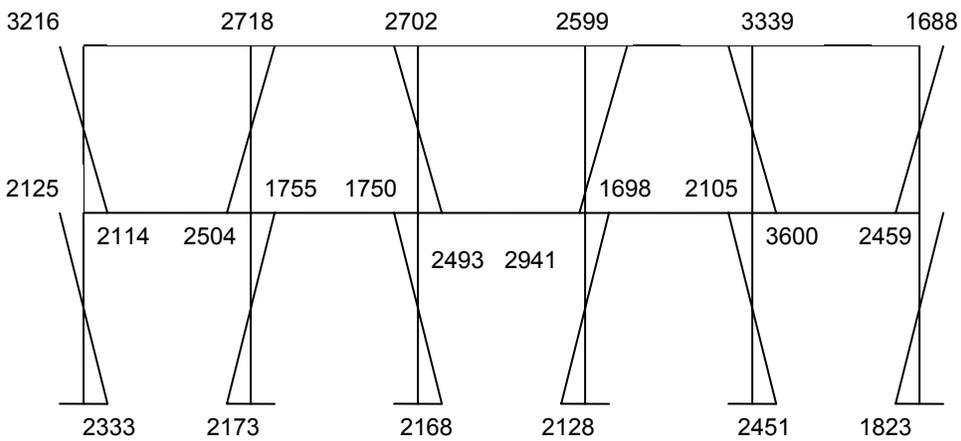
c) Resultados de la envolvente de momentos en marcos rígidos típicos

Utilizando las ecuaciones mostradas en el inciso a), se calculan todas las envolventes de momentos para los marcos rígidos **x** y **y**, cuyos resultados pueden observarse en las figuras 10 y 11 respectivamente.

Figura 10. Diagrama de momentos últimos (Kg·m) - marco rígido x

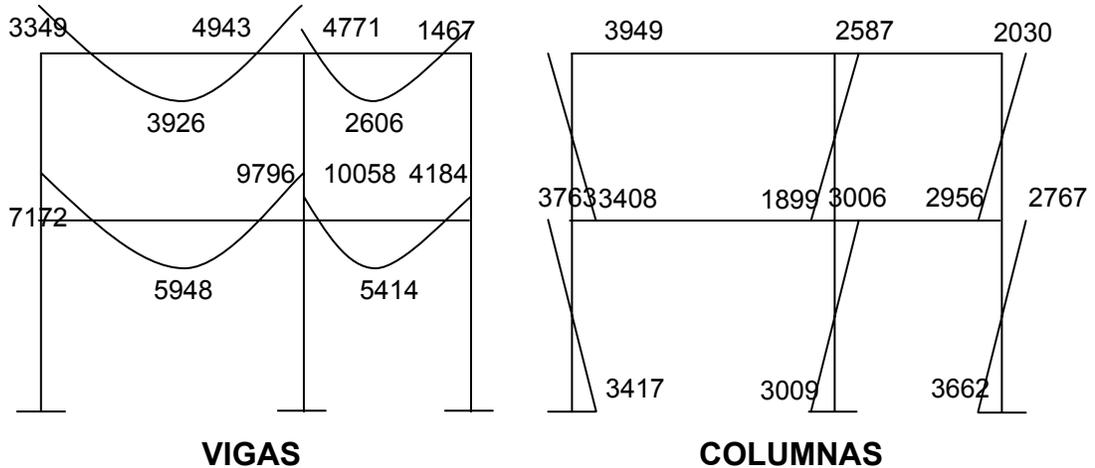


VIGA



COLUMNAS

Figura 11. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) - marco rígido y



3.3.6 Diagramas de corte en marcos rígidos típicos

a) **Fórmulas utilizadas:** para calcular los cortes en los marcos se utilizan las formulas siguientes:

- Corte en vigas:

$$V_V = 0.75 (1.4 ((W_{CM} * L) / 2) + 1.7 ((W_{CV} * L) / 2) + 1.87 ((\Sigma M_S) / L))$$

- Corte en columnas:

$$V_C = (\Sigma MC) / L$$

b) **Cortes en marcos rígidos típicos**

Vigas en y: Tramo D-C = $0.75 (1.4 (996 * 6) / 2 + 1.7 (235 * 6) / 2 + 1.87 (634.97 + 656.41) / 2.30) = 4,941.85 \text{ kg}$

Tramo C-D = $0.75 (1.4 (612 * 2) / 2 + 1.7 (100 * 2) / 2 + 1.87 (784.07 + 1312.33) / 2) = 2,240.17 \text{ Kg.}$

Columnas en y: Tramo B-C = $(2,030+2,956.68)/2.60 = 1,918.04$ Kg

Tramo B-A= $(3,763.07+3,417.59)/3.95 = 1817.88$ KG

Resultados:

Los resultados de los cálculos realizados para obtener los cortes en los marcos rígidos típicos, en los sentidos **x** y **y**, se observan en las figuras 12 y 13 respectivamente.

Figura 12. Diagrama de cortes últimos (Kg) - marco rígido x

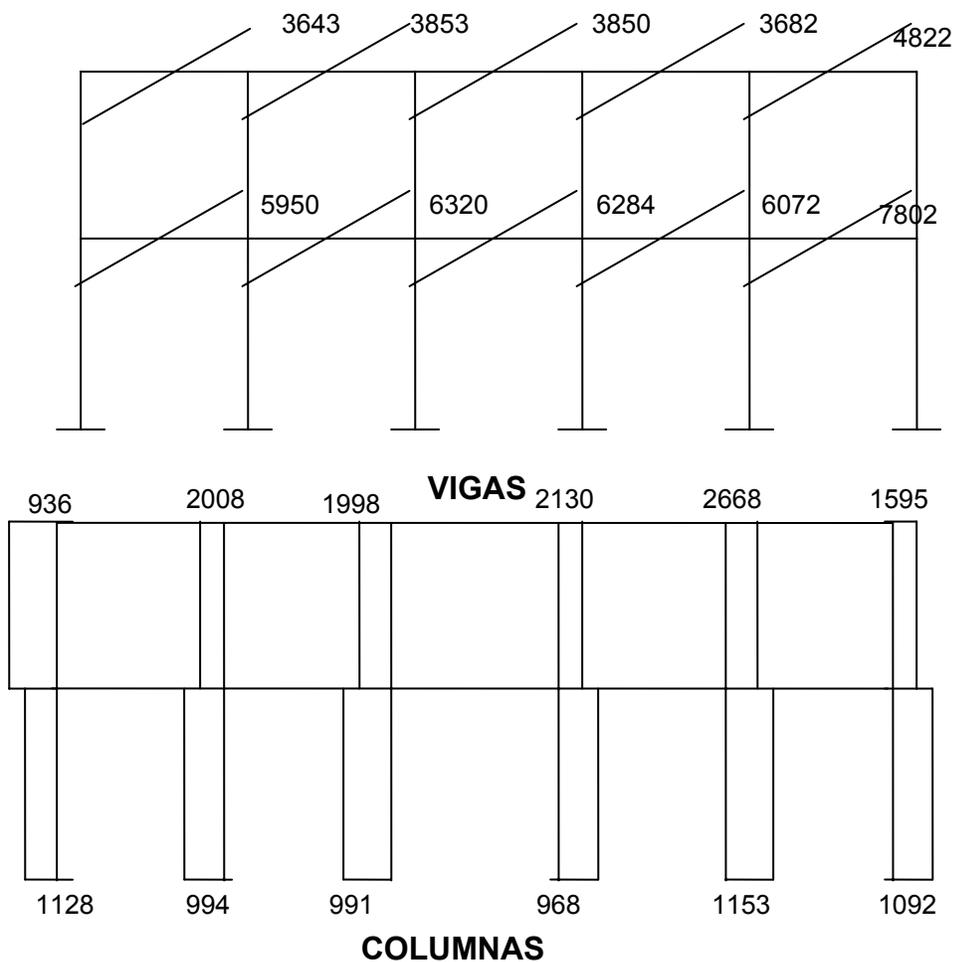
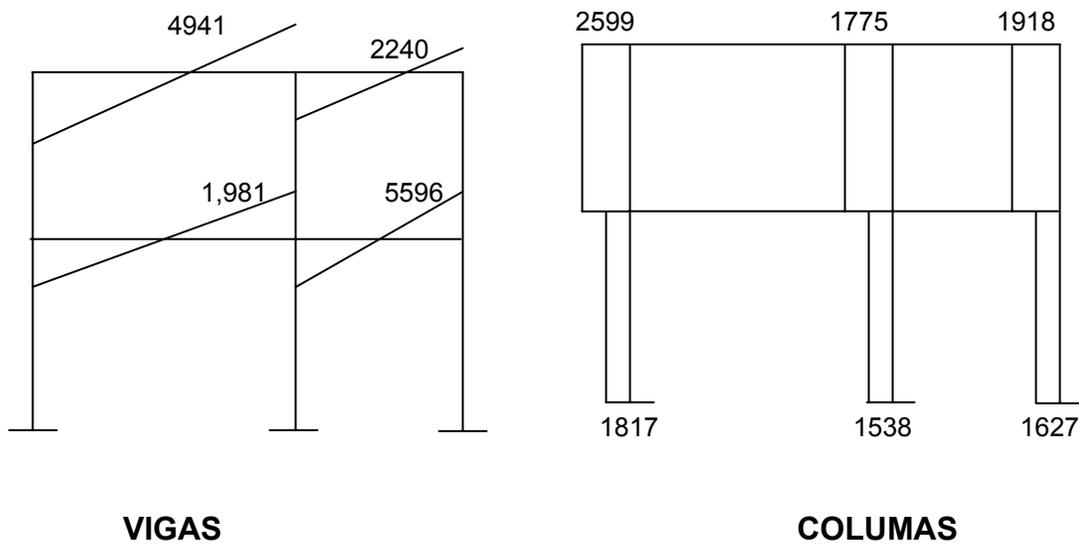


Figura 13. Diagrama de cortes últimos (Kg) - marco rígido y



3.3.7 Resultados de análisis usando el software ETABS

Figura 14. Diagrama de momentos últimos eje x

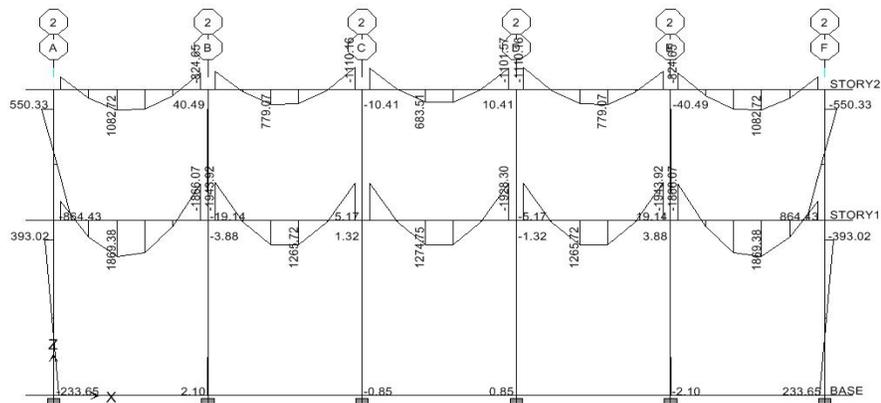


Figura 15. Diagrama de momentos últimos eje y

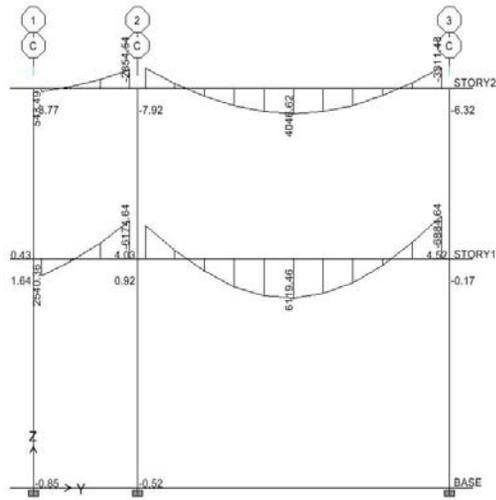


Figura 16. Diagrama de corte último eje y

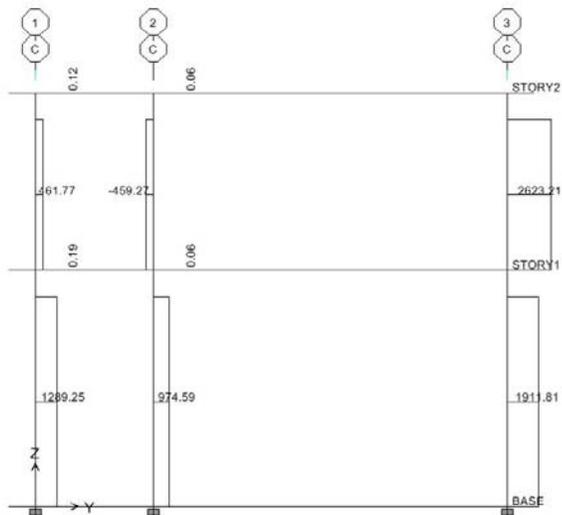
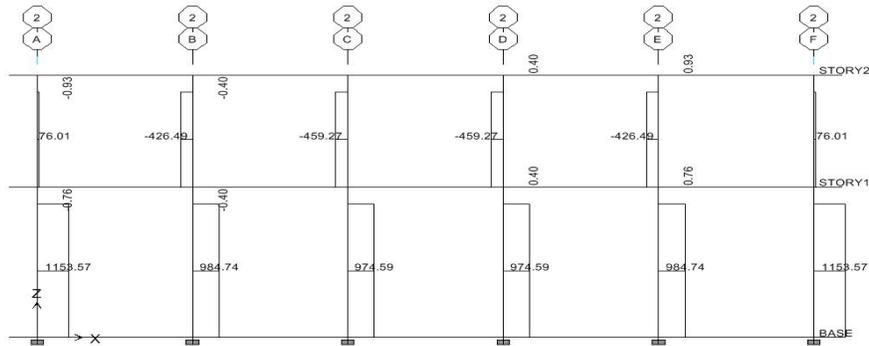


Figura 17. Diagrama de corte último eje x



3.3.8 Análisis comparativo utilizando el método numérico para marcos rígidos Kani y análisis utilizando software

En el análisis de los marcos rígidos el análisis se hace por separado tomando en cuenta el diseño de las vigas y las losas. Utilizando el software etabs el programa analiza el edificio en conjunto y no como un marco y se balancean las cargas.

En los diagramas de momentos últimos nos podemos dar cuenta que tenemos una variación de los momentos actuantes tanto en sentido X como en el sentido Y.

En el diseño de vigas tomando los momentos del análisis con el método numérico y otro con el software en el sentido Y ya que es una de los marcos mas críticos en el análisis del edificio, tenemos una variación del uno al otro con un porcentaje del 3% de su área de acero.

3.4 Diseño estructural

Diseño estructural es la actividad que se realiza, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura, siendo esta la parte de la construcción que se destina para soportar las cargas que se presentaran en su vida útil.

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

MATERIALES:	$F_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$	$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	$E_s = 2.1 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2$	$E_c = 15,100(F_c)^{1/2} \text{ Kg/cm}^2$
	$W_c = 2,400 \text{ Kg/m}^3$	$W_s = 1,500 \text{ Kg/m}^3$
	$W_m = 150 \text{ Kg/m}^2$	
RECUBRIMIENTOS:	Cimientos = 0.075 m	Columnas = 0.03 m
	Vigas = 0.04 m	Losas = 0.025 m
OTROS:	$V_s = 49,000 \text{ Kg/m}^2$	

3.4.1 Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales, o como diafragmas para transmitir cargas horizontales. Por su espesor, pueden dividirse en: cascarones ($t < 0.09$), planas ($0.09 \leq t \leq 0.12$) y

nervadas ($t > 0.12$). Para diseñarlas existen varios métodos, en éste caso se utiliza el método 3 ACI descrito en la sección siguiente.

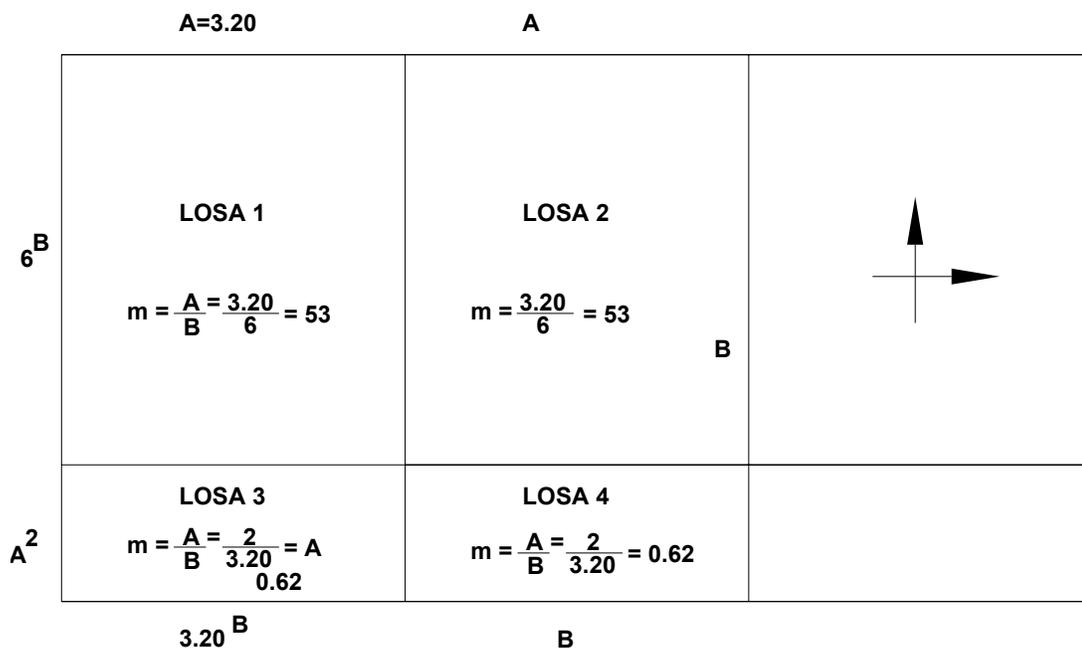
3.4.1.1 Losas nivel 1 (procedimiento detallado)

En esta sección se detalla el procedimiento seguido para el diseño de las losas del edificio de aulas, aplicado a las losas del nivel 1; El procedimiento es el siguiente:

a) **Datos:** Los datos geométricos pueden observarse en la figura 1 página 72, y los datos de las cargas se encuentran en la sección 3.3.3.1 página 76.

b) **Espesor de la losa (t):** El cálculo del espesor de las losas se encuentra en la sección 3.2.1, dando como resultado $t = 0.10$. Por experiencia en diseño y construcción de obras similares, se recomienda utilizar un $t = 0.12$

Figura 18. Planta típica de distribución de losas, edificio de aulas



c) **Carga última o carga de diseño:**

Losa 1 y 2:

$$\mathbf{CU} = 1.4 ((2400 \cdot 0.12) + 100) + 1.7 (300) = 543.20 + 510 = \mathbf{1,053.20 \text{ Kg/m}^2}$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1.00 m. de ancho, entonces:

$$\mathbf{CU_U} = 1,053.20 \text{ Kg/m}^2 \cdot 1.00 \text{ m} = \mathbf{1,053.20 \text{ Kg/m}}$$

Losa 3 y 4:

$$\mathbf{CU} = 1.4((2400 \cdot 0.12) + 100) + 1.7(500) = 543.20 + 850 = \mathbf{1,393.20 \text{ Kg/m}^2}$$

$$\mathbf{CU_U} = 1,393.20 \text{ Kg/m}^2 \cdot 1.00 \text{ m} = \mathbf{1,393.20 \text{ Kg/m}}$$

d) **Momentos actuantes:**

Fórmulas: $\mathbf{M_{(-)}} = \mathbf{C \cdot CU_U \cdot A^2}$

$$\mathbf{M_{(+)}} = \mathbf{C \cdot CMU_U \cdot A^2} + \mathbf{C \cdot CVU_U \cdot A^2}$$

Donde: **C** Coeficiente de tablas ACI

A Dimensión del lado considerado de la losa

Solución: **Losa 1:**

$$M_{(-)B} = 0.08 (1,053.20)6^2 = 303.03 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)B} = 0.005(543.20)6^2 + 0.007(510)6^2 = 226.29 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(-)A} = 0.092(1,053.20)3.20^2 = 992.20 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)\text{A}} = 0.056(543.20)3.20^2 + 0.0722(510)3.20^2 = 686.89 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

Solución: **Losa 2:**

$$M_{(-)\text{B}} = 0.005(1,053.20)6^2 = 189.57 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)\text{B}} = 0.003(543.20)6^2 + 0.006(510)6^2 = 168.82 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(-)\text{A}} = 0.086(1,053.20)3.20^2 = 927.5 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)\text{A}} = 0.037(543.20)3.20^2 + 0.063(510)3.20^2 = 534.82 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

Solución: **Losa 3:**

$$M_{(-)\text{B}} = 0.015(1,393.20)3.20^2 = 214.00 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)\text{B}} = 0.009(543.20)3.20^2 + 0.011(850)3.20^2 = 145.44 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(-)\text{A}} = 0.085(1,396.20)2^2 = 473.68 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)\text{A}} = 0.050(543.20)2^2 + 0.062(850)2^2 = 319.44 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

Solución: **Losa 4:**

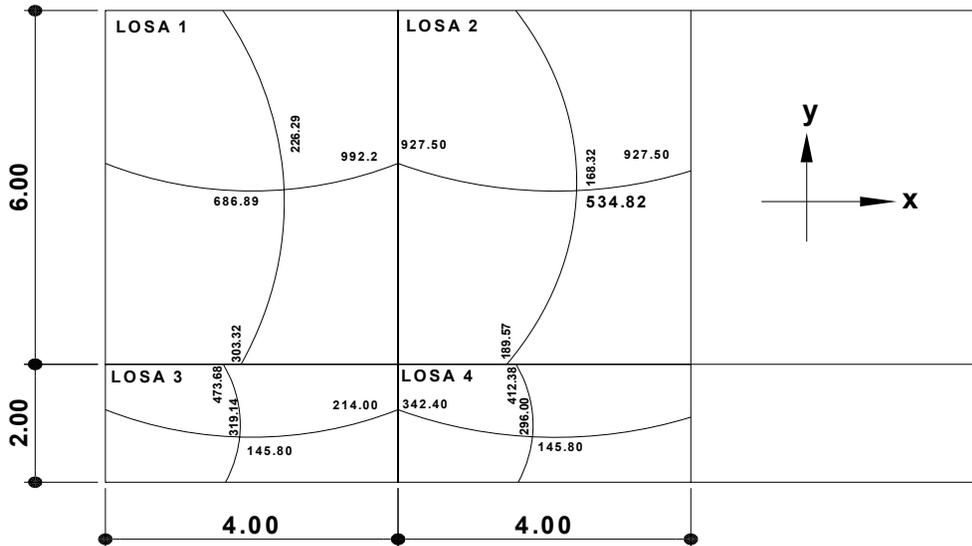
$$M_{(-)\text{B}} = 0.024(1,393.20)3.20^2 = 342.4 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)\text{B}} = 0.009(543.20)3.20^2 + 0.011(850)3.20^2 = 145.44 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(-)\text{A}} = 0.074(1,393.20)2^2 = 412.38 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{(+)\text{A}} = 0.044(543.20)2^2 + 0.059(850)2^2 = 296.20 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

Figura 19. Planta de momentos actuantes en losas típicas – nivel



e) **Balance de momentos:** cuando dos losas que están unidas en un lado, y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo. Para este caso el método elegido es el siguiente:

Si $0.8 \cdot M_{\text{MAYOR}} \leq M_{\text{MENOR}} \longrightarrow M_B = (M_{\text{MAYOR}} + M_{\text{MENOR}})/2$

Si $0.8 \cdot M_{\text{MAYOR}} > M_{\text{MENOR}} \longrightarrow$ se balancean proporcionalmente a su rigidez

D1	D2
M1 -dM*D1	M2 +dM*D2
MB	MB

$D1 = K1 / (K1 + K2), K1 = 1/L1$

L = longitud de la losa considerada

$dM = M1 - M2$

1 y 2 índices de M MAYOR y M MENOR

BALANCE DE MOMENTOS ENTRE LOSAS 1 y 2:

$$0.8 (992.20) = 793.76 < 927.5 \quad \text{entonces:}$$

$$M_B = (992.2 + 927.5) / 2 = 959.85 \text{ Kg.m}$$

BALANCE DE MOMENTOS ENTRE LOSAS 3 y 4:

$$0.8 (342.4) = 273.92 > 214.00 \quad \mathbf{D1=D2= (1/3.20) / (1/3.20 + 1/3.20) = 0.5}$$

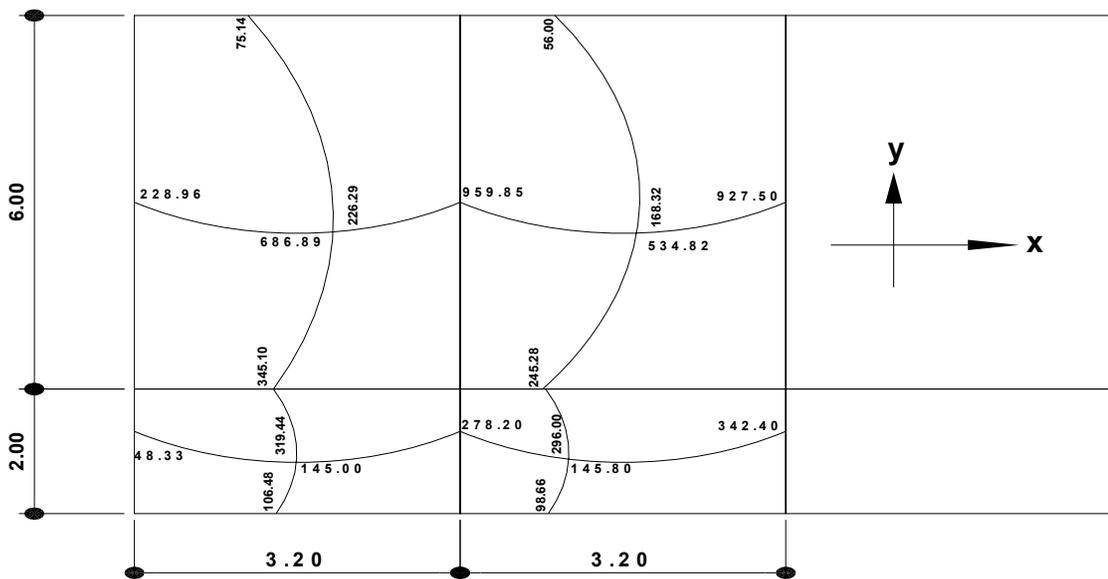
$$dM = 342.4 - 214.00 = 128 \text{ Kg.m}$$

$$D1 = 0.5; \quad M = 285.39 - 423.53 * 0.5 = \mathbf{323.23}$$

$$D2 = 0.5; \quad M = 59.96 + 423.53 * 0.5 = \mathbf{323.23}$$

Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la figura 20. Con estos datos se puede calcular el acero de refuerzo necesario en las losas.

Figura 20. Planta de momentos balanceados en losas típicas - nivel



f) **Diseño del acero de refuerzo:** El refuerzo en las losas se calcula como si fuera una viga, usando el ancho unitario de 1.00 m. El procedimiento seguido es el siguiente:

♣ **Cálculo de límites de acero**

$$A_{S_{MIN}} = \text{No. 3 a } 0.37\text{m} = 1.90 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{MÁX}} = \phi \left(\frac{0.003E_s \cdot 0.85^2 f'_c}{F_y + (0.003E_s) \cdot F_y} \right) A_g$$

$$\phi = 0.5 \text{ en zona sísmica; } \phi = 0.75 \text{ en zona no sísmica}$$

$$A_{S_{MÁX}} = 0.50 \left(\frac{0.003E_s \cdot 0.85^2 F_c}{F_y + (0.003E_s) \cdot F_y} \right) (100 \cdot 9.5)$$

♣ **Cálculo de momento soportado usando $A_{S_{min}}$**

$$M_{SOP} = 0.90 (A_s F_y (d - (A_s F_y / 1.7 F_c B)))$$

$$M_{SOP} = 0.90 (1.90 \cdot 2,810 (9.5 - (1.90 \cdot 2810 / 1.7 \cdot 210 \cdot 100)))$$

$$= 44,754 \text{ Kg} \cdot \text{cm} * (1.00\text{m} / 100\text{cm}) = 447.54 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

♣ **Cálculo de áreas de acero**

Para los momentos menores que el M_{SOP} se usa $A_{S_{MIN}}$; y para los momentos mayores que el M_{SOP} se calcula el área de acero con la formula:

$$A_s = (B \cdot d - ((B \cdot d)^2 - (M \cdot B / 0.003825 F_c))^{1/2}) (0.85 F_c / F_y)$$

Los resultados pueden verse en la tabla X.

♣ **Cálculo del espaciamiento entre varillas de refuerzo**

El espaciamiento entre varillas se calcula con: $S = A_v / A_s$.

Tomando en cuenta que: $S_{MAX} = 3t$ ó $S_{MAX} = 0.30$ m.

$S_{MAX} = 3 \cdot 0.12 = 0.36$ m, entonces usar $S_{MAX} = 0.30$ m

Tabla X. Áreas de acero requeridas en las losas típicas del nivel 1

MOMENTO (m)	AREA ACERO	ESPACIAMIENTO
959.85 kg-m	4.14 Cm ²	0.17 m
927.50 kg-m	3.99 Cm ²	0.18 m
534.82 kg-m	2.27 Cm ²	0.31 m
686.89 kg-m	2.93 Cm ²	0.24 m

g) **Chequeo por corte:** todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales de las mismas. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

♣ **Cálculo del corte máximo actuante**

$$V_{MAX} = CUU \cdot L / 2 = (1,053.20 \cdot 3.20) / 2 = 1,685.12 \text{ Kg}$$

L = lado corto, de los lados cortos de las losas se toma el mayor

♣ **Cálculo del corte máximo resistente**

$$V_R = 45(f'c)^{1/2} t = 45(210)^{1/2} (12) = 7,825.34 \text{ Kg}$$

♣ **Comparar V_R con V_{MAX}**

Si $V_R \geq V_{MAX}$ el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t

Como $V_R > V_{MAX}$ el espesor es el adecuado

3.4.1.2 Losas nivel 2

Para el diseño de las losas del nivel 2 se sigue el mismo procedimiento anterior, usado para las losas del nivel 1. Los resultados dibujados para ambos niveles pueden observarse en el apéndice 2.

3.4.2 Diseño de vigas

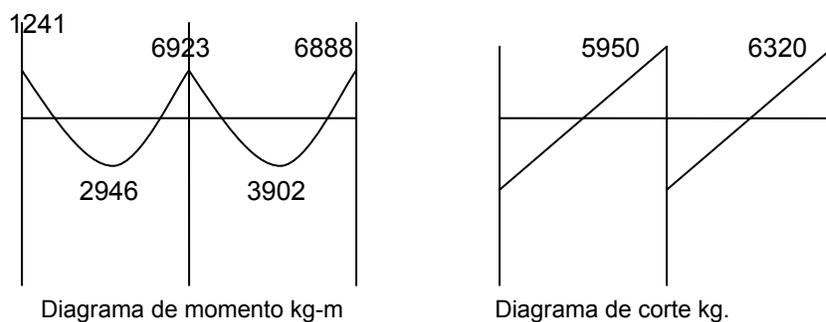
Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos y cortes últimos actuantes que se toman del análisis estructural.

3.4.2.1 Viga tipo 1

El procedimiento seguido, para diseñar las vigas, se describe a continuación, aplicado en la viga tipo 1.

a) **Datos:** esta viga se ubica en el marco rígido típico sentido x , nivel 1. Los datos, tomados del análisis estructural, se muestran en la siguiente figura 10.

Figura 21. Diagramas de momentos y cortes últimos en viga 1



SECCIÓN = 0.30 m x 0.45 m; PERALTE EFECTIVO d = 0.41 m

b) **Límites de acero:** antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste; esto se hace usando los criterios siguientes:

Fórmulas: **$A_{s_{MIN}} = 14.1A_g / F_y$**

$$A_{s_{MÁX}} = (\rho_{BAL} A_g)$$

$$\rho_{BAL} = \phi \rho_{MAX} = \phi ((0.003 * E_s * 0.85^2 F_c) / ((F_y + 0.003 * E_s) * F_y))$$

$\phi = 0.5$ en zona sísmica; = **0.75** en zona no sísmica

$$A_g = bd$$

Solución: **$A_g = 30 * 4 = 1,350 \text{ cm}^2$**

$$A_{s_{MIN}} = (14.1 * 1,350) / 2,810 = 6.77 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{MAX}} = \frac{0.5(0.003 * 2.1 * 10^6) * (0.85)^2 * 210(1,350)}{(2,810 + 0.003 * 2.1 * 10^6) * 2,810} = 25.20 \text{ cm}^2$$

c) **Acero longitudinal:** usando los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula:

$$A_s = (bd - ((bd)^2 - (M * b) / (0.003825 * F_c))^{1/2}) * (0.85 * F_c / F_y)$$

Los resultados obtenidos se observan en la tabla XI, columna 2

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

$A_{s_{MIN}}$ para $M_{(-)}$: en la cama superior, donde actúan momentos negativos, se debe colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: **$A_{s_{MIN}}$; 33% del A_s calculada para el $M_{(-)}$**

$A_{s_{MIN}}$ para $M_{(+)}$: en la cama inferior, donde actúan momentos positivos, se debe colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: **$A_{s_{MIN}}$; 50% del A_s calculada para el $M_{(+)}$; 50% del A_s calculada para el $M_{(-)}$.**

Para esta viga, el **$A_{s_{MIN}}$ para $M_{(-)}$** y el **$A_{s_{MIN}}$ para $M_{(+)}$** que se usa está en negrilla en las llaves siguientes

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{A_{s_{MIN}} \text{ en } M_{(-)}} \left\{ \begin{array}{l} 6.77 \text{ cm}^2; \\ 2 \text{ No.6} = \mathbf{5.70 \text{ cm}^2} \\ 50\%(7.35); 3.67 \text{ cm}^2; \end{array} \right. \quad \mathbf{A_{s_{MIN}} \text{ en } M_{(+)}} \left\{ \begin{array}{l} 6.77 \text{ cm}^2 \\ 50\%(9.63) = 4.81 \text{ cm}^2 \\ 33\%(5.05) = 1.66 \\ \text{No.6} = \mathbf{5.70 \text{ cm}^2} \end{array} \right.
 \end{array}$$

El resto del acero, en ambas camas, se coloca como bastones y rieles, usando la fórmula siguiente:

$$\mathbf{As \text{ (de bastón o riel)} = As \text{ total} - As_{MIN} \text{ corrido}}$$

El resultado de este procedimiento puede observarse en la tabla XI.

Tabla XI. Acero a utilizar en viga 1

M (Kg.m)	As (cm²)	As a usar	Acero en varillas
-5,241	5.23	As mínimo (-)	2 No.6
+2,946	2.81	As mínimo (+)	2 No.6
-6,933	7.00	As mínimo(-)	2 No.6
-7,188	7.27	As mínimo (-)	2 No.6
+3,902	3.86	As mínimo (+)	2 No.6
-6,888	6.95	As mínimo (-)	2 No.6
Mi =+5,072	5.06	As mínimo (+)	2 No.6

NOTA: El acero que esta marcado con negrita son los bastones y tensiones según lo indique el momento.

d) **Acero transversal** (estribos): los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

♣ **Cálculo del corte resistente:**

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 (F_c)^{1/2} b d$$

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 (210)^{1/2} \cdot 30 \cdot 41 = 8,813.29. \text{ Kg}$$

♣ **Comparar corte resistente con corte último:**

si $V_R \geq V_u$ la viga necesita estribos sólo por armado;

Si $V_R < V_u$ se diseñan estribos por corte, usando las expresiones siguientes:

$$V_s = V_u - V_R$$

$$U_s = V_s / bd'$$

$$S = A_v \cdot F_y / U_s \cdot b$$

$$S_{MAX} = d / 2 \text{ usar como m\u00ednimo acero No.3}$$

En este caso $V_u = 5,950 \text{ Kg}$ y $V_R = 8,813 \text{ Kg}$; Como $V_R > V_u$ usar estribos No.3 a $S_{MAX} = d / 2 = 41/2 = 20 \text{ cm}$.

Adem\u00e1s de lo anterior, existen requisitos s\u00edsmicos que mandan confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad en los nudos. Esto se hace de la forma siguiente:

- **Longitud de confinamiento:** para esto se toma el mayor de los siguientes valores (para nuestro caso, el valor est\u00e1 en negrilla):

$$L_o = \left\{ \begin{array}{l} L_u / 6 = 3.70/6 = \mathbf{0.62 \text{ m}} \\ \text{Lado mayor de columna} = 0.30 \text{ m} \\ 0.45 \text{ m.} \end{array} \right.$$

- **Espaciamiento entre estribos:** \u00e9sta se calcula tomando en cuenta las siguientes expresiones:

$$\rho_s = 0.45 ((A_g/A_{ch}) - 1) (0.85F_c / F_y)$$

$$= 0.45 ((30 \cdot 45 / 22 \cdot 37) - 1) (0.85 \cdot 210 / 2,810) = 0.036$$

$$\rho_s \geq 0.12 (F_c/F_y); 0.12 (F_c/F_y) = 0.12 (210/2,810) = 0.01$$

Las condiciones del espaciamiento entre estribos son:

$$S_i = 2A_v / \rho_s L_n; 3 \text{ cm} \leq S_i \leq 10 \text{ cm}; S_i < S$$

$$S_i = (2 \cdot 0.71) / (0.036 \cdot 22) = 2.20 \text{ cm} = \text{se usara } S_i = 5 \text{ cm}$$

3.3.2.2 Vigas tipo 2, 3 y 4

Para el diseño de las vigas 2, 3 y 4 se siguen el procedimiento descrito anteriormente para la viga 1; los resultados se observan en la tabla XII, página 116.

3.4.3 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma, para diseñar la columna, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna.

Para este caso, se diseña por cada nivel únicamente las columnas críticas, o sea las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio de aulas, aplicándolo en la columna del nivel 2.

Tabla XII. Cálculo de vigas.

VIGA	DE REFUERZO		LONGITUDINAL		REFUERZO	TRANSVERSAL	
	Momento	As	As Refundido	Refuerzo	Cortes	Confinación	Refuerzo
X 1	-5241	5.23	AS masx=25	2No. 6	Vu = 5,145	Lo = 0.62	Esstribo No.3 25 a.c. 0.025 RESTO a.c. 0.20
	+2946	2.81		2No. 6			
	-6933	7.00	AS masx=25	2No. 6			
	-7188	7.27		2No. 6			
	+3902	3.86	AS masx=25	2No. 6			
	-6888	6.95		2No. 6			
Sección 0.30x0.45	5072	5.06	AS masx=25		VR = 8,814	Si = 0.025	
X 2	-3216	3.07	AS masx=5.70	2 No. 6	Vu = 3,643	Lo = 0.83	Esstribo No.3 35 a.c. 0.025 RESTO a.c. 0.20
	+1844	1.80	AS masx=5.70	2 No. 6			
	-4261	4.21	AS masx=5.70	2 No. 6			
	-4411	4.38		2 No. 6			
	+2435	2.38	AS masx=5.70	2 No. 6			
	-4217	4.50		2 No. 6			
Sección 0.30x0.45			AS masx=5.70		VR = 8,814	Si = 0.025	
Y 1	+7172.04	7.25	AS mx	2No.6 + 1 No.4	Vu = 5,596	Lo = 0.62	Esstribo No.3 25 a.c. 0.025 RESTO a.c. 0.20
	+5948.32	5.96	AS min	2No.6			
	-9796.13	10.10	AS mx	2No.6 + 2 No.5			
	-10058.56	10.39	AS mx	2No.6			
	+5414.18	5.41	AS min	2No.6			
	-4184.11	4.15	AS min	2No.6			
Sección 0.30x0.45			AS min		VR = 8,814	Si = 0.025	
Y 2	-3336.76	3.29	AS min	2No.6	Vu=2,240.17	Lo = 0.83	Esstribo No.3 28 a.c. 0.025 RESTO a.c. 0.20
	+2004.00	1.96		2No.6			
	-4475.75	4.44	AS min	2No.6			
	-4724.55	4.70		2No.6			
	+2732.27	2.68	AS min	2No.6			
	-4533.50	4.50		2No.6			
Sección 0.30x0.4			AS min	2No.6	VR = 8,814	Si = 0.025	

3.4.3.1 Columna típica nivel 2

El procedimiento a seguir para el diseño de las columnas es el siguiente:

a) Datos: éstos son obtenidos del análisis estructural

Sección = 0.30*0.30 m

Lu = 2.60 m

Mx = 2,728.90 Kg.m

My = 3,408.54 Kg.m

Vc = 2,599 Kg

b) Determinación de carga axial:

- **Cálculo de la carga última: $CU = 1.4CM + 1.7CV$**

$$CU = 1.4 ((0.12*2,400) + 90) + 1.7 (100) = 1.4 (378) + 1.7 (100) \\ = 529.20 + 170 = \mathbf{699.20 \text{ Kg/m}^2}$$

- **Cálculo del factor de carga última:**

$$Fcu = CU / (CV + CM) = 699.20 / (378+100) = \mathbf{1.46}$$

- **Cálculo de la carga axial: $Pu = (A_{LOSAS} CU) + (P_{VIGAS} * Fcu)$**

$$Pu = (12.8*699.20) + (.3*.4*7.2*2,400*1.46) = \mathbf{12,355.65 \text{ Kg}}$$

$$A_{LOSAS} = 12.8\text{m}^2 \text{ tomado por áreas tributarias}$$

c) Clasificar la columna por su esbeltez (E): Una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas ($E < 21$), intermedias ($21 \leq E \leq 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no se construyen.

La esbeltez de la columna en el sentido X se calcula con el procedimiento siguiente:

- **Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:**

EXTREMO SUPERIOR: $\psi_A = (\Sigma E_M I/2) / (\Sigma E_M I/2)$

E_M (como todo el marco es del mismo material) = 1

I = Las inercias se toman del análisis estructural

$$\psi_A = 0.33/(0.59+0.59) = \mathbf{0.28}$$

EXTREMO SUPERIOR: $\psi_B = (0.33+0.25)/(0.59+0.59) = \mathbf{0.49}$

PROMEDIO: $\psi_P = (\psi_A + \psi_B)/2 = (0.28+0.49)/2 = \mathbf{0.39}$

- Cálculo de coeficiente K: $K = ((20 - \psi_P)/20) (1 + \psi_P)^{1/2}$ para $\psi_{AP} < 2$

$$K = \mathbf{0.9 (1 + \psi_P)^{1/2}}$$
 para $\psi_P \geq 2$

$$K = ((20 - 0.39)/20) (1 + 0.39)^{1/2} = \mathbf{1.15}$$

- Cálculo de la esbeltez de la columna:

$E = KLu/\sigma$; donde $\sigma = \mathbf{0.30}$ lado menor para columnas rectangulares

$$E = (1.15 * 2.60) / (0.30 * 0.30) = \mathbf{33.22}$$

El cálculo de la esbeltez de esta columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

$$\left. \begin{aligned} \psi_A &= 0.33/(0.56+1.68) = \mathbf{0.15} \\ \psi_B &= (0.33+0.25)/(0.56+1.68) = \mathbf{0.25} \end{aligned} \right\} \psi_P = (0.15+0.25)/2 = \mathbf{0.20}$$

$$K = ((20 - 0.2)/20) (1 + 0.20)^{1/2} = \mathbf{1.08} \quad E = (1.08 * 2.60) / (0.30 * 0.30) = \mathbf{33.22}$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido x como el Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

d) Magnificación de momentos:

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga, y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Utilizando estos valores se realiza un diseño exacto de las columnas.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en nuestro caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para nuestro caso, esa modificación la logramos utilizando el método ACI de magnificación de momentos descrito a continuación:

SENTIDO X:

- **Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:**

$$\beta_d = \text{CMU} / \text{CU} = 529.20 / 699.20 = 0.75$$

- **Cálculo del EI total del material:**

$$EI = (E_c \cdot I_g / 2.5) / (1 + \beta_d); \quad E_c = 15,100 (F_c)^{1/2}; \quad I_g = (1/12) bh^3$$

$$EI = ((15,100 \cdot 210^{1/2}) (30^4/12) / 2.5) / (1 + 0.75) = 3.376 \times 10^9 \text{ Kg.cm}^2$$

$$= 337.6 \text{ T.m}^2$$

- **Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:**

$$P_{cr} = \pi^2 (E I) / (KLu)^2 = \pi^2 (333.7) / (1.15 \cdot 2.60)^2 = 372.70 \text{ T}$$

- **Cálculo del magnificador de momento:**

$$\delta = \frac{1}{1 - (P_u / \phi P_{cr})} \geq 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi = 0.70 \text{ si se usan estribos} \\ \phi = 0.75 \text{ si se usan zunchos} \end{array} \right.$$

$$\delta = 1 / (1 - (12.35 / (0.70 \cdot 372.70))) = 1.05$$

- **Cálculo de momentos de diseño: $M_d = \delta \cdot M_u$**

$$M_{dx} = 1.05 (2,728.90) = 2,865.34 \text{ Kg.m}$$

SENTIDO Y:

$$\beta_d = 529.20 / 699.20 = 0.75$$

$$E I = ((15,100 \cdot 210^{1/2})(30^4/12) / 2.5) / (1 + 0.75) = 3.65 \cdot 10^9 \text{ Kg.cm}^2 = 372.70 \text{ T.m}^2$$

$$P_{cr} = \pi^2 (364.7) / (1.08 \cdot 2.60)^2 = 456 \text{ T}; \quad \delta_y = 1 / (1 - (12.35 / (0.70 \cdot 456))) = 1.05$$

$$M_{dy} = 1.05 (3,408) = 3,578.4 \text{ Kg.m}$$

f) **Acero longitudinal:**

Para calcular el acero longitudinal de las columnas existen varios métodos, que se aplican dependiendo del tipo de cargas a las que está sometida la columna. Existen columnas sometidas a carga axial, carga axial y momento uní axial, carga axial y momento biaxial, y carga axial y momento triaxial.

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento biaxial. El diseño exacto de este tipo de columnas requiere un procedimiento difícil, pero existen métodos aproximados que dan buenos resultados, uno de éstos es el de BRESLER, este método sencillo ha sido comprobado mediante resultados de ensayos y cálculos exactos. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- **Cálculo de límites de acero:** según el ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites: $1\% A_g \leq A_s \leq 6\% A_g$

$$A_{s_{MIN}} = 0.01 (30 \times 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{MÁX.}} = 0.06 (30 \times 30) = 54 \text{ cm}^2$$

- **Se propone un armado,** se aconseja iniciar con un valor cerca de $A_{s_{MIN}}$

$$\text{Armado propuesto} = 4 \text{ No.5} = 4(1.98) = 7.92 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de iteración para diseño de columnas. Los valores a utilizar en los diagramas son:

- **Valor de la gráfica:** $\gamma = h_{NUCLEO} / h_{COLUMNA} = (0.30 - (2 \times 0.03)) / 0.30 = 0.80$

- **Valor de curva:**

$$\rho_t \mu = A_s F_y / A_g 0.85 F_c = (11.4 \times 2,810) / ((30 \times 30) 0.85 \times 210) = 0.20$$

- **Excentricidades:** $e_x = M_{dx} / P_u = 1,989.28 / 12,355.65 = 0.16$

$$e_y = M_{dy} / P_u = 3,578.4 / 12,355.65 = 0.28$$

- Conociendo las excentricidades **se calcula el valor de las diagonales**

$$E_x / h_x = 0.13/0.30 = \mathbf{0.44}$$

$$e_y / h_y = 0.25/0.30 = \mathbf{0.82}$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y , siendo éstos: $K_x = \mathbf{0.52}$ y $K_y = \mathbf{0.40}$. Por último se calculan las cargas:

- **Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :**

$$P'_{ux} = K_x * \phi * F_c * b * h = 0.52 * 0.75 * 210 * 30 * 30 = \mathbf{73,710 \text{ Kg}}$$

- **Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :**

$$P'_{uy} = K_y * \phi * F_c * b * h = 0.40 * 0.75 * 210 * 30 * 30 = \mathbf{56,700 \text{ Kg}}$$

- **Carga axial de resistencia de la columna:**

$$P'_o = \phi (0.85F_c (A_g - A_s) + A_s F_y) = 0.70(0.85 * 210(900 - 7.92) + (7.92 * 2,810))$$

$$= \mathbf{127,044.03 \text{ Kg}}$$

- **Carga de resistencia de la columna:**

$$P'u = \frac{1}{(1/P'_{ux} + 1/P'_{uy} - 1/P'_o)} = 1/((1/73,710 + 1/56,700 - 1/127,044.03)) = \mathbf{42,859.44 \text{ Kg}}$$

Como $P'u > P_u$ el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

g) Acero transversal (estribos):

Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos y/o zunchos para resistir los esfuerzos de corte y/o por armado. Por otro lado, en zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto y además permite una deformación unitaria mayor del elemento.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- **Refuerzo por corte:**

Se calcula el corte resistente:

$$V_R = 0.85 * 0.53 (F_c)^{1/2} b d = 0.85 * 0.53 (210)^{1/2} (30 * 27) = 5,287.98 \text{ Kg}$$

Comparar V_R con V_u , usando los siguientes criterios:

Si $V_R \geq V_u$ se colocan estribos a $S = d/2$

Si $V_R < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Para ambas opciones considerar que la varilla mínima permitida es la No.3

En este caso $V_R > V_u$, se colocan estribos a $S = d/2 = 27/2 = 13.5 \text{ cm}$

- **Refuerzo por confinamiento:**

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones, que para nuestro caso es la marcada con negrilla y subrayada:

$$L_o = \begin{cases} L_u / 6 = 2.60 / 6 = 0.43 \text{ m} \\ \text{Lado mayor de columna} = 0.30 \text{ m} \\ 45 \text{ cm} = \underline{0.45 \text{ m}} \end{cases}$$

Luego se calcula la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0.45 ((A_g/A_{ch}) - 1) (0.85F_c / F_y); \rho_s \geq 0.12 (F_c/F_y)$$

$$\rho_s = 0.45 ((30^2/24^2) - 1) (0.85*210 / 2,810) = \mathbf{0.01608}$$

Y por último el espaciamiento entre estribos en zona confinada es:

$$S_i = 2A_v / \rho_s L_n = (2*0.71) / (0.01608*24) = \mathbf{3.68 \text{ cm}}$$

Los resultados del diseño de la columna típica, ubicada en el nivel 1, se encuentran en la tabla XIII, página 125.

Tabla XIII. Cálculo de columnas, para la escuela

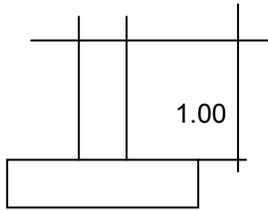
COLUMNA	CARGAS	REFUERZO	CORTES	REFUERZO
1 NIVEL 2 2SECCION =0.30*030 LU=2.60	Mx=2,728 My=2,587 Pu=12,355 Mdx=2,865 Mdy=2,717 P'u=42,859	4 No.5	Vux= 1,835 Vuy= 1,725 VR= 5,280	Estribos No. 3 13 a.c. 0.05 En extremos Resto a 0.135
1 NIVEL 1 2SECCION =0.30*030 LU=2.60	Mx=6,818 My=3,066 Pu=33,617 Mdx=7,159 Mdy=3,219 P'u=4,2859	4 No.5 +2 No. 4	Vux= 1,835 Vuy= 1,725 VR= 5,280	Estribos No. 3 13 a.c. 0.05 En extremos Resto a 0.135

3.4.4 Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; éstos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicaran, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

3.4.4.1 Zapata tipo 1

a) **Datos:** los datos necesarios para el diseño de las zapatas se toman del análisis estructural y de estudios de suelo realizados en el lugar. Los datos a utilizarse para el diseño de esta zapata 1 son los siguientes:



$$M_x = 6,818 \text{ Kg.m}$$

$$M_y = 3,066.44 \text{ Kg.m}$$

$$P_u = 33,617 \text{ Kg}$$

$$F_{cu} = 1.54$$

$$V_s = 49 \text{ T/m}^2$$

$$P_s = 1.4 \text{ T/m}^3 \quad P_c = 2.4 \text{ T/m}^3$$

b) **Área de zapata:** la losa de la zapata debe dimensionarse para soportar las cargas aplicadas y las reacciones inducidas. En este inciso se calcula el área de dicha losa, para lograrlo los cálculos a efectuar son:

♣ **Cálculo de cargas de trabajo:** $P' = P_u / F_{cu} = 33,617 / 1.54 = 21,829 \text{ Kg}$

$$M'_x = M_x / F_{cu} = 6,818 / 1.54 = 4,427.27 \text{ Kg.m}$$

$$M'_y = M_y / F_{cu} = 3,066. / 1.54 = 1,991.2 \text{ Kg.m}$$

• **Predimensionamiento del área de la zapata:**

$$A_z = 1.5P' / V_s = (1.5 * 21,688.34) / 49,000 = 0.70 \text{ m}^2$$

Dando dimensiones aproximadas, se propone usar $A_z = 1.50 * 1.50 = 2.25 \text{ m}^2$

- **Chequeo de presión sobre el suelo:** la zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerciendo una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = P/Az \pm M'x/Sx \pm M'y/Sy$$

Donde: $S = (1/6)bh^2$; además se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte del suelo (Vs). Para la zapata 1 se tiene:

$$Sx = Sy = (1/6)1.5(1.5)^2 = 0.56$$

$$P = P' + P_{COLUMNA} + P_{SUELO} + P_{CIMENTO}$$

$$= 21.89 + (4.00 \cdot 0.30^2 \cdot 2.4) + (2.17 \cdot 1.00 \cdot 1.4) + (2.25 \cdot 0.30 \cdot 2.4) = 24.81 \text{ T}$$

$$q = 24.81/2.25 \pm 4.427/0.56 \pm 1.991/0.56$$

$$q_{MÍN} = 0.4525 \text{ T/m}^2 \text{ cumple, sólo existen compresiones}$$

$$q_{MÁX} = 22.49 \text{ T/m}^2 \text{ cumple, no excede el } Vs$$

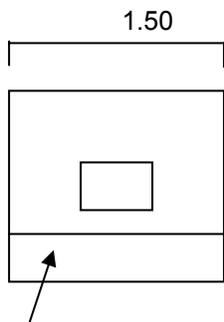
- c) **Presión última:** como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida de forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

$$qu = q_{MÁX} \cdot Fcu = 22.49 \cdot 1.54 = 34.63 \text{ T/m}^2$$

- d) **Espesor de zapata:** Dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor que 0.075 m, y que el peralte efectivo sea mayor que 0.15 m. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Considerando lo anterior, se asume $t = 0.35\text{m}$. Luego se hacen los chequeos siguientes:

- **Chequeo por corte simple:** la falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, esto se hace de la forma indicada a continuación:



$$d = t - \text{Recubrimiento} - \phi / 2 = 35 - 7.5 - (1.98 // 2) = 27\text{cm}$$

$$V_{act} = A \cdot q_u = (1.50 \cdot 0.33) 34.6 = 16 \text{ T}$$

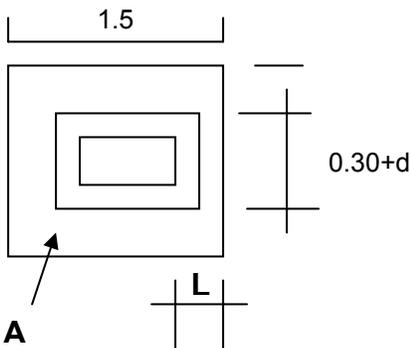
$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 (F_c)^{1/2} b d$$

$$= 0.85 \cdot 0.53 (210)^{1/2} (150 \cdot 27) / 1000 = 26.43 \text{ T}$$

A

$V_{act} < V_R$ si chequea

- **Chequeo por corte punzonante:** la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. El chequeo que se realiza es:



$$V_{act} = A \cdot q_u = (1.50^2 - .33^2) 34.6 = 74.08 \text{ T}$$

$$V_R = 0.85 \cdot 1.06 (F_c)^{1/2} b d$$

$$= 0.85 \cdot 1.06 (210)^{1/2} ((57 \cdot 4) \cdot 27) / 1000 = 80.377 \text{ T}$$

A

$V_{act} < V_R$ si chequea

f) **Diseño de refuerzo:** El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos. Esto se hace de la manera siguiente:

- **Momento último:** éste se define tomando la losa como en voladizo con la fórmula:

$M_u = q_u \cdot L^2 / 2 = 34.6 \cdot 0.60^2 / 2 = 6.22 \text{ T.m}$, donde **L** es la distancia medida del rostro de columna al final de la zapata.

- **Área de acero :** el área de acero se define por la fórmula :

$$A_s = (B \cdot d - ((B \cdot d)^2 - (M \cdot B / 0.003825 F_c))^{1/2} (0.85 F_c / F_y));$$

$$A_{s_{\text{MÍN}}} = 0.002 B d$$

$$A_s = 10.90 \text{ cm}^2; A_{s_{\text{MÍN}}} = 0.002 \cdot 100 \cdot 27 = 5.4 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por: $S = A_v / A_s$; donde $S < 0.45 \text{ m}$. Usando varilla No.6 se tiene $S = 1.98/10.9 = 20 \text{ cm}$.

3.3.4.2 Zapata tipo 2

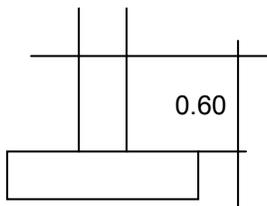
Para el diseño de la zapata 2 y 3 se usan los criterios descritos para diseñar la zapata 1, los resultados se pueden ver en la tabla XIV página 130.

Tabla XIV. Diseño de zapatas, escuela

ZAPATA	DATOS	Az/ t /qu	CORTES	REFUERZO
2	Mx=6,828 My=3,662 Fcu=1.54 Pu=18,270	AZ=1.50*1.50 t=0.35 qu=21,840	SIMPLE Vat= 16.79 VR= 5,280 PUNZANTE Vact=55 VR=58	Mu=5,560 Asm=4.30 As=10.56 S=0.20
3	M'x=1,772 M'y=1,990 Fcu=1.54 Pu=19,308	AZ=1.50*1.50 t=0.35 qu=26,565	SIMPLE Vat= 30.285 VR= 35.25 PUNZANTE Vact=39 VR=80	Mu=11,488 Asm=5.4 As=10.56 S=0.11

3.4.4.3 Cimiento corrido en módulo de escaleras y muro perimetral

a) **Datos:**



$$F_{cu} = 1.63$$

$$V_s = 49 \text{ T/m}^2$$

$$P_s = 1.4 \text{ T/m}^3$$

$$P_c = 2.4 \text{ T/m}^3$$

b) Carga última: $CU = CU_{\text{MUROS}} + CU_{\text{ESCALERAS}}$

$$= 3,226.00 \text{ Kg/m}$$

c) Área del cimiento: $A = 1.50(CU/F_{cu})/V_s$

$$= 1.50(3,226/1.54)/49,000 = 0.066 \text{ m}^2$$

Usando una longitud unitaria de 1.00m y proponiendo

$$\text{Un ancho de } 0.400\text{m} \longrightarrow = 0.40 * 1.00 = 0.40\text{m}^2$$

d) Chequeo de presión sobre el suelo: $q_{\text{MÁXIMA}} = P'/A$

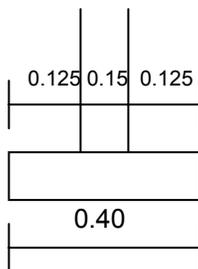
$$P' = CU * 1.00 / F_{cu} + P'_{\text{SUELO}} + P'_{\text{CIMENTO}}$$

$$= 3,226.8 * 1.00 / 1.54 + (0.60 * 1.00 * 0.40 * 1,400)$$

$$+ (0.40 * 0.20 * 2,400) = 2,670.80 \text{ Kg}$$

$$q_{\text{MÁXIMA}} = 2,670.8 / 0.40 = 6,677.00 \text{ Kg } q_{\text{MÁXIMA}} < V_s$$

e) Chequeo por corte simple:



$$V_A = AP * q_{\text{maximo}} * F_{cu}$$

$$= (0.15 * 1) (6,677) * 1.54 = 1,542.38 \text{ kg}$$

$$V_R = 0.85 * 0.53 * (F_c^{1/2}) * b * d$$

$$0.85 * 0.53 * (210^{1/2}) * 100 * 12$$

f) Chequeo por flexión:

$$M = (q_u \cdot L^2) \cdot LU / 2 = (1.54 \cdot 6,677.00)(0.20^2) \cdot 1.00/2$$

$$= 219.00 \text{ Kg.m} \quad A_s = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\text{MÍNIMO}}} = 0.002 \cdot 100 \cdot 20 = 4 \text{ cm}^2$$

Usar $A_{S_{\text{MÍNIMO}}}$ No.3 a 0.18m

g) Acero en sentido longitudinal:

$$A_{S_{\text{TEMPERATURA}}} = 0.002 \cdot 40 \cdot 20 = 1.6 \text{ cm}^2$$

Usar 2.82 = 3 varillas No.3 corridas

3.5 Planos constructivos

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo.

Los planos elaborados para el edificio de aulas se pueden ver en los apéndices 2.

3.6 Presupuesto

El presupuesto es un documento que debe incluirse en el diseño de todo proyecto de ingeniería, ya que da a conocer al propietario si el mismo es rentable, posible y conveniente en su ejecución.

Existen varias formas de realizar un presupuesto, que varían de acuerdo al uso que se le dé. Para el proyecto que se está diseñando, se elabora un presupuesto desglosado por renglones de trabajo, siguiendo los pasos siguientes:

a) Desglose del proyecto por renglones de trabajo: aquí se separan cada uno de los componentes por unidades de ejecución y se enumeran por renglones, tratando de ordenarlos siguiendo la secuencia lógica de ejecución.

b) Cuantificación de los renglones de trabajo: ya desglosado el proyecto, se procede a asignarle a cada renglón una unidad de medida, luego se calculan todas las cantidades de trabajo de cada renglón.

c) Precio unitario: el precio por unidad de medida o unidad de pago se sacó por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto, para calcular cada uno de estos costos se hizo lo siguiente:

- **Costo directo:** en este costo se incluyeron los precios de los materiales y mano de obra necesarios en cada unidad de ejecución, precios que fueron tomados de los que imperan en el lugar de ejecución del proyecto.
- **Costo indirecto:** el costo indirecto se valorizó como un porcentaje del costo directo, porcentaje que se basa en la experiencia en obras

similares, y cuyo valor oscila entre el 30% y el 45% dependiendo del renglón considerado.

d) Costo total por renglón: el costo total de cada renglón se obtuvo multiplicando los valores obtenidos en los incisos b y c, o sea, multiplicando la cantidad de trabajo por el precio unitario en cada renglón.

e) Costo total del proyecto: para este costo se hizo la sumatoria de todos los costos totales por renglones del proyecto.

El resultado del proceso descrito anteriormente, es decir, el presupuesto por renglones para el edificio de aulas diseñado en este capítulo.

Tabla XV. Presupuesto escuela

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN ESCUELA
 UBICACIÓN: ALDEA SAN ANDRÉS CHÁPIL
 MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UN.	COSTO	SUB-	TOTAL MAT +
				UNITARIO	TOTAL	M. O.
I	PRELIMINARES					
	Trabajos preliminares	1	global	Q4.000,00	Q4.000,00	Q4.000,00
	PLANTA BAJA					
	CIMENTACIÓN					
I	Cimiento corrido					
1,1	Cimiento corrido	105,79	ml			
	Excavación	60,77	m³	Q35,00	Q2.126,95	
	Relleno	50,67	m³	Q40,00	Q2.026,80	
	Cemento	175	saco	Q.53,00	Q9.275,00	
	Arena de río	12	m³	Q.200,00	Q2.400,00	
	Piedrín	16	m³	Q.220,00	Q3.520,00	
	Hierro No. 4 corrido	32	varilla	Q.42,00	Q1.344,00	
	Hierro No. 3 para eslabones	66	varilla	Q.25,00	Q1.650,00	
	Hierro No. 2 para eslabones	27	varilla	Q.15,00	Q405,00	
	Alambre de amarre	40	libra	Q.5,00	Q200,00	
	Mano de obra				Q11.473,88	Q34.421,63
	Costos indirectos					Q8.605,41
	Costo total del renglón					Q43.027,03
1,2	Levantado sobre el cimiento	65,73	m²			
	Block pómez de 0.14 x 0.19 x .39 de 35Kg.	830	unidad	Q.4,50	Q3.735,00	
	Cemento	30	saco	Q.53,00	Q1.590,00	
	Arena de de peña	6	m³	Q.120,00	Q720,00	
	Mano de obra				Q3.022,50	Q9.067,50
	Costos indirectos					Q2.266,88
	Costo total del renglón					Q11.334,38
1,3	Solera de humedad	105,79	ml			
	Cemento	65	sacos	Q.53,00	Q3.445,00	
	Arena de río	4	m³	Q.200,00	Q800,00	
	Piedrín	7	m³	Q.220,00	Q1.540,00	
	Hierro No. 4 corridos	86	varillas	Q.42,00	Q3.612,00	
	Hierro No. 2 para estribos	56	varillas	Q.15,00	Q840,00	
	Alambre de amarre	30	lb.	Q.5,00	Q150,00	

CONTINUACIÓN

	Formaleta	110	Pie/tab.	Q.7,00	Q770,00	
	Mano de obra				Q5.578,50	Q16.735,50
	Costos indirectos					Q4.183,88
	Costo total del renglón					Q20.919,38
2	Levantado de muros	245,5	m ²			
	Block pómez de 0.14 x 0.19 x 0.39 de 35Kg.	3070	unidad	Q.4,50	Q13.815,00	
	Cemento	50	saco	Q.53,00	Q2.650,00	
	Arena de peña	7	m ³	Q.120,00	Q840,00	
	Mano de obra calificada				Q6.922,00	Q24.227,00
	Costos indirectos					Q6.056,75
	Costo total del renglón					Q30.283,75
2,1	Solera intermedia	105,79	ml			
	Cemento	64	sacos	Q.53,00	Q3.392,00	
	Arena de río	4	m ³	Q.200,00	Q800,00	
	Piedrín	6	m ³	Q.220,00	Q1.320,00	
	Hierro No. 4 corridos	86	varillas	Q.42,00	Q3.612,00	
	Hierro No. 2 para estribos	56	varillas	Q.15,00	Q840,00	
	Alambre de amarre	30	lb.	Q.5,00	Q150,00	
	Formaleta	110	pie/tab.	Q.7,00	Q770,00	
	Mano de obra calificada				Q3.809,40	Q14.693,40
	Costos indirectos					Q3.673,35
	Costo total del renglón					Q18.366,75
2,2	Solera de corona muro perimetral	19	ml			
	Cemento	12	sacos	Q.53,00	Q636,00	
	Arena de río	1	m ³	Q.200,00	Q200,00	
	Piedrín	1,5	m ³	Q.220,00	Q330,00	
	Hierro No. 4 corridos	18	varillas	Q.42,00	Q756,00	
	Hierro No. 2 para estribos	12	varillas	Q.15,00	Q180,00	
	Alambre de amarre	8	lb.	Q.5,00	Q40,00	
	Formaleta	35	pie/tab.	Q.7,00	Q245,00	
	Mano de obra				Q719,95	Q3.106,95
	Costos indirectos					Q776,74
	Costo total del renglón					Q3.883,69
3	Zapatillas tipo 1	6	unidad			
	Cemento	10	sacos	Q.53,00	Q530,00	
	Arena de río	3	m ³	Q.220,00	Q660,00	
	Piedrín	5	m ³	Q.220,00	Q1.100,00	
	Hierro No. 5 corridos	20	varillas	Q.70,00	Q1.400,00	

CONTINUACIÓN

	Alambre de amarre	10	lb.	Q.5,00	Q50,00	
	Mano de obra calificada				Q1.870,00	Q5.610,00
	Costos indirectos					Q1.402,50
	Costo total del renglón					Q7.012,50
4	Columna tipo 1	62	ml			
	Cemento	66	sacos	Q.53,00	Q3.498,00	
	Arena de río	4	m³	Q.200,00	Q800,00	
	Piedrín de 3/4	6	m³	Q.220,00	Q1.320,00	
	Hierro No. 5 corridos	45	varillas	Q.70,00	Q3.150,00	
	Hierro No.4 corridos	15	varillas	Q.42,00	Q630,00	
	Hierro No.3 para estribos	75	varillas	Q.25,00	Q1.875,00	
	Formaleta	108	pie/tab.	Q.7,00	Q756,00	
	Alambre de amarre	25	lb.	Q.5,00	Q125,00	
	Mano de obra calificada				Q6.077,00	Q18.231,00
	Costos indirectos					Q4.557,75
	Costo total del renglón					Q22.788,75
5	Columna tipo 2	62	ml			
	Cemento	66	sacos	Q.53,00	Q3.498,00	
	Arena de río	4	m³	Q.200,00	Q800,00	
	Piedrín	6	m³	Q.220,00	Q1.320,00	
	Hierro No. 5 corridos	45	varilla	Q.70,00	Q3.150,00	
	Hierro No. 4 corridos	15	varilla	Q.42,00	Q630,00	
	Hierro No.3 para estribo	75	varilla	Q.25,00	Q1.875,00	
	Formaleta	108	pie/tab.	Q.7,00	Q756,00	
	Alambre de amarre	12	lb.	Q.5,00	Q60,00	
	Mano de obra calificada				Q7.161,88	Q19.250,88
	Costos indirectos					Q4.812,72
	Costo total del renglón					Q24.063,59
6	Zapatatas tipo 2	6	unidad			
	Cemento	10	sacos	Q.53,00	Q530,00	
	Arena de río	3	m³	Q.200,00	Q600,00	
	Piedrín	5	m³	Q.220,00	Q1.100,00	
	Hierro No. 5 corridos	25	varillas	Q.70,00	Q1.750,00	
	Alambre de amarre	10	lb.	Q.5,00	Q50,00	
	Mano de obra calificada				Q2.015,00	Q6.045,00
	Costos indirectos					Q1.511,25
	Costo total del renglón					Q7.556,25
7	Columna tipo 3	62	ml			
	Cemento	66	sacos	Q.53,00	Q3.498,00	

CONTINUACIÓN

	Arena de río	4	m³	Q.200,00	Q800,00	
	Piedrín	6	m³	Q.220,00	Q1.320,00	
	Hierro No. 5 corridos	45	varilla	Q.70,00	Q3.150,00	
	Hierro No. 4 corridos	15	varilla	Q.42,00	Q630,00	
	Hierro No.3 para eslabones	75	varilla	Q.25,00	Q1.875,00	
	Formaleta	108	pie/tab.	Q.7,00	Q756,00	
	Alambre de amarre	12	lb.	Q.5,00	Q60,00	
	Mano de obra calificada				Q5.729,50	Q17.818,50
	Costos indirectos					Q4.454,63
	Costo total del renglón					Q22.273,13
8	Zapatas tipo 3	6	unidad			
	Cemento	10	sacos	Q.53,00	Q530,00	
	Arena de río	4	m³	Q.200,00	Q800,00	
	Piedrín	6	m³	Q.220,00	Q1.320,00	
	Hierro No. 5 corridos	20	varillas	Q.70,00	Q1.400,00	
	Alambre de amarre	10	lb.	Q.5,00	Q50,00	
	Mano de obra calificada				Q2.050,00	Q6.150,00
	Costos indirectos					Q1.537,50
	Costo total del renglón					Q7.687,50
9	Techos					
	Terrazas	258	m²			
	Cemento	300	sacos	Q.53,00	Q15.900,00	
	Arena de río	28	m³	Q.200,00	Q5.600,00	
	Piedrín	33	m³	Q.220,00	Q7.260,00	
	Hierro No. 3 corridos	490	varilla	Q.25,00	Q12.250,00	
	Formaleta	750	pie/tab.	Q.7,00	Q5.250,00	
	Alambre de amarre	100	lb.	Q.5,00	Q500,00	
	Mano de obra				Q49.098,00	Q95.858,00
	Costos indirectos					Q23.964,50
	Costo total del renglón					Q119.822,50
10	VIGAS					
10,1	Viga tipo V-1	48	ML			
	Cemento	48	sacos	Q.53,00	Q2.544,00	
	Arena	2,5	m³	Q.200,00	Q500,00	
	Piedrín	3,5	m³	Q.220,00	Q770,00	
	Hierro No.6 corridos	40	varillas	Q.70,00	Q2.800,00	
	Hierro No.4 corridos	13	varillas	Q.42,00	Q546,00	
	Hierro No. 3 estribos	59	varillas	Q.25,00	Q1.475,00	

CONTINUACIÓN

	Alambre de amarre	40	lb.	Q. 5,00	Q200,00	
	Formaleta	35	pie/tab.	Q.7,00	Q245,00	
	Mano de obra				Q4.540,00	Q13.620,00
	Costos indirectos					Q4.767,00
	Costo total del renglón					Q18.387,00
10,2	Viga tipo V-2	48	ML			
	Cemento	48	sacos	Q.53,00	Q2.544,00	
	Arena	3	m³	Q.200,00	Q600,00	
	Piedrín	4	m³	Q.220,00	Q880,00	
	Hierro No.6 corridos	38	varillas	Q.70,00	Q2.660,00	
	Hierro No.4 corridos	13	varillas	Q.42,00	Q546,00	
	Hierro No. 3 estribos	64	varillas	Q.25,00	Q1.600,00	
	Alambre de amarre	40	lb.	Q. 5,00	Q200,00	
	Formaleta	45	pie/tab.	Q.7,00	Q315,00	
	Mano de obra				Q6.129,00	Q15.474,00
	Costos indirectos					Q5.415,90
	Costo total del renglón					Q20.889,90
10,3	Viga tipo V-3	48,45	ML			
	Cemento	65	sacos	Q.53,00	Q3.445,00	
	Arena	2,75	m³	Q.200,00	Q550,00	
	Piedrín	3,5	m³	Q.220,00	Q770,00	
	Hierro No.6 corridos	42	varillas	Q.70,00	Q2.940,00	
	Hierro No.4 corridos	13	varillas	Q.42,00	Q546,00	
	Hierro No. 3 estribos	64	varillas	Q.25,00	Q1.600,00	
	Alambre de amarre	40	lb.	Q. 5,00	Q200,00	
	Formaleta	45	pie/tab.	Q.7,00	Q315,00	
	Mano de obra				Q5.183,00	Q15.549,00
	Costos indirectos					Q3.887,25
	Costo total del renglón					Q19.436,25
10,4	Viga tipo 4	48,45	ml			
	Cemento	65	sacos	Q.53,00	Q3.445,00	
	Arena de río	2,75	m³	Q.200,00	Q550,00	
	Piedrín	3,5	m³	Q.220,00	Q770,00	
	Hierro No. 6 corridos	42	varillas	Q.70,00	Q2.940,00	
	Hierro No. 4 corridos	13	varillas	Q.42,00	Q546,00	
	Hierro No. 3 para estribos	64	varillas	Q.25,00	Q1.600,00	
	Alambre de amarre	40	lb.	Q. 5,00	Q200,00	
	Formaleta	45	pie/tab.	Q.7,00	Q315,00	
	Mano de obra				Q6.478,75	Q16.844,75
	Costos indirectos					Q4.211,19

CONTINUACIÓN

	Costo total del renglón					Q21.055,94
11	Instalación de Agua Potable					
	Tubería de pvc diam. 3/4"	24	unidad	Q.35,00	Q840,00	
	5 codos 3/4"	5	unidad	Q.2,50	Q12,50	
	1 reductor 3/4"-1/2"	1	unidad	Q.4,00	Q4,00	
	1 grifo para manguera	1	unidad	Q.23,00	Q23,00	
	Pegamento tangit 1/4	1	unidad	Q.135,00	Q135,00	
	Mano de obra				Q600,00	Q1.614,50
	Costos indirectos					Q403,63
	Costo total del renglón					Q2.018,13
12	Instalación de aguas negras					
	Tubería					
	Tubería de pvc diam. 4"	18	ml	Q.25,00	Q450,00	
	codo de 90*	8	unidad	Q.28,00	Q224,00	
	Caja de registro de 0.50x0.50	3	unidad	Q.200,00	Q600,00	
	Mano de obra				Q800,00	Q2.074,00
	Costos indirectos					Q518,50
	Costo total del renglón					Q2.592,50
13	Instalación de Bajadas de Agua pluvial					
	B.A.P.	62	ml	Q.15,00	Q930,00	
	Codo de 90"	6	unidad	Q.28,00	Q168,00	
	Cajas de registro y unión de	3	unidad	Q.150,00	Q450,00	
	Mano de obra calificada				Q600,00	Q2.148,00
	Costos indirectos					Q537,00
	Costo total del renglón					Q2.685,00
14	Puertas					
	Puerta 1	1	unidad	Q.3.500,00	Q3.500,00	
	puerta 2	4	unidad	Q.1.800,00	Q7.200,00	
	puerta 3	4	unidad	Q.1.400,00	Q5.600,00	
	puerta 4	8	unidad	Q.1.400,00	Q11.200,00	
	Barandal y pasamanos	16	ml	Q.350,00	Q5.600,00	Q33.100,00
15	Ventanas					
	ventana tipo 1	4	unidad	Q.1.250,00	Q5.000,00	
	ventana tipo 2	4	unidad	Q.1.250,00	Q5.000,00	
	ventana tipo 3	2	unidad	Q.800,00	Q1.600,00	
	ventana tipo 4	6	unidad	Q.600,00	Q3.600,00	
	ventana tipo 5	2	unidad	Q.950,00	Q1.900,00	
	ventana tipo 6	2	unidad	Q.950,00	Q1.900,00	Q19.000,00

CONTINUACIÓN

16	PISOS					
16,1	piso					
	Piso granito	258	m ²	Q.55,00	Q14.190,00	
	Arena de peña	12	m ³	Q.120,00	Q1.440,00	
	cemento	25	sacos	Q.53,00	Q1.325,00	
	cal	40	sacos	Q.25,00	Q1.000,00	
	Mano de obra				Q9.715,00	Q27.670,00
	Costos indirectos					Q6.917,50
	Costo total del renglón					Q34.587,50
16,2	Piso fundido					
	Cemento	35	sacos	Q.53,00	Q1.855,00	
	Arena de río	4	m ³	Q.200,00	Q800,00	
	Piedrín	6	m ³	Q.220,00	Q1.320,00	
	Mano de obra				Q750,00	Q4.725,00
	Costos indirectos					Q1.181,25
	Costo total del renglón					Q5.906,25
17	Instalación eléctrica fuerza					
	Tubo ducto 3/4"	43	ml	Q.2,00	Q86,00	
	curvas de ducto	6	unidad	Q.4,00	Q24,00	
	caja para tomacorriente	9	unidad	Q.5,00	Q45,00	
	Alambre cal. 12 condumex	129	ml	Q.4,00	Q516,00	
	tomacorriente doble	9	unidad	Q.4,00	Q36,00	
	Barra de cobre	1	unidad	Q.120,00	Q120,00	
	Tablero de distribución	1	unidad	Q.245,00	Q245,00	
	Filipon para el tablero	1	unidad	Q.40,00	Q40,00	
	Pegamento tangit 1/4	1	unidad	Q.145,00	Q145,00	
	Contador nansen de 220v	1	unidad	Q.600,00	Q600,00	
	Mano de obra				Q2.500,00	Q4.357,00
	Costos indirectos					Q1.089,25
	Costo total del renglón					Q5.446,25
18	Instalación eléctrica iluminación					
	Tubo ducto 3/4"	84	ml	Q.2,50	Q210,00	
	curvas de ducto	10	unidad	Q.3,50	Q35,00	
	Cajas ortogonales	23	unidad	Q.30,50	Q701,50	
	Alambre cal. 12	252	ml	Q.4,00	Q1.008,00	
	plafoneras	24	unidad	Q.5,00	Q120,00	
	lámpara de gas neon 100 watts	24	unidad	Q.4,00	Q96,00	

CONTINUACIÓN

	Cajas octogonales de 4"	24	unidad	Q.20,00	Q480,00	
	caja para interruptor	6	unidad	Q.4,00	Q24,00	
	Interruptor doble	6	unidad	Q.20,00	Q120,00	
	Pegamento tangit 1/4	1	unidad	Q.145,00	Q145,00	
	Mano de obra				Q2.500,00	Q5.439,50
	Costos indirectos					Q1.359,88
	Costo total del renglón					Q6.799,38
19	Gradas					
	Cemento	25	sacos	Q.53,00	Q1.325,00	
	Arena	3	m³	Q.200,00	Q600,00	
	Piedrín	4,5	m³	Q.220,00	Q990,00	
	Hierro No.3 corridos	25	varillas	Q.25,00	Q625,00	
	Hierro No.2 corridos	13	varillas	Q.15,00	Q195,00	
	Alambre de amarre	10	lb.	Q.5,00	Q50,00	
	Formaleta	46	pie/tab.	Q.7,00	Q322,00	
	Mano de obra				Q4.500,00	Q8.607,00
	Costos indirectos					Q2.151,75
	Costo total del renglón					Q10.758,75
20	Repello + cernido vertical					
	Arena de peña	8	m³	Q.120,00	Q960,00	
	Cemento	50	sacos	Q.53,00	Q2.650,00	
	cal hidratada	75	sacos	Q.25,00	Q1.875,00	
	Mano de obra calificada				Q14.850,00	Q20.335,00
	Costos indirectos					Q5.083,75
	Costo total del renglón					Q25.418,75
21	Repello + cernido remolineado	194,3	m²			
	Arena de peña	4	m³	Q.120,00	Q480,00	
	Cemento	25	sacos	Q.53,00	Q1.325,00	
	cal hidratada	45	sacos	Q.25,00	Q1.125,00	
	Mano de obra calificada				Q6.850,00	Q9.780,00
	Costos indirectos					Q2.445,00
	Costo total del renglón					Q12.225,00
22	SANITARIOS					
	Artefactos sanitarios	10	unidad	Q.850,00	Q8.500,00	
	Mano de obra				Q4.000,00	Q12.500,00
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 595.825,78

Tabla XVI. Cronograma ejecución – inversión

ESCUELA SAN ANDRÉS CHÁPIL

CRONOGRAMA AVANCE FISICO E INVERSON								
ACTIVIDAD	DURACIÓN EN MESES							COSTO POR RENGLON
	1	2	3	4	5	6	7	
Trabajos preliminares	■							Q4.000,00
Cemento corrido	■	■						Q37.290,09
Levantado sobre el cimient		■						Q9.823,13
Solera de humedad		■						Q18.130,13
Levantado de muros		■	■		■			Q25.957,50
Solera intermedia		■	■		■			Q15.645,75
Solera de corona		■	■	■	■			Q3.286,94
Zapatas tipo 1	■	■						Q6.077,50
Columna tipo 1	■	■			■			Q19.750,24
Zapatas tipo 2	■	■						Q6.548,75
Columna tipo 2	■	■			■			Q19.250,88
Zapata tipo 3	■	■						Q6.662,50
Columna tipo 3	■	■						Q19.250,87
Vigas		■	■		■			Q64.372,50
Techos			■	■	■	■	■	Q108.132,50
Instalación de Agua Potable				■	■			Q1.614,50
Repellos + cernidos						■	■	Q30.115,00
Instalaciones sanitarias						■	■	Q14.574,00
Instalación bajadas agua pluvial			■	■				Q2.148,00
Instalación eléctrica							■	Q9.796,50
Puertas, ventanas barandal							■	Q52.100,00
Piso granito aulas y baños							■	Q27.670,00
Piso fundido					■		■	Q4.725,00
Gradas					■			Q8.607,00
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO							Q595.825,78
INVERSION MENSUAL EN (Q)	Q107.248,64	Q119.165,16	Q59.582,58	Q59.582,58	Q59.582,58	Q59.582,58	Q131.081,67	
INV. MENSUAL ACUM. EN (Q)	Q107.248,64	Q226.413,80	Q285.996,37	Q345.578,95	Q405.161,53	Q464.744,11	Q595.825,78	
INVERSION MENSUAL EN (%)	18%	20%	10%	10%	10%	10%	22%	
INV. MENSUAL ACUM. EN (%)	18%	38%	48%	58%	68%	78%	100%	

CONCLUSIONES

1. Con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, en la aldea La Grandeza, se reducirá la alteración de los sistemas ambientales en el área lítico y el hídrico, así como y padecimientos gastrointestinales existentes, ocasionada por las aguas residuales.
2. Para que el proyecto a ejecutar funcione como lo esperado, se debe cumplir con las especificaciones y demás información establecida en los planos y mantener una supervisión permanente. Dependiendo del mantenimiento y uso correcto que se haga al sistema de alcantarillado sanitario por parte de la población, éste prestará el servicio en forma correcta.
3. La escuela fue diseñada con base a las características que se requieren para un área sísmica, garantizando la resistencia de la estructura a movimientos de este tipo.
4. Los proyectos desarrollados son factibles económicamente, debido a que son obras de primera necesidad para la Aldea, por lo que la inversión que se requiere puede ser financiada por distintas entidades de carácter gubernamental o privadas.
5. A través del Ejercicio Profesional Supervisado, el estudiante de Ingeniería Civil tiene la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica, en la resolución de problemas reales.

RECOMENDACIONES

1. Para el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario, se debe orientar y hacer conciencia a todos los vecinos de la Aldea, ya que pueden obstaculizar el paso de los líquidos dentro de la tubería con objetos de volumen mayor, además de los caudales de conexiones ilícitas.
2. Es aconsejable que la asociación de vecinos en la fase de ejecución, debe asignar una comisión para una supervisión adecuada, realizada por personal conocedora del sistema.
3. Los pozos ciegos y letrinas deben estar selladas con concreto reforzado, al estar en funcionamiento el sistema de alcantarillado sanitario.
4. Al construir la escuela se deben seguir estrictamente todos los detalles y especificaciones que se encuentran en los planos, debiendo tomar como apoyo la bibliografía sugerida para construir y supervisar la construcción de la estructura del proyecto, según el reglamento del ACI 318-99.
5. Los presupuestos y cronogramas de ejecución son una referencia, y no se deben tomar como definitivos al momento de cotizar, ya que están sujetos a cambios principalmente por las circunstancias económicas que existan al momento de construir.

BIBLIOGRAFÍA

1. Apuntes del curso de Costos, Presupuestos y Avalúos. Catedrático ingeniero Guillermo Melini Salguero, mayo del 2002.
2. Osorio Vásquez, Sedy Eliut. Diseño de la red de drenaje sanitario en San José del Golfo. Trabajo de Graduación Ing. Civil Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, octubre 2001.
3. Quijada Beza, Luís Fernando. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Iemus de la ciudad de Chiquimula. Trabajo de Graduación Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Marzo 2003.
4. Suruy Velásquez, Antonio Eliseo. Diseño de la red de alcantarillado sanitario, para la aldea laguna bermeja, municipio de Santa Catarina Pinula, Departamento de Guatemala. Trabajo de Graduación Ing. Civil Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Marzo 2003.
5. Tubovinil S.A. Norma ASTM 3034 tubería P.V.C. para alcantarillado sanitario. Folleto de información técnica sobre tubería P.V.C. Guatemala.
6. Tubovinil SA. Instalación de tubería P.V.C. Folleto de información técnica sobre tubería P.V.C. Guatemala.
7. **Código de diseño de hormigón armado ACI 318R-99.** s.i. s.e 1999. 576pp.

8. Estrada Hurtarte, Gustavo Adolfo. Manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones. Trabajo de Graduación Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990.
9. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto**. 12ª edición. Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.A. 1999. 722 pp
10. REGLAMENTO **para construcciones de concreto reforzado**. México: s.e, 1997
11. **Análisis Estructural** HIBBELER, RUSSEL CHARLES. 3ª edición México Prentice-Hall, 1997.
12. **Mecánica de suelos y cimentaciones** CRESPO VILLALAZ, CARLOS. 5ª ed. Mexico: Limusa, 2004.

APÈNDICE

- 1. ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS**
- 2. PLANOS CONSTRUCTIVOS**

ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

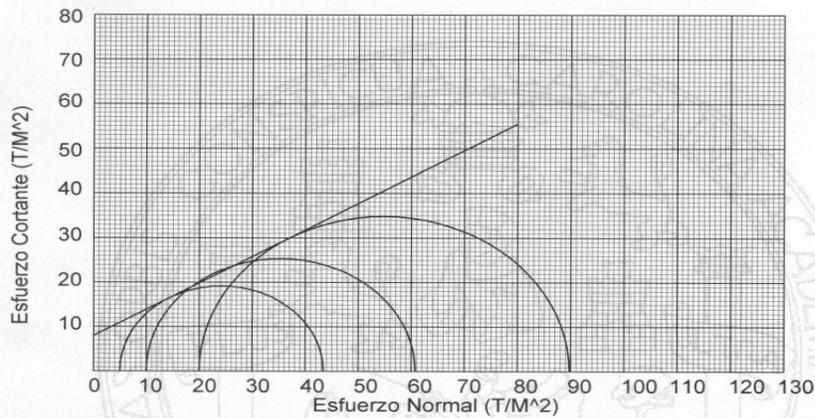


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 037 S.S. O.T.No.: 21,032
 INTERESADO: Jorge Luis Rodas Matias
 PROYECTO: Trabajo de Graduación EPS
 UBICACION: Aldea San Andres Chápil, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.
 FECHA: 16 de febrero de 2007
 Pozo No.: 1 Profundidad: 1,50 m



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 16,6^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 7,5 \text{ T/M}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limosa color café
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	25,70	30,93	38,41
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3,5	6,5	10,5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	0,84	0,84	0,84
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,44	1,44	1,44
HUMEDAD (%H)	70,8	70,8	70,8

Vo. Bo.



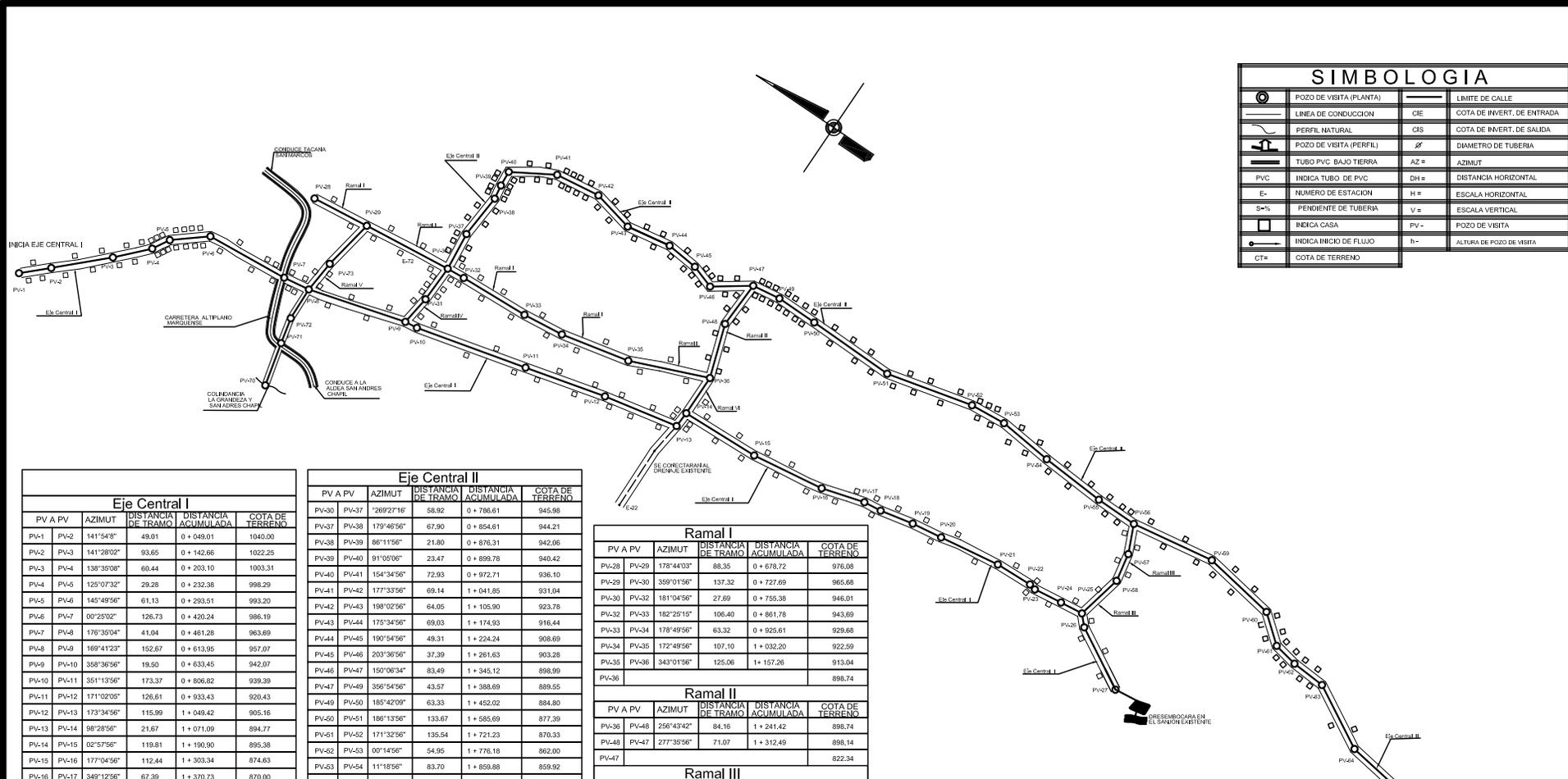
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



SIMBOLOGIA

	POZO DE VISTA (PLANTA)		LÍNEA DE CONDUCCION		LÍMITE DE CALLE
	PERFIL NATURAL		CIE		COTA DE INVERT. DE SALIDA
	POZO DE VISTA (PERFIL)		Ø		DIAMETRO DE TUBERIA
	TUBO PVC BAJO TIERRA		AZ =		DISTANCIA HORIZONTAL
	PVC		DH =		ESCALA VERTICAL
	E =		H =		ESCALA HORIZONTAL
	S = %		V =		ESCALA VERTICAL
	INDICA CASA		PV =		POZO DE VISTA
	INDICA INICIO DE FLUJO		H =		ALTURA DE POZO DE VISTA
	CT =		COTA DE TERRENO		

Eje Central I

PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-1	PV-2	141°54'38"	49.01	0 + 049.01
PV-2	PV-3	141°29'02"	93.65	0 + 142.66
PV-3	PV-4	138°35'08"	60.44	0 + 203.10
PV-4	PV-5	125°07'32"	29.28	0 + 232.38
PV-5	PV-6	145°49'56"	61.13	0 + 293.51
PV-6	PV-7	00°25'02"	126.73	0 + 420.24
PV-7	PV-8	178°39'04"	41.04	0 + 461.28
PV-8	PV-9	169°41'23"	152.67	0 + 613.95
PV-9	PV-10	358°36'56"	19.50	0 + 633.45
PV-10	PV-11	351°13'59"	173.37	0 + 806.82
PV-11	PV-12	171°02'05"	126.61	0 + 933.43
PV-12	PV-13	173°34'56"	115.99	1 + 049.42
PV-13	PV-14	98°28'56"	21.67	1 + 071.09
PV-14	PV-15	02°57'56"	119.81	1 + 190.90
PV-15	PV-16	177°04'56"	112.44	1 + 303.34
PV-16	PV-17	349°12'56"	67.39	1 + 370.73
PV-17	PV-18	178°40'56"	27.44	1 + 398.17
PV-18	PV-19	173°02'56"	55.44	1 + 453.61
PV-19	PV-20	177°06'21"	47.20	1 + 500.81
PV-20	PV-21	359°13'22"	94.34	1 + 595.15
PV-21	PV-22	162°59'16"	56.47	1 + 651.62
PV-22	PV-23	197°22'44"	9.01	1 + 660.63
PV-23	PV-24	178°06'56"	45.23	1 + 705.86
PV-24	PV-25	179°32'02"	35.29	1 + 741.15
PV-25	PV-26	231°58'56"	21.20	1 + 762.35
PV-26	PV-27	214°30'37"	104.49	1 + 866.84
PV-27	FOSA I	178°28'00"	37.93	1 + 904.77
FOSA I				907.00

Eje Central II

PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-30	PV-37	289°27'16"	58.92	0 + 786.61
PV-37	PV-38	179°46'56"	67.90	0 + 854.51
PV-38	PV-39	86°11'56"	21.80	0 + 876.31
PV-39	PV-40	91°05'06"	23.47	0 + 899.78
PV-40	PV-41	154°34'56"	72.93	0 + 972.71
PV-41	PV-42	177°33'56"	69.14	1 + 041.85
PV-42	PV-43	198°02'56"	64.05	1 + 105.90
PV-43	PV-44	175°34'56"	69.03	1 + 174.93
PV-44	PV-45	190°54'56"	49.31	1 + 224.24
PV-45	PV-46	203°36'56"	37.39	1 + 261.63
PV-46	PV-47	150°06'34"	63.49	1 + 345.12
PV-47	PV-49	358°54'56"	43.57	1 + 388.69
PV-49	PV-50	165°42'09"	63.33	1 + 452.02
PV-50	PV-51	186°13'56"	133.67	1 + 585.69
PV-51	PV-52	171°32'56"	135.54	1 + 721.23
PV-52	PV-53	00°14'56"	54.95	1 + 776.18
PV-53	PV-54	11°18'56"	83.70	1 + 859.88
PV-54	PV-55	189°00'16"	98.95	1 + 958.83
PV-55	PV-56	05°47'33"	63.73	2 + 022.56
PV-56	PV-59	358°05'56"	128.89	2 + 151.45
PV-59	PV-60	194°21'56"	112.85	2 + 264.10
PV-60	PV-61	224°24'33"	53.11	2 + 317.21
PV-61	PV-62	196°08'38"	37.81	2 + 355.02
PV-62	PV-63	198°49'30"	48.86	2 + 403.88
PV-63	PV-64	214°15'00"	107.57	2 + 511.45
PV-64	PV-65	193°40'00"	106.42	2 + 617.87
PV-65	PV-66	192°06'00"	153.19	2 + 771.06
PV-66	PV-67	181°47'00"	73.46	2 + 844.52
PV-67	PV-68	189°09'00"	79.05	2 + 923.57
PV-68	PV-69	85°18'00"	31.34	2 + 954.91
PV-69	FOSA II	94°54'00"	36.61	2 + 991.52
FOSA II				765.54

Ramal I

PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-28	PV-29	178°44'03"	88.35	0 + 678.72
PV-29	PV-30	359°01'56"	137.32	0 + 727.69
PV-30	PV-32	181°04'56"	27.69	0 + 755.38
PV-32	PV-33	182°25'15"	106.40	0 + 861.78
PV-33	PV-34	178°49'56"	63.32	0 + 925.61
PV-34	PV-35	172°49'56"	107.10	1 + 032.20
PV-35	PV-36	343°01'56"	125.06	1 + 157.26
PV-36				896.74

Ramal II

PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-36	PV-48	256°43'42"	84.16	1 + 241.42
PV-48	PV-47	277°35'56"	71.07	1 + 312.49
PV-47				822.34

Ramal III

PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-56	PV-67	71°33'00"	45.95	2 + 066.51
PV-67	PV-68	64°43'56"	43.58	2 + 112.09
PV-68	PV-25	107°53'56"	71.31	2 + 183.40
PV-25				822.34

Ramal IV

PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-30	PV-9	67°08'05"	56.67	0 + 794.36
PV-9				945.03
PV-30	PV-9	102°54'47"	47.85	0 + 826.21
PV-9				945.00
PV-9				942.10

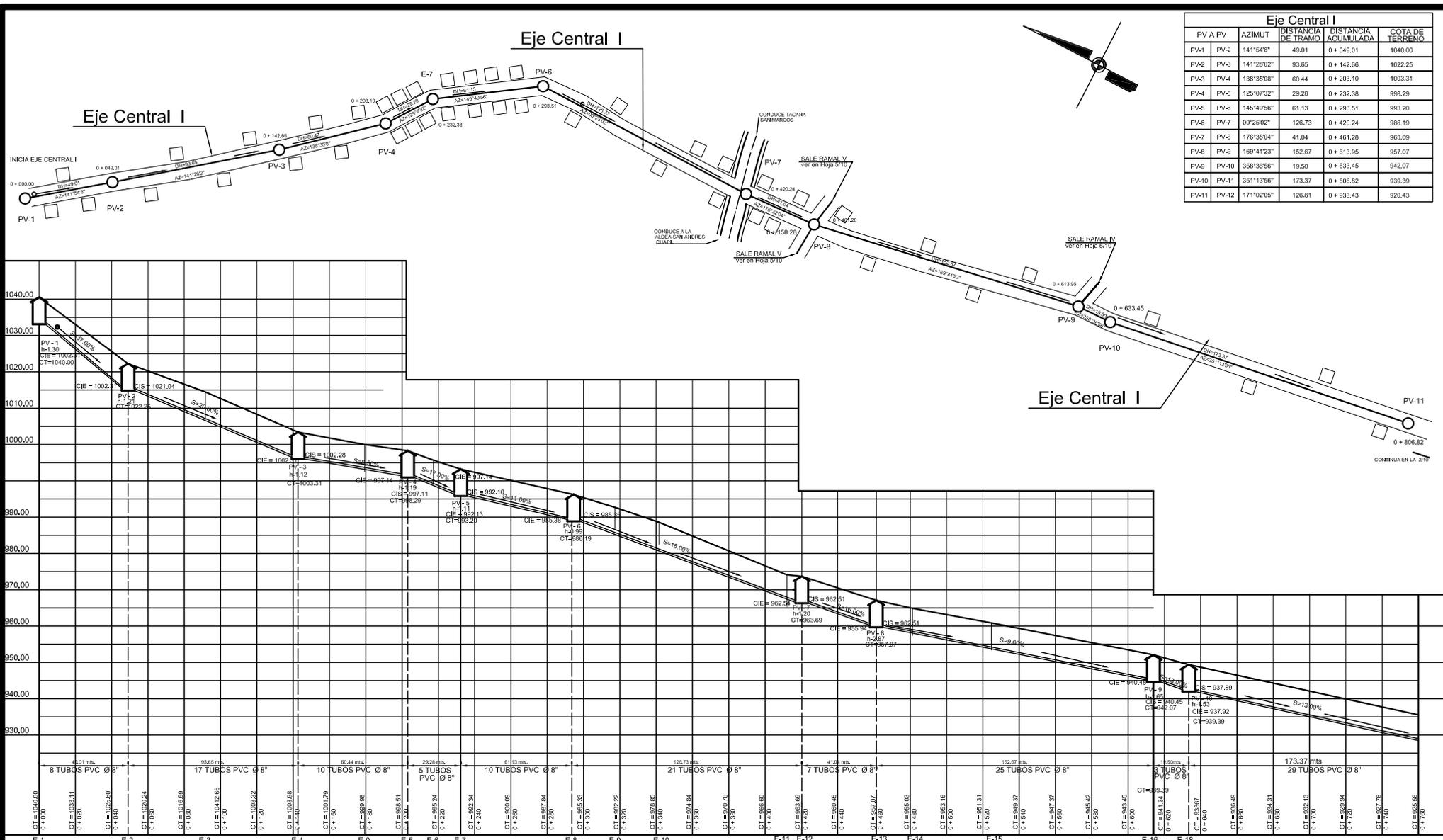
Ramal V

PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-70	PV-71	261°36'48"	67.52	0 + 588.60
PV-71	PV-72	262°17'56"	40.00	0 + 541.28
PV-72	PV-8	273°16'56"	50.76	0 + 501.28
PV-8	PV-73	208°19'56"	79.54	0 + 540.82
PV-73	PV-29	105°22'00"	49.55	0 + 590.37
PV-29				965.68
PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-36	PV-14	94°56'28"	63.59	1 + 220.85
PV-14				898.74
PV-14				895.38

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

CASERO: JORGE LUIS RODAS MARTÍNEZ	CARRERA: JORGE LUIS RODAS MARTÍNEZ	GRUPO: DRENAJE
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO	TOPOGRAFIA: JORGE LUIS RODAS MARTÍNEZ	
OBJETO: ALDEA LA GRANDEZA		
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	UBICACION: JORGE LUIS RODAS MARTÍNEZ	
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	ESCALA: INDICADA	
COTIZACIÓN: PLANTA GENERAL	FECHA: AGOSTO / 2007	HOJA No. 1 / 10

PLANTA GENERAL, ALCANTARILLADO SANITARIO DE ALDEA LA GRANDEZA escala: 3000

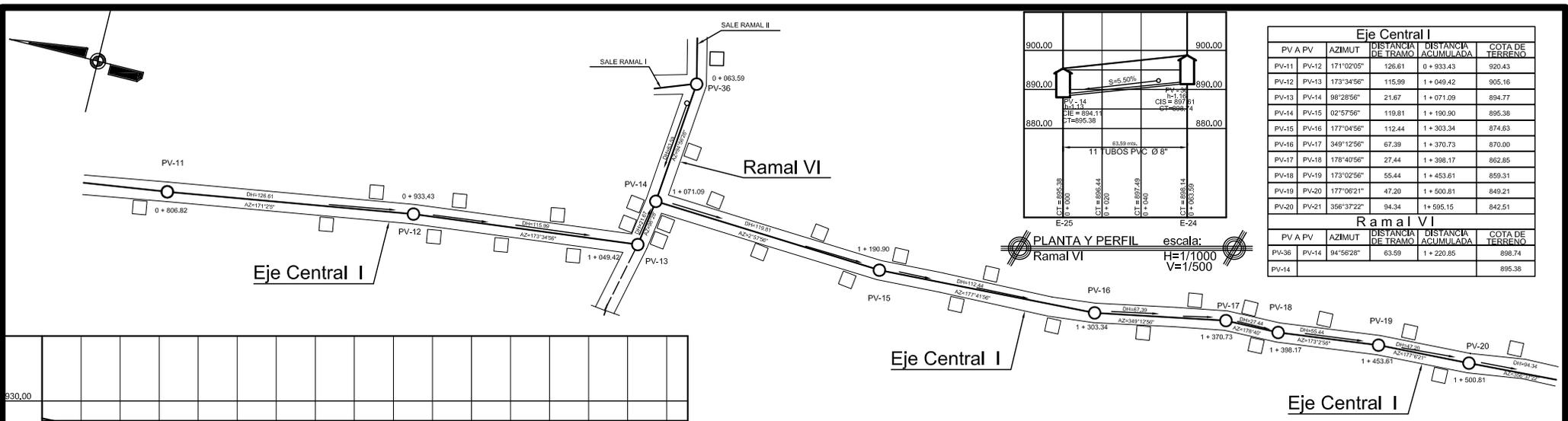


Eje Central I					
PV A	PV B	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-1	PV-2	141°54'8"	49.01	0 + 049.01	1040.00
PV-2	PV-3	141°28'02"	93.85	0 + 142.86	1022.25
PV-3	PV-4	138°35'08"	60.44	0 + 203.10	1003.31
PV-4	PV-5	125°07'32"	29.26	0 + 232.38	998.29
PV-5	PV-6	145°49'56"	61.13	0 + 293.51	993.20
PV-6	PV-7	00°25'02"	126.73	0 + 420.24	986.19
PV-7	PV-8	178°35'04"	41.04	0 + 461.28	963.69
PV-8	PV-9	169°41'23"	152.67	0 + 613.95	957.07
PV-9	PV-10	358°36'56"	19.50	0 + 633.45	942.07
PV-10	PV-11	351°13'56"	173.37	0 + 806.82	939.39
PV-11	PV-12	171°02'05"	126.61	0 + 933.43	920.43

PLANTA PERFIL PV.1 AL PV. 11
Eje Central I

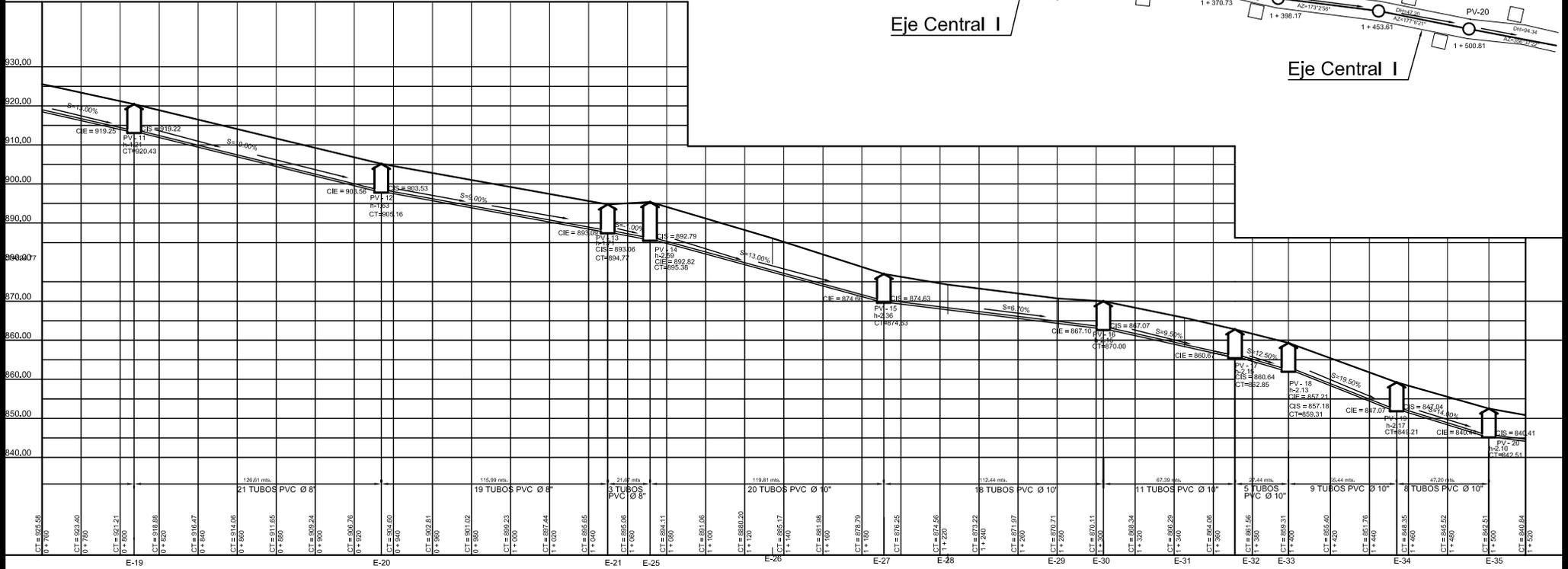
escala:
H=1/1000
V=1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
DISEÑO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	DISEÑO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO		COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA LA GRANDEZA		JEFE DE OFICINA: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		FECHA: AGOSTO / 2007
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL		HOJA NO. 2 10



Eje Central I					
PV A	PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-11	PV-12	171°02'05"	126.61	0 + 933.43	920.43
PV-12	PV-13	173°34'56"	115.99	1 + 049.42	905.16
PV-13	PV-14	98°25'56"	21.67	1 + 071.09	894.77
PV-14	PV-16	02°57'56"	119.81	1 + 190.90	895.38
PV-15	PV-16	177°04'56"	112.44	1 + 303.34	874.63
PV-16	PV-17	349°12'56"	67.39	1 + 370.73	870.00
PV-17	PV-18	178°40'56"	27.44	1 + 398.17	862.85
PV-18	PV-19	173°02'56"	55.44	1 + 453.61	859.31
PV-19	PV-20	177°05'21"	47.20	1 + 500.81	849.21
PV-20	PV-21	356°37'22"	94.34	1 + 595.15	842.51

Ramal VI					
PV A	PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-36	PV-14	94°56'28"	63.59	1 + 220.85	898.74
PV-14					895.38

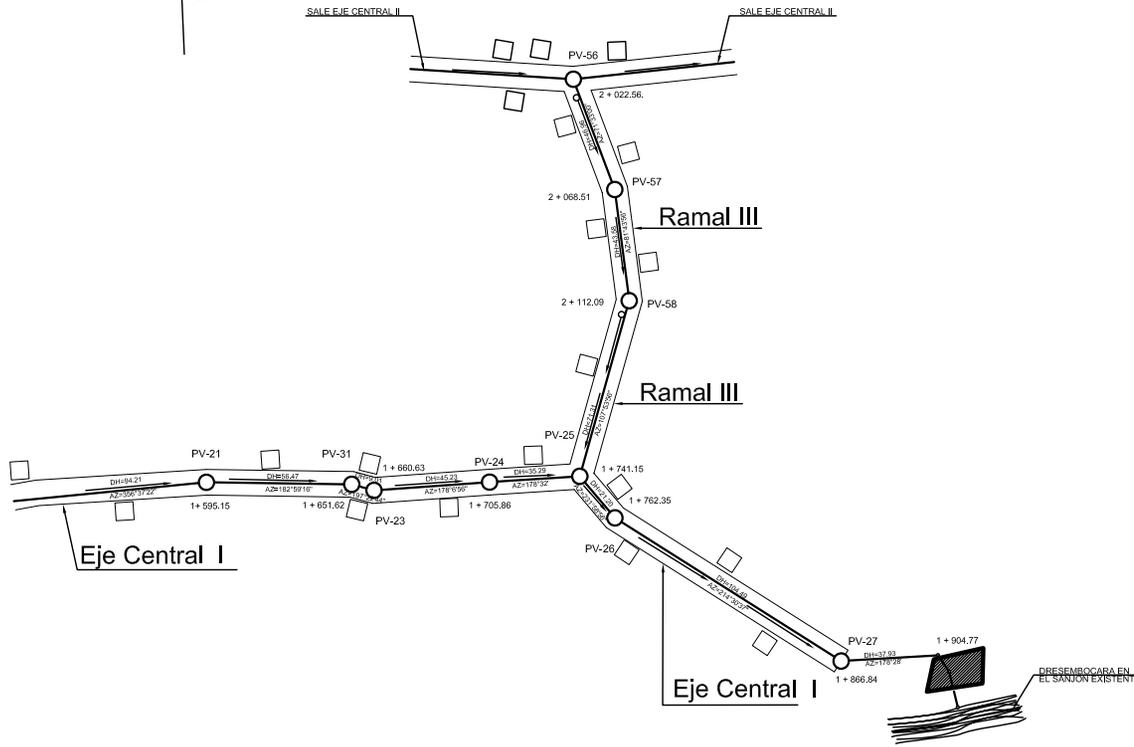
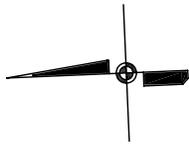


PLANTA Y PERFIL

Eje Central I

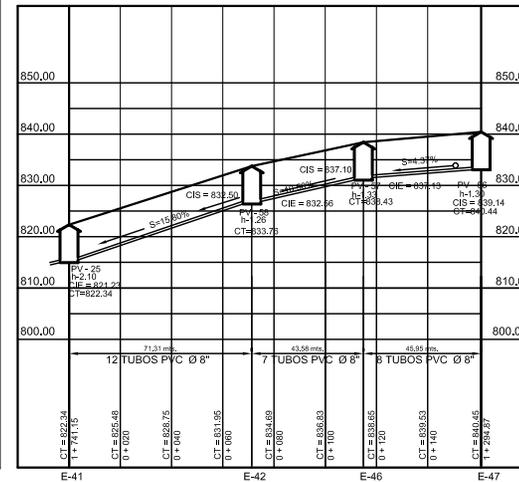
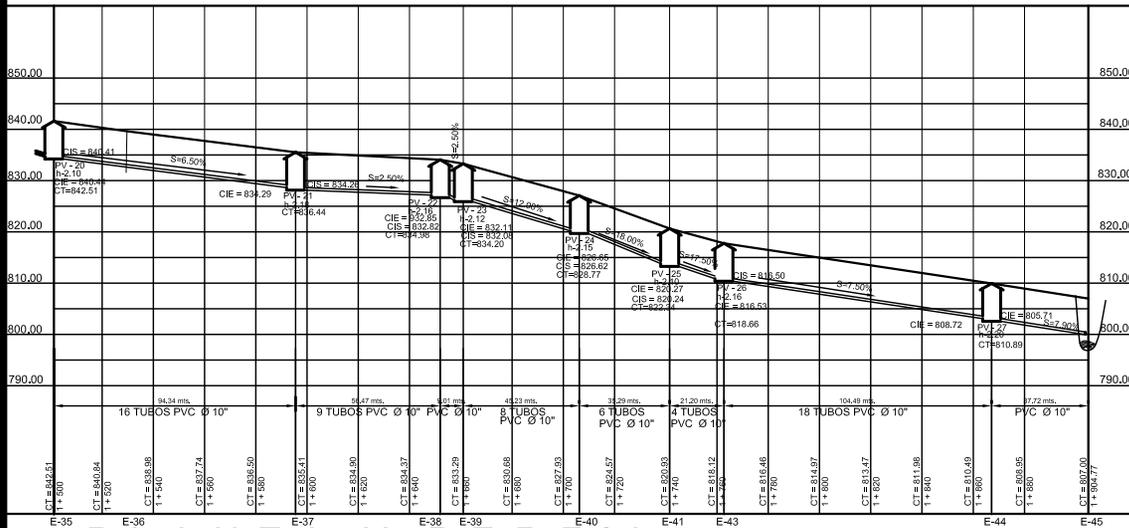
escala:
H=1/1000
V=1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
DISEÑO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	DISEÑO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO		COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA LA GRANDEZA		JEFE DE OFICINA: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		FECHA: AGOSTO / 2007
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL		HOJA No. 3 10



Eje Central I					
PV A	PV B	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-21	PV-22	182°59'16"	56.47	1 + 661.62	838.44
PV-22	PV-23	187°22'44"	9.01	1 + 660.63	834.96
PV-23	PV-24	178°06'56"	45.23	1 + 705.86	834.20
PV-24	PV-25	178°32'02"	35.29	1 + 741.15	828.77
PV-25	PV-26	231°58'56"	21.20	1 + 762.35	822.34
PV-26	PV-27	214°30'37"	104.49	1 + 866.84	818.66
PV-27	FOSA I	178°28'00"	37.93	1 + 904.77	810.89
FOSA I					807.00

Ramal III					
PV A	PV B	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-56	PV-57	71°33'00"	45.95	2 + 068.51	840.44
PV-57	PV-58	84°43'59"	43.58	2 + 112.09	838.43
PV-58	PV-25	107°53'56"	71.31	2 + 183.40	833.76
PV-25					822.34



PLANTA Y PERFIL
Eje Central I

escala:
H=1/1000
V=1/500

PLANTA Y PERFIL
Ramal III

escala:
H=1/1000
V=1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

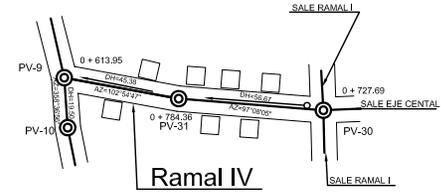
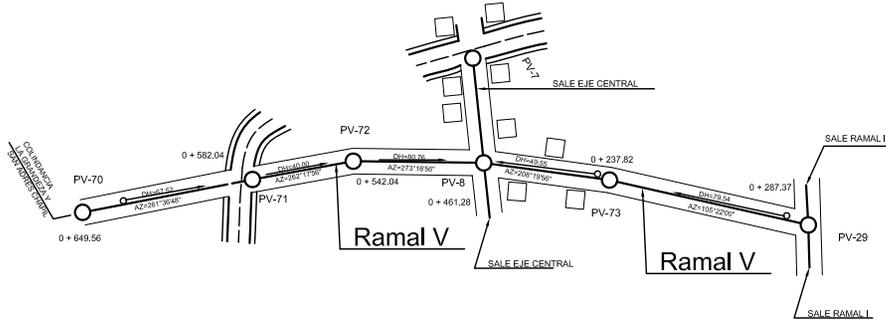
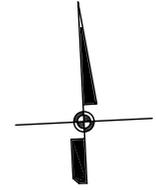
DIRIGIDA POR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
DISEÑADO POR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO
COMUNIDAD: ALDEA LA GRANDEZA
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

REVISADO POR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
ELABORADO POR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
Escala: INDICADA

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL
FECHA: AGOSTO / 2007

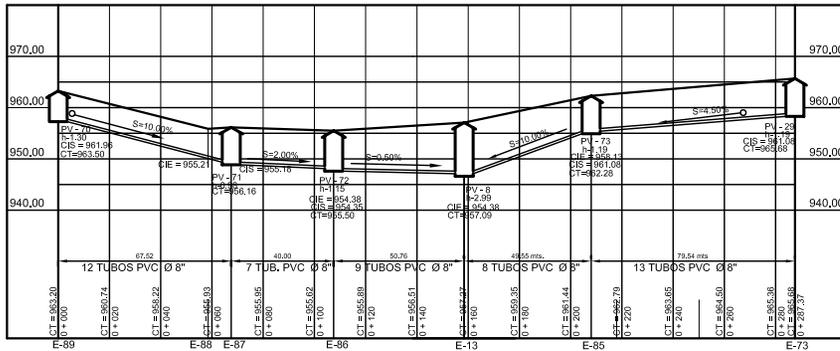
ANEXO 1: BOPROYECTO
ANEXO 2: PLAN DE ALIADO
ANEXO 3: PLAN DE ALIADO

4 / 10



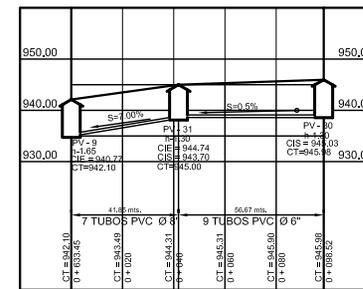
Ramal V				
PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-70	261°36'45"	67.52	0 + 588.80	963.50
PV-71	282°17'56"	40.00	0 + 541.28	956.15
PV-72	273°16'56"	50.76	0 + 501.28	955.50
PV-8	208°19'56"	79.54	0 + 540.82	957.09
PV-73	105°22'00"	48.55	0 + 590.37	962.28
PV-29				965.68

Ramal IV				
PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-9	97°08'05"	56.67	0 + 784.36	945.03
PV-10	102°54'47"	41.85	0 + 826.21	945.00
PV-30				942.10



PLANTA Y PERFIL
Ramal V

escala:
H=1/1000
V=1/500

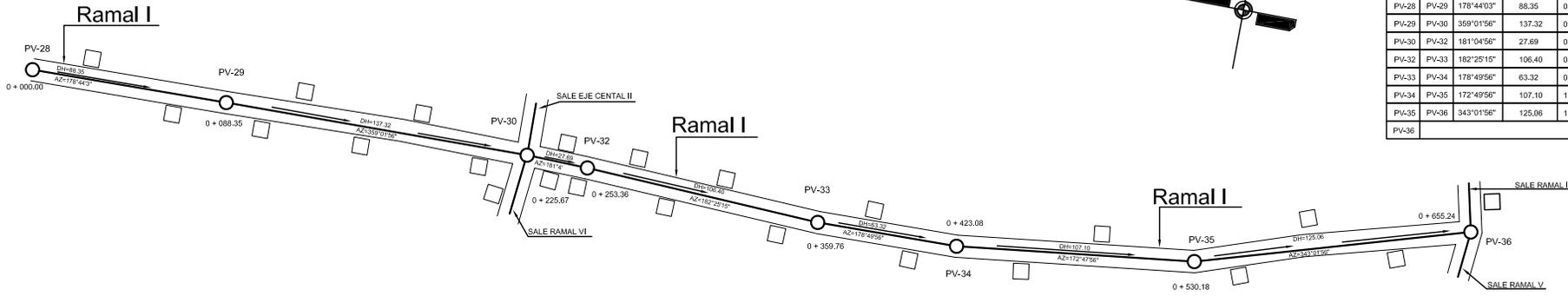


PLANTA Y PERFIL
Ramal IV

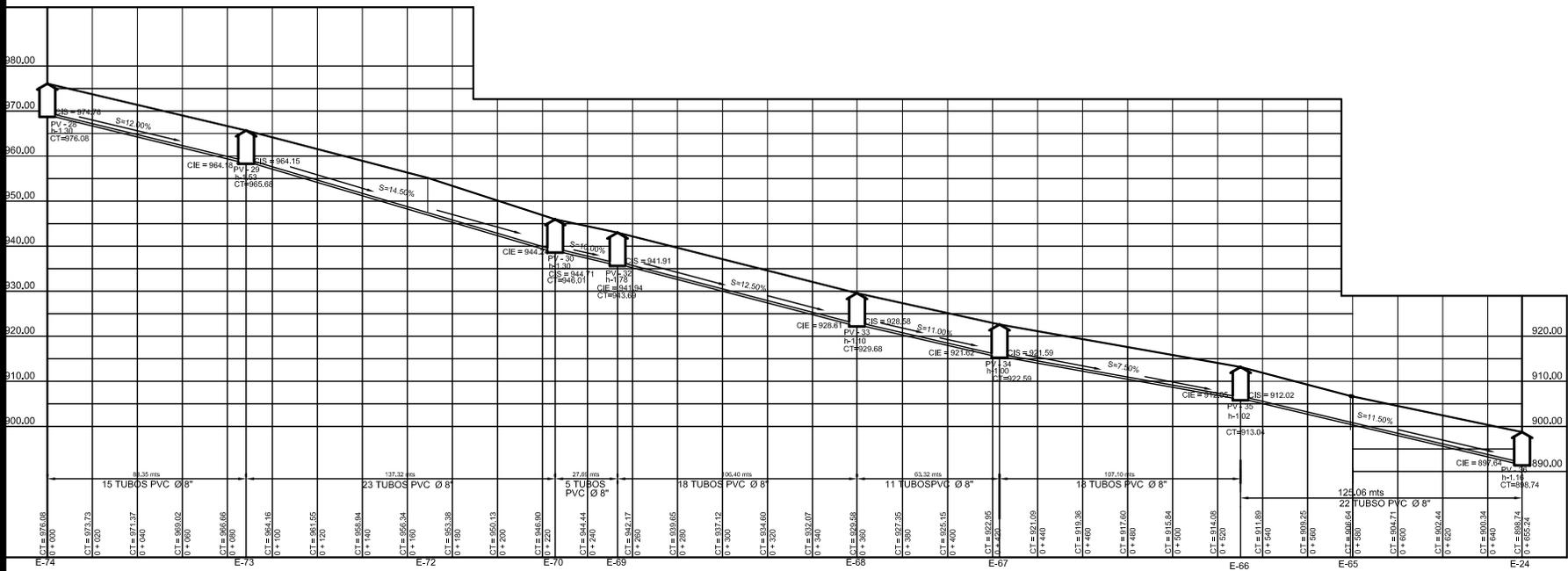
escala:
H=1/1000
V=1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

OBISPO JORGE LUIS RODAS MATIAS	CALCULOS JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR REVISOR
PROYECTO DRENAJE SANITARIO	TOPOGRAFIA JORGE LUIS RODAS MATIAS	
COMUNIDAD ALDEA LA GRANDEZA	PLANEOS JORGE LUIS RODAS MATIAS	
MUNICIPIO SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	PLANTA JORGE LUIS RODAS MATIAS	
DEPARTAMENTO SAN MARCOS	INDICADA	
CONTENIDO PLANTA Y PERFIL	FECHA MARZO / 2007	ESCALA 5/10



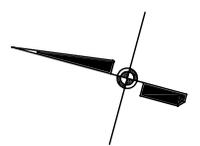
Ramal I					
PV A	PV B	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-28	PV-29	178°44'03"	88.35	0 + 678.72	976.08
PV-29	PV-30	358°01'56"	137.32	0 + 727.69	965.68
PV-30	PV-32	181°04'56"	27.69	0 + 755.38	946.01
PV-32	PV-33	182°25'15"	106.40	0 + 861.78	943.69
PV-33	PV-34	178°49'56"	63.32	0 + 925.61	929.66
PV-34	PV-35	172°49'56"	107.10	1 + 032.20	922.59
PV-35	PV-36	343°01'56"	125.06	1 + 157.26	913.04
PV-36					898.74



PLANTA Y PERFIL
Ramal I

escala:
H=1/1000
V=1/500

DISEÑO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	DIBUJOS: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR:
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO		COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA LA GRANDEZA		JEFE DE: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL	FECHA: AGOSTO / 2007	PÁGINA NO. 10



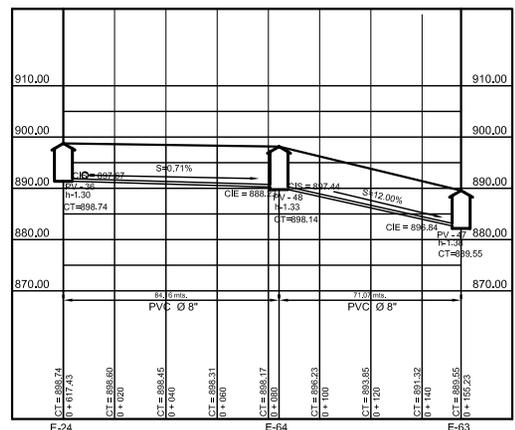
Eje Central II

Eje Central II

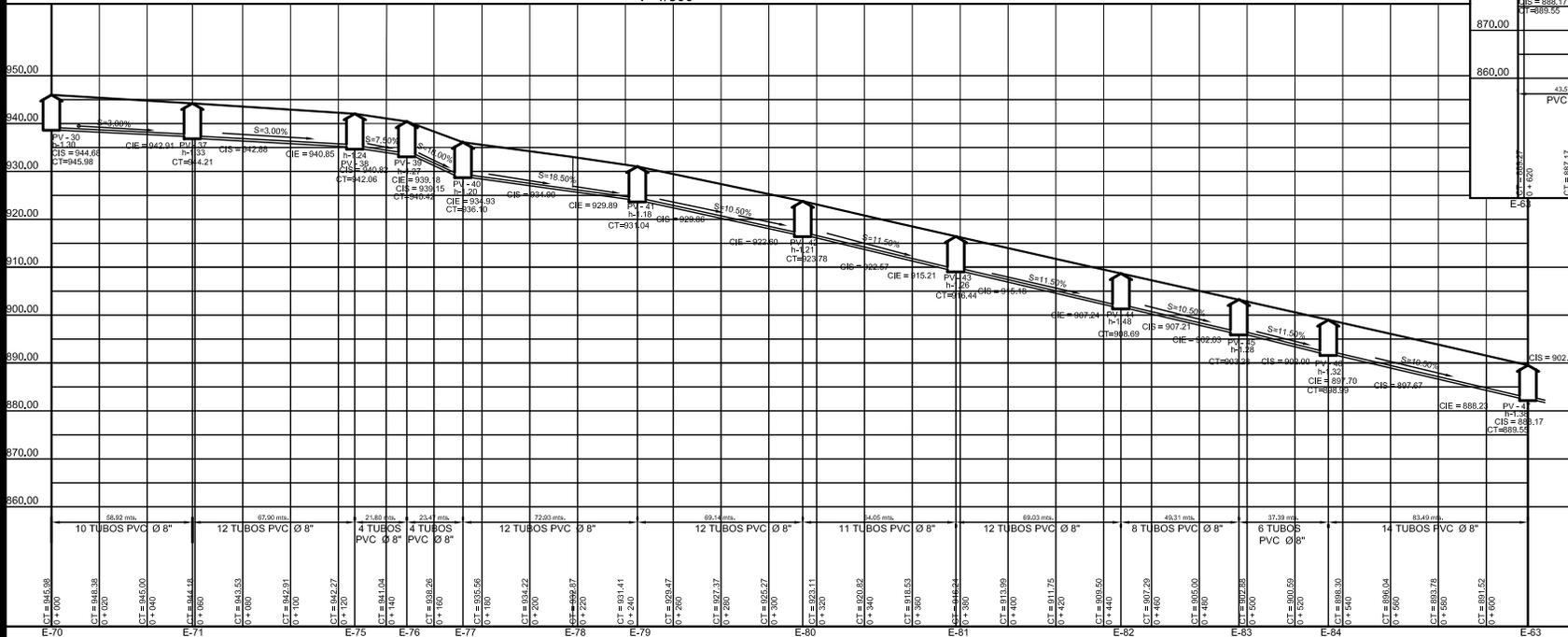
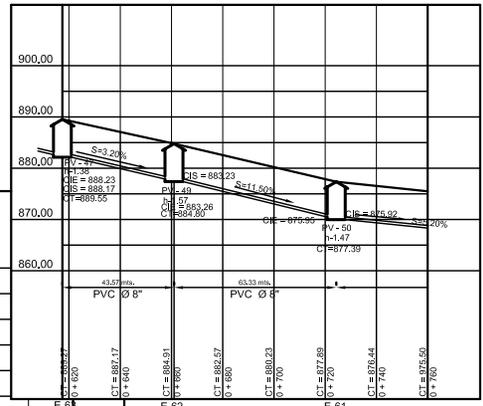
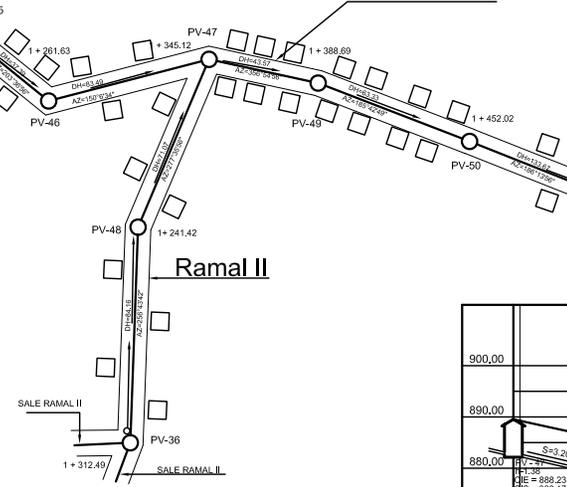
Eje Central II

Ramal II					
PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO	
PV-36	PV-48	266°43'42"	84.16	1 + 241.42	898.74
PV-48	PV-47	277°35'56"	71.07	1 + 312.49	898.14
PV-47					822.34

Eje Central II					
PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO	
PV-30	PV-37	289°27'16"	58.92	0 + 786.61	945.98
PV-37	PV-38	179°48'56"	67.90	0 + 854.51	944.21
PV-38	PV-39	86°11'56"	21.80	0 + 876.31	942.06
PV-39	PV-40	91°05'06"	23.47	0 + 899.78	940.42
PV-40	PV-41	154°34'56"	72.93	0 + 972.71	936.10
PV-41	PV-42	177°33'56"	69.14	1 + 041.85	931.04
PV-42	PV-43	198°02'56"	64.05	1 + 105.9	923.78
PV-43	PV-44	175°34'56"	69.03	1 + 174.93	916.44
PV-44	PV-45	190°54'56"	49.31	1 + 224.24	908.69
PV-45	PV-46	203°30'56"	37.39	1 + 261.63	903.28
PV-46	PV-47	150°06'34"	83.49	1 + 345.12	898.99
PV-47	PV-49	356°54'56"	43.57	1 + 388.69	889.55
PV-49	PV-50	185°42'09"	63.33	1 + 452.02	884.80



PLANTA Y PERFIL
Ramal II
escala:
H=1/1000
V=1/500

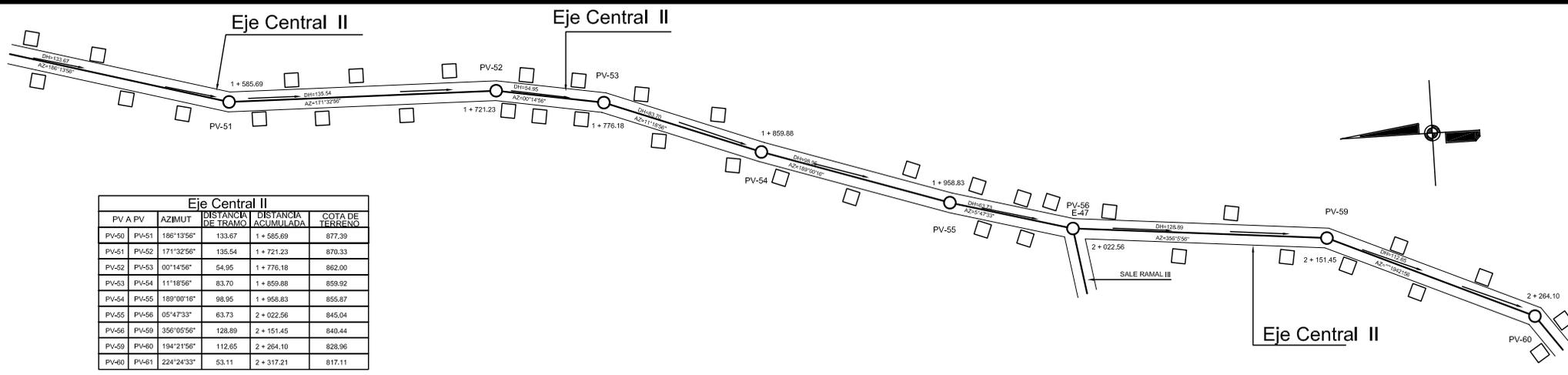


PLANTA Y PERFIL
Eje Central II
escala:
H=1/1000
V=1/500

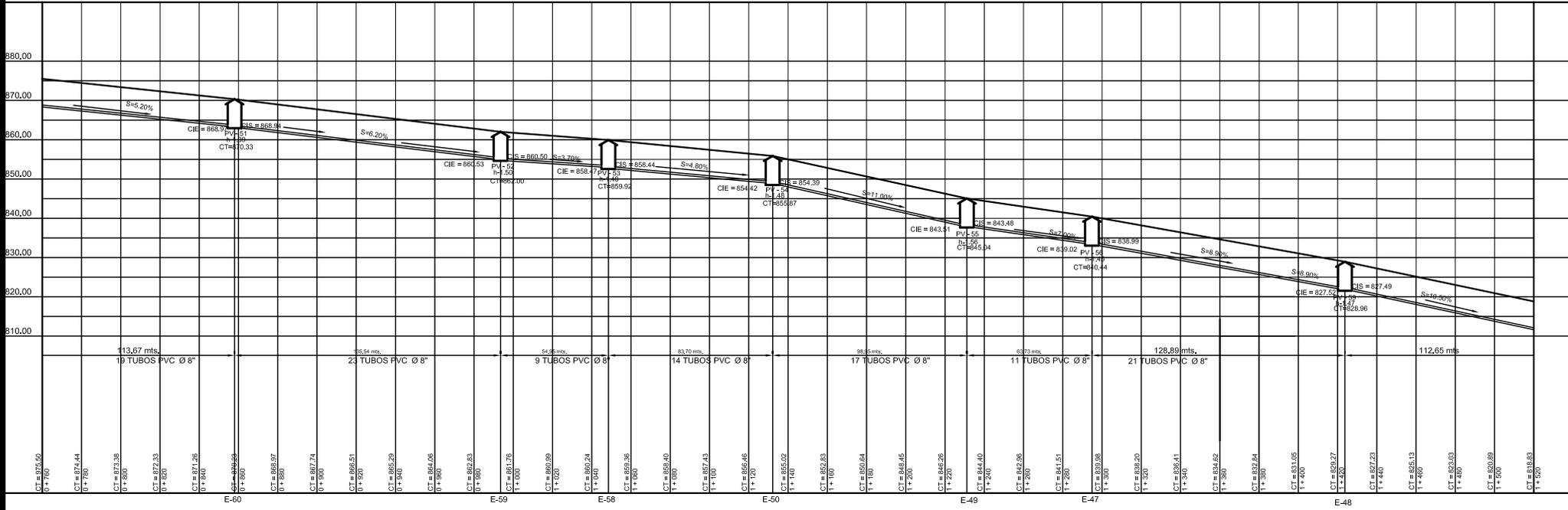
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

DIRIGIDA JORGE LUIS RODAS MATIAS	COORDINADOR JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR REVISOR
PROYECTISTA DRENAJE SANITARIO	COMUNICACION ALDEA LA GRANDEZA	COPISTAS JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	FECHA AGOSTO 2007	BOLETIN INDICADA
DEPARTAMENTO SAN MARCOS	ANEXO Y SUBPROYECTO H. PLAN DE DRENAJE SANITARIO	ANEXO Y SUBPROYECTO H. PLAN DE DRENAJE SANITARIO

7/10



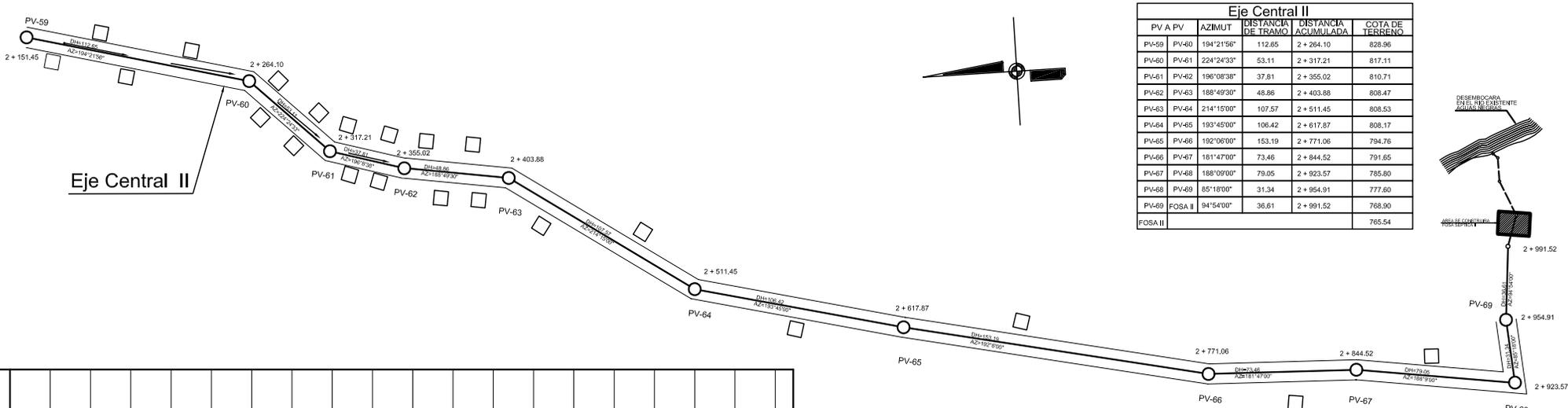
PV A PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-50	186°13'56"	133.67	1 + 585.89	877.39
PV-51	171°32'56"	135.54	1 + 721.23	870.33
PV-52	00°14'56"	54.95	1 + 776.18	862.00
PV-53	11°18'56"	83.70	1 + 859.88	859.92
PV-54	189°00'16"	98.95	1 + 958.83	855.87
PV-55	05°47'33"	63.73	2 + 022.56	845.04
PV-56	356°05'56"	128.89	2 + 151.45	840.44
PV-58	194°21'56"	112.65	2 + 264.10	828.96
PV-60	224°24'33"	53.11	2 + 317.21	817.11



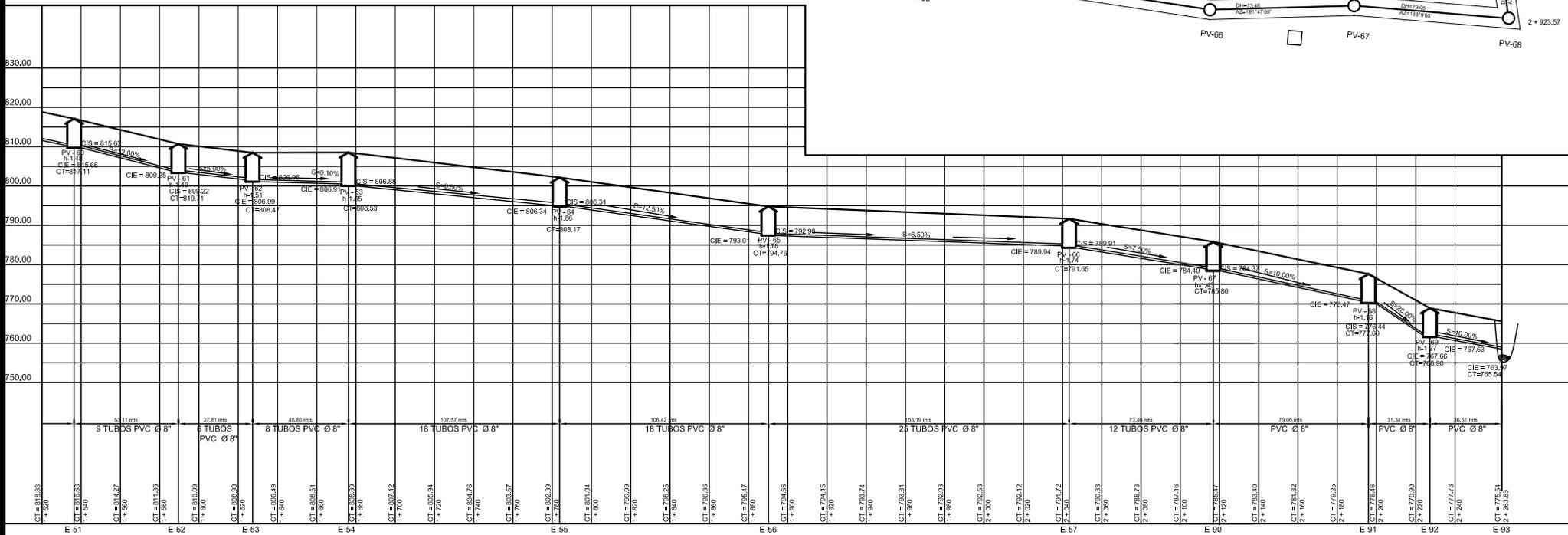
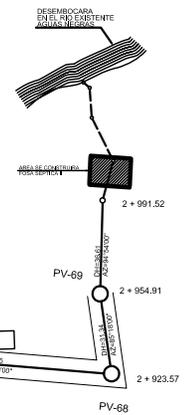
PLANTA Y PERFIL
Eje Central II

escala:
H=1/1000
V=1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
DIRECTOR: JORGE LUIS RODAS MATEOS	COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATEOS	REVISOR: JORGE LUIS RODAS MATEOS
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO		
COMUNIDAD: ALDEA LA GRANDEZA		
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL		
FECHA: AGOSTO / 2007		
ESCALA: INDICADA		
DIA. NÚM. 8/10		



Eje Central II					
PV A	PV	AZIMUT	DISTANCIA DE TRAMO	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DE TERRENO
PV-59	PV-60	194°21'56"	112.65	2 + 264.10	828.96
PV-60	PV-61	224°24'33"	53.11	2 + 317.21	817.11
PV-61	PV-62	196°08'38"	37.81	2 + 355.02	810.71
PV-62	PV-63	188°49'30"	48.86	2 + 403.88	808.47
PV-63	PV-64	214°15'00"	107.57	2 + 511.45	808.53
PV-64	PV-65	193°45'00"	106.42	2 + 617.87	808.17
PV-65	PV-66	192°06'00"	153.19	2 + 771.06	794.76
PV-66	PV-67	161°47'00"	73.46	2 + 844.52	791.65
PV-67	PV-68	168°09'00"	79.05	2 + 923.57	785.60
PV-68	PV-69	85°18'00"	31.34	2 + 954.91	777.60
PV-69	FOSA II	94°54'00"	36.61	2 + 991.52	768.90
FOSA II					765.54

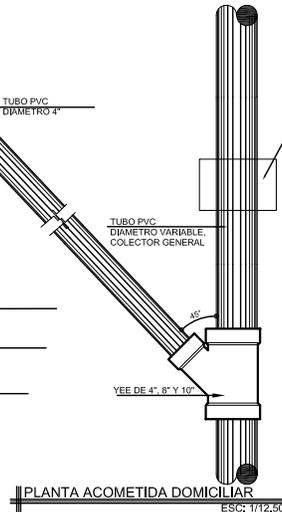
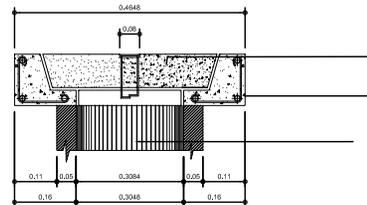
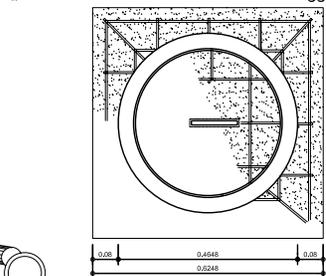
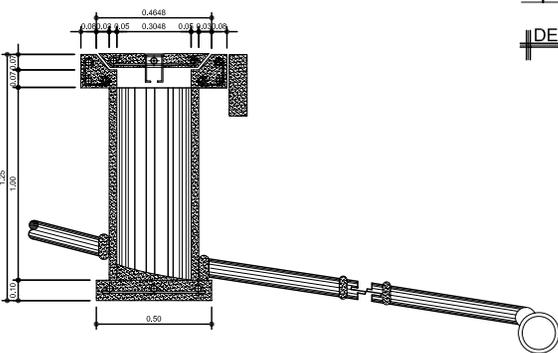
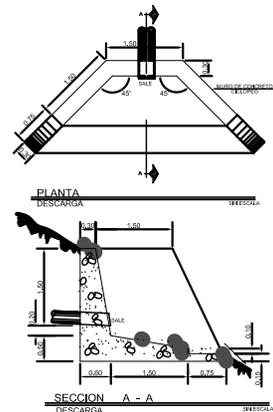
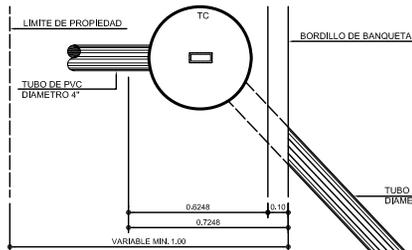
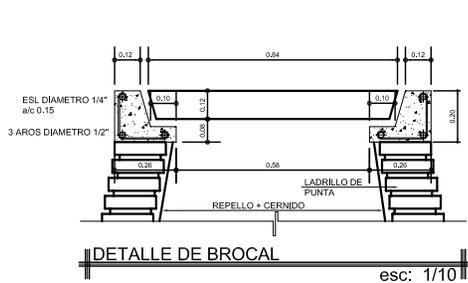
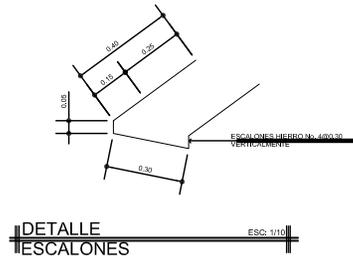
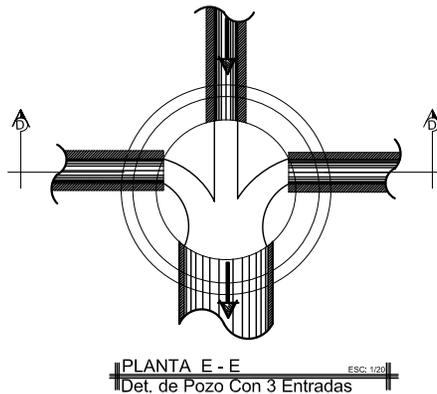
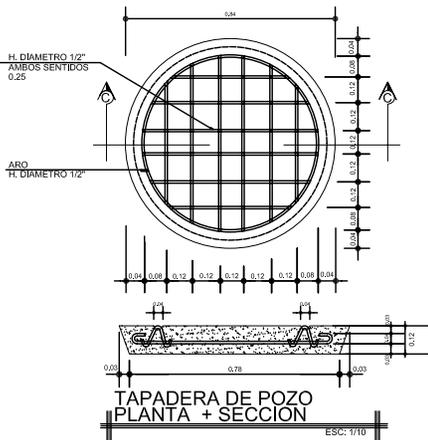
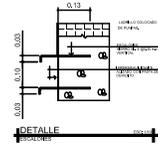
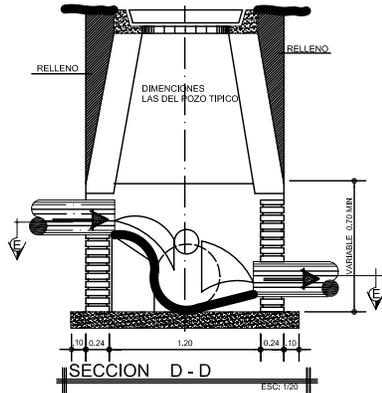
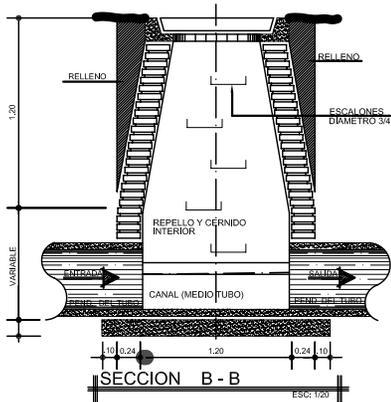


PLANTA Y PERFIL

Eje Central II

escala:
H=1/1000
V=1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
DISEÑO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	DIBUJO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO		TOPOGRAFICO: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNICADO: ALDEA LA GRANDEZA		JEFE: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL	FECHA: AGOSTO / 2007	DIA. N. 9 / 10
ANEXO Y SUPLENTO: N/A		ANEXO Y SUPLENTO: N/A



SECCION C-C ESC: 1/7.5

PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR ESC: 1/12.50

ESPECIFICACIONES.

- ACERO.**
- EL ACERO DEBERA TENER UN FY = 2,800 KG./CM².
- CONCRETO.**
- EL CONCRETO DEBERA TENER UN FC = 210 KG./CM².
 - RELACION DE AGUA / CEMENTO MAXIMA PERMISIBLE 29.3 LTS. / SACOS DE CEMENTO.
 - EL AGREGADO GUESO (PIEDRIN) DEBERA TENER UN DIAMETRO MINIMO DE 1/2\"/>

CARGAS (Resistencia)

CONCRETO 2,400 KG / M.
MURO 200 KG / M.
CÓDIGOS DE DISEÑO. A C I 318 / 71

MAMPOSTERIA.

- LA MAMPOSTERIA SERA CONFORME A LA NORMA C - 62 DE LA ASTM.
- SE USARA LADRILLO TAYUYO DE 0.065 x 0.11 x 0.23 O LADRILLO PERFORADO DE IGUAL DIMENSION.
- LA TOLERANCIA DE DIMENSIONES EN LOS LADELLOS, NO DEBERN EXEGERSE A = 0.32 CMS. DE LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS.
- EL AREA DE VACIOS EN LADRILLOS PERFORADOS, NO DEBERA SE MAYOR QUE EL 25% DEL AREA TOTAL.
- EL LADRILLO TENDRA UNA RESISTENCIA DE 84 KG / CM².

MORTERO (Sabieta).

- PROPORCION 1:3 = (DE CEMENTO + 3 DE ARENA DE RIO).
- EL AGUA A USARSE DEBERA SER LIMPIA Y LIBRE DE ACIDOS, ACEITE, SAL Y SUBSTANCIAS DANINAS.
- EL CEMENTO A USARSE SERA PORTLAN TÍPO 1, CONFORME A LA NORMA C - 150 DE LA ASTM.
- LA ARENA A USARSE SERA ARENA DE RIO SECA, CONFORME A LA NORMA C - 144C DE LA ASTM.

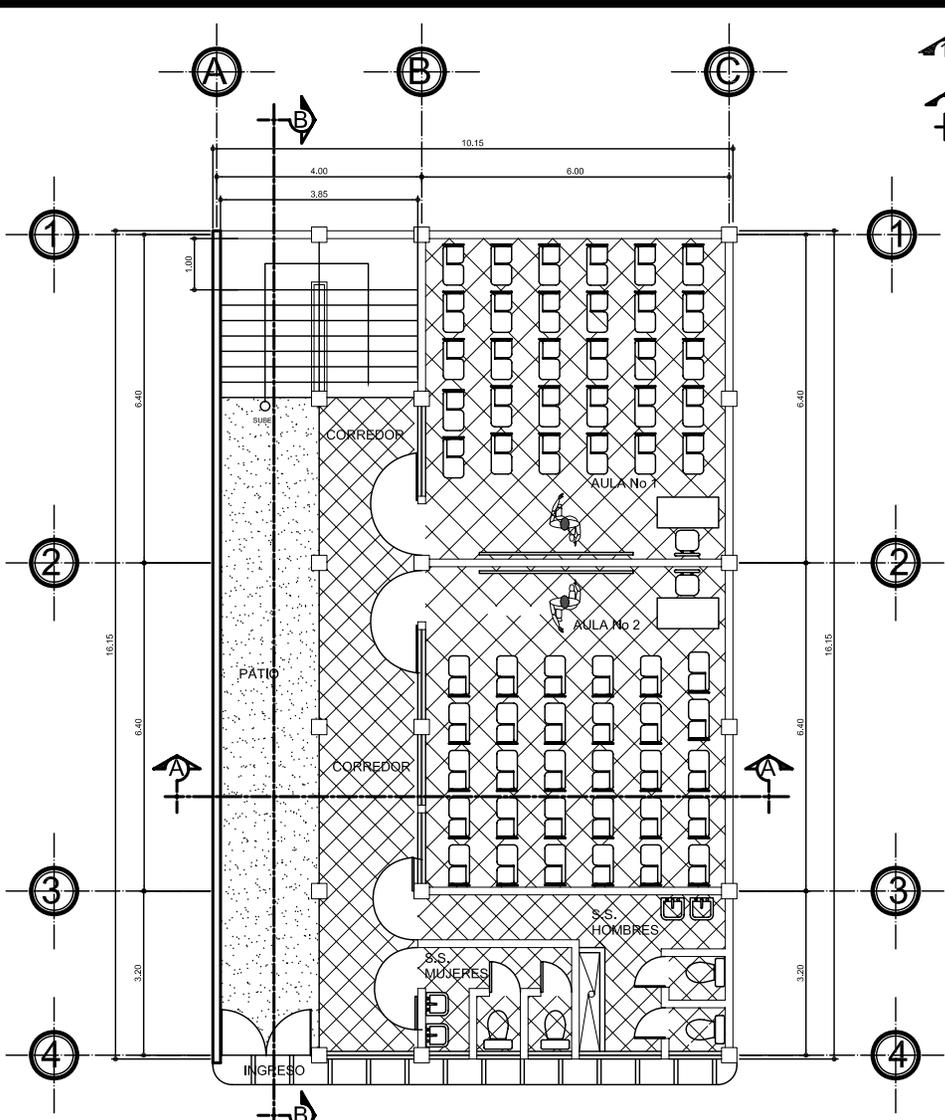
TUBERIA PVC.

- LA TUBERIA SERA CONFORME A LA NORMA 30-34 DE LA ASTM. NO DEBE USARSE TUBERIA DE DIAMTRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
- TODA LA TUBERIA SE COLOCARA ALINEADA Y CON EL DESNIVEL INDICADO EN LOS PALNOS USANDO PARA ELLO UN EMPILANTILLADO DE LADRILLO TAYUYO.
- LAS UNIONES ENTRE TUBOS, SERA CON SABIETA EN PROPORCION 1:3 Y SE CUBIRIRAN CON PAPEL O MATERIA ADECUADA PARA EVITAR EL FRAGUADO VIOLENTO.

NOTAS.

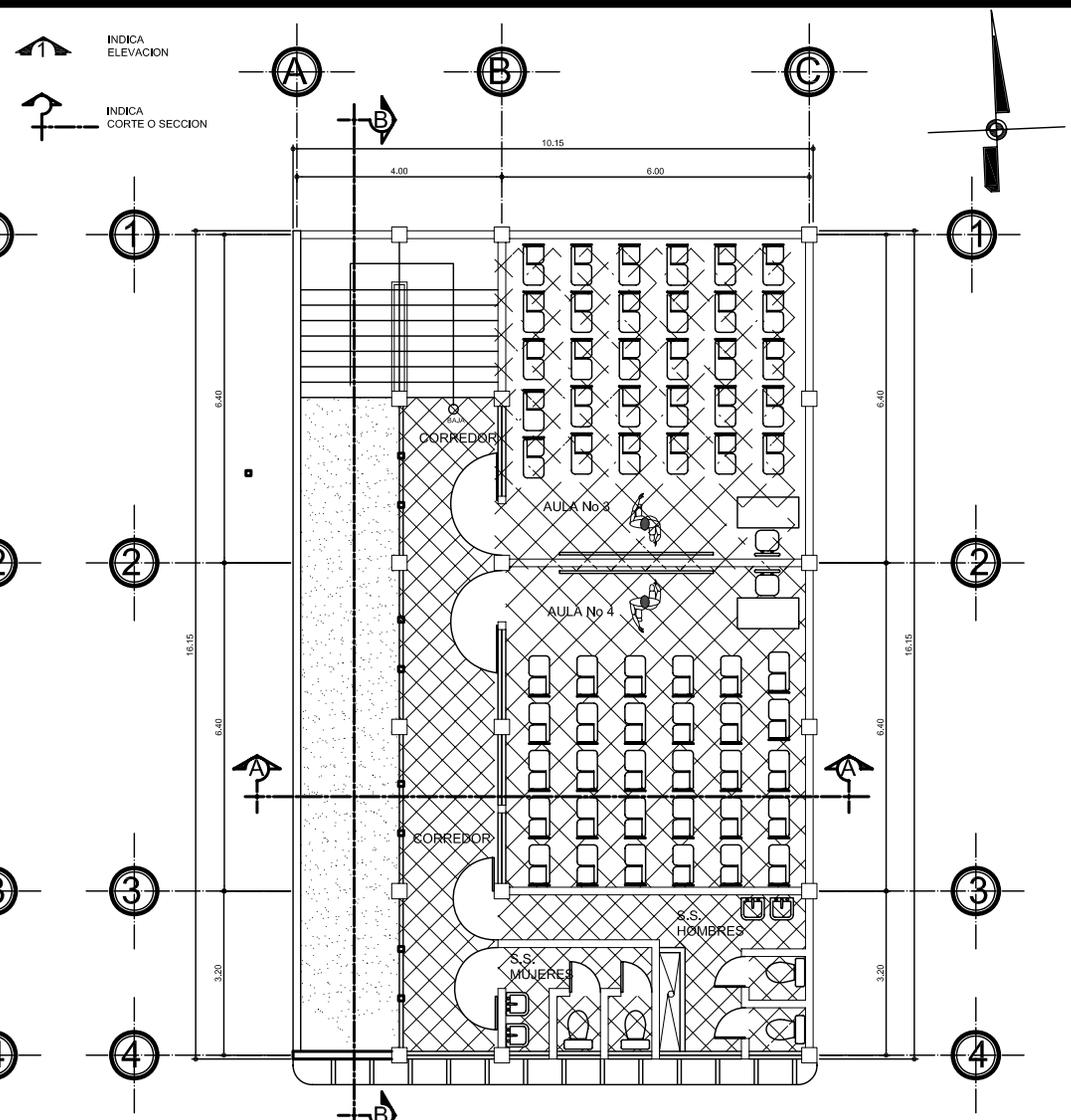
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES AGIANTES DE SU INSTALACION TAMBIEN LLEVARAN SU NOMENCLATURA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
TITULAR JORGE LUIS RODAS MATIAS	PROFESOR JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO DRENAJE SANITARIO	TOPOGRAFIA JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD ALDEA LA GRANDEZA	BOLSO JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	BROCAL INDICADA
DEPARTAMENTO SAN MARCOS	FECHA AGOSTO / 2007
CONTENIDO DETALLES DE POZOS DE VISITA	PAGINA NO. 10 / 10
ASESOR Y SUPERVISOR ALVARO HERNANDEZ SANCHEZ	DISEÑADOR ALVARO HERNANDEZ SANCHEZ



PLANTA DE ARQUITECTURA
Primer Nivel

esc: 1/50



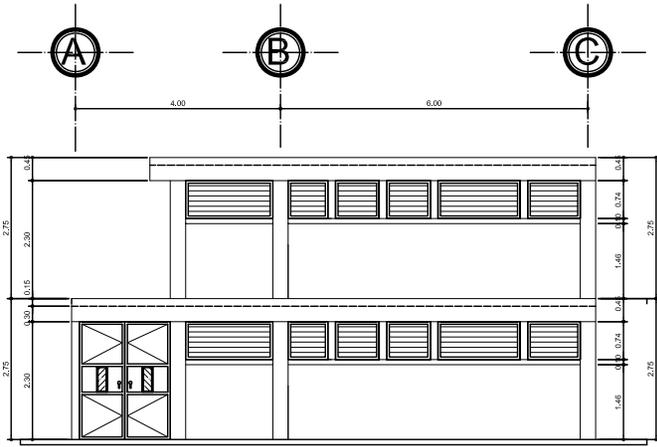
PLANTA DE ARQUITECTURA
Segundo Nivel

esc: 1/50

ESCUELA SAN ANDRES SACHAPIL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

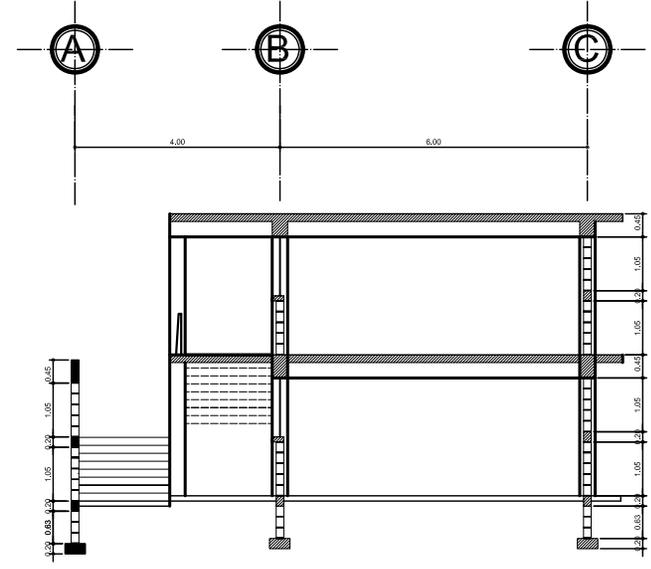
esc: 1/50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
TITULO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	CENCILLO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR:
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA		DISEÑADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL		JEFE DE: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		LOCAL: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
CONTENIDO: PLANTA DE ARQUITECTURA	FECHA: AGOSTO/ 2007	DIA. NÚM. 1/13
ASESOR Y SUPERVISOR: 		ASESOR CALIFICADO:



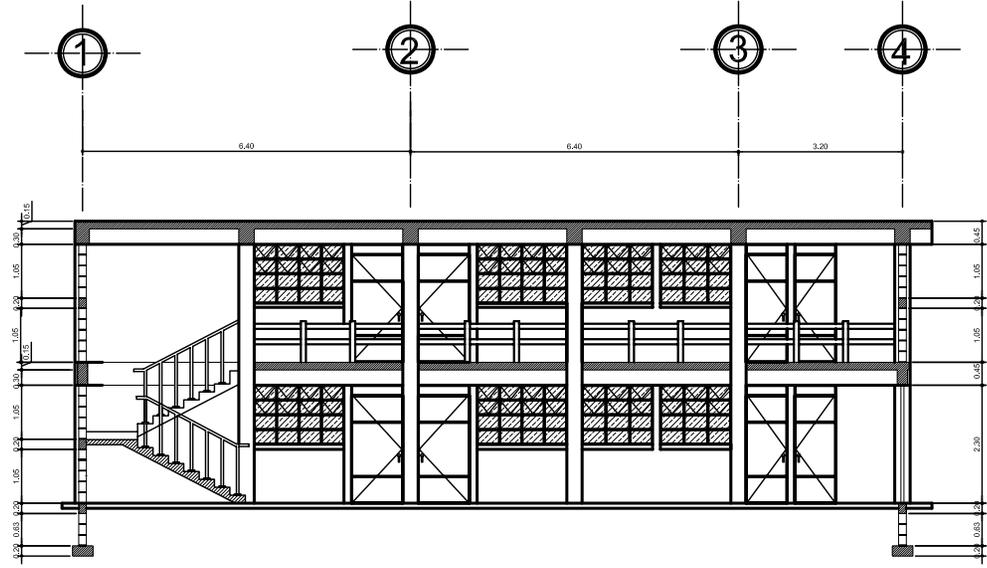
ELEVACION 1

esc: 1/50



SECCION A - A

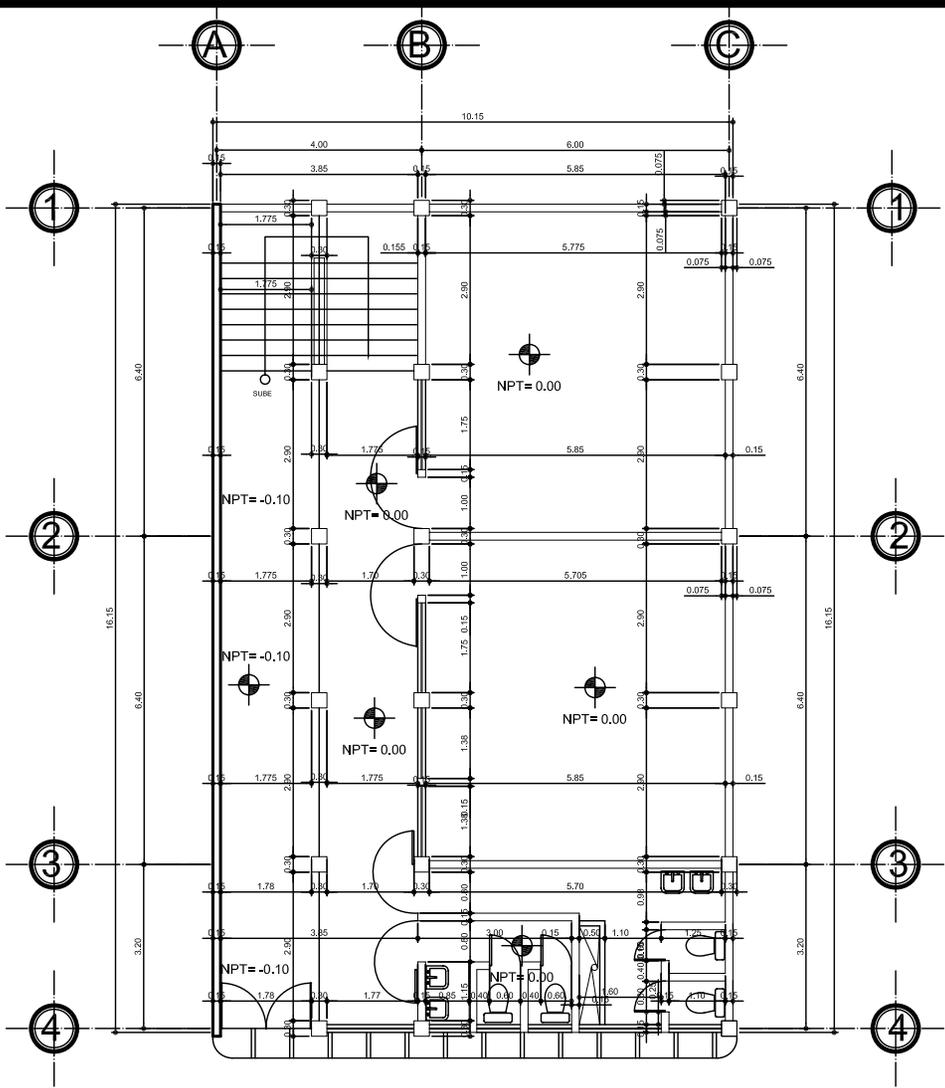
esc: 1/50



SECCION B - B

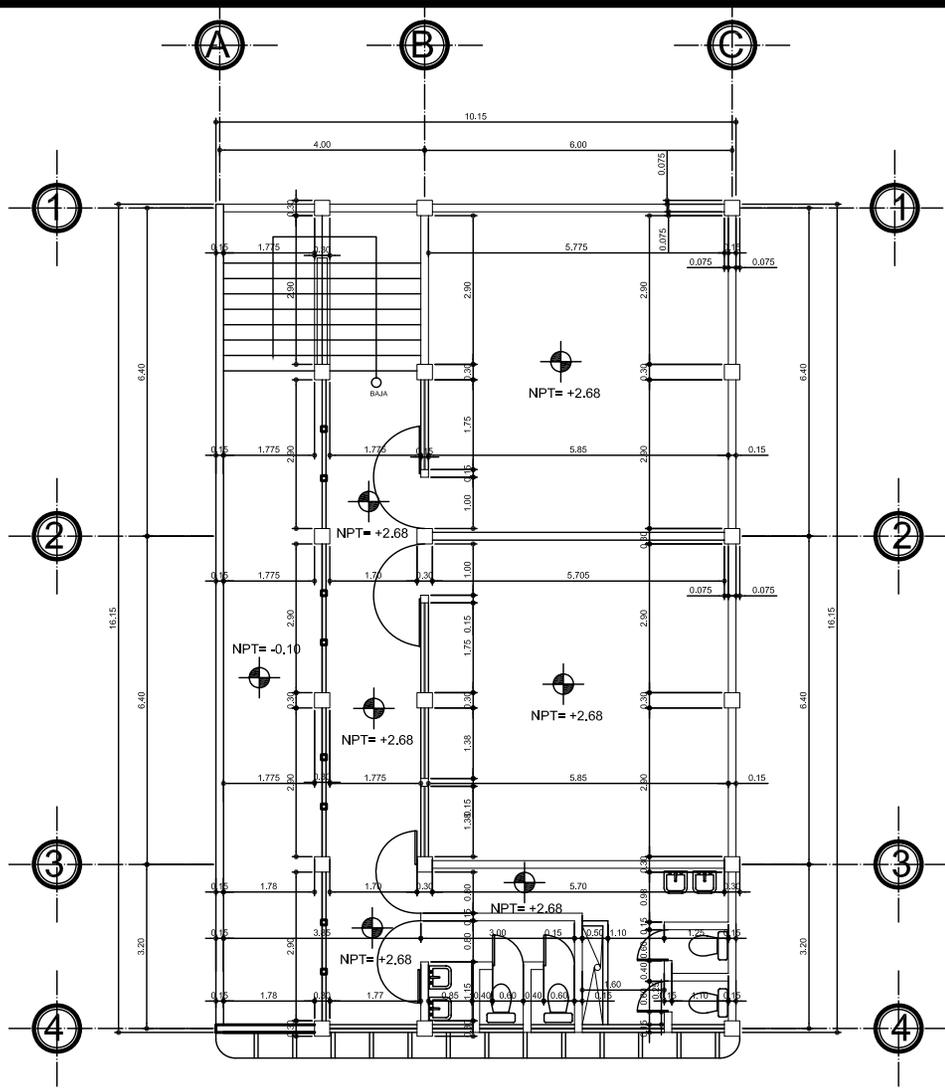
esc: 1/50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
TITULAR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORA: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA		
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL		
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
ESCALA: INDICADA		
CONTENIDO: ELEVACION + SECCIONES	FECHA: AGOSTO / 2007	HOJA No. 2 / 13
ASesor Y SUPERVISOR: ALDEA MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		



PLANTA DE COTAS + NIVELES
Primer Nivel

esc: 1/50

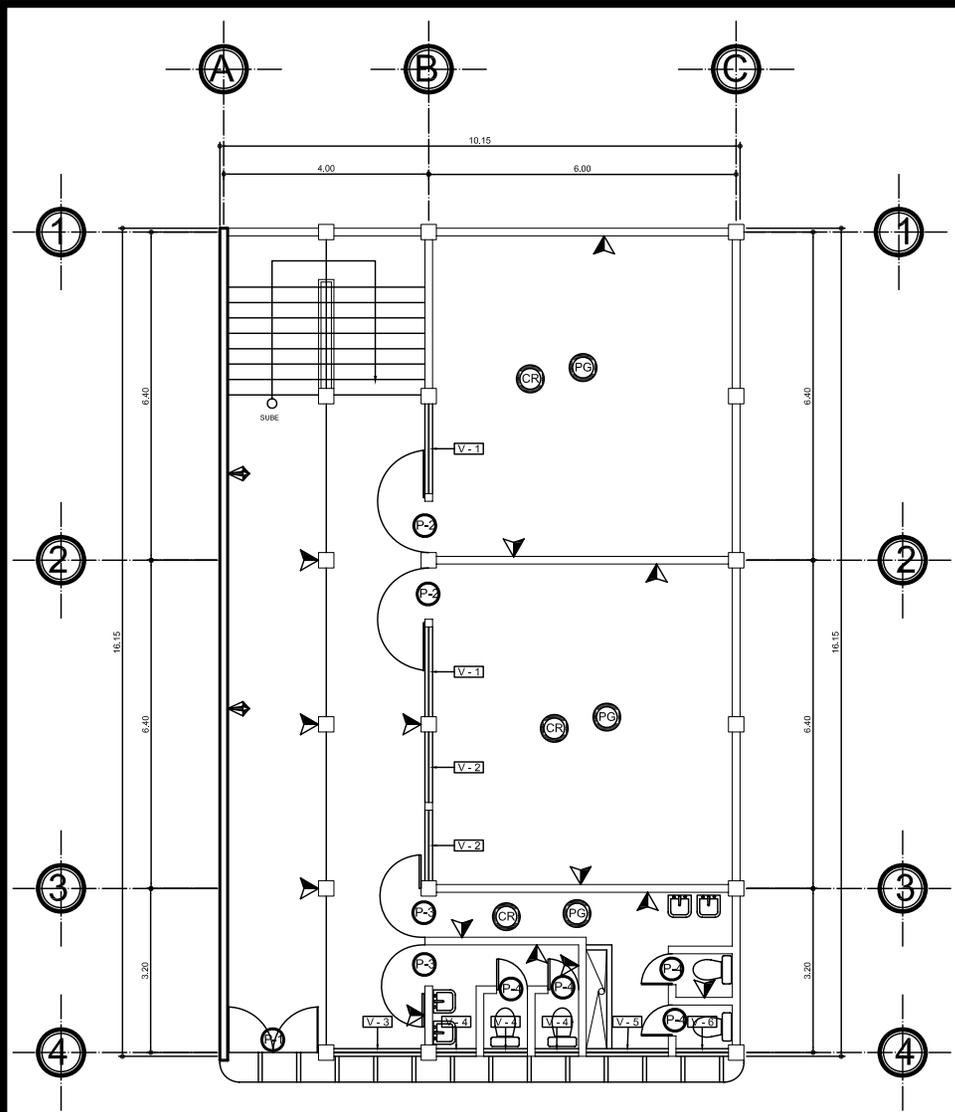


PLANTA DE COTAS + NIVELES
Segundo Nivel

esc: 1/50

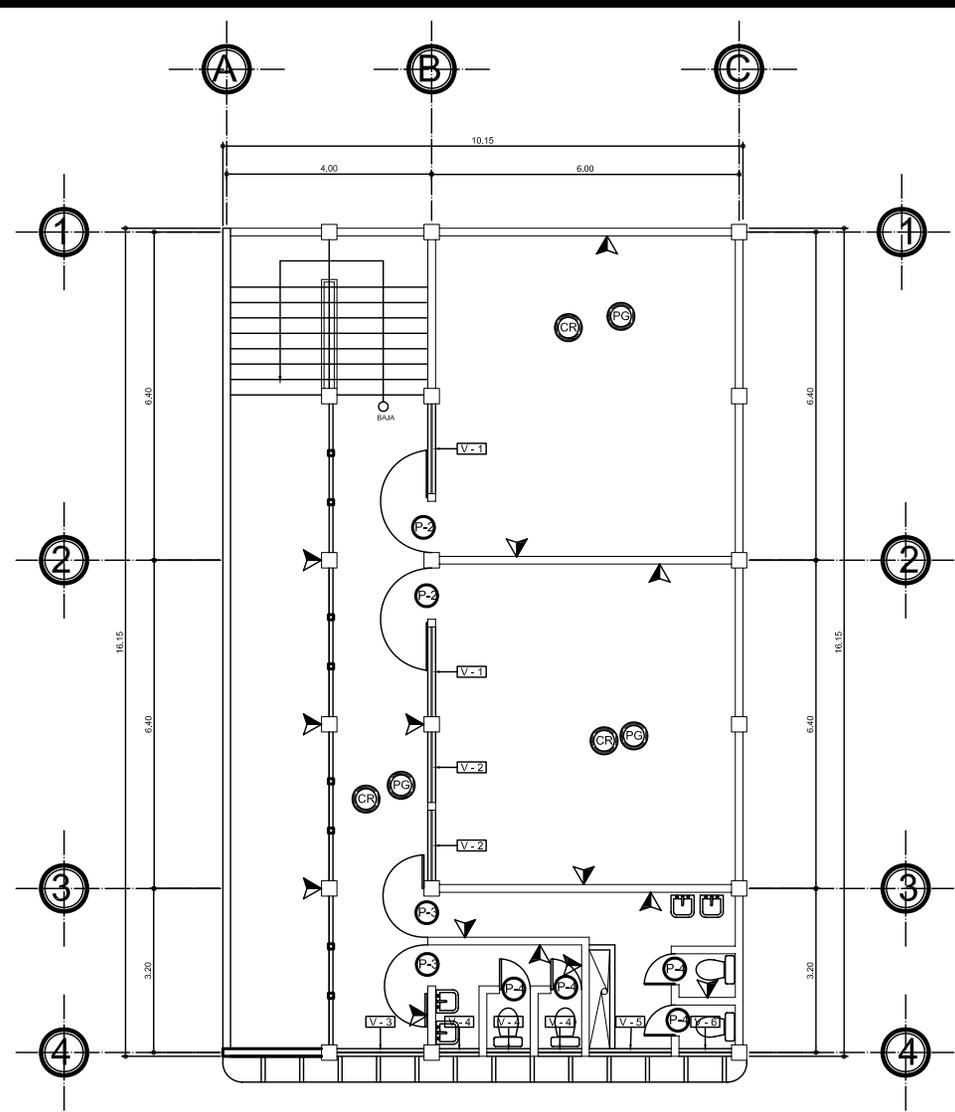
INDICA
NIVEL DE PISO TERMINADO

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
TITULAR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORA: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR:
PROYECTOR: CONSTRUCCION DE ESCUELA	COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL	JEFE DE PROYECTO: JORGE LUIS RODAS MATIAS	
MUNICIPALIDAD: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CONTENIDO: PLANTA DE COTAS + NIVELES	FECHA: AGOSTO/ 2007
ASISTENTE Y SUPERVISOR: 	ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ 	PÁGINA 14- 3/13



PLANTA DE ACABADOS
Primer Nivel

esc: 1/50



PLANTA DE ACABADOS
Segundo Nivel

esc: 1/50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
TITULAR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLEGA: JORGE LUIS RODAS MATIAS	PROFESOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA		COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL		JEFE: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS	FECHA: AGOSTO / 2007	HOJA No. 4 / 13
ASesor Y SUPERVISOR: ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		

PLANILLA DE VENTANAS

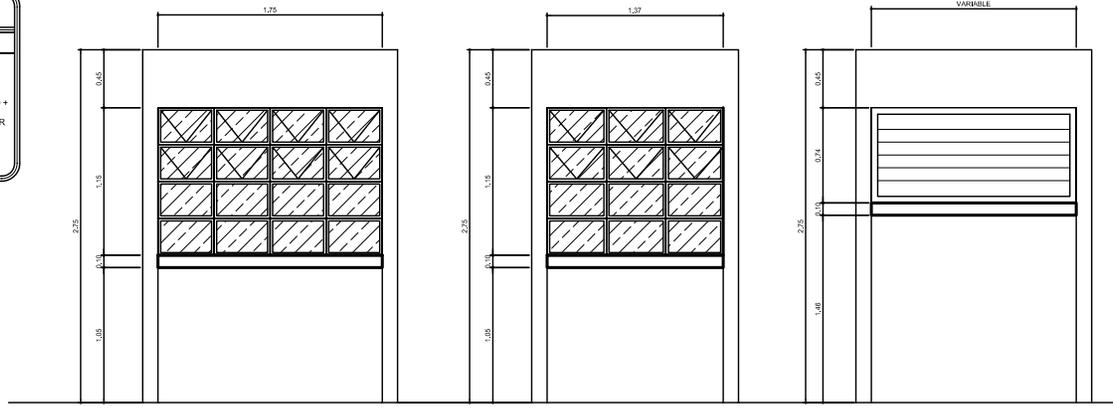
TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	UNIDAD	Mts2	MATERIAL
V-1	1.15	2.30	1.75	1.15	4	8.05	MARCO DE ALUMINIO + VIDRIO CLARO DE 6.03 mm. DE ESPESOR
V-2	1.15	2.30	1.37	1.15	4	6.30	
V-3	1.56	2.30	1.70	0.74	2	2.51	
V-4	1.56	2.30	0.78	0.74	6	3.46	
V-5	1.56	2.30	1.80	0.74	2	2.36	
V-6	1.56	2.30	1.03	0.74	2	1.52	

PLANILLA DE PUERTAS

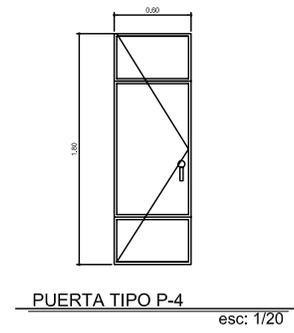
TIPO	ALTO	ANCHO	SOBRE LUZ	UNIDAD	Mts2	MATERIAL
P-1	2.30	1.78	0.00	1	4.09	METAL
P-2	2.10	1.00	0.20	4	8.40	
P-3	2.10	0.80	0.20	4	6.72	
P-4	1.80	0.80	0.36	8	6.64	

NOMENCLATURA (Acabados)

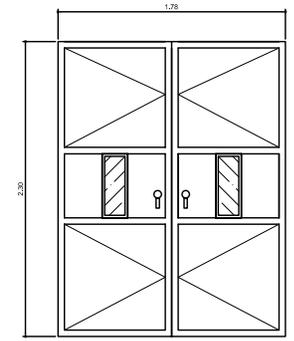
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA REPELLO + CERNIDO RUSTICO
	INDICA REPELLO + CERNIDO
	INDICA PISO CERAMICO
	INDICA EN CIELO REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO
	INDICA PISO DE CONCRETO
	INDICA GRAMIA
	INDICA TIPO DE VENTANA
	INDICA TIPO DE PUERTA



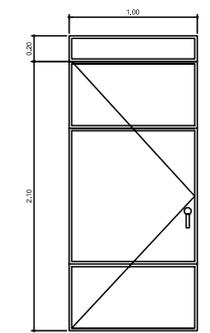
VENTANA TIPO V-1 esc: 1/20 VENTANA TIPO V-2 esc: 1/20 VENTANA TIPO V-3 A V-6 esc: 1/20



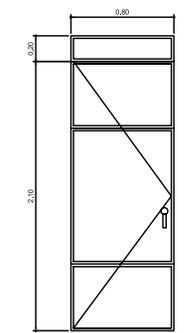
PUERTA TIPO P-4 esc: 1/20



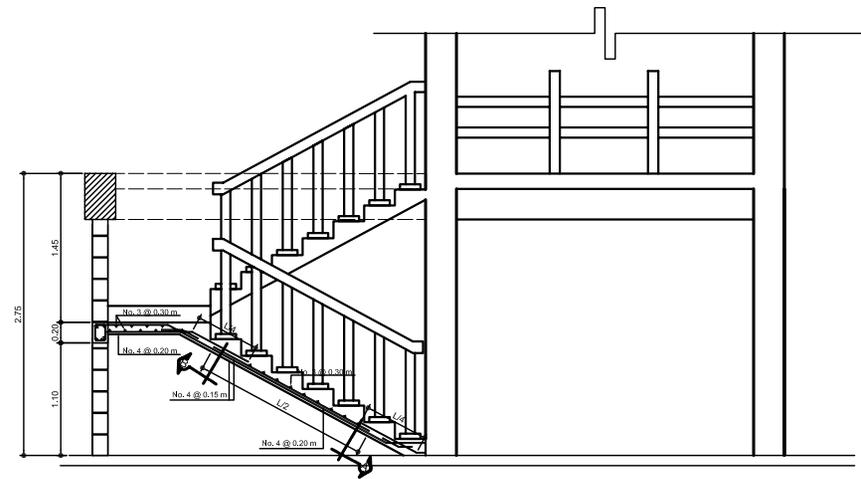
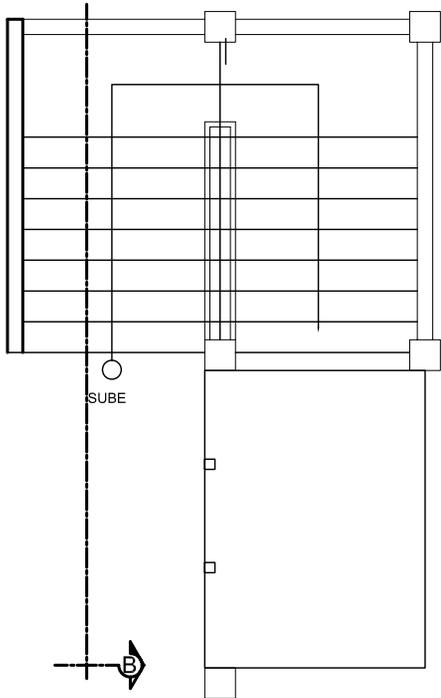
PUERTA TIPO P-1 esc: 1/20



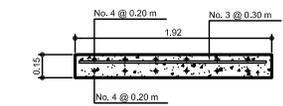
PUERTA TIPO P-2 esc: 1/20



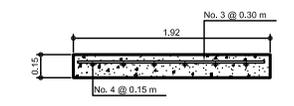
PUERTA TIPO P-3 esc: 1/20



SECCION B-B MODULO DE GRADAS



SECCION A-A esc: 1/25



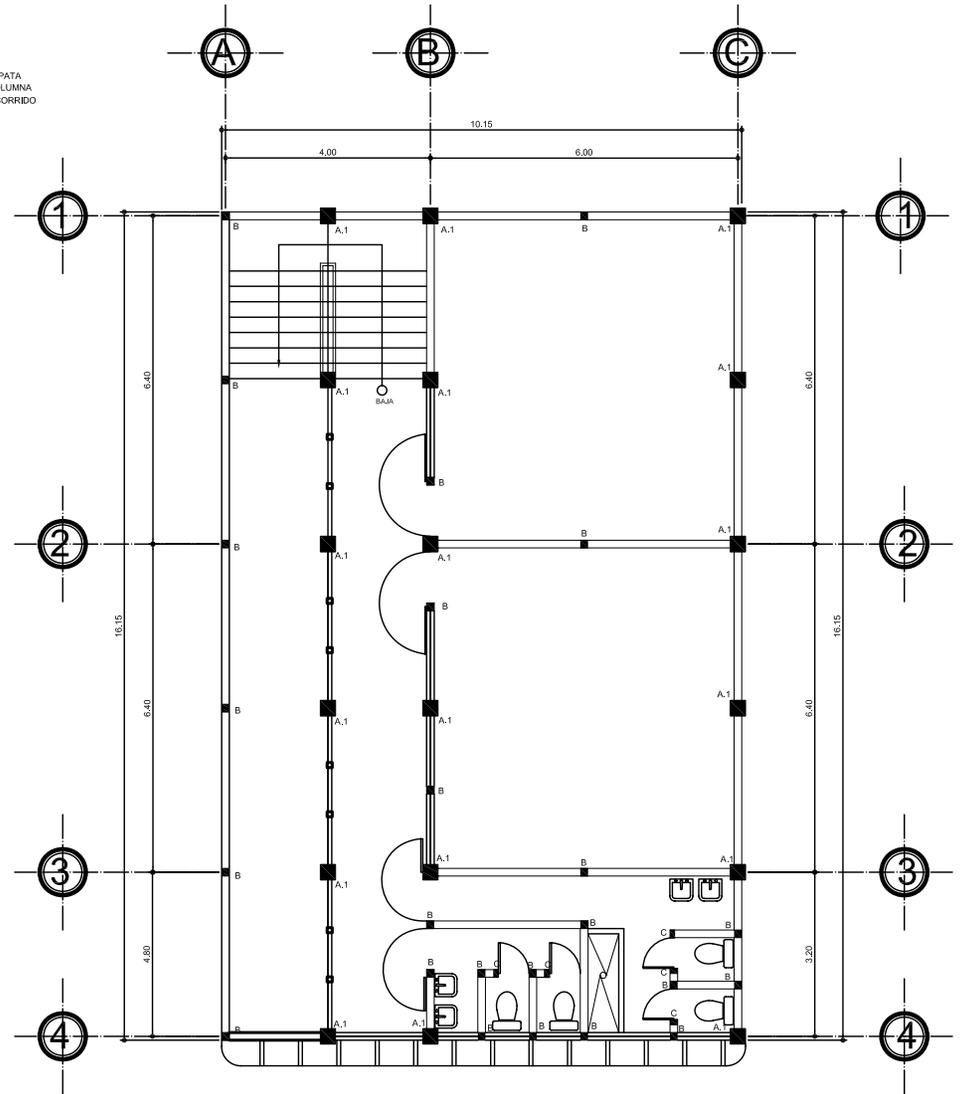
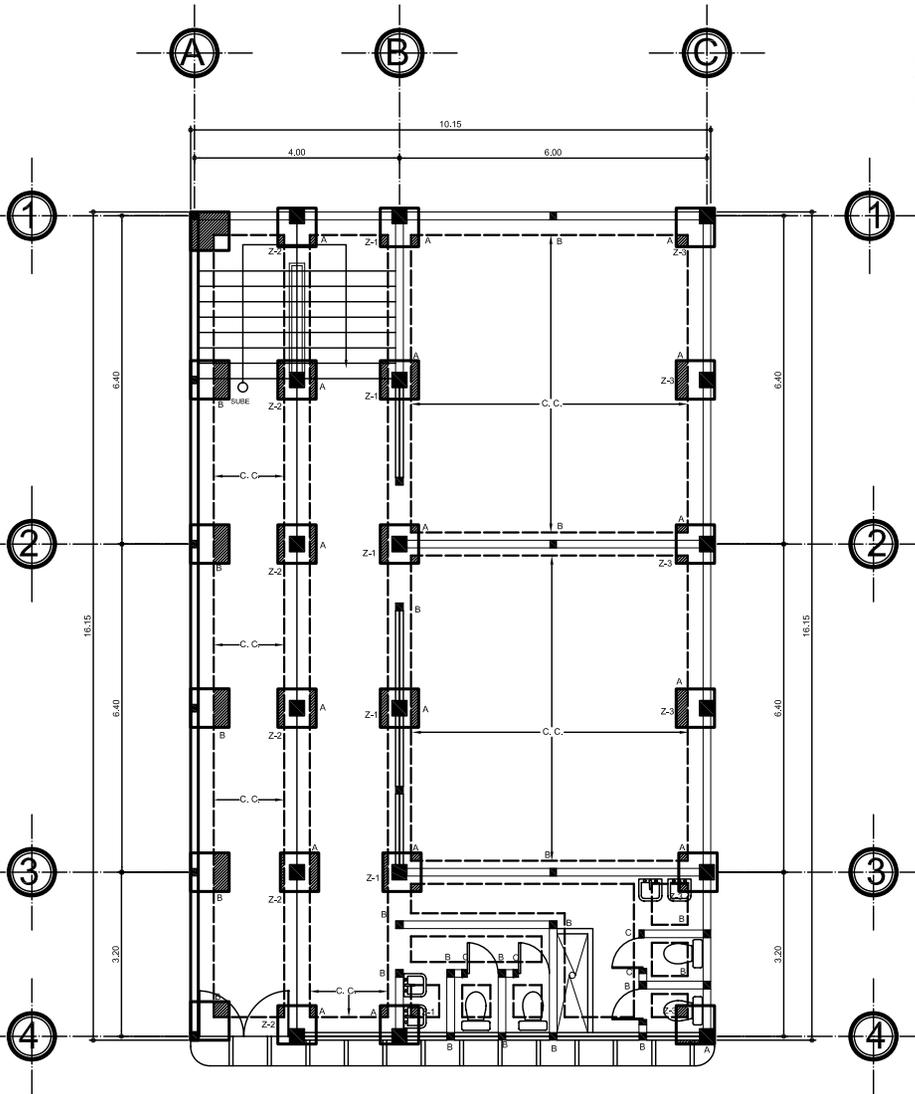
SECCION B-B esc: 1/25

PLANTA MODULO DE GRADAS esc: 1/25

esc: 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
TITULAR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORA: JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTOR: CONSTRUCCION DE ESCUELA	COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL	JEFE DE TRABAJO: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPALIDAD: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	
CONTENIDO: DET. DE ACABADOS + PLANILLAS	FECHA: AGOSTO 2007
ASESOR Y SUPERVISOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ: JORGE LUIS RODAS MATIAS

NOTAS:
 Z-0 = INDICA TIPO DE ZAPATA
 C-0 = INDICA TIPO DE COLUMNA
 CC- = INDICA CIMENTO CORRIDO



PLANTA DE CIMIENTOS
 Primer Nivel

esc: 1/50

TRASLAPE Y ANCLAJE (m)			
VANILLA	TRASLAPE EN COLUMNAS	TRASLAPE EN VIGAS Y LOSAS	ANCLAJE
3	0,30	0,40	0,30
4	0,40	0,60	0,40
5	0,50	0,70	0,50
6	0,60	0,80	0,60
8	0,90	1,10	0,80

TABLAS DE MATERIALES		
1	ORIENTACIONES Y LOSAS COLUMNAS Y VIGAS	F' = 20 kg/cm ²
2	ORIENTACIONES Y LOSAS COLUMNAS Y VIGAS	F' = 20 kg/cm ²
3	PARA BORDOS	F' = 25 kg/cm ²

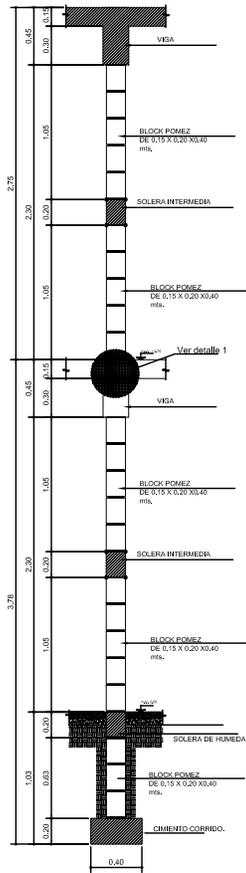
RECUBRIMIENTO DE ACI 318-99			
1	COLUMNAS Y VIGAS		0,035 m
2	COLUMNAS Y VIGAS		0,040 m
3	LOSAS		0,020 m
4	CIMENTOS		0,275 m

PLANTA DE DISTRIBUCION DE COLUMNAS
 Segundo Nivel

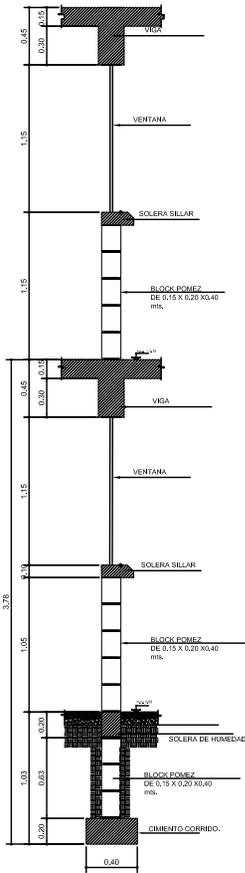
esc: 1/50

ESPECIFICACIONES
 - EL HIERRO DE REFUERZO DEBERA SER LEGITIMO Y NO DE MENORA OTRA CLASE. EL CAMBIO DE LA CALIDAD DEL HIERRO DEMERITARA LA RESISTENCIA REAL DE SISTEMA ESTRUCTURAL.
 - RESISTENCIA DE ACERO: F_y = 40,000 psi.
 - RESISTENCIA DEL CONCRETO F_c = 4000 psi DE PREFERENCIA UTILIZAR CEMENTO PROGRESO TIPO 5000 PSI O U.S.C.
 - LOS AGREGADOS ARENA DE RIO:
 La arena debe estar libre de suciedad y agregos contaminantes como jabón y otras materias orgánicas.
 - AGREGADOS DE PIEDRA:
 PARA COLUMNAS Y VIGAS USAR PIEDRA DE 1/2" Y 3/4" PARA MOCHETAS O COSTILLAS USAR PIEDRA DE 1/2"
 PARA CIMIENTOS Y ZAPATAS UTILIZAR PIEDRA DE 3/4" 1" hasta 1 1/4"
 - LONGITUDES DE TRASLAPE PARA ACEROS DE REFUERZO:
 HIERRO # 14 = 0,20 mts. HIERRO # 18 = 0,40 mts.
 HIERRO # 12 = 0,10 mts. HIERRO # 16 = 0,20 mts.
 - LOS ESTREBOS DEBEN LLEVAR EL GANCHO A 45° CON UNA LONGITUD DE 12 DIAMETRO.
 - LA PROPORCION A UTILIZAR PARA EL TERCEADO DEL CONCRETO ES 1:2:3.
 SIGNIFICA: 1 MEDIDA DE CEMENTO
 2 MEDIDAS DE ARENA DE RIO
 3 MEDIDAS DE PIEDRA

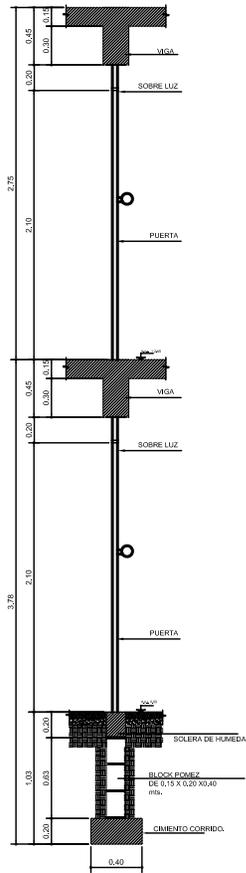
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
PROFESOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORA: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA			
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL			
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ			
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS			
ESCALA: INDICADA			
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION		FECHA: AGOSTO 2007	
ASESOR Y SUPERVISOR: ING. FREDY GONZALEZ		ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ: ING. FREDY GONZALEZ	



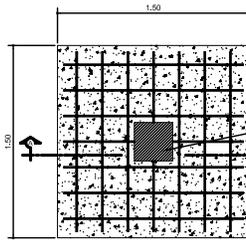
SECCION A
Corte de Muro ESCALA: 1 / 20



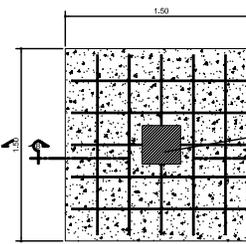
SECCION B
Corte de Ventana ESCALA: 1 / 20



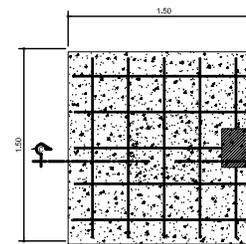
SECCION C
Corte de Puerta ESCALA: 1 / 20



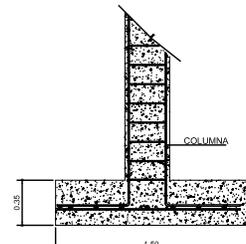
PLANTA ZAPATA Z-1 ESCALA: 1 / 20



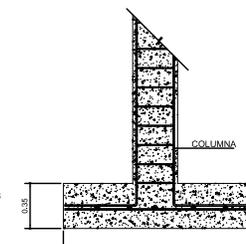
PLANTA ZAPATA Z-2 ESCALA: 1 / 20



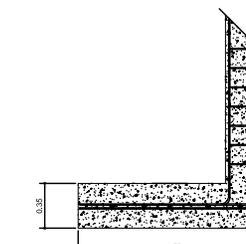
PLANTA ZAPATA Z-3 ESCALA: 1 / 20



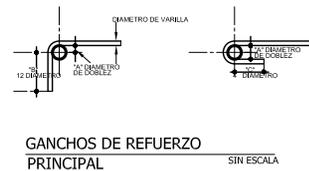
SECCION A-A



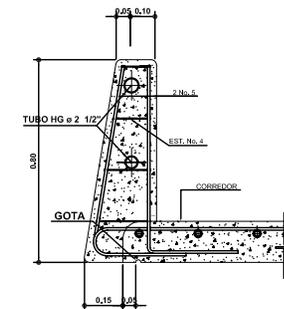
SECCION B-B



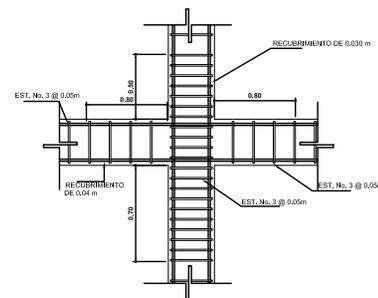
SECCION C-C



GANCHOS DE REFUERZO PRINCIPAL
SIN ESCALA



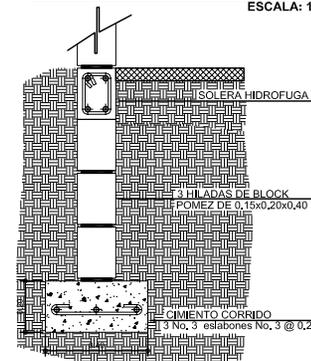
DET. DE BARANDAL ESCALA: 1 / 10



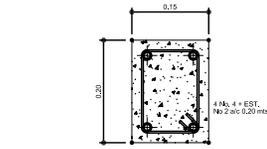
DETALLE 1
Elevacion detalle de Nudo Sin Escala



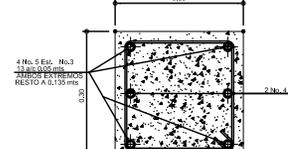
ESTRIBOS Y ESLABONES



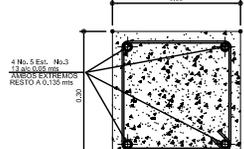
CIMENTO CORRIDO ESCALA: 1 / 10



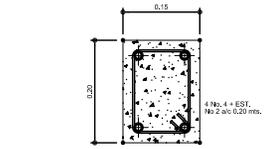
SOOLERA DE INTERMEDIA ESC: 1/7.5



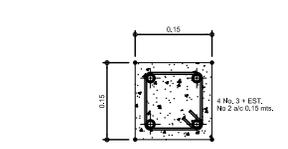
COLUMNA TIPO "A"
Primer nivel ESCALA: 1/5



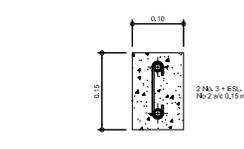
COLUMNA TIPO "A.1"
Segundo Nivel ESCALA: 1/5



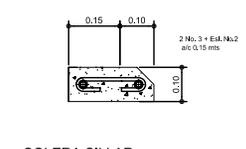
SOOLERA DE HUMEDAD ESC: 1/7.5



COLUMNA TIPO B ESC: 1/7.5

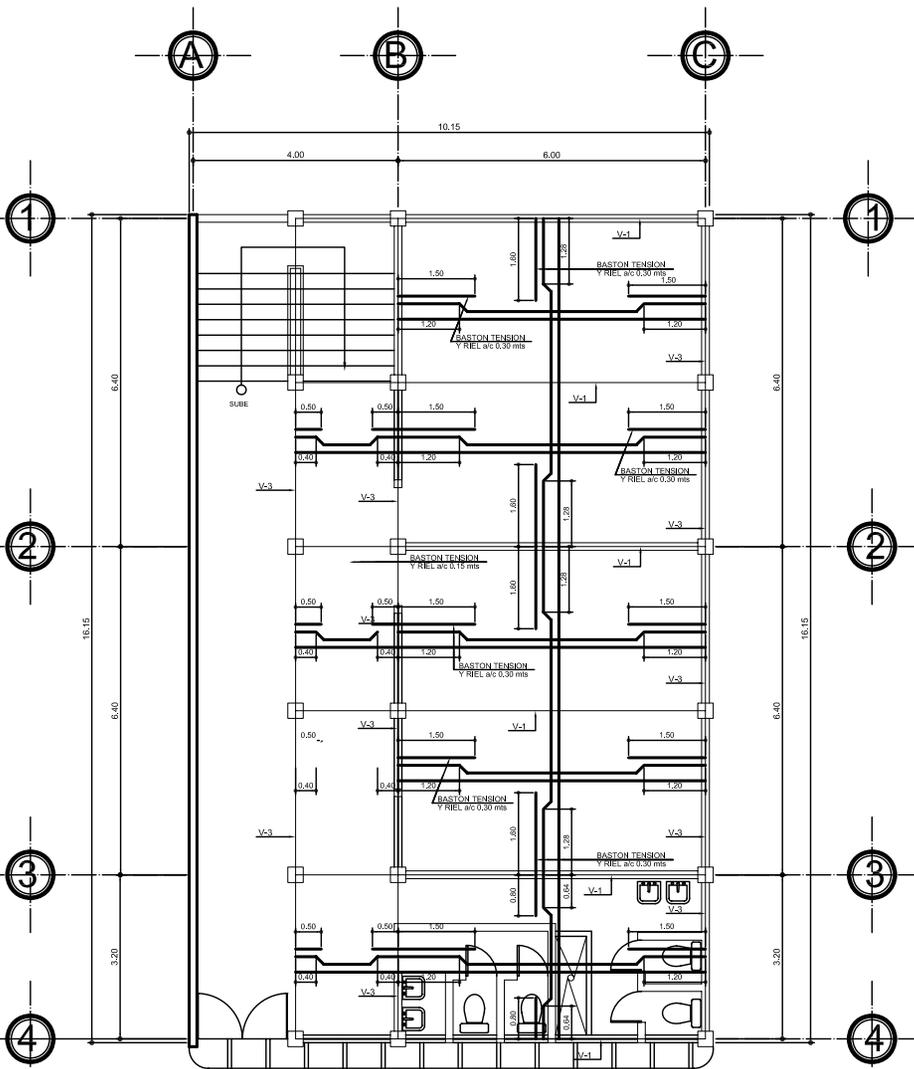


COLUMNA TIPO C ESC: 1/7.5



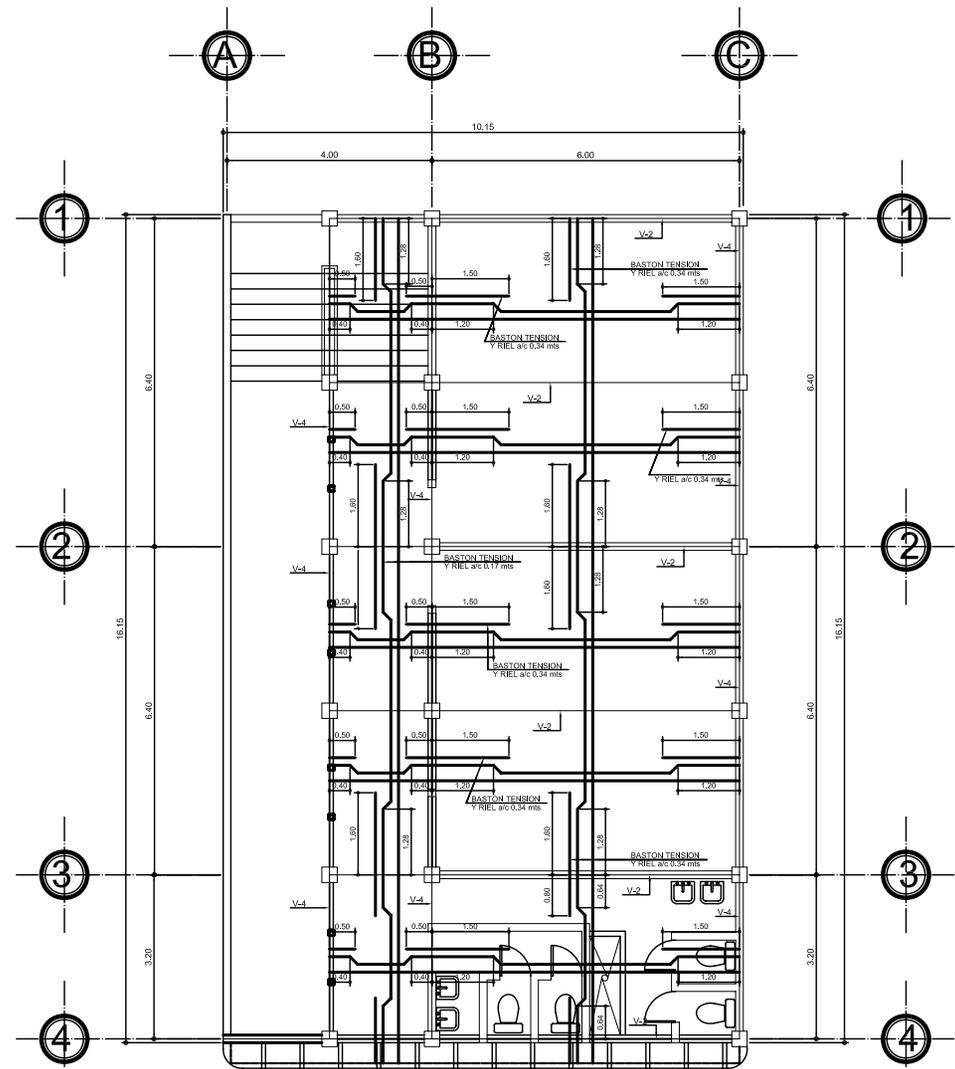
SOOLERA SILLAR ESCALA: 1 / 7.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA					
TITULAR JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORA JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR			
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA					
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL					
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ					
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS					
CONTENIDO: DET. DE CIMENTACION					
FECHA: AGOSTO / 2007					
<table border="1"> <tr> <td> ASISTENTE SUPERVISOR MSc. DR. DANIEL GONZALEZ </td> <td> ALCAIDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ Sr. JOSE ANTONIO GONZALEZ </td> <td> PLAN No. 7/13 </td> </tr> </table>			ASISTENTE SUPERVISOR MSc. DR. DANIEL GONZALEZ	ALCAIDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ Sr. JOSE ANTONIO GONZALEZ	PLAN No. 7/13
ASISTENTE SUPERVISOR MSc. DR. DANIEL GONZALEZ	ALCAIDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ Sr. JOSE ANTONIO GONZALEZ	PLAN No. 7/13			



PLANTA DE ARMADO DE LOSA
Primer Nivel

esc: 1/50



PLANTA DE ARMADO DE LOSA
Segundo Nivel

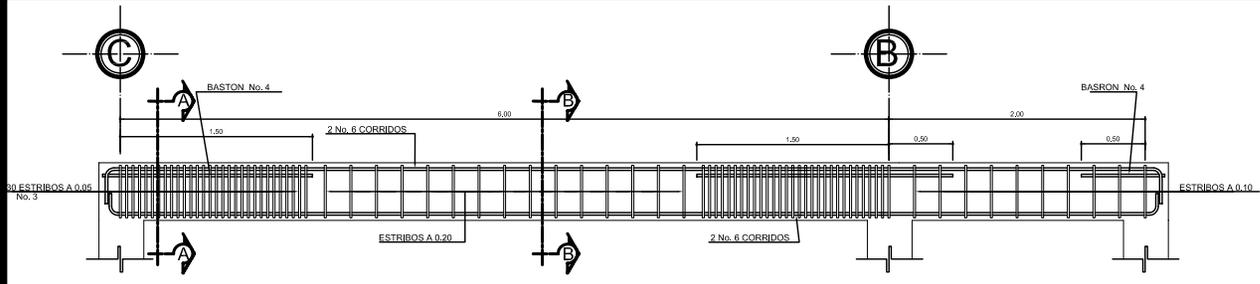
esc: 1/50

NOTAS.

NOTA:
PRIMER NIVEL
A CADA 0.34 mts
AMBOS SENTIDOS
SEGUNDO NIVEL
A CADA 0.34 mts
AMBOS SENTIDOS

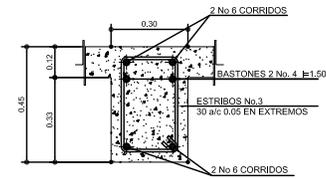
INDICA VIGA
INDICA MARQUESINA A 0.40 mts DEL ROSTRO DE LA PARED

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
TITULAR JORGE LUIS RODAS MATIAS	PROFESOR JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO CONSTRUCCION DE ESCUELA	COORDINADOR JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD ALDEA SAN ANDRES CHAPIL	PROFESOR JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ESCALA INDICADA
DEPARTAMENTO SAN MARCOS	FECHA AGOSTO / 2007
CONTENIDO PLANTA DE ARMADO DE LOSA	HOJA No. 8 / 13
ASESOR Y SUPERVISOR ING. FREDY... ING. FREDY...	AYUDANTE MATERIAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ ING. FREDY...



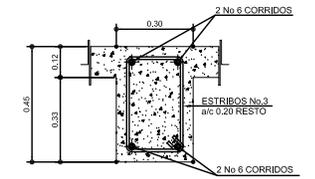
DETALLE DE VIGA V-1

esc: 1/20



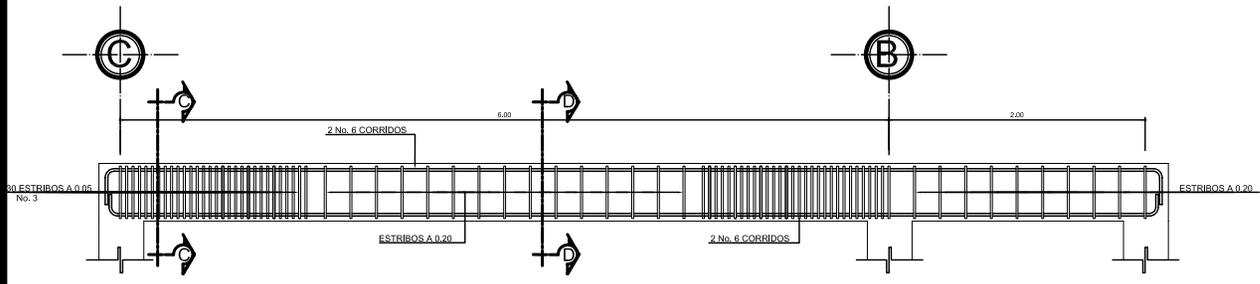
SECCION A-A

esc: 1/10



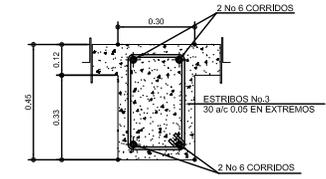
SECCION B-B

esc: 1/10



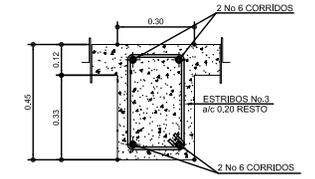
DETALLE DE VIGA V-2

esc: 1/20



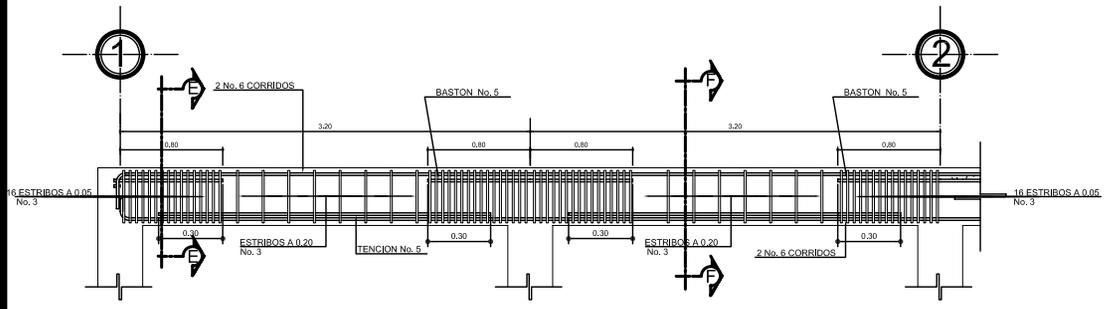
SECCION C-C

esc: 1/10



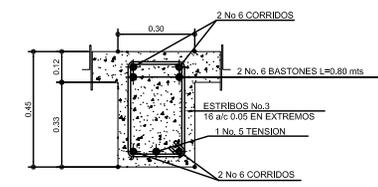
SECCION D-D

esc: 1/10



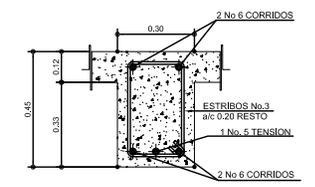
DETALLE DE VIGA V-3

esc: 1/20



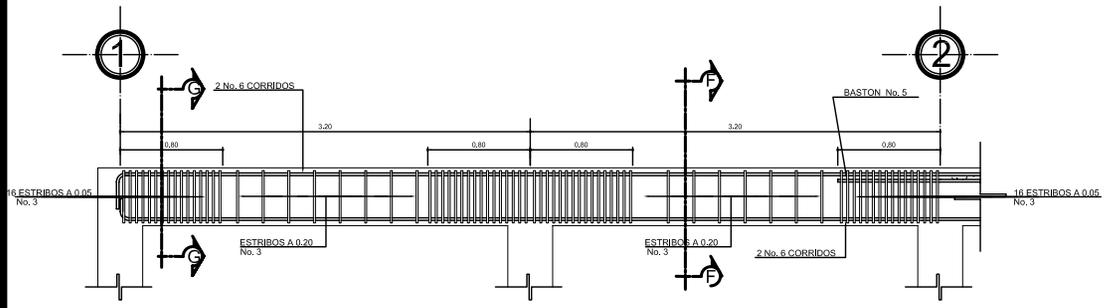
SECCION E-E

esc: 1/10



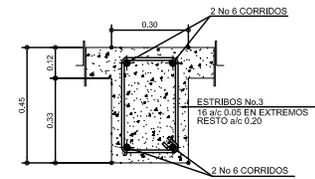
SECCION F-F

esc: 1/10



DETALLE DE VIGA V-4

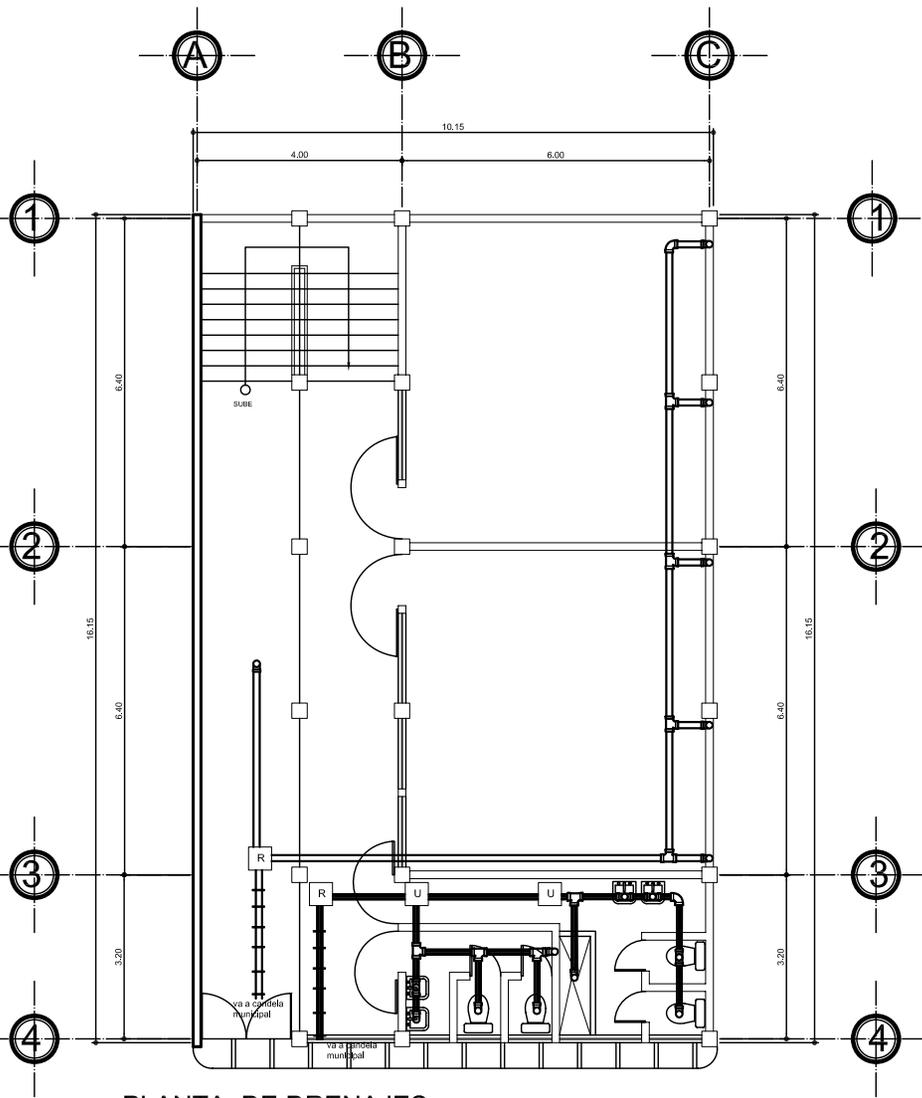
esc: 1/20



SECCION G-G

esc: 1/10

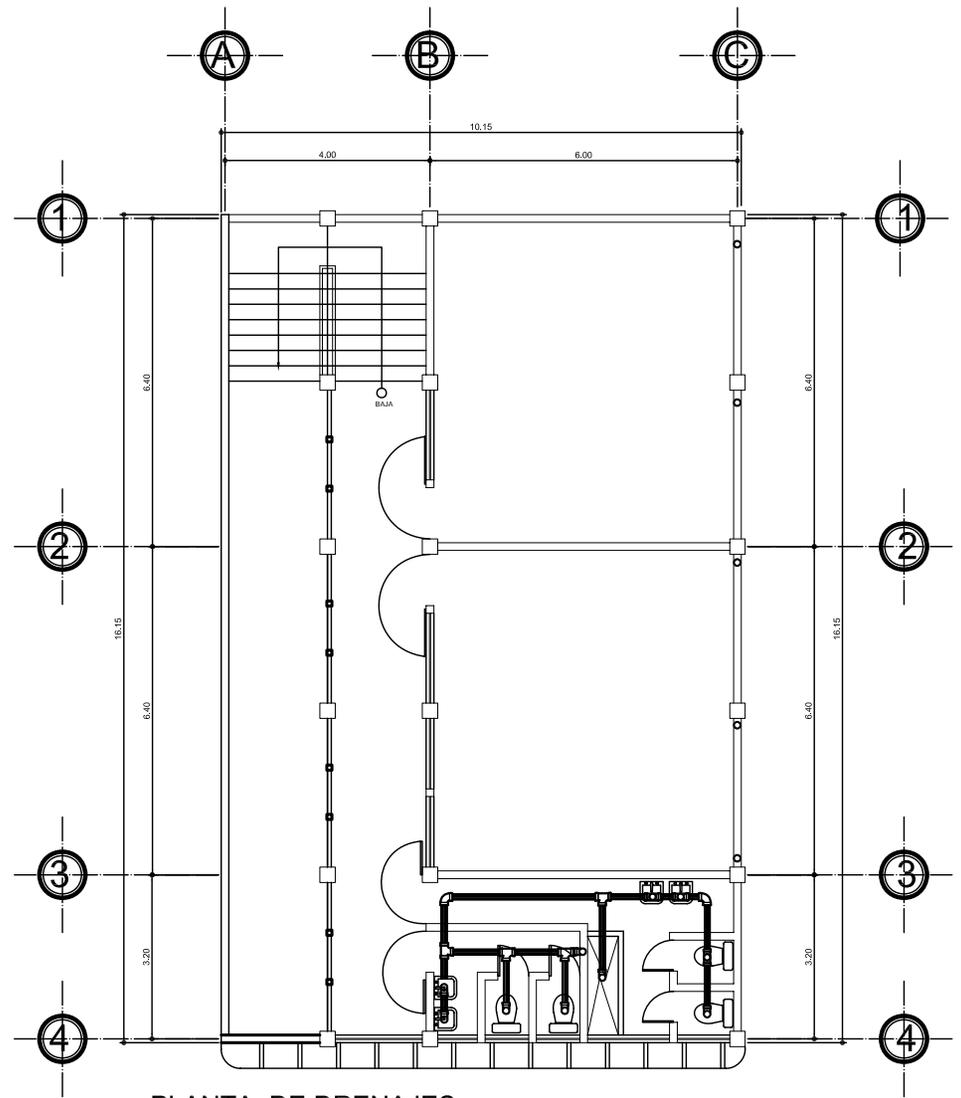
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
TITULAR: JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORA: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR:
PROYECTOR: CONSTRUCCION DE ESCUELA		COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL		JEFE: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
CONTENIDO: DET. DE VIGAS DE LOSA	FECHA: AGOSTO/ 2007	HOJA No. 9
ASESOR Y SUPERVISOR: ALDEA SAN CARLOS, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS		13



PLANTA DE DRENAJES

Primer Nivel

esc: 1/50

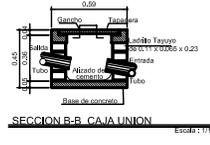


PLANTA DE DRENAJES

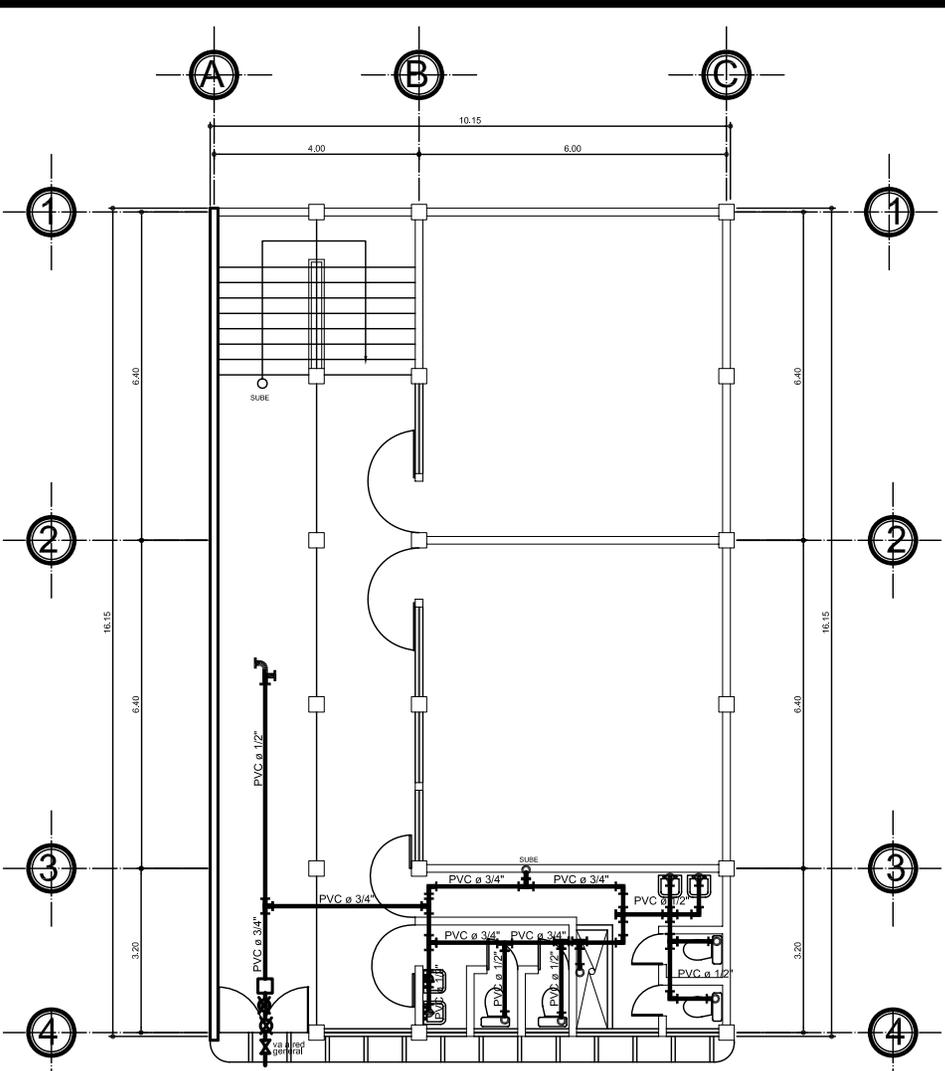
Segundo Nivel

esc: 1/50

NOMENCLATURA DE DRENAJE	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
	TEE SANITARIA HORIZONTAL
	CODO A 90°
	CODO A 45°
	TEE SANITARIA VERTICAL
	SIFON
	CAJA TIPO REGISTRO
	CAJA TIPO UNION
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE A 1.5 %

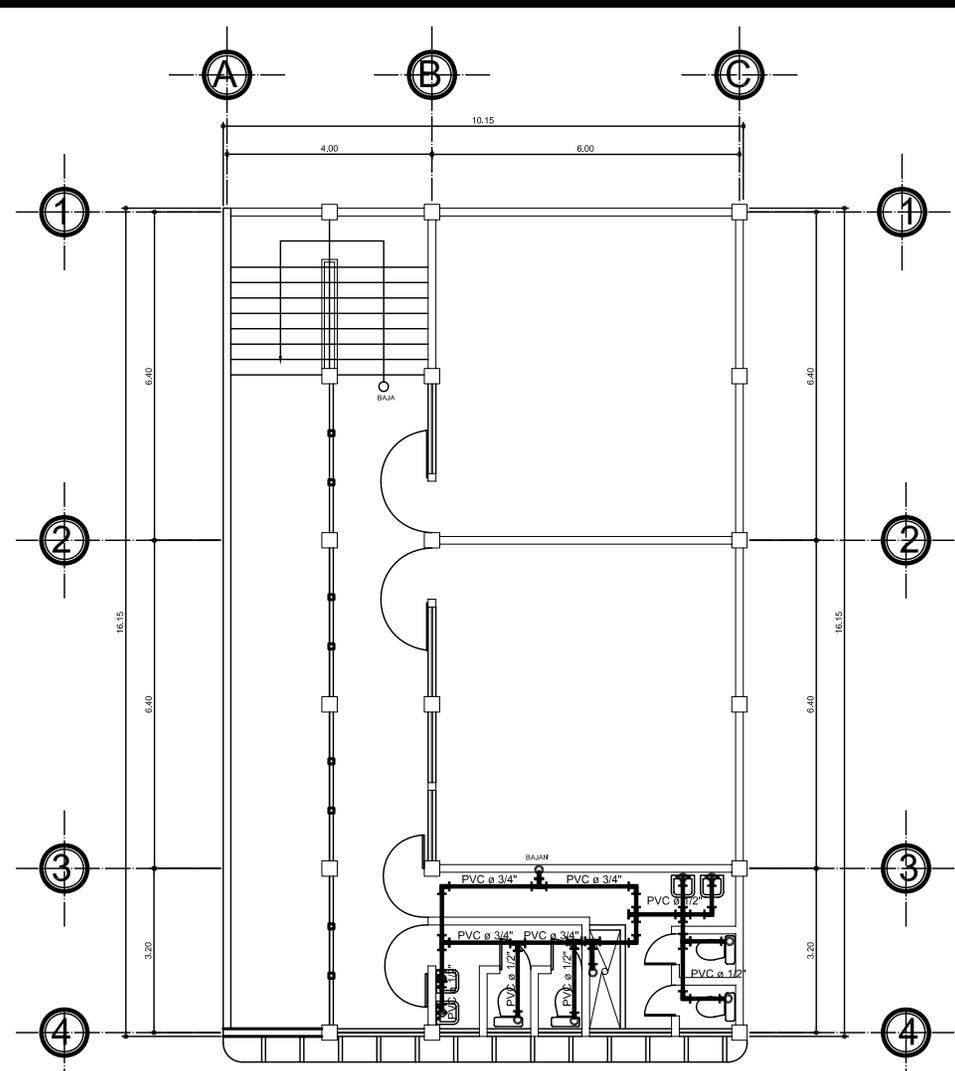


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
TIPO DE PROFESOR JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORADOR JORGE LUIS RODAS MATIAS
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA	COPROYECTOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL	PROYECTISTA: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	FECHA: AGOSTO / 2007
CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES	HOJA No. 10 / 13
ASESOR Y SUPERVISOR: ING. FREDY GONZALEZ	ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ ING. OSCAR GONZALEZ



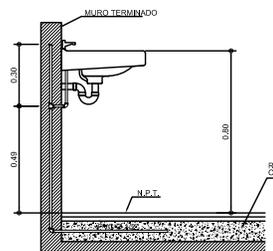
PLANTA DE INS. HIDRAULICA
Primer Nivel

esc: 1/50



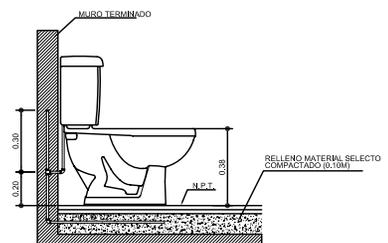
PLANTA DE INS. HIDRAULICA
Segundo Nivel

esc: 1/50



DET. DE INSTALACION

esc: 1/10

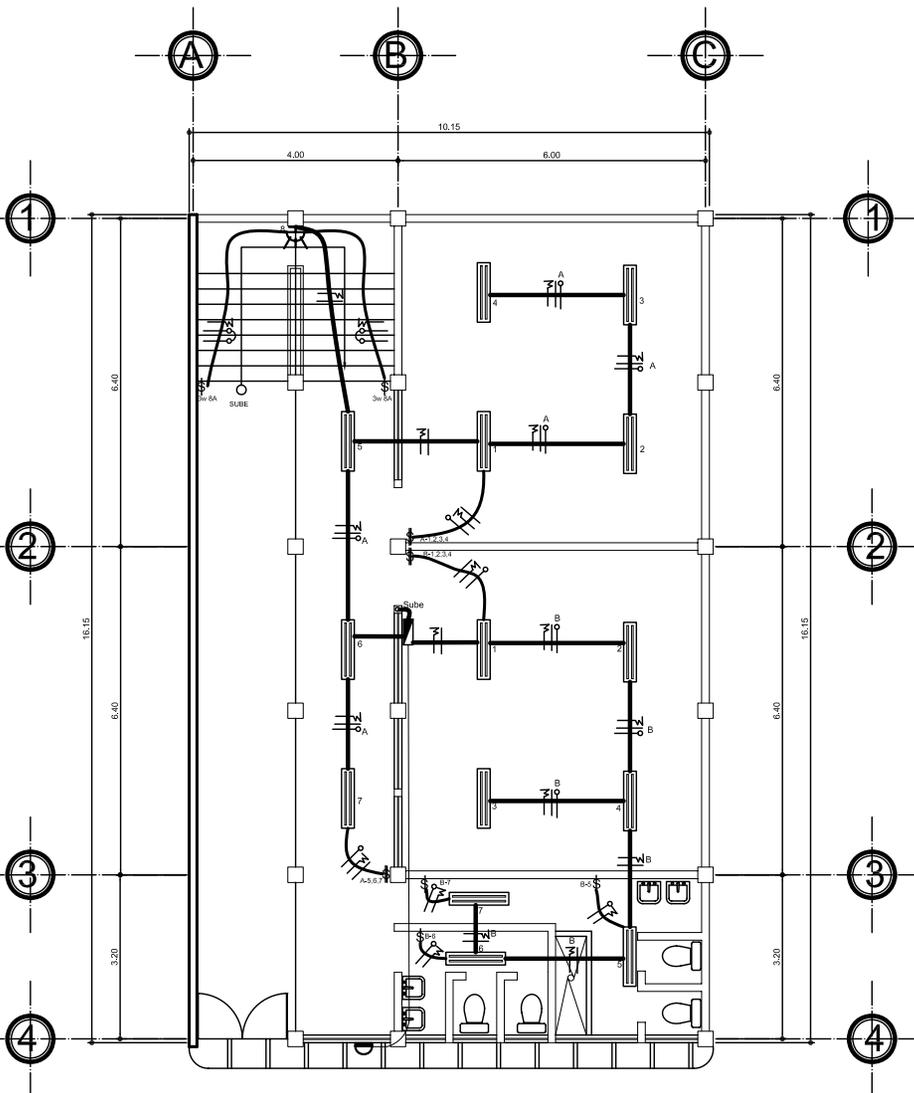


DET. DE INSTALACION

esc: 1/10

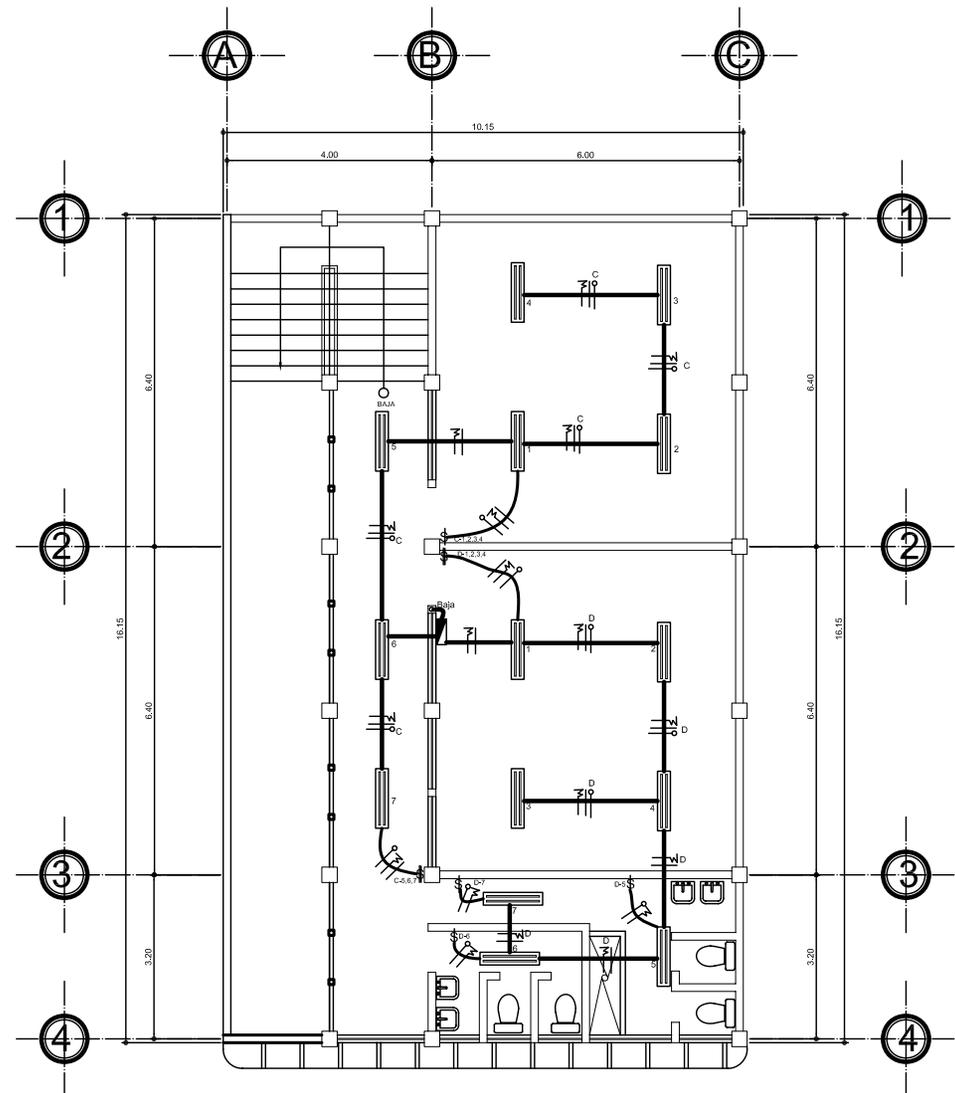
NOMENCLATURA (Hidraulica)	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CRUZ DE PVC
	TEE 90° PVC HORIZONTAL
	CODO PVC 90°
	GRIFO
	REDUCTOR PVC DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE PASO
	CHEQUE
	TUBO PVC DIAMETRO INDICADO

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
TITULAR JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLEGA JORGE LUIS RODAS MATIAS	PROFESOR PROFESOR
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA		COORDINADOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL		PROFESOR: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		FECHA: AGOSTO / 2007
CONTENIDO: PLANTA DE INS. HIDRAULICAS		HOJA No. 11 / 13
ASESOR Y SUPERVISOR: ING. FREDY DE LA ROSA		ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ ING. CARLOS ANTONIO GARCIA



PLANTA DE ELCTRICIDAD (Iluminacion)
Primer Nivel

esc: 1/50



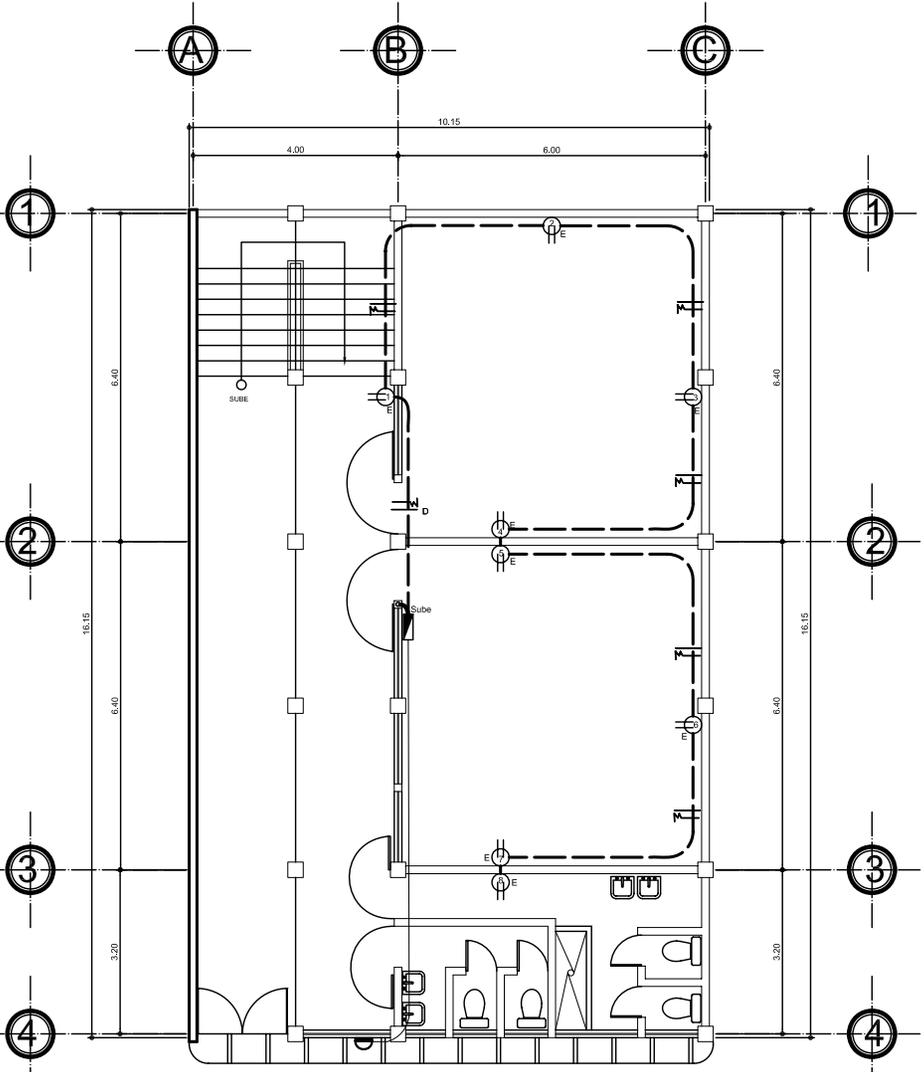
PLANTA DE ELCTRICIDAD (Iluminacion)
Segundo Nivel

esc: 1/50

NOMENCLATURA INSTALACIONE ELECTRICA (Iluminación)	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LÍNEA NEUTRAL
	LÍNEA VIVA
	LÍNEA DE RETORNO
	CONDUCTOR PUENTE TRE THREE WAY
	POLIDUCTO EN CIELO Y PARED

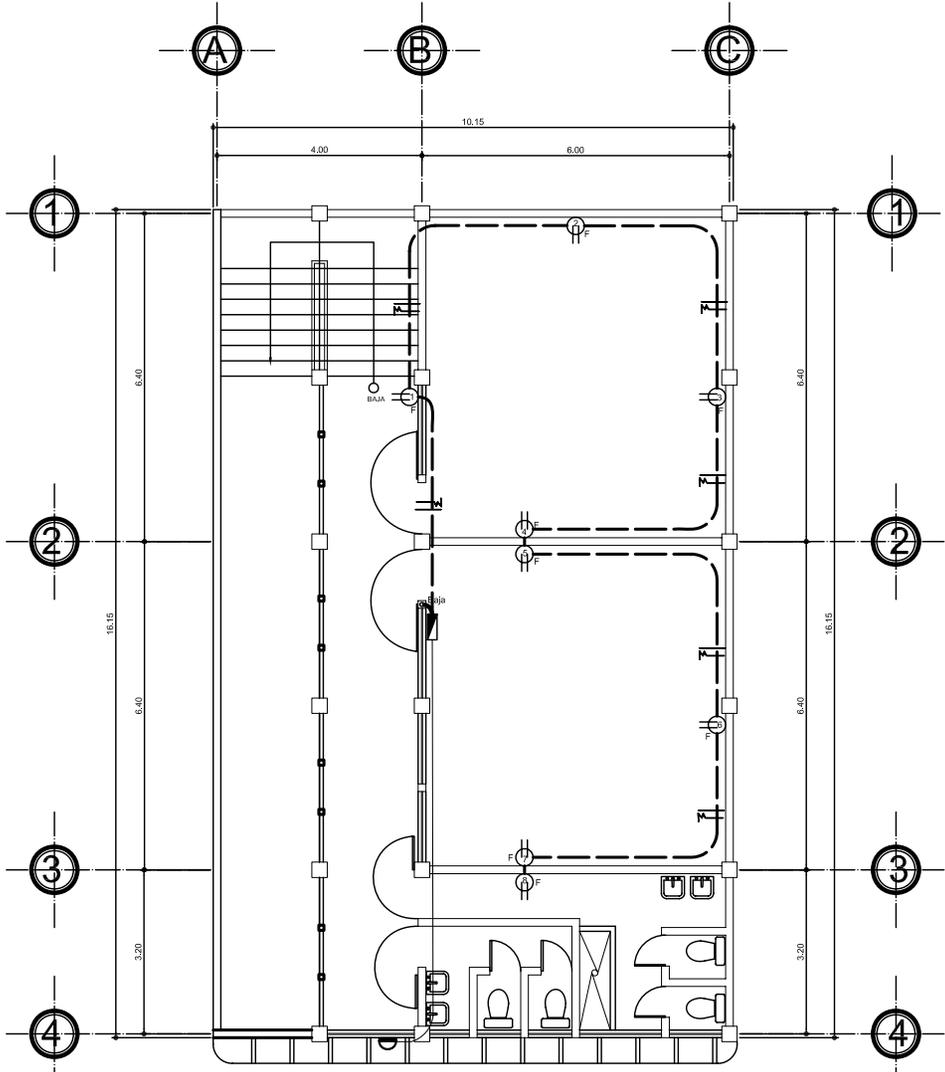
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1,20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1,20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY
	LAMPARA FLOURECENTE
	LAMPARA EN PARED h 2,20 m.
	LAMPARA EN CIELO
	CONTADOR

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
TITULAR JORGE LUIS RODAS MATEO	COLABORA JORGE LUIS RODAS MATEO	PROYECTOR CONSTRUCCION DE ESCUELA	COORDINADOR JORGE LUIS RODAS MATEO
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL		MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PLANTA DE ELECTRICIDAD (Iluminacion)		FECHA: AGOSTO / 2007	
ASESOR Y SUPERVISOR: ING. FREDY LÓPEZ		ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ ING. CARLOS ANTONIO GARCÍA	
			HOJA 14 13



PLANTA DE ELECTRICIDAD (Fuerza)
Primer Nivel

esc: 1/50



PLANTA DE ELECTRICIDAD (Fuerza)
Segundo Nivel

esc: 1/50

NOMENCLATURA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (Fuerza)	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LÍNEA NEUTRAL
	LÍNEA VIVA
	POLIDUCTO SUBTERRANEO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=1.20 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
TEMA: JORGE LUIS RODAS MATIAS	COLABORA: JORGE LUIS RODAS MATIAS	REVISOR:
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA		TOPOGRAFIA: JORGE LUIS RODAS MATIAS
COMUNIDAD: ALDEA SAN ANDRES CHAPIL		ELABORACION: JORGE LUIS RODAS MATIAS
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS		
CONTENIDO: PLANTA DE ELECTRICIDAD (Fuerza)	FECHA: AGOSTO / 2007	HOJA No. 13 / 13
ASESOR Y SUPERVISOR: ING. FREDY LUIS RODAS MATIAS		ALCALDE MUNICIPAL SAN PEDRO SACATEPEQUEZ ING. CARLOS ANTONIO RODAS MATIAS