



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO
DE LA ALDEA CRUZ BLANCA Y EDIFICIO DE DOS NIVELES DE LA ESCUELA PRIMARIA
PARA EL CASERÍO SANJUANERITOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Axel Armando Castellanos Aquino

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO
DE LA ALDEA CRUZ BLANCA Y EDIFICIO DE DOS NIVELES DE LA ESCUELA PRIMARIA
PARA EL CASERÍO SANJUANERITOS, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

AXEL ARMANDO CASTELLANOS AQUINO
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

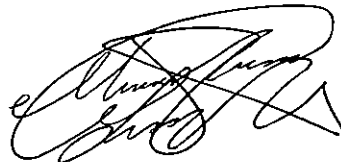
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE SISTEMA DE COBERTURA DE SEÑAL DE TELEFONÍA CELULAR EN ANTIGUA GUATEMALA UTILIZANDO SITIO CELDA TIPO FAROL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 23 de febrero de 2012.



Marvin Adolfo Gutierrez Menéndez

Guatemala 23 de mayo del 2013

Ingeniero
Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador del Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.


Estimado Ingeniero Guzmán.

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE SISTEMA DE COBERTURA DE SEÑAL DE TELEFONÍA CELULAR EN ANTIGUA GUATEMALA UTILIZANDO SITIO CELDA TIPO FAROL”**, del señor **Marvin Adolfo Gutiérrez Menéndez**, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y, yo, como su asesora, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente,


Inga. Ingrid Rodríguez de Loukota
Colegiada 5,356
Asesora

Ingrid Rodríguez de Loukota
Ingeniera en Electrónica
colegiada 5356



Ref. EIME 52.2013

Guatemala, 30 de MAYO 2013.

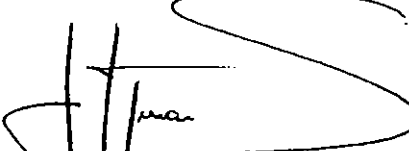
Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
"DISEÑO DE SISTEMA DE COBERTURA DE SEÑAL DE
TELEFONÍA CELULAR EN LA ANTIGUA GUATEMALA
UTILIZANDO SITIO CELDA TIPO FAROL", del estudiante
Marvin Adolfo Gutiérrez Menéndez que cumple con los requisitos
establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑADA TODOS



Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador Área Electrónica



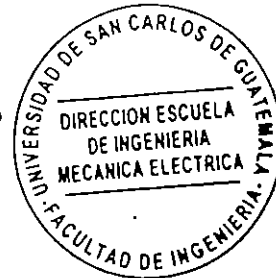
S/O



REF. EIME 66. 2013.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación de la estudiante; Marvin Adolfo Gutiérrez Menéndez titulado: DISEÑO DE SISTEMA DE COBERTURA DE SEÑAL DE TELEFONÍA CELULAR EN ANTIGUA GUATEMALA UTILIZANDO SITIO CELDA TIPO FAROL, procede a la autorización del mismo.


Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



GUATEMALA, 01 DE AGOSTO 2013.

Universidad de San Carlos
de Guatemala

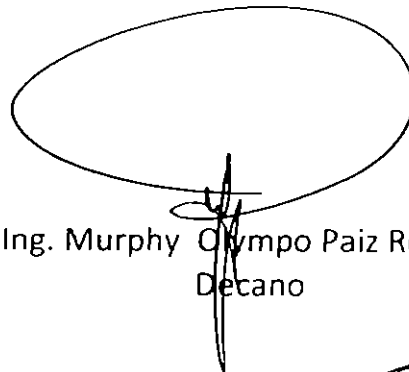


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 647.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE SISTEMA DE COBERTURA DE SEÑAL DE TELEFONÍA CELULAR EN ANTIGUA GUATEMALA UTILIZANDO SITIO CELDA TIPO FAROL**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Adolfo Gutierrez Menéndez**, autoriza la impresión del mismo.

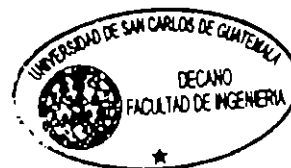
IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 23 de septiembre de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Quien me guía e ilumina en cada uno de los pasos que doy en la vida.
Mi padre	Por siempre confiar en mí y darme su apoyo incondicional e incentivar me a triunfar cada día.
Mi madre	Por ser el ángel que siempre está a mi lado dándome su amor y apoyo.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Que me permitió ser parte de tan hermosa y amada facultad.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis hermanos

Rosibel, Mauricio y Dennis Castellanos, por darme sus consejos y sus mejores deseos siempre.

Mis amigos

Douglas Montenegro, Rigoberto Velazco, Eduardo Román, Carolina Chinchilla; entre otros grandes amigos que fueron como hermanos durante mi carrera.

Mi asesor

Ing. Oscar Argueta Hernández, por su gran ayuda y apoyo durante el desarrollo de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Municipalidad de San Juan Sacatepéquez

Por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado en esta institución y así poder realizarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

INDICE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DE EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	1
1.2.1. Localización y colindancias	1
1.2.2. Topografía	2
1.2.3. Clima	3
1.3. Servicios básicos.....	3
1.3.1. Vías de acceso	4
1.3.2. Medios de transporte	4
1.3.3. Infraestructura.....	4
1.3.4. Agua potable	4
1.3.5. Drenajes	5
1.3.6. Centros educativos.....	5
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA	7
2.1. Descripción del proyecto	7

2.2.	Levantamiento topográfico	8
2.2.1.	Altimetría	8
2.2.2.	Planimetría	9
2.3.	Diseño del sistema	10
2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	10
2.3.2.	Período de diseño	11
2.3.3.	Población de diseño	12
2.3.4.	Dotación	13
2.3.5.	Factor de retorno.....	13
2.3.6.	Factor de flujo instantáneo (Factor de Harmond) ..	14
2.3.7.	Caudal sanitario	15
2.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	15
2.3.7.2.	Caudal de infiltración.....	15
2.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas.....	16
2.3.7.4.	Factor de caudal medio.....	17
2.3.7.5.	Caudal de diseño	18
2.3.8.	Selección del tipo de tubería	19
2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes	19
2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas	21
2.3.9.2.	Diámetro del colector	22
2.3.9.3.	Profundidad mínima del colector.....	22
2.3.9.4.	Ancho de zanja	23
2.3.9.5.	Volumen de excavación	23
2.3.9.6.	Cotas Invert.....	24
2.3.10.	Pozos de visita	27
2.3.11.	Conexiones domiciliarias	29
2.3.12.	Principios hidráulicos.....	30
2.3.12.1.	Relaciones hidráulicas	31

	2.3.12.1.1	Coeficiente de rugosidad	33
2.3.13.		Cálculo hidráulico	33
2.3.14.		Diseño de fosa séptica	36
	2.3.14.1.	Trampa de grasas	37
	2.3.14.2.	Tanque séptico.....	38
	2.3.14.3.	Pozo de absorción.....	40
	2.3.14.4.	Aspectos para el diseño de un tanque séptico	41
2.3.15.		Presupuesto del proyecto	43
2.3.16.		Cronograma de actividades.....	44
3.		DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERIO SANJUANERITOS	47
	3.1.	Descripción del proyecto	47
		3.1.1. Antecedentes.....	47
		3.1.2. Reconocimiento del lugar	48
		3.1.3. Terreno disponible	49
		3.1.3.1. Topografía del terreno	49
		3.1.4. Análisis de suelos	49
		3.1.4.1. Ensayo compresión triaxial.....	49
		3.1.5. Normas y códigos a utilizar.....	51
		3.1.5.1. Criterios generales	51
		3.1.5.2. Criterios de conjunto.....	51
		3.1.5.3. Criterios de iluminación	52
		3.1.5.4. Otros criterios	54
		3.1.5.5. Aula teórica.....	55
		3.1.6. Diseño arquitectónico	55
		3.1.6.1. Ubicación del edificio en el terreno..	56

	3.1.6.2.	Altura del edificio.....	56
	3.1.6.3.	Selección del sistema estructural a utilizar.....	56
3.2.		Análisis estructural	57
	3.2.1.	Predimensionamiento estructural	57
	3.2.1.1.	Vigas	57
	3.2.1.2.	Columnas	58
	3.2.1.3.	Losa	60
	3.2.1.4.	Cimientos	60
	3.2.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles.....	62
	3.2.3.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles	62
	3.2.3.1.	Cargas horizontales en marcos dúctiles.....	63
	3.2.3.2.	Método SEAOC – edificio escolar	63
	3.2.3.3.	Cargas verticales en marcos dúctiles.....	64
	3.2.4.	Análisis de fuerzas por marco	68
	3.2.5.	Análisis de marcos por medio de un método de análisis estructural (Método de Kani)	74
	3.2.5.1.	Método de Kani	74
	3.2.6.	Desarrollo del Método de Kani carga muerta marco típico.....	77
	3.2.7.	Resultados por medio del programa ETABS.....	81
	3.2.8.	Envolvente de momentos	84
	3.2.9.	Diagrama de corte en marcos dúctiles	86
3.3.		Dimensionamiento estructural	89
	3.3.1.	Diseño de losa.....	89
	3.3.2.	Losas nivel 2	98
	3.3.3.	Diseño de vigas.....	98

3.3.4.	Diseño de columnas	104
3.3.5.	Diseño de zapata.....	118
3.3.6.	Diseño de gradas.....	123
3.4.	Instalaciones.....	128
3.4.1.	Instalaciones eléctricas.....	128
3.4.2.	Instalaciones hidráulicas.....	132
3.4.3.	Instalaciones sanitarias	134
3.4.4.	Instalaciones pluviales	136
3.5.	Evaluación de Impacto Ambiental	138
3.6.	Presupuesto de la escuela primaria para el caserío Sanjuaneritos.....	140
3.7.	Estudio socioeconómico.....	142
3.7.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	142
3.7.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	143
3.8.	Cronograma de actividades.....	145
CONCLUSIONES		147
RECOMENDACIONES		149
BIBLIOGRAFÍA.....		151
ANEXOS		153

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del sector cuatro de la aldea Cruz Blanca en mapa 1:50000.....	2
2.	Abreviaturas utilizadas para cotas Invert.....	26
3.	Detalle de pozo de visita	28
4.	Detalle de conexión domiciliar	30
5.	Tipos de canales.....	31
6.	Ubicación del caserío Sanjuaneritos en mapa 1:50000.....	48
7.	Área tributaria para columna.....	59
8.	Planta, edificio de la escuela primaria del caserío Sanjuaneritos...	61
9.	Elevación marco típico, sentido Y.....	61
10.	Elevación marco rígido, sentido X	62
11.	Área tributaria para vigas.....	70
12.	Cargas actuantes en el marco típico.....	73
13.	Cargas actuantes en el eje B.....	74
14.	Momentos producidos por carga muerta (Kg-cm) en vigas.....	81
15.	Momentos producidos por carga muerta (Kg-cm) en columnas....	81
16.	Momentos producidos por carga viva (Kg-cm) en vigas.....	82
17.	Momentos producidos por carga viva (Kg-cm) en columnas.....	82
18.	Momentos producidos por carga sísmica (Kg-cm) en vigas.....	83
19.	Momentos producidos por carga sísmica (Kg-cm) en columnas...	83
20.	Diagrama de momentos últimos (Kg-cm) eje – X en vigas.....	84
21.	Diagrama de momentos últimos (Kg-cm) eje – X en columnas.....	85
22.	Diagrama de momentos últimos (Kg-cm) eje – Y en vigas.....	85

23.	Diagrama de momentos últimos (Kg-cm) eje – Y en columnas	86
24.	Cargas actuante en viga.....	86
25.	Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en vigas.....	87
26.	Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en columnas.....	87
27.	Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en vigas y columnas.....	88
28.	Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – Y en columnas.....	88
29.	Planta típica distribución de losas.....	89
30.	Planta de momentos actuantes (lado a) en losas típicas – nivel 1.....	92
31.	Planta de momentos actuantes (lado b) en losas típicas – nivel 1.....	92
32.	Planta de momentos balanceados (lado a) en losas típicas – nivel 1.....	94
33.	Planta de momentos balanceados (lado b) en losas típicas – nivel 1.....	94
34.	Diagramas de momentos y cortes últimos en la viga (kg-cm).....	99
35.	Armado de viga.....	101
36.	Armado viga final A.....	103
37.	Sección de columna.....	110
38.	Diagrama de iteración para columnas.....	112
39.	Armado final de columna.....	117
40.	Detalle de gradas.....	126
41.	Esquema de ingresos y egresos para el proyecto de la escuela primaria Sanjuaneritos.....	142
42.	Variación del VPN debido a TIR.....	143

TABLAS

I.	Ancho de zanja.....	23
----	---------------------	----

II.	Rugosidad de materiales.....	33
III.	Relaciones hidráulicas para sección circular.....	34
IV.	Resumen del presupuesto del alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca.....	44
V.	Cronograma de actividades para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca.....	45
VI.	Altura o espesores mínimos de vigas.....	57
VII.	Integración de cargas sentido Y.....	71
VIII.	Integración de cargas sentido X.....	73
IX.	Áreas de acero requeridas en losa típica del nivel 1 eje X-X.....	98
X.	Áreas de acero requeridas en losa típica del nivel 1 eje Y-Y.....	98
XI.	Niveles de iluminación.....	129
XII.	Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG.....	131
XIII.	Unidades de gasto.....	133
XIV.	Unidades de descarga.....	135
XV.	Diámetro del colector.....	135
XVI.	Presupuesto de la escuela primaria Sanjuaneritos	141
XVII.	Cronograma de actividades de la escuela primaria para el caserío Sanjuaneritos.....	145

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada cierta distancia
hn	Altura de alma
d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
B	Ancho de viga T
bw	Ancho del alma de viga T
b	Ancho del elemento en sección
A	Área
As	Área de acero de refuerzo
Asmax	Área de acero máximo
Asmin	Área de acero mínimo
Astemp	Área de acero por temperatura
Ag	Área gruesa, área total de la sección
Av	Área transversal de varilla
Az	Área zapata
P	Carga aplicada a la columna
P'o	Carga axial de resistencia de la columna
PCR	Carga crítica de pandeo de Euler
Qp	Carga de punta de pilote
P'ux	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ex.
P'uy	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ey.

P'u	Carga de resistencia de la columna
P't	Carga de trabajo actuando en la columna
CM	Carga muerta
Qs	Carga por fricción del pilote
CU	Carga última
CV	Carga viva
Qcom	Caudal comercial
Qdis	Caudal de diseño
Qinf	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliario
Qi	Caudal industrial
Qci	Caudal por conexiones ilícitas
cm	Centímetro
n	Coefficiente de rugosidad
c	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas
Vmax	Corte máximo actuante
D	Diámetro de la tubería
a	Distancia a la que se intercepta la resultante de la carga con la base del estribo
di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
E	Esbeltez de la columna
q'	Esfuerzo efectivo
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
e	Excentricidad extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
Fcu	Factor de carga última
fqm	Factor de caudal medio

FH	Factor de Harmond
ϕ	Factor de reducción
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel i
km	Kilómetro
π	Letra phi, equivalente a 3,1416
lb	Libras
l/h/a	Litros por habitante por año
l/h/d	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
S	Longitud de ala de viga T
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
δ	Magnificador de momentos
PVC	Material a base de cloruro de polivinilo
ADS	Material a base de polietileno de alta densidad
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
m/s	Metros por segundo
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
E	Módulo de elasticidad del material
M	Momento
Mb	Momento balanceado
Md	Momento de diseño (magnificado)
M't	Momento efectivo de trabajo
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva
MS	Momento inducido por la fuerza sísmica

M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
M_x	Momento último actuando en el sentido X
M_y	Momento último actuando en el sentido Y
S	Pendiente
t'	Peralte de losa
d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra
γ	Peso específico del concreto
P_u	Peso último
PV	Pozo de visita
q	Presión sobre el suelo
q_u	Presión última sobre el suelo
Q	Quetzal (moneda)
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
V/v	Relación de velocidades
m	Relación entre los claros de la losa a/b
f'_c	Resistencia a la compresión del concreto
f_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
V_r	Resistencia al esfuerzo cortante del concreto
K_i	Rigidez de un elemento
Σ	Sumatoria
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla

GLOSARIO

Acero mínimo	Cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
Aguas residuales	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua provenientes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, el rango varía de 0° a 360°.
Banco de marca	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante la vida útil, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el uso previsto para la estructura, usuarios, muebles, maquinaria móvil, etc., soportado por el elemento.

Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Cimiento corrido	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite estas cargas a las zapatas.
Colector	Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, que se utilizan para la descarga de las aguas residuales o pluviales.
Columna	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos, tres veces la menor dimensión lateral.
Columna esbelta	Columna en la cual además de resistir carga axial, también resiste esfuerzos flexionantes, debido a la longitud del elemento en relación a la sección transversal.
Compactación	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así la densidad y la capacidad de soportar cargas.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
DDE	Dirección Departamental de Educación.

Descarga	Lugar donde se depositan las aguas residuales que provienen de un colector.
Desfogue	Salida de aguas residuales en un punto determinado.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
Excentricidad	Se produce cuando el centro de masa no coincide con el centro de gravedad, produciendo de esta manera esfuerzos adicionales por torsión.
Fluencia	Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar al estado original luego de la aplicación de carga.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Momento	Esfuerzo debido, a la aplicación de una fuerza a cierta distancia del centro de masa.

Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca.
Pozo de visita	Estructura que sirve para recibir y depositar las aguas residuales entre dos tuberías. Se utiliza para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
SEAOC	(Structural Engineers Association of California), Asociación de Ingenieros Estructurales de California.
Solera	Elemento estructural horizontal, que sirve para darle mayor resistencia a un muro, además de resistir los esfuerzos inducidos en este.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.
Zapata	Estructura cuya función es transmitir la carga al subsuelo a una presión de acuerdo a las propiedades del suelo.

RESUMEN

Para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca, se realizó el diseño de la red de drenaje sanitario, el cual abarca aproximadamente 10,5 km de longitud, constará de: dos colectores principales, pozos de visita, tubería de PVC, conexiones domiciliarias y dos fosas sépticas.

En el segundo capítulo se presenta el diseño del edificio de dos niveles, para la escuela Sanjuaneritos del caserío Sanjuaneritos, se diseñó con un área de construcción de ochocientos veinte metros cuadrados, ocho aulas, módulo de gradas y losa tradicional en los dos plantas.

El proyecto se diseñó como un sistema estructural, tomando en cuenta las consideraciones sísmicas, por tanto, se tomó en cuenta Normas del AGIES y el ACI para el diseño de losas, vigas, columnas zapatas y también el módulo de gradas.

OBJETIVOS

Generales

1. Diseñar la ampliación del sistema de drenaje, para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca.
2. Diseñar un edificio de dos niveles para la escuela primaria del caserío Sanjuaneritos.

Específicos

1. Elaborar un diagnóstico de la situación actual, del sector cuatro de la aldea Cruz Blanca y el caserío Sanjuaneritos.
2. Realizar visitas de campo y reconocimientos de área para recabar información.
3. Desarrollar manuales de información, para el mantenimiento de los proyectos.
4. Generar varias opciones de diseño para beneficio de las comunidades.

INTRODUCCIÓN

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se encuentra ubicado al oeste de la cabecera municipal de San Juan Sacatepéquez, el cual cuenta con un sistema de drenaje que no tiene la capacidad para satisfacer a la comunidad.

La comunidad cuenta con aproximadamente 450 familias, de las cuales solo 100 están siendo beneficiadas, esto provoca que los pobladores utilicen pozos ciegos para descargar las aguas servidas, y con ello contaminan el manto freático.

El diseño consta de colectores principales, los cuales se conectarán ramales de Pacajay y Joya de las Flores, conexiones domiciliarias, pozos de visita y dos fosas sépticas.

En el caserío Sanjuaneritos del municipio de San Juan Sacatepéquez, se presenta el diseño de la ampliación de la escuela primaria Sanjuaneritos, ya que actualmente cuentan únicamente con 4 aulas con techo y paredes de lámina, no cuentan con servicios sanitarios. La escuela alberga aproximadamente a 125 alumnos, los cuales muestran descontento por la precariedad del establecimiento. El proyecto cuenta con dos niveles, 8 aulas, módulo de gradas, corredor y losa en ambos niveles.

1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DE EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

1.1. Aspectos históricos

En cuanto a la población, el municipio tiene 163 558 habitantes, de los cuales el 50,57 % son mujeres, el 49,43 % son hombres. Contrario a la mayor parte del país, San Juan tiene la mayor población en la zona urbana constituyendo el 53,47 % del total de habitantes y 46,53 % residen en el campo. En la actualidad el núcleo familiar se compone de un total de 6 a 7 hijos, con un promedio de 6 a 5 miembros por familia.

1.2. Aspectos físicos

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se ubica a 3 km. de la cabecera municipal, lo cual hace que el comercio sea abundante.

1.2.1. Localización y colindancias

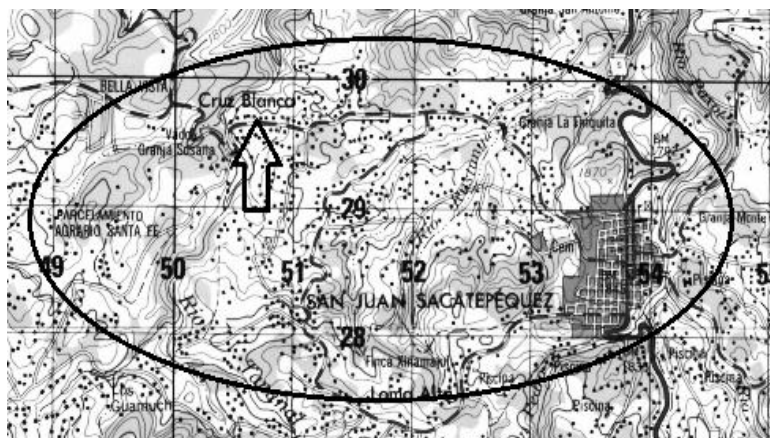
San Juan Sacatepéquez, municipio del departamento de Guatemala, cuenta con un área aproximada de 287 kilómetros cuadrados, está situado a 31 kilómetros de la ciudad capital, colinda al norte con Granados (Baja Verapaz), al este con San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala), al sur con San Pedro Sacatepéquez, al oeste con San Martín Jilotepeque y El Tejar (Chimaltenango), y Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez). La municipalidad es de segunda categoría, debido al tamaño de la población.

La aldea Cruz Blanca está situada a 1,5 kilómetros del centro de San Juan Sacatepéquez, colinda al norte, con el caserío Asunción Chivoc y la aldea Comunidad Ruiz; al sur, con la aldea Loma Alta; al este, con el caserío Cerro Candelaria y casco urbano de San Juan Sacatepéquez, y al oeste con el parcelamiento Santa Fe.

Las coordenadas geográficas del sector cuatro de la aldea Cruz Blanca son:

- Latitud norte 14°43'40"
- Longitud oeste 90°40'05"

Figura 1. **Ubicación del sector cuatro de la aldea Cruz Blanca en mapa 1:50000**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

1.2.2. Topografía

La topografía es accidentada y montañosa, cuenta poca planicie, pendientes y hondonadas cubiertas de vegetación, regiones muy fértiles que

van haciendo contacto con partes de terreno seco, barrancos y arenosos, la elevación varía de 1 500 a 2 000 msnm. Presenta una pendiente de aproximadamente 15 % con respecto a la horizontal.

1.2.3. Clima

Por las características presenta un clima templado con dos estaciones bien marcadas invierno y verano, las temperaturas oscilan entre 13 °C a 23 °C bajo condiciones atmosféricas normales.

Según información de la Estación Suiza Contenta del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología, Hidrología de Guatemala (INSIVUMEH), estación meteorológica más cercana a la aldea, ubicada a 14 kilómetros de distancia, con base en datos de los últimos 15 años, se muestra los siguientes aspectos sobre el clima:

- El patrón de lluvia varía entre 472,3 y 1 761,0 milímetros anuales
- La temperatura media varía entre 12 y 23 °C. La temperatura máxima promedio 29 °C y la mínima promedio 1,6 °C. La temperatura máxima absoluta es 29 °C y la mínima absoluta es -5,0 °C
- La humedad relativa media varía entre 60 % y 90 %. La humedad relativa máxima es 99 % y la mínima es 40 %
- La nubosidad varía entre 3 y 8 octas
- La velocidad del viento varía entre 1,2 y 9,1 kilómetros/hora

1.3. Servicios básicos

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca, posee todos los servicios básicos, a excepción del sistema de alcantarillado sanitario.

1.3.1. Vías de acceso

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca, tiene comunicación por medio de la carretera principal que la comunica con la cabecera municipal, que en la actualidad está en construcción, la cual tiene una longitud de 4 kilómetros, otra que comunica con el caserío Pacajay con una longitud de 3 kilómetros y la carretera a la aldea Loma Alta que tiene una longitud de 3 kilómetros, las carreteras anteriormente mencionadas son de terracería transitables en todo el tiempo del año.

1.3.2. Medios de transporte

El transporte extraurbano parte del centro del municipio de San Juan Sacatepéquez, automóviles, motocicletas, bicicletas y el resto a pie.

1.3.3. Infraestructura

Hay una diferencia marcada en cuanto a la infraestructura, en el centro del pueblo y en las colindancias, las casas en la mayoría son de block y concreto, en las zonas del perímetro del pueblo, la mayoría de casas están fabricadas de adobe, bambú y techo de lámina, lo que refleja la condición económica del lugar. La mayoría de las casas cuentan con letrina ya que no existe un sistema de alcantarillado sanitario.

1.3.4. Agua potable

Los habitantes de la aldea Cruz Blanca se abastecen de agua proveniente de 2 sistemas existentes y pozos artesanales. Una es un manantial localizado a 4 kilómetros del centro de la aldea, la captación está a 50 metros abajo de la fuente. El tanque de almacenamiento

está ubicado estratégicamente en el centro de la aldea, junto al centro de salud. La otra fuente es la utilización de 2 pozos mecánicos con una profundidad de 43 y 60 varas, localizados a pocos metros del tanque de almacenamiento el cual tiene una capacidad de producción de 30 galones por minuto cada uno. El equipamiento de los pozos mecánicos constan de un motor sumergible de 3 y 2 caballos de fuerza respectivamente, el material de la tubería utilizada en los pozos son de PVC, el diámetro de 2 y 1 ¼ pulgadas.

El servicio que se presta es ineficiente, ya que en tiempo de invierno el agua proveniente del manantial contiene gran contaminación donde se puede observar el color café de residuos del suelo haciéndola no potable. El caudal proveniente de los pozos no es suficiente para satisfacer la demanda.

1.3.5. Drenajes

El uso de letrinas en todas las viviendas y la falta de un sistema que permita canalizar adecuadamente las aguas residuales, provocan que estas se descarguen en las calles. En la época de verano cuando éstas se estancan, provocan focos de contaminación, malos olores, aspecto insalubre, lo que da lugar a la proliferación de vectores. Los pobladores padecen de enfermedades gastrointestinales, debido al alto grado de contaminación presente en el agua para consumo humano.

1.3.6. Centros educativos

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca cuenta con una escuela mixta rural, la cual actualmente se encuentra en ampliación, esto para que sea capaz de cubrir la demanda de los estudiantes.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un drenaje sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca, ubicado en el municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala. La necesidad se identificó mediante un estudio de campo y se logró determinar que el proyecto de mayor prioridad es el sistema de drenaje sanitario.

El sistema de alcantarillado sanitario tendrá una longitud de 10 500 metros, el sistema se diseñó bajo especificaciones municipales locales y normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), tales como alturas mínimas, cotas Invert, etc. La tubería a utilizar será PVC Norma ASTM D-3034 y tendrá un diámetro mínimo de 4". Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo a la pendiente del terreno, percatándose de no rebasar las velocidades y caudales máximos y mínimos. Se diseñarán fosas sépticas y se propondrá dos puntos de descarga para dos plantas de tratamiento. En dichos sistemas se realizarán las descargas de los sistemas diseñados.

El diseño consistirá en 5 sistemas de alcantarillado independientes uno de otro ya que el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca tiene una topografía montañosa muy complicada, esto implica que los sistemas deben contar con un propio punto de descarga para que sean factibles.

La población a la cual se beneficiara será de 450 familias, las cuales cuentan con alrededor de 7 habitantes esto da por resultado una población actual de 3 150 habitantes, el sistema de alcantarillado tendrá un período de diseño de 25 años, con una tasa de crecimiento poblacional proporcionada por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez de $r = 3,28 \%$, y una dotación de 150 litro/hab/día. Con un factor de retorno del 80 %.

2.2. Levantamiento topográfico

Son las medidas horizontales y verticales necesarias para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el levantamiento topográfico se realizó por medio de procedimientos de ingeniería.

2.2.1. Altimetría

Se refiere a los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión del terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Para ello es necesario medir distancias verticales y horizontales, ya sea directa o indirectamente. A todo este procedimiento se le llama nivelación. Para la nivelación del tramo donde se ubicará la línea central del drenaje se aplicó el método de nivelación compuesta.

Para la altimetría en el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizó el método de nivelación compuesta debido a que los puntos a nivelar se encontraban a una distancia superior a 120 metros, que es la distancia máxima que se puede observar en la mira, por tanto se realizaron nivelaciones simples para unir los puntos.

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito mecánico marca Wild T-1
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Trompos de madera

El levantamiento altimétrico debe ser preciso, y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se toman elevaciones en las siguientes situaciones:

- En todos los cruces de calles o bocacalles
- A distancias no mayores de 100 metros
- De todos los puntos en que haya cambio de dirección
- De todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- De las alturas máximas y mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.

2.2.2. Planimetría

Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y el cual toma como punto de referencia para la orientación. El método de levantamiento utilizado fue el de conservación de azimut, con vuelta de campana.

Para la planimetría en el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizó el método de conservación del azimut con vuelta de campana, debido a la

facilidad de crear polígonos para representar la línea central y radiar cada casa. Este método simplifica el avance debido al número de intersecciones de calles y estaciones, ya que la topografía del lugar es muy quebrada y posee callejones en puntos consecuentes.

Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito mecánico marca Wild T-1
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

2.3. Diseño del sistema

El diseño se debe elegir considerando ciertas características que pueden afectar al sistema.

2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Existen 3 tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero el más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas, servicios y conexiones ilícitas; residuos comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por industrias, e infiltración.

- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: evacua los dos caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca cuenta con un sistema de alcantarillado el cual no cumple con la necesidad del sector; y solamente el 5 % de las calles son pavimentadas, por lo cual se decidió diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, estando excluidos los caudales de agua de lluvia, provenientes de las calles y otras superficies. Para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se diseñó un sistema de alcantarillado sanitario que excluye las aguas de lluvia.

2.3.2. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este período, es necesario rediseñarlo. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados, para llenar adecuadamente la función durante un período de 20 a 30 años a partir de la fecha de construcción.

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste y el daño; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planificadas, y la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes durante 25 años.

Para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se tomó el período de diseño establecido por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, el cual establece un tiempo de 25 años de vida útil para un sistema de alcantarillado sanitario.

2.3.3. Población de diseño

Para estimar la población de diseño se utilizó el método geométrico, involucrando en forma directa a la población actual que tributará para el sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca tiene una población actual de 3 150 habitantes y una tasa de crecimiento poblacional de 3,28 % anual, según datos estadísticos proporcionados por la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

$$p_f = p_o(1+r)^n$$

Donde:

p_f = población futura

p_o = población inicial

r = incremento poblacional, porcentual

n = período de diseño

Para este diseño se tomaron los datos obtenidos del sector cuatro de la aldea Cruz Blanca:

$$p_o = 3\ 150 \text{ hab}$$

$$r = 3,28 \%$$

$$n = 25 \text{ años}$$

$$p_f = 3\ 150(1+0,0328)^{25} = 7060 \text{ habitantes}$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$\text{Distancia} = 84,41 \text{ m}$$

$$p_f = 16 \text{ hab}$$

2.3.4. Dotación

Como se trata de una comunidad rural, la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez tiene establecida una dotación de 150 l./hab./día, por lo que esta será la que se utilizará para el diseño del sistema.

2.3.5. Factor de retorno

Este factor se determina mediante la consideración de que, del 100 % de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20 % y el 30 % se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta al 70 % u 80 % restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina factor de retorno.

Para el diseño del sistema de alcantarillado para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizó un factor de retorno del 80 % ya que es el valor que recomienda la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

2.3.6. Factor de flujo instantáneo (Factor de Harmond)

Es un factor que está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia; regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Harmond, cuyo valor disminuye si la población aumenta, y aumenta si la población analizada disminuye:

En el diseño del sistema sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca, se usaron factores de flujo de Harmond variables ya que el sistema se diseñó por medio de un sistema de cuencas aisladas, cada una con un sistema propio, por lo cual el FH fue en promedio de FH=4.30

$$FH: (18 + \sqrt{P}) / (4 + \sqrt{P})$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$FH = (18 + P^{1/2}) / (4 + P^{1/2}) \text{ y } P = 81/1\ 000$$

$$FH = (18 + (16/1\ 000)^{1/2}) / (4 + (16/1\ 000)^{1/2})$$

$$FH = 4,12$$

2.3.7. Caudal sanitario

Está compuesto por la integración de los diferentes caudales que se integran a un mismo sistema. En este caso los caudales que tributan son los siguientes:

2.3.7.1. Caudal domiciliario

Es la aportación unitaria o específica de aguas servidas de uso doméstico introducidas a un sistema de alcantarillado, el cual es directamente proporcional a la dotación con que se provee a cada domicilio.

$$q_{\text{dom.}} = (\text{dotación} * \text{No. de hab. futuro} * \text{factor de retorno}) / 86,400$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$Q_{\text{dom}} = \text{No. Hab.} * \text{dotación} * \text{F.R} / 86\ 400$$

$$Q_{\text{dom}} = 16 * 150 * 0,80 / 86\ 400$$

$$Q_{\text{dom}} = 0,020 \text{ l/s}$$

2.3.7.2. Caudal de infiltración

Para el diseño de alcantarillado sanitario se utilizó la Norma del INFOM 2001, para tuberías que quedaran sobre el nivel freático.

$$q_i = 0,01 * \text{diámetro en pulgadas}$$

$$q_i = 0,01 * 4 = 0,04 \text{ l/s}$$

2.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas

Este es un caudal producido por las viviendas que conectan las bajadas de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para considerar este tipo de conexiones se utilizó el siguiente procedimiento.

Para el caso de la cabecera municipal de San Juan Sacatepéquez, no fue posible obtener información acerca de estaciones pluviométricas locales o cercanas con características climatológicas similares, para determinar un porcentaje de precipitación. Por ello se tomó en consideración el caudal propuesto por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria, para este efecto, propone una dotación que tributa al sistema de 150 l/hab/día.

El sector cuatro de la aldea Cruz Blanca es una zona en la cual hay abundancia de agua, proveniente de pozos artesanales de uso doméstico, se decidió utilizar una dotación de 150 l/hab/día.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$Q_{C.I} = (\text{No. Hab.} * \text{Dot. Con. Ilic.} / 86\ 400)$$

$$Q_{C.I} = (16 * 150 / 86\ 400)$$

$$Q_{C.I} = 0,027 \text{ l/s}$$

2.3.7.4. Factor de caudal medio

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal que aporta cada habitante, más la suma de todos los caudales, que son: doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si el valor es menor a 0,002 se tomará 0,002, y si fuera mayor se tomará 0,005, considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos, ya que el diseño podría quedar subdiseñado o sobre diseñado, según fuera el caso.

$$F_{qm} = Q \text{ medio} / \text{No. de habitantes futuro}$$

Donde:

$$Q \text{ medio} = Q \text{ doméstico} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ Conexiones ilícitas}$$

En este caso no se tomó en cuenta el caudal comercial e industrial porque el lugar carece de comercios e industrias.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$Q_{\text{med}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{C.I}} + Q_{\text{Inf.}} = \text{No. Hab.} * \text{Dotación} * \text{F.R} / 86400$$

$$Q_{\text{dom}} = 0,020 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{C.I}} = 0,027 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Inf.}} = 0,04 \text{ l/s}$$

$$Q_{med} = 0,020 \text{ l/s} + 0,027 \text{ l/s} + 0,04 \text{ l/s}$$

$$Q_{med} = 0,087 \text{ l/s}$$

$$FQM = Q_{med} / \text{No. Hab.}$$

$$FQM = 0,087/16$$

$$FQM = 0,00543$$

Ya que el FQM es superior a 0,005 se asume: $FQM = 0,005$

2.3.7.5. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño. Será la suma de: a) caudal máximo de origen doméstico, b) caudal de infiltración, c) caudal de conexiones ilícitas, d) aguas de origen industrial y comercial, según las condiciones particulares de estos establecimientos (no incluidas en el diseño).

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir. En este caso se compara el diseño para población actual y futura con las siguientes expresiones y los cálculos respectivos.

$$q \text{ Dis. Fut.} = (Fqm) (FH \text{ futuro}) (\text{No. de habitantes futuro})$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$q_{\text{dis}} = \text{No. Hab.} * \text{FQM} * \text{F.H}$$

$$q_{\text{dis}} = 16 * 0,005 * 4,12$$

$$q_{\text{dis}} = 0,329 \text{ l/s}$$

2.3.8. Selección del tipo de tubería

La tubería que será utilizada en un proyecto es seleccionada bajo las condiciones con que se pretenda construir el sistema de drenajes, para lo cual influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, facilidad de manejo y colocación. En el diseño del alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizó tubería PVC Junta Rápida Norma D-3034, la cual, según las características, presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

2.3.9. Diseño de secciones y pendientes

En general se diseñó el sistema con secciones circulares de PVC funcionando como canales abiertos. El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares. El tubo de la conexión domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 3", con una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 % y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de, aproximadamente, 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo. La profundidad mínima de coronamiento de la

tubería con respecto a la superficie del terreno es de 1,20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo. En este caso, por ejemplo, para un tubo de 4 pulgadas se tienen $1,20 \text{ m} + 4'' = \text{aprox. } 1,35 \text{ m}$.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie de terreno, se diseñó una tubería auxiliar sobre la principal, para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente. El ancho de la zanja es muy importante para evitar el exceso de excavación y para que permita trabajar adentro de ésta.

Las conexiones domiciliarias en este diseño serán con tubería PVC de 3" de diámetro, debido a que el diámetro del colector es de 4", esto con el fin de que sea funcional y factible, ya que cada sistema es pequeño y transporta poco caudal.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

CT inicial =196,82

CT final = 191,53

$$P = ((\text{CT inicial} - \text{CT final}) * 100) / \text{Distancia}$$

$$P = ((196,82 - 191,53) * 100) / 84,41$$

$$P = 6,267 \%$$

$$V = 1 / N * R^{1/2}$$

En la cual:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning = 0,009 para tubos PVC

Q = caudal

A = área

V = velocidad

Diámetro de tubería 4"

Pendiente de tubería 3,38 %

$$V = 0,03429 / n * (D * 0,0254)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0,03429/0,009 * (4 * 0,0254)^{2/3} * 6,06^{1/2}$$

$$V = 2,36 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q_{\text{sec llena}} = A * V$$

$$Q_{\text{sec llena}} = \pi/4 * (4 * 0,0254)^2 * 2,50 * 1\ 000 \text{ l/1 m}^3$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 19,16 \text{ l/s}$$

2.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas

Para el diseño del sistema de alcantarillado para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizó un parámetro comprendido entre $0.4 \text{ m/s} < v < 5.00 \text{ m/s}$ debido a las condiciones topográficas del lugar.

2.3.9.2. Diámetro del colector

El diámetro de la tubería es una de las partes que se calculó y se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las normas del INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar para sistemas sanitarios será de 8 pulgadas, en el caso de tubería de concreto, y de 6 pulgadas para tubería de PVC.

Para conexiones domiciliarias, se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto, y 4 pulgadas para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal. En este proyecto, se utilizarán los requerimientos de normas para PVC, que se adecúan a la utilización de tubería de polietileno de alta densidad ADS.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario del sector cuatro de la aldea Cruz Blanca, se utilizaron requerimientos de normas para PVC, que se adecúan a la utilización de tubería de polietileno de alta densidad. Se utilizó un diámetro mínimo de 4" por factibilidad económica y funcionamiento adecuado del sistema ya que al diseñar sistemas aislados el caudal transportado en algunos tramos es bajo.

2.3.9.3. Profundidad mínima del colector

La profundidad de la línea principal o colector, se dio en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico.

Asimismo, se tomó en consideración una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de los accidentes fortuitos.

2.3.9.4. Ancho de zanja

Para alcanzar la profundidad a la cual se encuentra el colector, se deben de hacer excavaciones en las distancias (indicadas por los pozos de visita) y dirección determinadas en la topografía de la red general.

La profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y requerimientos de la tubería a utilizar. A continuación se muestra una tabla de anchos de zanja aconsejables, en función de diámetro y alturas de excavación:

Tabla I. **Anchos de zanjas**

Diámetro de tubería en pulgadas	Ancho de zanja		
	Profundidad 0 a 2 m	Profundidad 2 a 4 m	Profundidad 4 a 6 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80

Fuente: GARCÍA, Nery. Método práctico de presupuestos en construcción. p. 17.

2.3.9.5. Volumen de excavación

Es la cantidad de suelo que se removerá para colocar la tubería. Está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita y del ancho de zanja, por lo cual depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y de la longitud entre pozos, siendo las dimensionales en metros cúbicos.

La fórmula para determinar el volumen de excavación, se define de la siguiente manera:

$$\text{Vol} = \frac{H1 + H2}{2} \times d \times z$$

Donde:

Vol = ((profundidad pozo 1+profundidad pozo 2)/2)*distancia ente pozos*ancho de zanja

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$\text{Vol. Exc.} = [(\{ H1 + H2 \} / 2) * d * Z]$$

$$\text{Vol. Exc.} = [(\{ 1,42 + 1,42 \} / 2) * 89,4 * 0,60]$$

$$\text{Vol. Exc.} = 76,16 \text{ m}^3$$

2.3.9.6. Cotas Invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

h_{\min} = altura mínima, según el tipo de tránsito que circula por el lugar

CII = cota Invert inicial

CTS = cota Invert de la tubería de salida final

CTE = cota Invert de la tubería de entrada

CTI = cota del terreno inicial

CTF = cota del terreno final

D = distancia horizontal

S % = pendiente del terreno

Et = espesor de la tubería

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

Distancia horizontal efectiva

Diámetro de pozos: 1,20 metros

Grosor de paredes: ladrillo tayuyo 21 * 12,5 * 6,5

DHefec = distancia entre pozos – ((Ø1 PV1 + grosor paredes PV1) / 2) + (Ø2 PV2 + grosores paredes PV2) / 2))

DHefec = 84,41 – ((1,20 + 0,46) / 2) + (1,20 + 0,46) / 2))

DHefec = 82,75 m

Cota Invert de salida del pozo 1

Cis = cota Invert entrada del pozo 1 – 0,05

Cis = (191,53-1,42) – 0,05

Cis = 195,35

Donde:

Cis = cota Invert salida del pozo 1

Cota Invert entra al pozo 2

$Cie = \text{cota Invert de salida del pozo 1 (Cis)} - (1,5 \% * \text{ distancia efectiva })$

$Cie = 195,35 - (6,06 \% * 82,75)$

$Cie = 190,33$

Donde:

Cie = cota Invert entra del pozo 2

Profundidad del pozo 1

$\text{Alt PV1} = \text{cota del terreno} - \text{cota Invert de salida del pozo 1}$

$\text{Alt PV1} = 196,82 - 1,42$

$\text{Alt PV1} = 1,42$

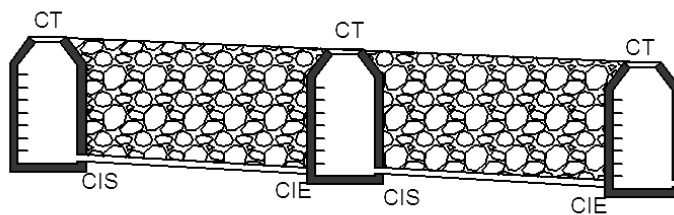
Altura del pozo 2

$\text{Alt PV2} = \text{cota del terreno} - \text{cota Invert de salida del pozo 2}$

$\text{Alt PV2} = 492,03 - 490,73 + 0,12$

$\text{Alt PV2} = 1,42$

Figura 2. **Abreviaturas utilizadas para cotas Invert**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

En la figura 2 se muestra la posición de las abreviaturas utilizadas para el cálculo de cotas Invert.

2.3.10. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y se emplean como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección o pendiente
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros

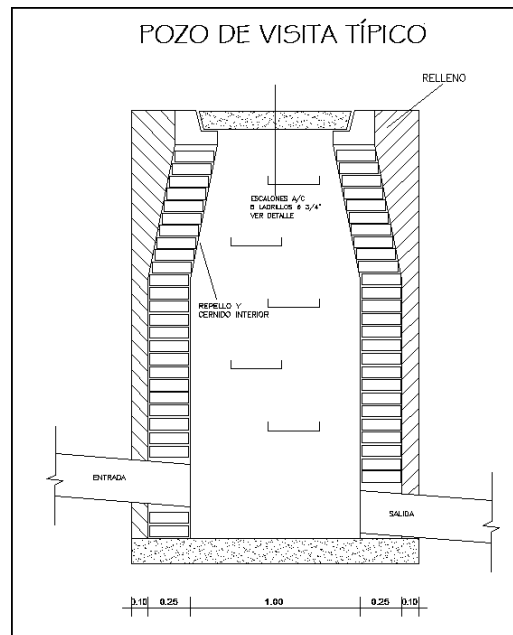
La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general.

Los pozos tienen en la parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura neta de 0,50 a 0,60 m. El marco descansa sobre las paredes, que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1,20 a 1,50 m de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla. La profundidad es variable y las paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños; y de concreto cuando son muy grandes y profundos.

El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de concreto, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o hacia los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

Los canales se recubren, a veces, con tubos partidos o seccionados por el diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano solamente en los casos en que todos los tramos arranquen de él, y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través y otras de arranque, la diferencia de cotas Invert entre el tubo de arranque y el que pasa tiene que ser, como mínimo, el diámetro de la tubería mayor. En los pozos de visita profundos se disponen escalones para que se pueda bajar para inspeccionar y limpiar. Estos escalones suelen ser de varillas de hierro, empotrados en las juntas de los ladrillos.

Figura 3. **Detalle de pozo de visita**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

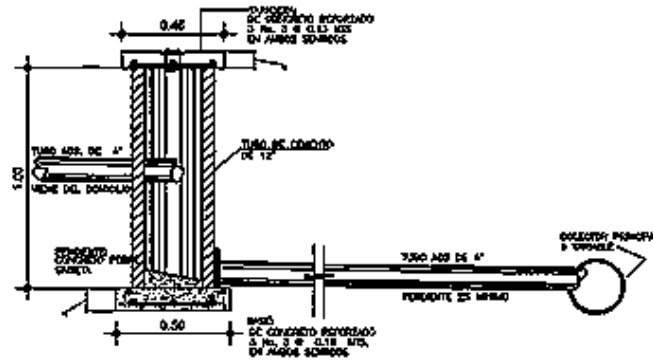
2.3.11. Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar, es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente, al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse, para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se consigue con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T, bien instalada, evita que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda la capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados en forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 3" y debe colocarse con una pendiente de 2 % como mínimo, para sistemas con tubería PVC. Para este diseño se determinó utilizar silleta y en las conexiones domiciliarias ya que minimizar el impacto de las aguas servidas al integrarse al sistema.

Figura 4. **Detalle de conexión domiciliar**



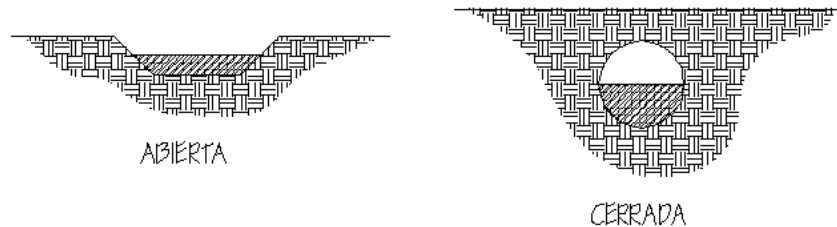
Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

2.3.12. Principios hidráulicos

Las alcantarillas basan el funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres, que están en contacto con el aire, a los cuales se les conoce como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido. La sección del canal, como se muestra en la figura 5, puede ser abierta o cerrada. En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forma en el canal.

El sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cruz Blanca se diseñó con el principio de canales abiertos que trabajan bajo presión atmosférica

Figura 5. Tipos de canales



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

2.3.12.1. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena para poder agilizar de alguna manera los resultados de: velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning. La utilización de las tablas se realizó determinando primero la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtienen los demás valores de chequeo. En la tabla III se muestran las relaciones hidráulicas para una alcantarilla de sección circular.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

Para la relación de caudales se tiene un caudal acumulado de estaciones anteriores el cual es:

$$q_{\text{dis acumulado}} = 0,1378 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} \quad q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = (0,1378) / 19,16$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = 0,007192$$

Relación de velocidad

$$v / V = 0,2970$$

Relación de tirantes

$$d / D = 0,060$$

Velocidad a sección parcial

$$v = V * v / V$$

$$v = 2,36 * 0,2970$$

$$v = 0,70 \text{ m/s}$$

Chequeo

Caudal	$0,329 < 20,26$	q_{dis} sí cumple
Velocidad	$0,40 < 0,70 < 5,00$	v sí cumple
Tirante	$0,10 < 0,060 < 0,75$	no cumple

Nota: únicamente en tramos iniciales el tirante puede ser menor a 0,10.

2.3.12.1.1 Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar las mismas pruebas. Dichas pruebas sirven para determinar un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería, manejando parámetros de rugosidad para materiales ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de sistemas de alcantarillados sanitarios. Entre estos parámetros, se mencionan:

En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizó un coeficiente de rugosidad proporcionado por el fabricante AMANCO, el cual es 0.009 para tubería PVC Norma ASTM cedula 30-34.

Tabla II. **Rugosidad de materiales**

Material	Factor de rugosidad
Concreto	0,011 – 0,016
Hierro galvanizado	0,013 – 0,015
PVC	0,006 – 0,011

Fuente: autor, manual de bolsillo para instalación de tubos ADS. p 26.

2.3.13. Cálculo hidráulico

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se consideró un aspecto importante, como lo es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; asimismo, las cotas Invert de entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la

localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita. Los detalles se presentan en el diseño mostrado en la hoja de cálculo que se presenta en los anexos.

Para desfogar las aguas recolectadas en los distintos ramales que componen este sistema de drenajes, se utilizarán sistemas aislados de fosas sépticas y dos propuestas de plantas de tratamiento para los tramos grandes ya que cuenta con más de 50 viviendas. Todos los sistemas serán aislados debido a la topografía del terreno y las irregularidades que este presenta.

Tabla III. **Relaciones hidráulicas para sección circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863

Continuación de la tabla III.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.8262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Fuente: TÉLLEZ LIMA, Luis Ernesto, Sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Chinchilla, municipio de Jalapa ADS. p. 28.

2.3.14. Diseño de fosa séptica

Las fosas sépticas se utilizan por lo común para el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicio de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por la lejanía. El uso de tanques sépticos se permite en localidades rurales, urbanas y urbanomarginales.

Uno de los principales objetivos del diseño de la fosa séptica es crear dentro de esta una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. Los sólidos sedimentables que se encuentren en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico.

Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo. El líquido pasa por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos.

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases más estables como dióxido de carbono, metano y sulfuro de hidrógeno. El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobre todo de hilachas provenientes del lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico, aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que éstas últimas se acumulan.

Las burbujas de gas que suben a la superficie crean cierta perturbación en la corriente del líquido. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura, con el máximo alrededor de los 35°C.

El líquido contenido en el tanque séptico experimenta transformaciones bioquímicas, pero se tiene pocos datos sobre la destrucción de los agentes patógenos. Como el efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un número elevado de agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos, no descargarse en canales o aguas superficiales sin permiso de la autoridad sanitaria de acuerdo al reglamento nacional vigente.

Los elementos básicos de una fosa séptica son: el tanque séptico y el campo de oxidación; en el primero se sedimentan los lodos y se estabiliza la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias, en el segundo las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo.

Las unidades de una fosa séptica son:

2.3.14.1. Trampa de grasas

Se instalan únicamente cuando se eliminan grasas en gran cantidad, como es el caso de hoteles restaurantes, cuarteles en zonas rurales. Se colocan antes de los tanques sépticos, deberán diseñarse con una tapa liviana para hacer limpieza, la misma que debe ser frecuente; en lo posible deben ubicarse en zonas sombreadas para mantener bajas temperaturas en el interior. Para controlar la capacidad se considera un gasto de 8 litros por persona y nunca esta capacidad será menor de 120 litros.

En el caso del diseño de fosa séptica para la aldea Cruz Blanca no se tomó en cuenta una trampa de grasa ya que no se consideró necesario.

2.3.14.2. Tanque séptico

El tanque séptico es la unidad fundamental del sistema de fosa séptica ya que en este se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple; además se realiza en el interior lo que se conoce como proceso séptico, que es la estabilización de la materia orgánica por acción de las bacterias anaerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo. Para calcular la capacidad del tanque séptico se debe conocer el número de usuarios del sistema, luego se adopta un gasto de aguas servidas en términos de volumen por persona y por día sugiriendo como una medida un gasto de 150 litros/persona/día y un período de recepción de 24 horas, debiéndose tomar la proporción de esta en caso de no utilizar el sistema el otro día, como es el caso de escuelas rurales donde el lapso de utilización es de 6 a 8 horas diarias.

Para determinar el volumen del tanque séptico se multiplica en número de usuarios por el gasto.

$$V=nq$$

Fórmula en la que q es el gasto proporcional con relación a las 24 horas, así si la escuela rural trabaja 8 horas diarias que serán igual a 8/24 del gasto diario.

En el diseño de alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizarán dos fosas sépticas y dos plantas de tratamiento propuestas. El diseño de la fosa séptica se detalla a continuación:

Datos:

Número de casas: 20 casas

Habitantes por casa: 5 habitantes

Población futura: 100 habitantes

$q=150\text{lt/hab/dia.}$

Fórmula:

$$V = P \cdot q$$

$$V = T \cdot Q = (12 \cdot 150 \cdot 100) / 24 = 7\,500 \text{ L}$$

$$V = 7\,500 + (60 \cdot 100) = 13,5 \text{ m}^3$$

Asumiendo una altura del líquido

$$h=2,50 \text{ m}$$

$$VOL = L \cdot A \cdot H$$

$$13,5 = 2A^2 \cdot 2,50$$

$$A=1,65 \text{ m}$$

$$L=2A$$

$$L=3,3 \text{ m}$$

$$H=2,5 + 0,4 \text{ (altura requerida) } = 2,90 \text{ m}$$

$$H= 2,90 \text{ m}$$

Dimensiones de la fosa séptica

$$\text{Ancho} = 1,65 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 3,3 \text{ m}$$

$$\text{Alto} = 2,9 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 13,5 \text{ m}^3$$

2.3.14.3. Pozo de absorción

Los pozos de absorción pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Un pozo de absorción consiste en excavaciones de más o menos un diámetro y profundidad variable. En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1m para lograr una buena distribución de agua al fondo.

Características del tanque séptico.

- La relación largo-ancho del área superficial del tanque séptico deberá estar comprendida entre 2:1 a 5:1.
- El espacio libre entre la capa superior de nata o espuma y la parte inferior de la losa de techo el tanque séptico no será menor a 0,30 m. se deberá considerar que un tercio de la altura de la nata se encontrará por encima del nivel del agua.
- El ancho del tanque séptico no deberá ser menor de 0,60 m y la profundidad neta menor a 0,75 m.
- El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida del tanque séptico será de 0,10 m y 0,75 m respectivamente.
- El nivel de la tubería de salida del tanque séptico, deberá estar situado a 0,05 m por debajo de la tubería de entrada del tanque séptico.
- Los dispositivos de entrada y salida del agua residual al tanque séptico estarán constituidos por tees o pantallas.
- Cuando se usen pantallas, estas deberán estar distanciadas de las paredes del tanque a no menos de 0,20 m ni mayor a 0,30 m.
- Cuando el tanque tenga más de una cámara, las interconexiones entre las cámaras consecutivas se proyectarán de tal forma que evite el paso de natas y lodos.

- El fondo de los tanques sépticos tendrá pendiente de 2 % orientada hacia el punto de ingreso de los líquidos.
- En los casos en que el terreno lo permita, se colocará una tubería de 0,15 m de diámetro para el drenaje de lodos, cuyo extremo se ubicará a 0,10 m por encima de la sección más profunda del tanque séptico. La tubería estará provista de válvula de tipo compuerta y la carga de agua sobre el mismo no deberá ser menos a 1,80 m.

Con los cálculos del diseño realizados se obtuvieron los siguientes datos para el pozo de absorción:

K_1 = coeficiente de absorción ($m^2/hab/día$)

$K_1 = 0,88 m^2/hab/día$

Fórmula:

$$H = (k_1 * N) / (\pi * D)$$

$$H = (0,88 * 100) / (\pi * 2,50)$$

$$H = 11,21 \text{ m}$$

Nota: dado a que se necesita un pozo de 11,21 m, se utilizarán dos pozos de 5,5 m de profundidad.

2.3.14.4. Aspectos para el diseño de un tanque séptico

Para el diseño del tanque séptico se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

El tiempo de retención hidráulica del volumen de sedimentación, se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$Pr = 1,5 - 0,3 \cdot \log (P \cdot q)$$

Donde:

PR= tiempo promedio de retención en días

P = población

q = caudal de aporte unitario de aguas residuales en lts/hab.día

En ningún caso, el tiempo de retención deberá ser menor a seis horas.

Volumen de sedimentación, será calculado mediante la fórmula siguiente:

$$Vs = 10^{-3} \times (P \cdot q) \times Pr$$

Donde:

Vs = volumen de sedimentación en m³

Volumen de almacenamiento de lodos, se calculó mediante el empleo de la fórmula siguiente:

$$Vd = G \times P \times N \times 10^{-3}$$

Donde:

Vd= volumen de almacenamiento de lodos en m³

G= volumen de lodos producidos por persona y por año en lts.

N= intervalo de limpieza o retiro de lodos en años.

- Volumen de natas, como valor normal se considera un volumen mínimo de 0,7 m³
- Espacio de seguridad: la distancia entre la parte inferior del ramal de la tee de salida y la superficie inferior de la capa de natas no deberá ser menor a 0,10 m

2.3.15. Presupuesto del proyecto

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, la no calificada, las prestaciones laborales, los materiales de construcción y el transporte de los mismos. Como costos indirectos se consideraron: la supervisión técnica, los costos de administración y la utilidad. Los salarios de la mano de obra se estimaron con base en el salario mínimo establecido por la ley. En cuanto al precio de los materiales, se tomaron los que se manejan en la región.

Tabla IV. **Presupuesto del alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca**

RENGLONES DE TRABAJO						
No.	Renglón	Unidad	Cantidad	P.U.		TOTAL
1	Bodega	unidad	1	Q	6 000,00	Q 6 000,00
2	Trazo y estaqueado	ml	10 400,02	Q	7,50	Q 78 000,00
3	Excavación	m3	9 411,61	Q	97,00	Q 917 631,98
4	Relleno	m3	9 788,07	Q	141,11	Q 1 381 194, 55
5	Colector	global	1,00	Q	1 063 767,66	Q 1 063 767,66
6	Poza de visita tipo A	unidad	187,00	Q	4 423,04	Q 827 108,95
7	Poza de visita tipo B	unidad	17,00	Q	8 706,39	Q 148 008,63
8	Poza de visita tipo C	unidad	5,00	Q	12 989,74	Q 64 948,69
9	Conexión domiciliar	unidad	450,00	Q	414,93	Q 186 718,50
10	Fosa séptica	unidad	2,00	Q	34 548,05	Q 69 096,10
11	Limpieza	ml	10 400,00	Q	9,51	Q 98 904,00
				TOTAL		Q 4 836 672,95

Fuente: elaboración propia.

2.3.16. Cronograma de actividades

Se refiere a organizar consecutivamente cada una de las actividades que se realizarán para el proceso de construcción.

Tabla V. **Cronograma de actividades**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																																										
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA																																																										
UBICACIÓN: ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPEQUEZ.																																																										
FECHA: ABRIL DEL 2013																																																										
No.	ACTIVIDAD	DURACION (EN SEMANAS)																																																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
1	BODEGA																																																									
2	TRAZO Y ESTAQUEADO																																																									
3	EXCAVACION																																																									
4	COLECTOR																																																									
5	RELLENO																																																									
6	POZOS DE VISITA																																																									
7	CONEXION DOMICILIAR																																																									
8	FOSA SEPTICA																																																									
9	LIMPIEZA																																																									

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERIO SANJUANERITOS

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistió en el diseño en tres módulos escolares de dos niveles en el caserío Sanjuaneritos, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, la distribución de ambientes es la siguiente:

- El segundo nivel, tendrá cuatro aulas
- El primer nivel cuenta con cuatro aulas
- Y un módulo de gradas

Debido a que el actual edificio escolar no posee la capacidad de albergar a los estudiantes, se tuvo la necesidad de ampliar la escuela, por lo tanto lo que se necesita es el módulo descrito anteriormente.

La estructura del módulo escolar será a base de marcos dúctiles y losas de concreto armado, los muros serán tabiques de mampostería reforzada de block pómez, ventanas, puertas de metal y piso de granito de mármol.

3.1.1. Antecedentes

Desde hace varios años los vecinos y maestros del caserío Sanjuaneritos, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, han iniciado las gestiones para la realización del proyecto de construcción de una escuela primaria, presentando la solicitud a la municipalidad, debido a que en el 2011 el lugar en

donde se encontraban las instalaciones de la escuela fue declarado por la CONRED como no habitable, por encontrarse en una zona erosionable adyacente a un barranco, y debido a que ya se habían presentado grietas y fisuras en parte de la estructura de la escuela. Por lo que la comunidad gestionó la compra de un terreno a donde se ha trasladado la escuela, actualmente cuenta con infraestructura informal (aulas de lámina y parales de madera), que no es la más adecuada para desarrollar dichas actividades.

3.1.2. Reconocimiento del lugar

San Juan Sacatepéquez, municipio del departamento de Guatemala, cuenta con un área aproximada de 287 kilómetros cuadrados, situado a 31 kilómetros de la capital, se llega por la ruta nacional 5, colinda al norte con Granados (Baja Verapaz), al este con San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala), al sur con San Pedro Sacatepéquez, al oeste con San Martín Jilotepeque y Tejar (Chimaltenango), y Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez). El caserío Sanjuaneritos se encuentra ubicado al oeste de la cabecera municipal de San Juan Sacatepéquez y al norte de la capital de Guatemala.

Figura 6. Ubicación del caserío Sanjuaneritos en mapa 1:50000



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

3.1.3. Terreno disponible

Los pobladores del caserío Sanjuaneritos cuentan con un terreno de 950 m², el terreno tiene forma rectangular el cual se puede ser utilizado en totalidad.

3.1.3.1. Topografía del terreno

La topografía del terreno destinado para la construcción de la escuela primaria Sanjuaneritos es totalmente plana.

3.1.4. Análisis de suelos

Para el análisis de suelos, se realizó un estudio de compresión triaxial, para conocer las características del suelo y el valor soporte.

3.1.4.1. Ensayo compresión triaxial

Consistió en obtener una muestra inalterada de 1 pie cúbico del suelo en el que se pretende cimentar, para determinar el valor soporte, cohesión y ángulo de fricción interna.

El valor soporte de un suelo es la capacidad del suelo para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de la masa. El cálculo del valor soporte se realizó con la ecuación de capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 1,3cN_c + qN_q + 0,4\gamma B N_\gamma$$

Para el cálculo, se utilizaron los siguientes datos, obtenidos en laboratorio como resultado del ensayo compresión triaxial:

Angulo de fricción interna

$$\emptyset_{\text{rad}} = (30,72 \cdot \pi) / 180 = 0,53 \text{ rad}$$

Factor de flujo de carga

$$N_q = (e^{(3/2 \cdot \pi - 0,53) \tan(20,18)}) / (2 \cdot \cos(45 + (30,72/2)))^2$$

$$N_q = 24,45$$

Factor de flujo de carga última

$$N_c = \cot(30,72 \cdot (24,45 - 1))$$

$$N_c = 39,46$$

Factor de flujo de carga

$$N_y = 22,64$$

Capacidad portante última

$$q_o = 139,84$$

Capacidad portante neta última

$$q_{on} = 139,84 - 1,51(1,25)$$

$$q_{on} = 137,95$$

$q_d = \text{Capacidad portante neta última} / \text{factor de seguridad}$

$$q_d = 137,95 / 4$$

$$q_d = 34,48 \text{ ton/m}^2$$

3.1.5. Normas y códigos a utilizar

Para la distribución y disposición de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplican las normas contenidas en el Reglamento de Construcciones de Edificios Escolares, ACI, AGIES y criterios personales. Las normas aplicadas en este trabajo se describen a continuación.

3.1.5.1. Criterios generales

Para el diseño en general se toma en cuenta la importancia de la estructura y el uso que se le dará, estos son los factores más importantes a tener en cuenta. Dependiendo del uso se toman determinaciones de ventilación, espacios o áreas mínimas de instalaciones o áreas de ventilación e iluminación así como también se considera la resistencia y el tipo de estructura que se construirá.

3.1.5.2. Criterios de conjunto

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

- Orientación del edificio: una correcta orientación proporciona: una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio.

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 ventanas bajas.

- Superficie y altura del edificio: 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 de exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

Para el diseño del edificio escolar, se tomó en cuenta lo descrito anteriormente, debido a que es una ampliación, el área de construcción ocupará el 100 % del terreno; el establecimiento está orientado de norte a sur, lo cual garantiza una correcta iluminación y ventilación; la altura de las aulas es de 3,00 m con lo que se cumple lo relacionado a superficie y altura del edificio.

3.1.5.3. Criterios de iluminación

- Generalidades de la iluminación en el edificio: la iluminación debe de ser abundante y uniforme, 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 la iluminación que uno grande, pero las dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación.
- Tipos de iluminación: por la 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 edificios escolares, se describen a continuación:
 - Iluminación natural unilateral: este caso se da, cuando sólo un lado de la oficina o salón 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 ventana.
 - Iluminación natural bilateral: este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25 % a 30 %.
 - Iluminación natural cenital: esta iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo de la oficina o salón, para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 % a 20 % del área total de piso.
 - Iluminación artificial: 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.

Para la iluminación del edificio escolar, se tomó el concepto de iluminación natural bilateral, ya que el edificio está orientado de noroeste a sureste, teniendo un área de iluminación del 25 %. Para la iluminación artificial, se colocaron lámparas de tipo industrial.

3.1.5.4. Otros criterios

- Ventilación: la cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de actividades y es de suma importancia una buena ventilación y circulación de aire dentro de las aulas.
- 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 de los usuarios del lugar y aumenta o disminuye el rendimiento.
- Confort acústico: es importante que en un centro educativo exista confort acústico, ya que éste influye grandemente en el estado anímico y el grado de concentración del alumno. Para el confort acústico es necesario que no exista ninguna interferencia sonora entre los ambientes, ni ruidos que sobrepasen los límites aceptables de tolerancia.

Para la edificación escolar, la ubicación de la escuela facilitó la ventilación debido a que el viento va de norte a sur. El lugar donde se localiza la escuela, el tránsito es escaso, por lo cual el ruido vehicular no afecta.

3.1.5.5. 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 de enseñanza aprendizaje, ya sea en forma tradicional expositiva o modificando la ubicación del mobiliario para desarrollar otras técnicas didácticas. Las recomendaciones para el diseño de aula teórica 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 $1,50 \text{ m}^2$, pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de $1,30 \text{ m}^2$.

3.1.6. Diseño arquitectónico

Las aulas se diseñaron con capacidad de 35 alumnos, necesitando un área mínima de $1,30 \text{ m}^2$, y un área interna de salón de $45,88 \text{ m}^2$. Tiene forma rectangular de $8,85 \times 5,85 \text{ m}$.

El diseño arquitectónico se hace para obtener una buena distribución de ambientes y la forma de las mismas, para lograr una buena comodidad y que el edificio sea funcional.

El proyecto consistirá en la construcción de ocho aulas, la cual será utilizado para el nivel primario.

3.1.6.1. Ubicación del edificio en el terreno

El módulo está orientado de norte a sur, el edificio de aulas abarca todo el área descrita, con espacio disponible para una evacuación segura.

3.1.6.2. Altura del edificio

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

La altura de todos los ambientes es la misma y se deja con estas medidas para dar confort, tanto en los ambientes como en los espacios de circulación. La altura de piso a cielo es de 2,80 m

3.1.6.3. Selección del sistema estructural a utilizar

Elegir un sistema estructural no requiere de operaciones matemáticas, sino que conlleva a muchas consideraciones, las determinan objetivos importantes:

- Se debe cumplir los requisitos de funcionalidad de la edificación
- La estructura debe de soportar las cargas
- Una estructura segura y económica

Existen sistemas que se desempeñen mejor que otros en las eventualidades sísmicas, por lo que se busca un equilibrio que favorezca todos los aspectos mencionados. Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado.

3.2. Análisis estructural

El análisis estructural, se basa en aplicar métodos de análisis a secciones propuestas, para el cálculo previo del diseño estructural.

3.2.1. Predimensionamiento estructural

Predimensionar un elemento estructural, consiste en estimar secciones preliminares, las cuales serán utilizadas para soportar las cargas aplicadas a la estructura. Existen diversos procedimientos para predimensionar los elementos, en este proyecto se aplicó los métodos del ACI 318-99, los cuales se detallan a continuación:

3.2.1.1. Vigas

Para predimensionar las vigas se utiliza el método recomendado en el ACI 318-99, sección 9.5.2, tabla I, el cual calcula el peralte o altura de la viga, dependiendo de la luz que cubre y de los apoyos. Por razones de simetría se calculará la más crítica y la de mayor longitud.

Tabla VI. **Altura o espesores mínimos de vigas**

Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deformaciones*.				
	Simplemente apoyados	Espesor Mínimo, h		
		Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: ACI 318-99, sección 9.5.2, tabla I.

Nota: los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal ($WC = 2\ 400\ \text{kg/m}^3$) y refuerzo grado 420 MPa.

Datos:

$$L = 6\ \text{m}$$

$$h = \text{Peralte.}$$

Solución:

$$h = L/18,5 = 0,3243\ \text{m}$$

$$\text{Base de la viga} = h/2$$

$$\text{Base de la viga} = 0,3243/2 = 0,1622\ \text{m}$$

$$\text{Base de viga} = 0,40\ \text{m Sección de Viga} = 0,60*0,40\ \text{m}$$

3.2.1.2. Columnas

El método utilizado para predimensionar las columnas, se basa en la carga aplicada y el área tributaria, para luego calcular la sección. Para calcular las secciones de las columnas se tomará como base la columna más crítica, o sea la que soporta mayor carga.

Datos:

$$P = \text{carga axial}$$

$$P = \text{área tributaria} \times \text{peso específico concreto}$$

$$P = 36 \times 2\ 400 = 14\ 032,2\ \text{kg/m}$$

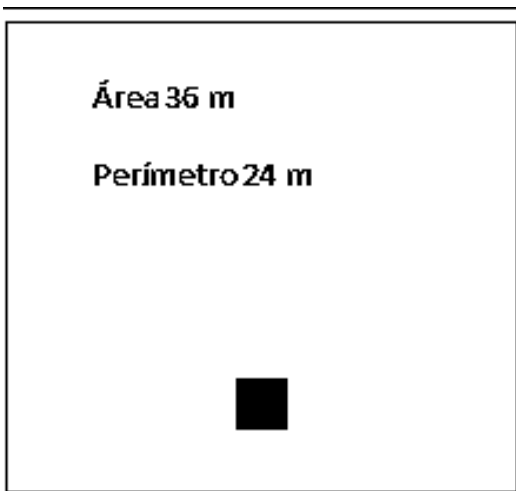
$$F'c = 210\ \text{kg/m}$$

$$F'y = 2\ 810\ \text{Kg/m}$$

$$Ag = \text{área gruesa de columna}$$

$A_s = \text{área de acero, } 1 \% (A_g) \leq A_s \leq 6 \% (A_g)$

Figura 7. **Área tributaria para columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTODAD 2013.

Fórmula:

$$P = 0,8 * (0,225 * f'c * A_g F' y * A_s)$$

$$1 \% A_g \leq A_s \leq 8 \% A_g \text{ (según ACI 318-99, sección 21.4.3)}$$

Solución:

$$P = (\text{área de losa} * \text{espesor de losa} + \text{vigas} + \text{muros} + \text{columnas})$$

$$14032,2 = 0,8 ((0,225 * 210 * A_g) + (2810 * 0,1 * A_g)) * (43200 / 0,8) / ((0,225 * 210) + (2810 * 0,1)) = A_g$$

$$A_g = ((43200 / 0,8) / ((0,225 * 210) + (2810 * 0,1))) = 716,60 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de $40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$

3.2.1.3. Losa

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como para transmitir cargas verticales y horizontales. Por el espesor, pueden dividirse en cascarones ($t < 0,09$), planas ($0,09 \leq t \leq 0,12$) y nervadas ($t > 0,12$).

Para losas en dos direcciones, ACI recomienda:

Espesor de losa = perímetro / 180

$$T = 24/180=0,13$$

$$T = 0,13 \text{ m}$$

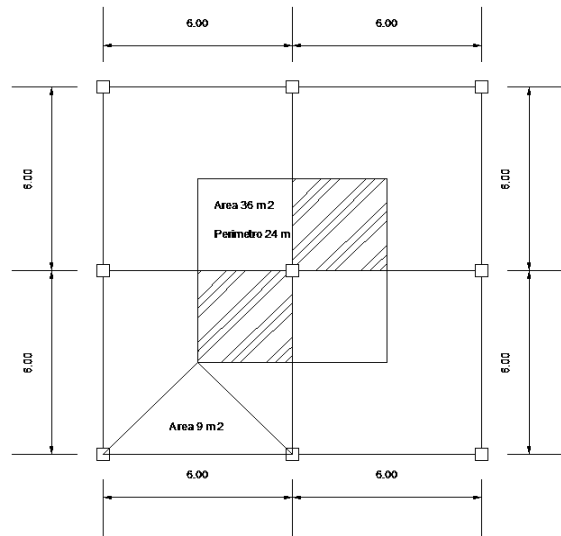
Espesor de losa = 0,13 m

El ACI recomienda no exceder el límite de 0,12 m en losas tradicionales, sin embargo se diseñó el edificio con una losa de 0,13 m ya que se tomaron en cuenta las consideraciones necesarias para que sea factible el diseño.

3.2.1.4. Cimientos

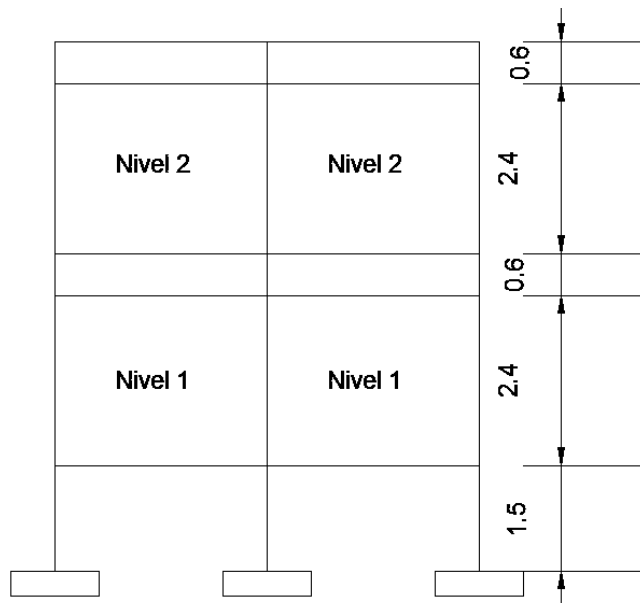
Para los cimientos se usan zapatas aisladas, cuyo predimensionamiento se presenta en el diseño de zapatas. Con los resultados obtenidos del predimensionamiento y tomando en cuenta la distribución arquitectónica, se presenta la figura 8, donde se muestra la planta típica acotada con la respectiva distribución de vigas y columnas.

Figura 8. **Planta, edificio de la escuela primaria del caserío Sanjuaneritos**



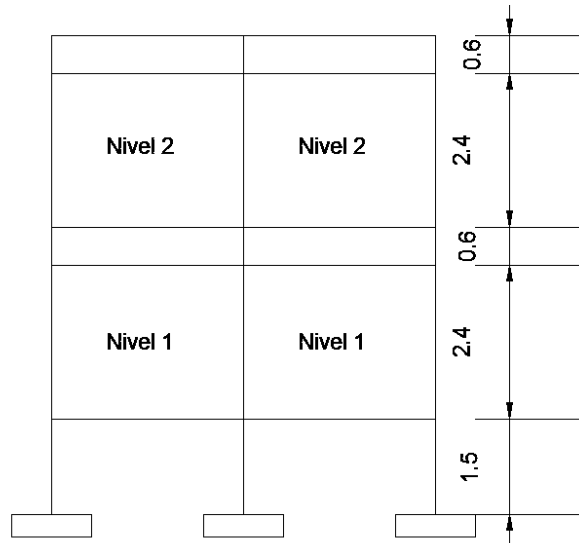
Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 9. **Elevación marco típico, sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Figura 10. **Elevación marco rígido, sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

3.2.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

El modelo matemático de un marco dúctil, es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta el marco y que sirve para realizar el análisis estructural.

Las figuras 9 y 10 muestran los modelos matemáticos de los marcos dúctiles en el sentido X y en el sentido Y, respectivamente.

3.2.3. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Las cargas en una estructura, de acuerdo con la dirección en que se aplican se divide en: carga horizontal y carga vertical.

3.2.3.1. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Existen dos fuerzas horizontales: viento y sismo, las que está expuesto un edificio. Generalmente, se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente.

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas al edificio de aulas, se aplicó el método SEAOC, de la manera siguiente:

3.2.3.2. Método SEAOC – edificio escolar

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la fórmula siguiente:

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

Z = coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona, Z = 1

I = coeficiente que depende de la importancia de la estructura, después de un evento sísmico, I = 1,30

K = coeficiente que depende del tipo de la estructura, K = 0,67

C = coeficiente ligado al período de vibración de la estructura

S = coeficiente que depende del suelo de cimentación, S = 1,5

W = peso propio de la estructura + 25 % WCV

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 e Y longitudinal y transversal respectivamente, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

El factor C depende del período natural fundamental de vibración de la estructura T y está dado por $C = 1/(1,5\sqrt{T})$ el valor C debe ser menor que 0,12, si este valor es mayor que 0,12 se debe de usar 0,12. El valor C se determina, en el sentido X y en el sentido Y, de la manera siguiente:

$$T = 0,0906 * (H / \sqrt{b})$$

$$T_x = 0,0906 * (7,5 / (12)^{1/2}) = 0,1962$$

$$C_x = 1 / (15 * (0,1962)^{1/2}) = 0,1505$$

$$C_x = 0,12$$

$$T_y = 0,0906 * (7,5 / (12)^{1/2}) = 0,1962$$

$$C_y = 1 / (15 * (0,1962)^{1/2}) = 0,1505$$

$$C_y = 0,12$$

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

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

3.2.3.3. Cargas verticales en marcos dúctiles

También llamadas cargas por gravedad, se divide en carga viva y carga muerta. La carga viva, son cargas ocasionales, tales como el peso de personas, etc., la carga muerta, es aquella que permanece constante, inamovible y permanente dentro de una estructura, generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integra la estructura.

Datos:

$$\text{Peso del concreto} = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Acabados} = 60 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso de piso} = 144 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso de muros} = 160 \text{ Kg/m}^2$$

- Segundo nivel, carga muerta:

$$W_{\text{Losa}} = (\text{espesor de losa}) \cdot (\text{área tributaria}) \cdot (\text{peso del concreto})$$

$$W_{\text{losa}} = (0,13 \cdot 144 \cdot 2400) = 44928 \text{ kg}$$

$$W_{\text{col}} = (0,40 \cdot 0,40 \cdot 3 \cdot 2400 \cdot 18) = 20736 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = (144 \cdot 60) = 8640 \text{ kg}$$

$$W_{\text{piso}} = (144 \cdot 144) = 20736 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = (36 \cdot 3 \cdot 160) = 17280 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = (0,40 \cdot 0,60 \cdot 72 \cdot 2400) = 41472 \text{ kg}$$

$$\text{Total de carga muerta } (W_{\text{CM}}) = 153792 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga viva } (W_{\text{CV}}) = (CV) \cdot (\text{Área tributaria})$$

$$\text{Carga viva } (W_{\text{CV}}) = (250 \text{ Kg/m}^2) \cdot (144 \text{ m}^2) = 14400 \text{ Kg}$$

Peso de la estructura = W_{2nivel}

$$W_{2nivel} = W_{CM} + 0,25W_{CV}$$

$$W_{2nivel} = 153\,972 + (0,25 * 14\,400) = 157\,572 \text{ Kg}$$

$$W_{2nivel} = 157\,572 \text{ Kg}$$

- Primer nivel, carga muerta:

$$W_{losa} = (0,13 * 144 * 2400) = 44\,928 \text{ kg}$$

$$W_{col} = (0,40 * 0,40 * 3 * 2\,400 * 18) = 20\,736 \text{ kg}$$

$$W_{acabados} = (144 * 60) = 8\,640 \text{ kg}$$

$$W_{piso} = (144 * 144) = 20\,736 \text{ kg}$$

$$W_{muros} = (36 * 3 * 160) = 17\,280 \text{ kg}$$

$$W_{viga} = (0,40 * 0,60 * 72 * 2\,400) = 41\,472 \text{ kg}$$

$$\text{Total de carga muerta } (W_{CM}) = 153\,792 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga viva } (W_{CV}) (300 * 144) = 43\,200 \text{ kg}$$

Peso de la estructura = W_{1nivel}

$$W_{1nivel} = W_{CM} + 0.25W_{CV}$$

$$W_{1\text{nivel}} = 153\,792 + (0,25 \cdot 43\,200) = 164\,592 \text{ Kg}$$

Peso total de la estructura = W_{Total}

$$W_{\text{Total}} = W_{2\text{nivel}} + W_{1\text{nivel}}$$

$$W_{\text{Total}} = 157\,572 + 164\,592 = 322\,164 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Total}} = 322\,164 \text{ Kg}$$

Corte basal: $V = Z \cdot I \cdot K \cdot C \cdot S \cdot W$

$$V = (1 \cdot 1,3 \cdot 0,8 \cdot 0,12 \cdot 1 \cdot 322\,164) = 40\,206,06 \text{ kg}$$

$$V = 40\,206,06 \text{ Kg}$$

Fuerzas por nivel (F_{ni}): las fuerzas por nivel está dada por la fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V - F_t) \cdot W_{hi}}{\sum(W_{hi})}$$

V = corte basal

F_t = fuerza de techo, si t (período natural de vibración) es menor que

0.25seg, 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

Se calcula primero F_n respecto al eje X y después al eje Y, como $t < 0.25$,

$F_t = 0$

$$T=0.1962<0.25$$

$$F_t = 0$$

$$F_{n_{nivel2}} = (((40\ 206,06-0) \times (157\ 572 \times 7,5)) / (1\ 922\ 454)) = 24\ 715,87\ \text{kg}$$

$$F_{n_{nivel2}} = 24\ 715,87\ \text{Kg}$$

$$F_{n_{nivel1}} = (((40\ 206,06-0) \times (164\ 592 \times 4,5)) / (1\ 922\ 454)) = 15\ 490,19\ \text{kg}$$

$$F_{n_{nivel1}} = 15\ 490,19\ \text{Kg}$$

3.2.4. Análisis de fuerzas por marco

En la estructura se calculó dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos.

- Fuerzas por marcos Y – Y

Como se puede observar en la figura 11, el edificio es simétrico en Y, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido Y.

Segundo nivel:

La fuerza del tercer nivel debe incluir F_t

$$F_m = \frac{(F_2 + F_t)}{\# \text{ Marcos}}$$

$$Fm_2 = (24\,715,87+0)/3=8\,238,62 \text{ Kg}$$

$$Fm_2 = 8\,238,62 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$Fm_1 = (15\,490,19+0)/3=5\,163,39 \text{ kg}$$

$$Fm_1 = 5\,163,39 \text{ Kg}$$

- Fuerzas por marcos X – X

Como se puede observar en la figura 11, el edificio es simétrico en X, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido X.

Segundo nivel:

$$Fm_2 = (24\,715,87+0)/3=8\,238,62 \text{ Kg}$$

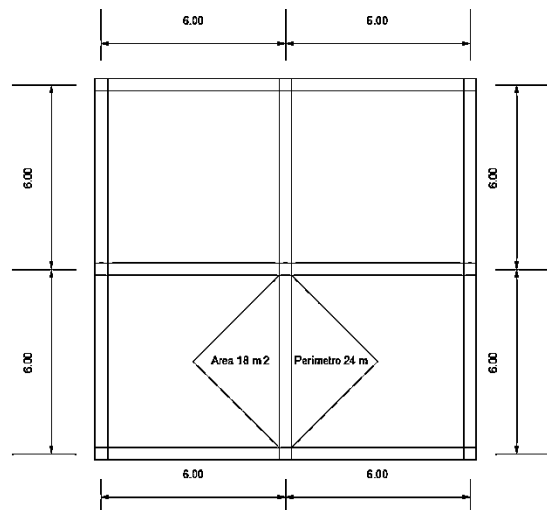
$$Fm_2 = 8\,238,62 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$Fm_1 = (15\,490,19+0)/3=5\,163,39 \text{ kg}$$

$$Fm_1 = 5\,163,39 \text{ Kg}$$

Figura 11. Área tributaria para vigas



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Peso del concreto = 2 400 Kg/m³

Acabados = 60 Kg/m²

Peso del piso = 144 Kg/m²

Peso de muro = 160 Kg/m²

Peso propio de la viga = 0,35*0,25*2400 = 210 Kg/m

Carga viva losa = 250 Kg/m²

Sentido X-X

Marco típico nivel 2:

Carga muerta

$$CM_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{área tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{C-F} = ((2\ 400 * 0,13 + 60)(18)) / 6 = 1\ 116\ \text{kg/m Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CV_{C-F} = ((100 * 18) / 6) = 300\ \text{kg/m}$$

Marco típico nivel 1:

$$CM_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{B-E} = ((2\ 400 * 0,13 + 60 + 160) * (18)) / 6 = 1\ 596\ \text{Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CV_{B-E} = ((300 * 18) / 6) = 900\ \text{Kg/m}$$

Tabla VII. Integración de cargas

	Carga Muerta	Carga Viva
Nivel 2	1 116 Kg/m	300 Kg/m
Nivel 1	1 596 Kg/m	900 Kg/m

Fuente: elaboración propia.

Sentido Y-Y

Marco típico nivel 2:

Carga muerta

$$CM_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{C-F} = ((2400 * 0,13 + 60)(18)) / 6 = 1116 \text{ kg/m Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CV_{C-F} = ((100 * 18) / 6) = 300 \text{ kg/m}$$

Marco típico nivel 1:

$$CM_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{B-E} = ((2400 * 0,13 + 60 + 160) * (18)) / 6 = 1596 \text{ Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

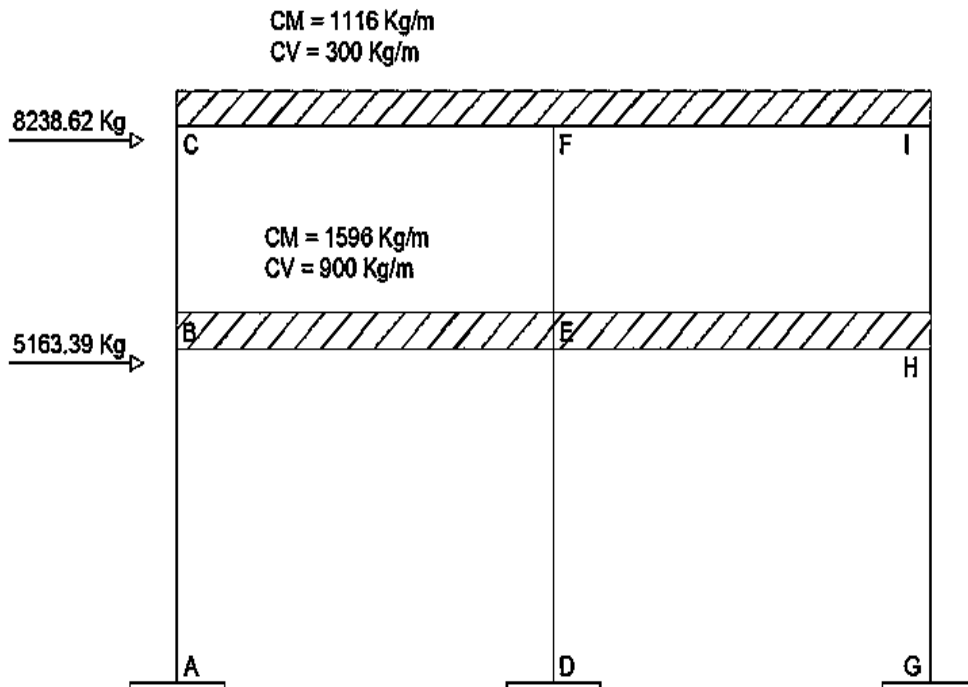
$$CV_{B-E} = ((300 * 18) / 6) = 900 \text{ Kg/m}$$

Tabla VIII. Integración de cargas

	Carga Muerta	Carga Viva
Nivel 2	1 116 Kg/m	300 Kg/m
Nivel 1	1 596 Kg/m	900 Kg/m

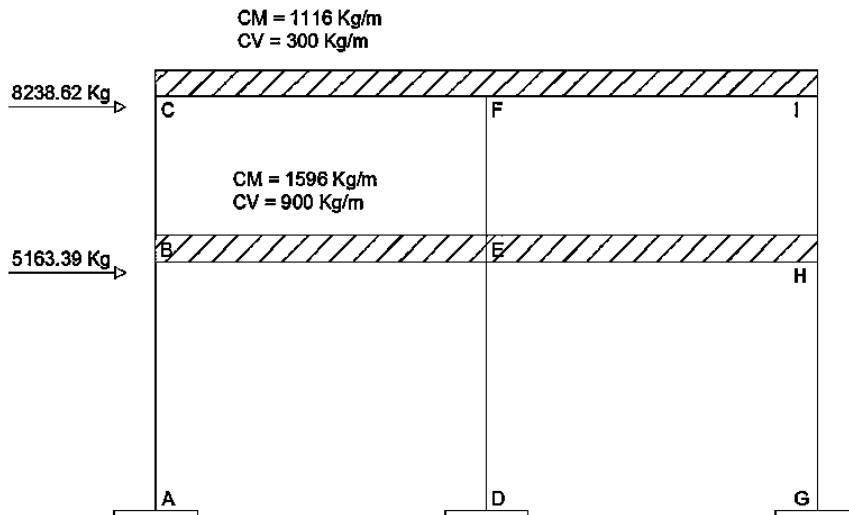
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Cargas actuantes en el marco típico



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

Figura 13. **Cargas actuantes en el eje B**



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

3.2.5. **Análisis de marcos por medio de un método de análisis estructural (Método de Kani)**

Luego de la integración total de cargas, se procedió al análisis estructural para la determinación de las fuerzas y deformaciones que se presenta en la estructura a través del Método de Kani.

3.2.5.1. **Método de Kani**

El Método de kani 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. Los resultados de este método son los momentos con los cuales se diseñaron los elementos estructurales.

- Cálculo de momentos fijos (MFik), estos se calculan cuando existen cargas verticales.
- Cálculo de momentos de sujeción (MS), éstos se calculan cuando hay cargas verticales.

$$MS = \sum MFik$$

- Determinación de fuerzas de sujeción (H), éstas se calculan cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.
H = FM nivel n (fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico)
- Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Qn), se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Qn = \sum H$$

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

$$Mn = (Qn \cdot hn) / 3 \quad hn = \text{altura del piso } n$$

- Cálculo de rigideces de los elementos (Kik)

$$Kik = I / Lik \quad \begin{array}{l} I \text{ inercia del elemento} \\ L \text{ longitud del elemento} \end{array}$$

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

$$\mu_{ik} = -1/2 (Kik / \sum Kin)$$

- 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Cálculo de momentos positivos en vigas

$$M_+ = W L^2 / 8 - (M_1 + M_2) / 2$$

3.2.6. Desarrollo del Método de Kani carga muerta marco típico

- Cálculo de momentos fijos (MFik) $MF = \pm WL^2 / 12$

$$MB-E = ME-H = (1\ 596 \times 6^2) / 12 = 4\ 788$$

$$MH-E = ME-B = (1\ 596 \times 6^2) / 12 = -4\ 788$$

$$MC-F = MF-I = (1\ 116 \times 6^2) / 12 = 3\ 348$$

$$MI-F = MF-C = (1\ 116 \times 6^2) / 12 = -3\ 348$$

- Cálculo de momentos de sujeción $MS = \Sigma (MFik)$

$$MSB = 4\ 788$$

$$MSF = +2\ 157,27$$

$$MSC = +3\ 348$$

$$MSE = -4\ 788 + 4\ 788 = 0$$

$$MSF = -3\ 348 + 3\ 348 = 0$$

$$MSH = -4\ 788$$

$$MSI = -3\ 348$$

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

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

$$I_{Viga} = (40 \cdot 60^3) / 12 = 720\,000 \text{ cm}^4$$

$$I_{Columna} = (40 \cdot 40^3) / 12 = 213\,333,33 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas: $I_{columnas} = 1$

$$I_{Viga} = I_{Viga} / I_{Columna} = 720\,000 / 213\,333,33 = 3,375 = 2,744 \text{ T}$$

Columnas:

$$\text{Nivel 1} = K_{AB} = K_{BA} = K_{DE} = K_{ED} = K_{GH} = K_{HG} = 1 / 4,5 = 0,22$$

$$\text{Nivel 2} = K_{BC} = K_{CB} = K_{EF} = K_{FE} = K_{HI} = K_{IH} = 1/3 = 0,3333$$

Vigas:

$$\text{Viga 1} = K_{BE} = K_{EB} = K_{EH} = K_{HE} = K_{CF} = K_{FC} = K_{FI} = K_{IF} = 3,375/6 = 0,5625$$

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

$$\text{Nudo A: } \mu_{AB} = -1/2 (K_{AB} / (K_A\text{-SUELO} + K_{AB})) = -1/2(0,2/(\infty + 0,2)) = 0$$

Nudo B:

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

$$\mu_{BA} = -1/2(0,22/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,0989$$

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

$$\mu_{BE} = -1/2(0,5625/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,2528$$

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

$$\mu_{BC} = -1/2(0,33/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,1483$$

Nudo C:

$$\mu_{CB} = -1/2 (K_{CB} / (K_{CB} + K_{CF}))$$

$$\mu_{CB} = -1/2(0,33/(0,33+0,5625)) = -0,1849$$

$$\mu_{CD} = -1/2 (K_{CF} / (K_{CB} + K_{CF}))$$

$$\mu_{CD} = -1/2(0,5625/(0,33+0,5625)) = -0,3151$$

$$\text{Nudo D: } \mu_{DE} = -1/2 (K_{DE} / (K_{D-SUELO} + K_{DE})) = -1/2(0,2/(\infty + 0,2)) = 0$$

Nudo E:

$$\mu_{ED} = -1/2(K_{ED}/(K_{ED}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{ED} = -1/2(0,22/(0,22+0,5625+0,33+0,5625)) = -0,0657$$

$$\mu_{EB} = -1/2(K_{EB}/(K_{ED}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{EB} = -1/2(0,5625/(0,33+0,22+0,5625+0,5625)) = -0,1679$$

$$\mu_{EF} = -1/2(K_{EF}/(K_{E}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{EF} = -1/2(0,33/(0,33+0,22+0,5625+0,5625)) = -0,0985$$

$$\mu_{EH} = -1/2(K_{EH}/(K_{ED}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{EH} = -1/2(0,5625/(0,33+0,22+0,5625+0,5625)) = -0,1679$$

Nudo F

$$\mu_{FE} = -1/2 (K_{FE} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB}))$$

$$\mu_{FE} = -1/2(0,33/(0,5625+0,33+0,5625)) = -0,1134$$

$$\mu_{FC} = -1/2 (K_{FB} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB}))$$

$$\mu_{FC} = -1/2(0,5625/(0,5625+0,33+0,5625)) = -0,1933$$

$$\mu_{FI} = -1/2 (K_{FG} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB}))$$

$$\mu_{FI} = -1/2(0,5625/(0,5625+0,33+0,5625)) = -0,1933$$

$$\text{Nudo G: } \mu_{EF} = -1/2 (K_{GH} / (K_E\text{-SUELO} + K_{GH})) = -1/2(0,2/(\infty + 0,2)) = 0$$

Nudo H:

$$\mu_{HG} = -1/2(K_{HG}/(K_{HG}+K_{HE}+K_{HI}))$$

$$\mu_{HG} = -1/2(0,22/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,0989$$

$$\mu_{HE} = -1/2(K_{HE}/(K_{HG}+K_{HE}+K_{HI}))$$

$$\mu_{HE} = -1/2(0,5625/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,2528$$

$$\mu_{HI} = -1/2(K_{HI}/(K_{HG}+K_{HE}+K_{HI}))$$

$$\mu_{HI} = -1/2(0,33/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,1483$$

Nudo I:

$$\mu_{IH} = -1/2 (K_{IH} / (K_{IH} + K_{IF}))$$

$$\mu_{IH} = -1/2(0,33/(0,33+0,5625)) = -0,1849$$

$$\mu_{IF} = -1/2 (K_{IF} / (K_{IH} + K_{IF}))$$

$$\mu_{IF} = -1/2(0,5625/(0,33+0,5625)) = -0,3151$$

$$\text{Cálculo de factores de corrimiento } v_{ik} = -3/2 (K_{ik} / \Sigma K_{in})$$

Nivel 1:

$$V_{AB} = V_{DE} = V_{GH} = -3/2(0,22/(0,22+0,22+0,22)) = -0,5$$

Nivel 2:

$$V_{BC} = V_{EF} = V_{HI} = -3/2(0,33/(0,33+0,33+0,33)) = -1,245$$

Resultados del análisis estructural por el Método de Kani

Marco típico eje Y

Cálculo de momento positivo en vigas se realiza con la fórmula siguiente:

$$M_+ = W L^2 / 8 - (M_1 + M_2) / 2$$

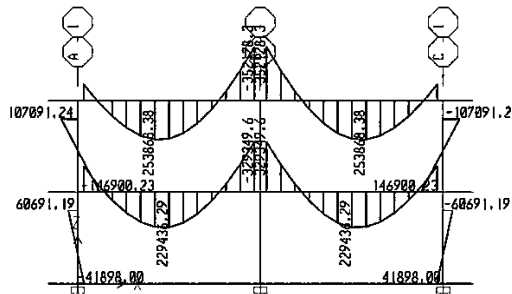
$$M_+ = ((675,32 * 5,00^2) / 8) - ((724,39 + 724,39) / 2)$$

$$M_+ = 1452,50$$

3.2.7. Resultados por medio del programa ETABS

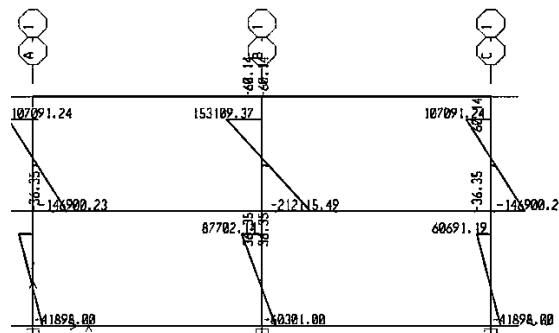
Los datos obtenidos por medio del programa ETABS 2009 muestran los diagramas de fuerzas y momentos actuantes sobre la estructura y proporciona los datos necesarios para el diseño del edificio escolar.

Figura 14. **Momentos producidos por carga muerta (Kg-cm) en vigas**



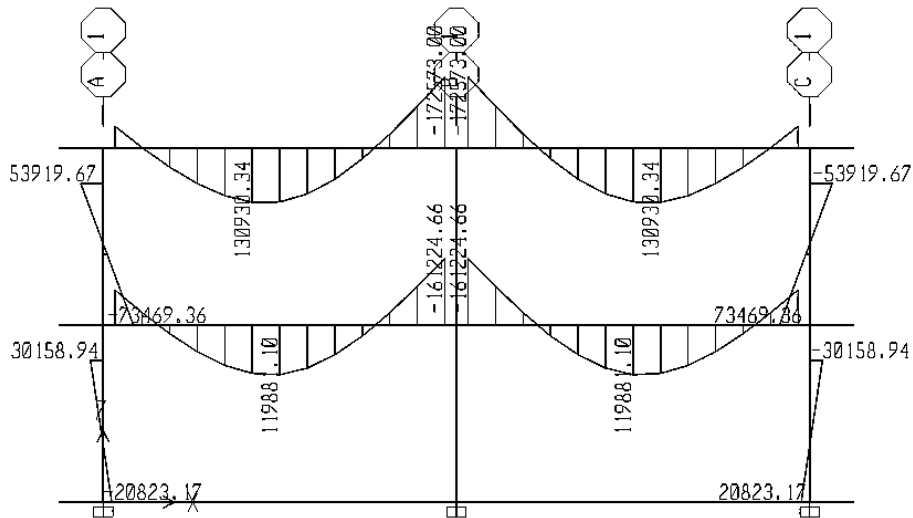
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 15. **Momentos producidos por carga muerta (Kg-cm) en columnas**



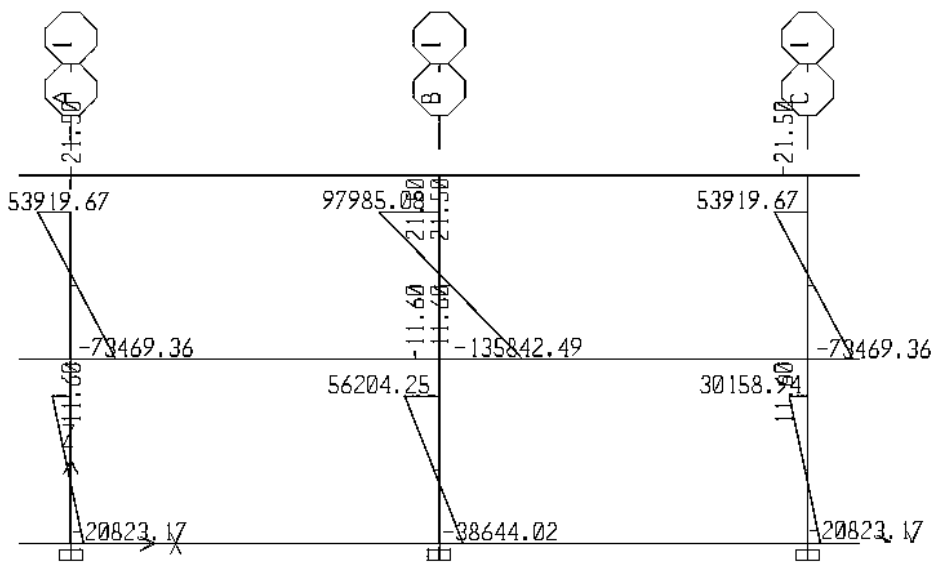
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 16. **Momentos producidos por carga viva (Kg-cm) en vigas**



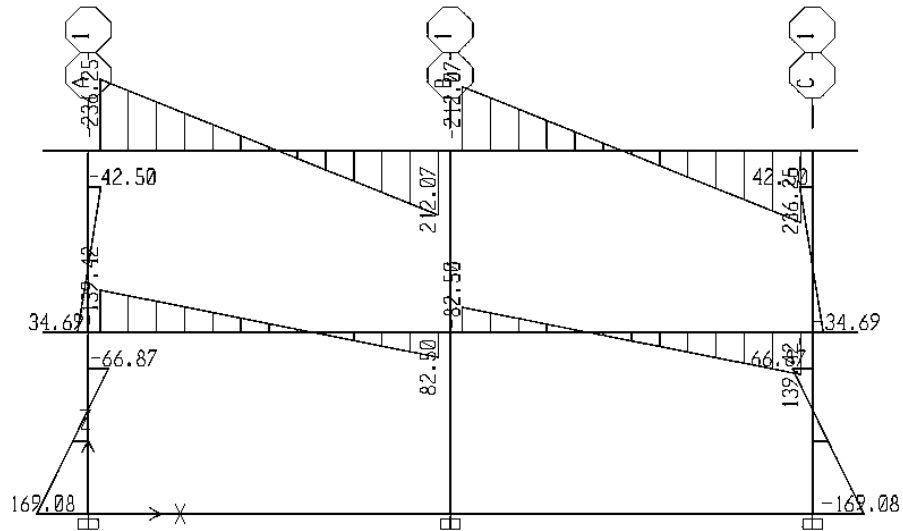
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 17. **Momentos producidos por carga viva (Kg-cm) en columnas**



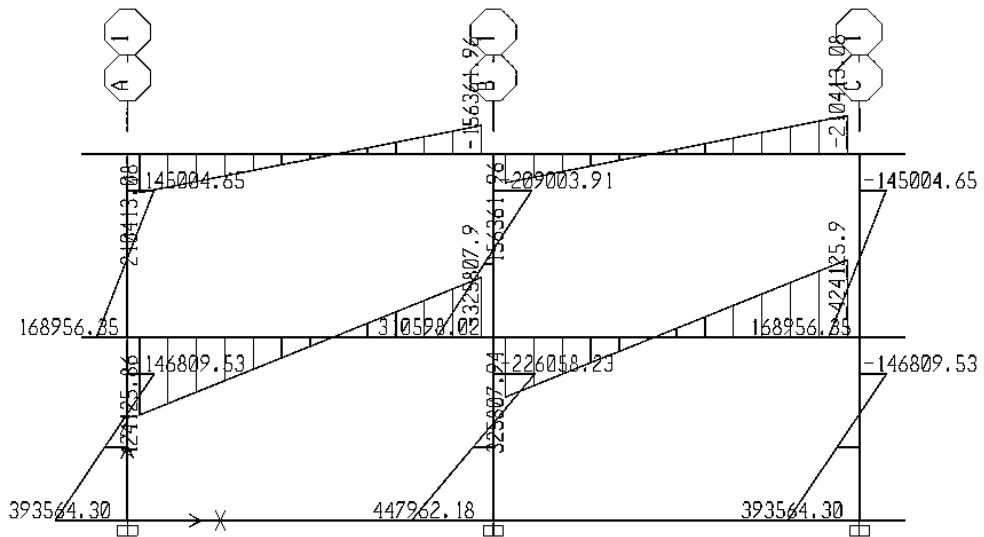
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 18. **Momentos producidos por carga sísmica (Kg-cm) en vigas**



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 19. **Momentos producidos por carga sísmica (Kg-cm) en columnas**



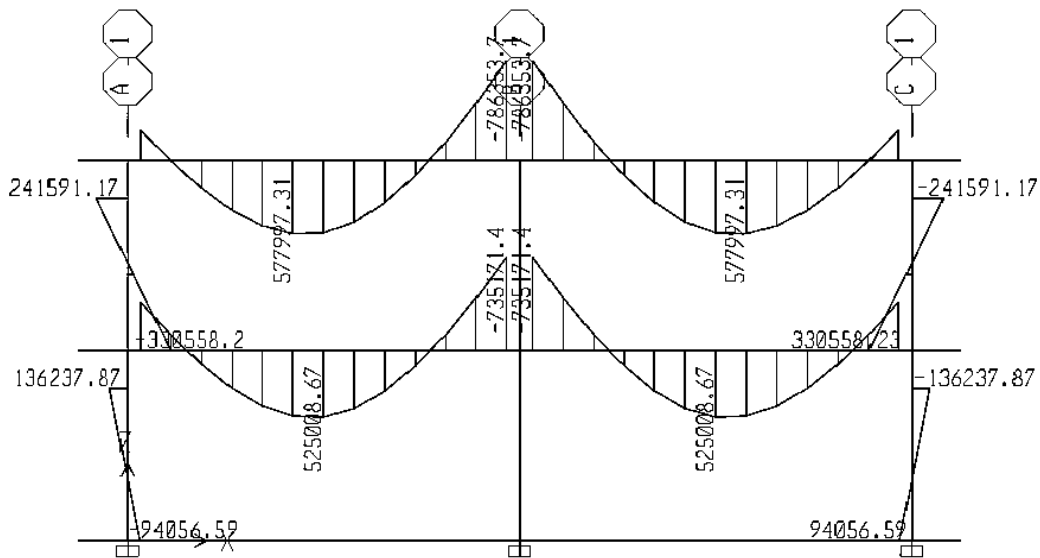
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

3.2.8. Envoltente de momentos

La envoltente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica, tanto en vigas como en columnas.

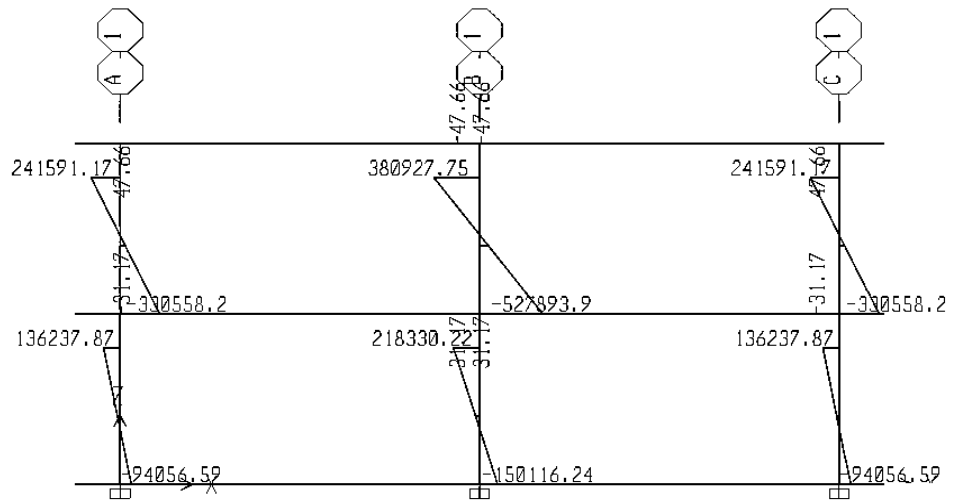
Para considerar la superposición de efectos, el código ACI propone las siguientes combinaciones: 1) $1,4CM+1,7CV$; 2) $0,75(1,4CM+1,7CV\pm 1,87S)$; 3) $0,9CM\pm 1,43S$.

Figura 20. Diagrama de momentos últimos (Kg- cm) eje – X en vigas



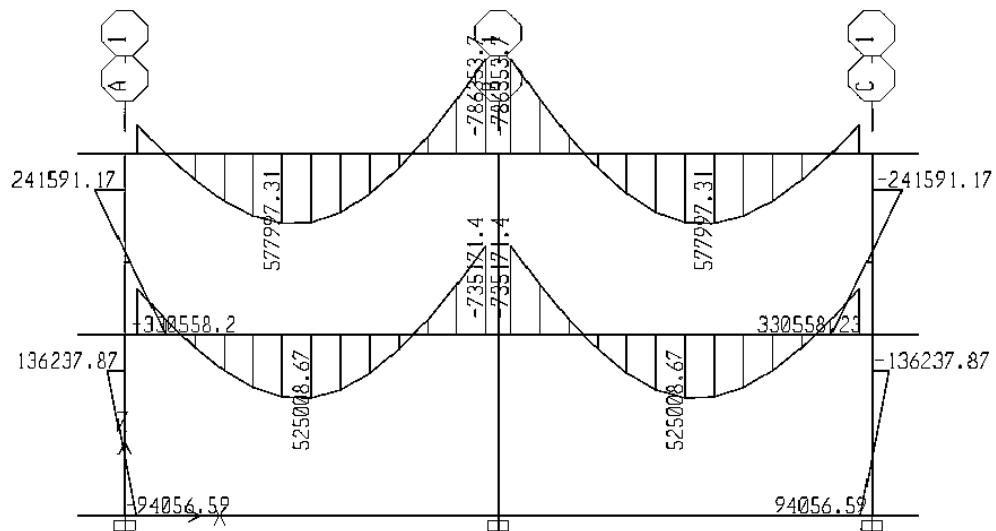
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 21. Diagrama de momentos últimos (Kg- cm) eje – X en columnas



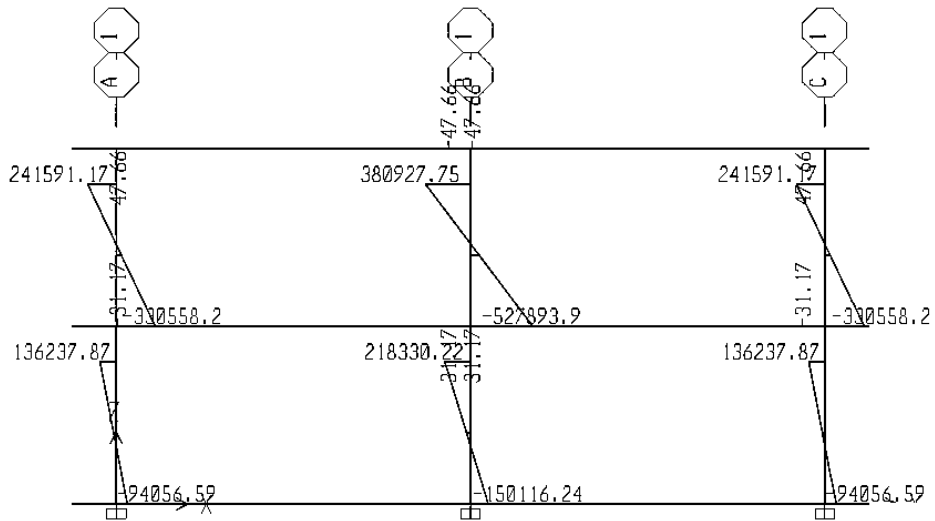
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 22. Diagrama de momentos últimos (Kg- cm) eje – Y en vigas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 23. **Diagrama de momentos últimos (Kg- cm) eje – Y en columnas**

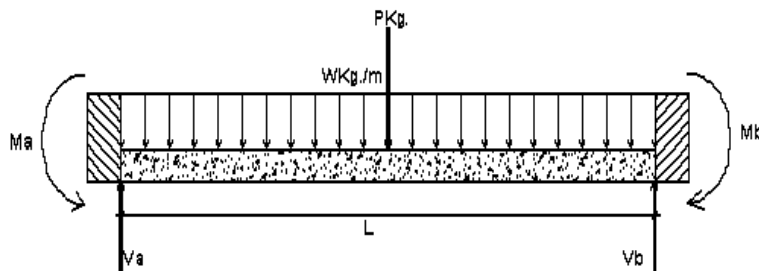


Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

3.2.9. Diagrama de corte en marcos dúctiles

Para calcular los esfuerzos cortantes se utiliza las fórmulas indicadas en este inciso, cada una deberá calcularse por los resultados de carga muerta y carga viva:

Figura 24. **Cargas actuante en viga**

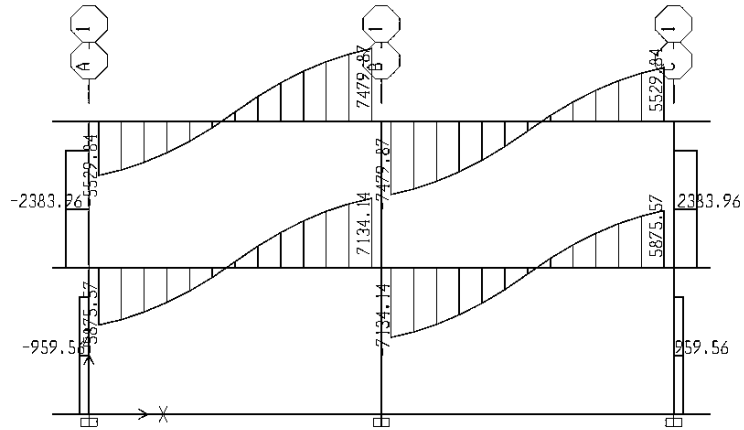


Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

$$V_{\text{ultimo}} = 1,4V_{\text{CM}} + 1,7V_{\text{CV}}$$

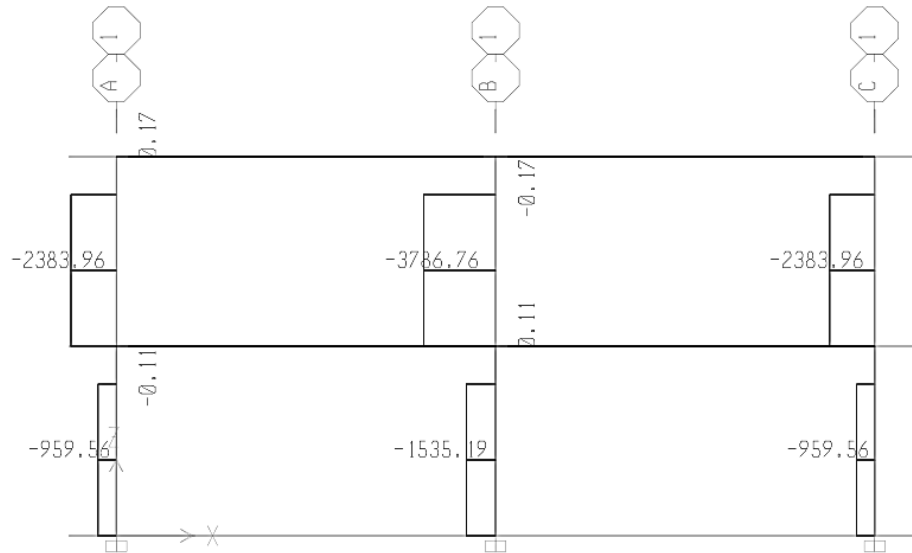
$$V_b = (W L / 2) + (M_b - M_a) / L$$

Figura 25. Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en vigas



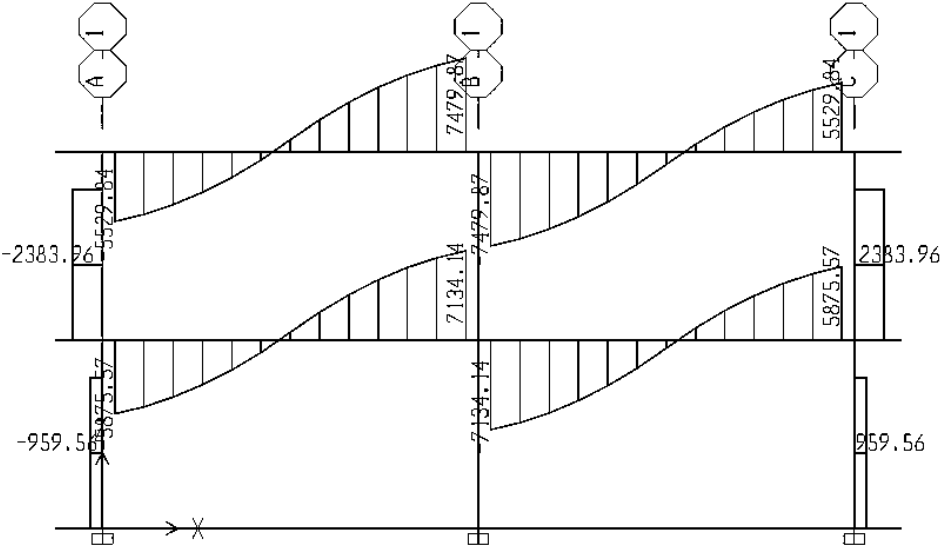
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 26. Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – X en columnas



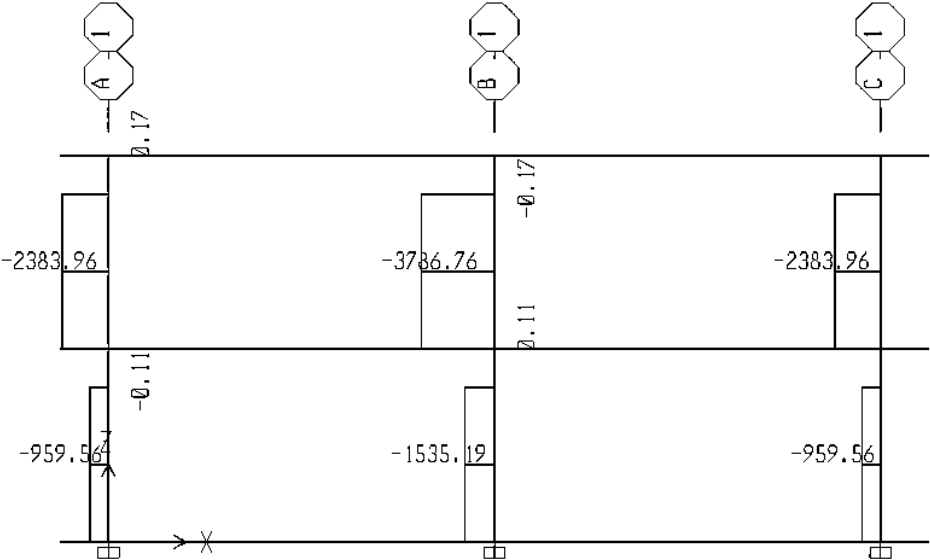
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 27. Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – Y en vigas y columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 28. Diagrama de cortes últimos (Kg) eje – Y en columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

3.3. Dimensionamiento estructural

El dimensionamiento estructural, es el procedimiento en el cual se analiza la cantidad de material necesario para los elementos estructurales.

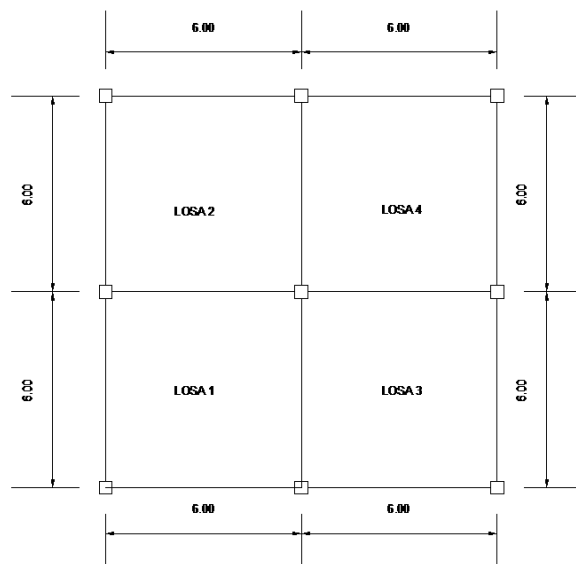
3.3.1. Diseño de losa

Para diseñarlas existen varios métodos, en éste caso se utiliza el método 3 ACI descrito en la sección siguiente.

Losas nivel 1

Espesor de losa, el cálculo del espesor de losa se realizó en el inciso 3.2.1.3. y se determinó un $T = 0.13$ m.

Figura 29. Planta típica distribución de losas



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

Cálculo de carga muerta

Espesor de losa 0,13 m

$P_{\text{losa}} = 312 \text{ k/m}^2$

Carga adic l.= 40 k/m^2

Mezclón = 66 k/m^2

Peso de muros = 160 k/m^2

Total: 578 k/m^2

Carga viva = 300 kg/m^2

Losas 1,2,3 y 4:

$CM_u = 1,4 \cdot 578 = 809,2 \text{ kg/m}^2$

$CV_u = 1,7 \cdot 300 = 510,0 \text{ kg/m}^2$

$CU = 1,4 \cdot (578) + 1,7 \cdot (300) = 1\,319,2 \text{ kg/m}^2$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1,00 m de ancho, entonces:

$CU_u = 1,319,2 \cdot 1 = 1,319,2 \text{ kg/m}$

Momentos actuantes:

Fórmulas:

$$M_{(-)} = C \cdot CUU \cdot A^2$$
$$M_{(+)} = C \cdot CUU \cdot A^2 + C \cdot CVUU \cdot A^2$$

Donde:

C = coeficiente de tablas ACI

A = dimensión del lado considerado de la losa

$$M = Ic/LI$$

$m = 6/6 = 1 > 0,5$ la losa trabaja en dos direcciones

Losa 1,2,3 y 4 por simetría se calculan de la misma manera

Momentos negativos

$$C = 0,050 \text{ a negativo}$$

$$C = 0,050 \text{ b negativo}$$

$$M(-) \text{ a } 0,050 * 1\ 319,2 * (6^2) = 2\ 374,56 \text{ Kg-m}$$

$$M(-) \text{ b } 0,050 * 1\ 319,2 * (6^2) = 2\ 374,56 \text{ Kg-m}$$

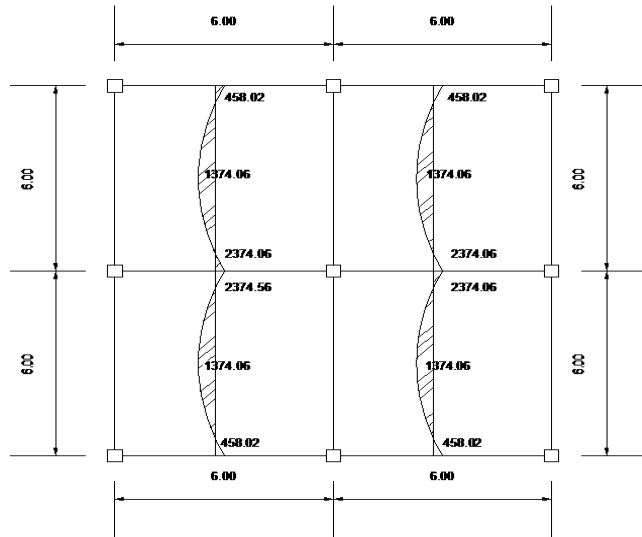
Momentos positivos

$$M(+) \text{ a } = (0,032 * 510 * (6^2)) + (0,027 * 809,2 * (6^2)) = 1\ 374,06 \text{ kg-m}$$

$$M(+) \text{ b } = (0,032 * 510 * (6^2)) + (0,027 * 809,2 * (6^2)) = 1\ 374,06 \text{ kg-m}$$

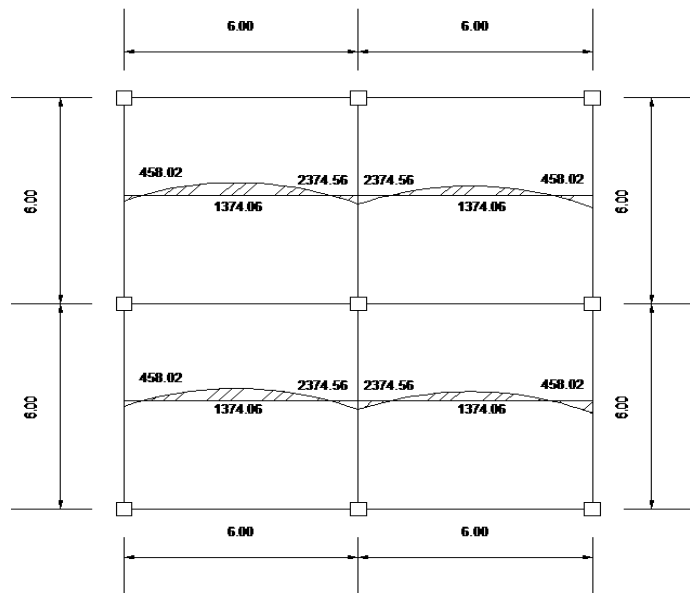
Siguiendo el procedimiento anterior, se calculan los momentos en todas las losas, dando como resultado los datos de la figura 30.

Figura 30. **Planta de momentos (lado a) actuantes en losas típicas – nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

Figura 31. **Planta de momentos actuantes (lado b) en losas típicas – nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

Balanceo de momentos

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 $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}} \rightarrow M_B = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}})/2$

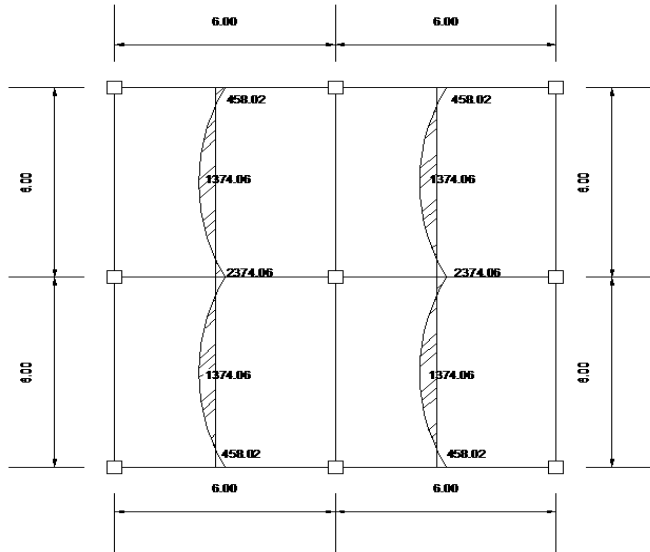
Si $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}} \rightarrow$ se balancean proporcionalmente a la rigidez

$$M_B = 0,8 \cdot 2\,374,56 = 1\,899,64 < 2\,957,18$$

$$(2\,374,56 + 2\,374,56) / 2 = 2\,374,56 \text{ kg-m}$$

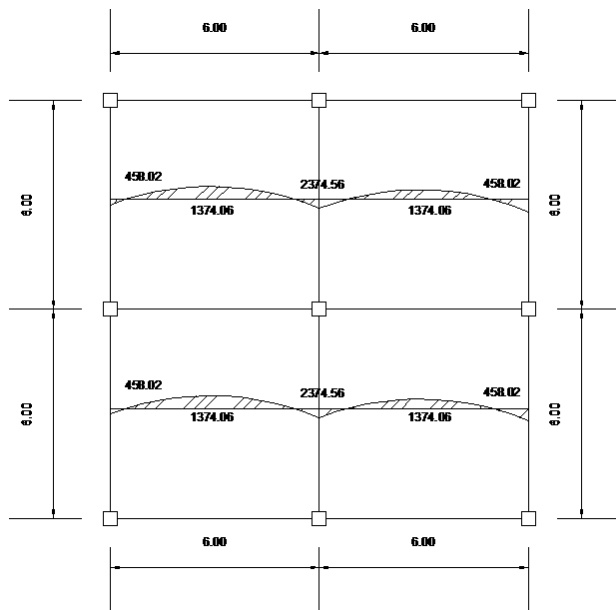
Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la figura 32 y 33. Con estos datos se puede calcular el acero de refuerzo necesario en las losas.

Figura 32. **Planta de momentos balanceados (lado a) en losas típicas – nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

Figura 33. **Planta de momentos balanceados (lado b) en losas típicas – nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

Con los momentos balanceados de la figura anterior, se procede al cálculo del acero de refuerzo que se necesita en las losas.

El peralte (d) se calcula de la siguiente manera: $d = T_{losa} - \text{Rec.} - \varnothing/2$

Cálculo de acero de refuerzo

$$d = 13 - 2,5 - (0,95/2) = 10,02 \text{ cms}$$

Área de acero mínimo

El área de acero mínimo ($A_{s_{MIN}}$), se calcula usando un ancho unitario de 1,00 m.

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

$$A_{s_{min}} = (14,1 / 2810) * 100 * 10,02 = 5,02 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero mínimo, se calcula un espaciamiento (S), usando una varilla No.3 que tiene un área de $0,71 \text{ cm}^2$. El espaciamiento se calcula por medio de una regla de 3:

Cálculo de espaciamiento

$$\text{No 3} = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$S = (0,71 * 100) / 5,02 = 14,14 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo (S_{max}) en una losa está dado por:

$$S_{max} = 2 * \text{Espesor de losa}$$

$$S_{\max} = 2 \cdot 13 = 36 \text{ cm}$$

Cálculo del momento soportado usando area de acero minimo $A_{S_{\text{MIN}}}$

$$M_{\text{sop}} = 0.9 \left[A_{\text{min}} * F_y \left[d - \frac{A_{\text{min}} * F_y}{1.7 F'_c * B} \right] \right]$$

$$M_{\text{sop}} = (0.9(5.02 \times 2810)(10.02 - ((5.02 \times 2810)/(1.7 \times 210 \times 100))) = 122\,193.28 \text{ kg-cm}$$

$$M_{\text{sop}} = 122\,193.28 \text{ kg-cm} = 1\,221.93 \text{ kg-m}$$

El momento que resiste el área de acero mínimo (1221,93 Kg-m), no cubre todos los momentos de las figuras 32 y 33. Por lo que los momentos mayores al calculado se presentan en las tablas VIII y IX, con el área de acero requerido y el espaciamiento necesario.

Cálculo de $A_{S_{\text{MIN}}}$ para cada momento mayor

Cálculo de áreas de acero

Para los momentos menores que el MSOP se usa $A_{S_{\text{MIN}}}$; y para los momentos mayores que el MSOP se calcula el área de acero con la fórmula:

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * F'_c}} \right] * \left[\frac{0.85 * F'_c}{F_y} \right]$$

$$A_{S_{\text{MIN}}} = ((0.85 * 210 * 100 * 7.025) / 2810) * (((0.85 * 210 * 100 * 7.025)^2) / (1.7 / (0.9 * 210 * 100 * 1221.93 * 100 * 100))) / (2810^2)^{1/2} =$$

$$A_{S_{\text{MIN}}} = 5.02 \text{ cm}^2$$

Chequeo por corte

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.

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{MÁX} = CUU * L / 2$$

$$V_{max} = (1\ 319,2 * 6) / 2 = 3\ 957,6 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente

$$V_R = 45 (f'c)^{(1/2)} * t$$

$$V_r = 45 * (210^{(1/2)}) * 13 = 8\ 477,45 \text{ kg}$$

Comparar V_R con $V_{MÁX}$

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

$$8\ 477,45 > 3\ 957,6$$

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

Tabla IX. **Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1 eje X-X**

Momento (M)	Área de acero	No. Varilla	Espaciamiento
1 374,06	5,56	3 o 3/8	0,15m
2 374,56	10,18	3 o 3/8	0,15m
458,02	1,80	3 o 3/8	0,15m

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1 eje Y-Y**

Momento (M)	Área de acero	No. Varilla	Espaciamiento
1 374,06	5,56	3 o 3/8	0,15m
2 374,56	10,18	3 o 3/8	0,15m
458,02	1,80	3 o 3/8	0,15m

Fuente: elaboración propia.

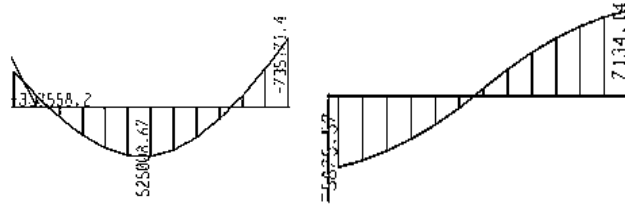
3.3.2. Losas nivel 2

Para el diseño de losas del nivel 2, se siguió el procedimiento aplicado para las losas del nivel 1. Los resultados para ambos niveles se presentan en los planos en el apéndice 1.

3.3.3. Diseño de vigas

La viga se ubica en el marco rígido típico sentido X, nivel 1. Los datos, tomados del análisis estructural, se muestran en la figura 34.

Figura 34. Diagramas de momentos y cortes últimos en la viga (kg-cm)



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Diagrama de momento (Kg-m)

Diagrama de corte (Kg.)

Momento positivo = 5 220,09

Corte positivo = 7 134,14

Momento negativo = 7 351,71

Corte negativo = 5 875,57

Peralte efectivo

$$d = 0,60 - 0,045 = 0,555 \text{ m}$$

Sección = 0,40m x 0,60m; Peralte efectivo d = 0,55 m

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:

$$A_{smin} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) [* b * d],$$

$$A_{smax} = \rho_{Bal} * b * d, \quad \rho_{Bal} = \emptyset \rho_{max} = \emptyset \frac{0,003 * E_s * 0,85^2 F'_c}{(F_y + 0,003 * E_s) * F_y}$$

$$A_{S_{MIN}} = (14,1/2 810) \times (40 \times 55,5) = 11,13 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{MAX}} = \left(\left(0,5 * 0,003 * 2 100 000 \right) \left(\left(0,85^2 \right) 210 \right) (40 \times 55,5) \right) / \left(\left(2 810 + \left(0,003 \times 2 100 000 \right) \right) 2 810 \right)$$

$$A_{S_{MAX}} = 41,44 \text{ cm}^2$$

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

Se calcula para cada momento negativo.

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * F'c}} \right] * \left[\frac{0,85F'c}{F_y} \right]$$

$$A_{S_{M(-)}} = \left((40 * 55,5) - \left(\left((40 * 55,5)^2 - \left(\frac{7351,71 * 40}{0,003825 * 210} \right) \right)^{1/2} \right) \right) \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{S_{M(-)}} = 5,34 \text{ cm}^2$$

El área obtenida no se encuentra dentro de los límites de acero por lo cual se utilizará el área de acero mínimo.

$$A_{s_{mín}} = 11,13 \text{ cm}^2 \geq A_{S_{M(-)}} = 5,34 \text{ cm}^2 \leq A_{s_{máx}} = 41,44 \text{ cm}^2$$

Usando la fórmula anterior, se calcula el área de acero para cubrir el momento positivo

$$A_{S_{M(+)}} = \left((40 * 55,5) - \left(\left((40 * 55,5)^2 - \left(\frac{5220,09 * 40}{0,003825 * 210} \right) \right)^{1/2} \right) \right) \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{S_{M(+)}} = 3,76 \text{ cm}^2$$

Después de calcular el área de acero para los momentos positivo y negativo debe de considerarse los siguientes requisitos sísmicos:

- Cama superior al centro: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{S_{MIN}}$ o 33 % del A_s calculada para el $M(-)$. $A_{s_{MIN}} = 11,13 \text{ cm}^2$, 33 % ($A_{s(-)}$) mayor = $1,2078 \text{ cm}^2$.

Para la cama superior al centro se utilizará $A_{s_{min}} = 11,13 \text{ cm}^2$

- Cama inferior en apoyos: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{S_{MIN}}$; o 50 % del A_s calculada para el $M_{(+)}$; 50 % del A_s calculada para el $M_{(-)}$ mayor. $A_{S_{MIN}} = 11,13 \text{ cm}^2$, 50 % ($A_{s(+)}$) = $1,88 \text{ cm}^2$, 50 % ($A_{s(-)}$) = $2,67 \text{ cm}^2$.

Para la cama inferior en los apoyos se calcula:

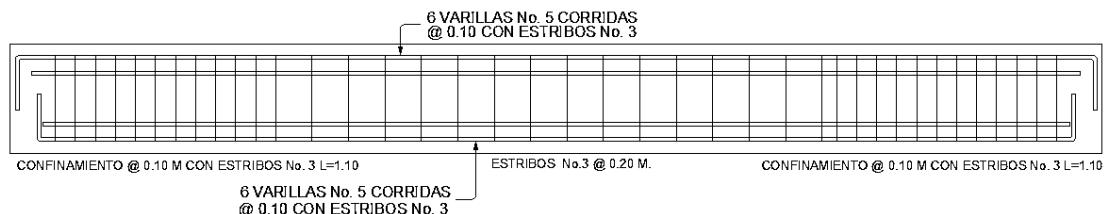
$$A_{S_{MIN}} = 11,13 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 0,5 * 3,76 = 1,88 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 0,5 * 5,34 = 2,67 \text{ cm}^2$$

Se utilizará la mayor de las áreas, utilizando el área de acero mínimo

Figura 35. Armado de viga



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

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

Cálculo de corte resistente

$$V_R = 0,85 * 0,53 (f'c)^{1/2} * b * d$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * ((210)^{1/2}) * 40 * 55,5 = 14 492,97 \text{ kg-m}$$

$$V_U = 7 134,14 \text{ kg-m}$$

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:

$$S = 2 A_v * F_y / V_u$$

$S_{MÁX} = d / 2$, usar como mínimo acero No.3

En este caso $V_U = 7 134,14 \text{ Kg}$ y $V_R = 14 492,97 \text{ Kg}$; como $V_R > V_U$ usar estribos No. 3 a $S_{MÁX} = d / 2$

$$V_R > V_U$$

$$14 492,97 \text{ kg} > 7 134,14 \text{ kg}$$

Puede observarse que $V_R > V_U$, por ende, se usan estribos No.3 solo por requisito de armado.

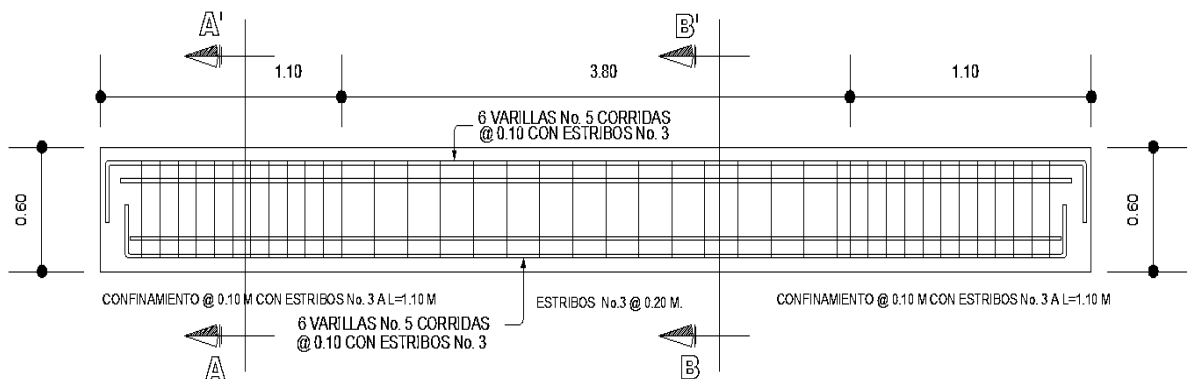
$$S_{MAX} = d/2$$

$$S_{MAX} = 55,5/2 = 27,75 \text{ cm}$$

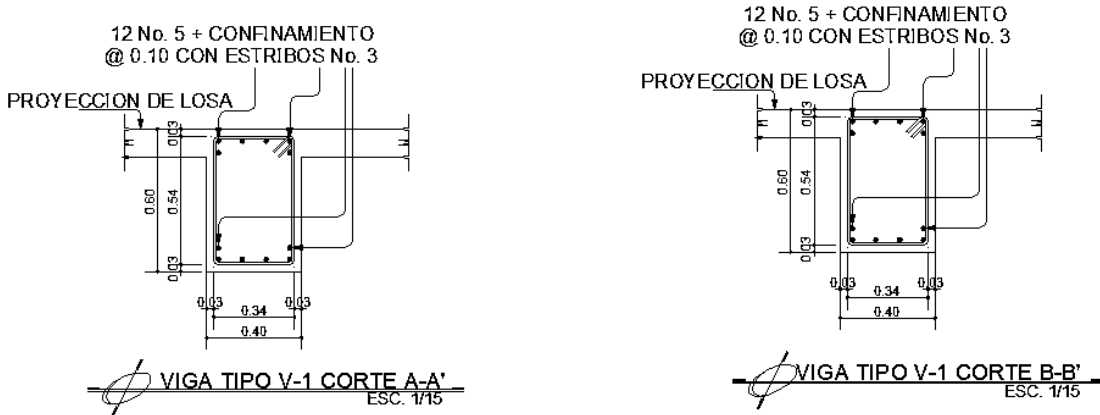
Además de lo anterior, existen requisitos sísmicos que mandan confinar los estribos de las vigas en los extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad en los nudos. Esto se hace de la forma siguiente:

Para este caso, $L_o = \text{longitud de confinamiento} = L_o = 2d = 2(0,55) = 1,10 \text{ m}$ colocando estribos No.3 a cada $d/4 = 0,55/4 = 13 \text{ cm}$. El primer estribo debe estar colocado a 5 cm, como máximo de la cara de la columna.

Figura 36. Armado Final, viga A



Continuación de la figura 36.



Fuente: elaboración propia, con el programa de AUTOCAD 2013.

3.3.4. 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 1.

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

Datos: éstos son obtenidos del análisis estructural:

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

$$L_u = 2,80 \text{ m}$$

$$M_x = 2\,183,3 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = 2\,183,3 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Cálculo de carga axial: } C_U = 1,4C_M + 1,7C_V$$

$$\text{Cálculo del factor de carga última } F_{C_U} = C_U / (C_V + C_M)$$

Nivel 2

$$C_M = ((2400 \times 0,13) + 60) = 372 \text{ kg/m}^2$$

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

$$C_U = (1,4 \times ((2400 \times 0,13) + 60)) + (1,7 \times 100) = 690,8 \text{ kg/m}^2$$

$$F_{C_U} = 690,8 / (372 + 100) = 1,4636$$

Nivel 1

$$C_M = ((2400 \times 0,13) + 150 + 60) = 522 \text{ kg/m}^2$$

$$C_V = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$C_U = (1,4 \times ((2400 \times 0,13) + 150 + 60)) + (1,7 \times 300) = 1\,240,8 \text{ kg/m}^2$$

$$F_{C_U} = 1240,8 / (522 + 300) = 1,5085$$

Determinación de carga axial:

$$\text{Cálculo de la carga axial: } P_U = (A \times L \times F_{C_U}) + (P_c \times F_{C_U})$$

$$P_{C2} = (36 \times 690,8) + (0,60 \times 0,40 \times 12 \times 2\,400 \times 1,4636) = 34\,985,20 \text{ kg}$$

$$P_{C2} = 34\,985,20 \text{ kg}$$

$$P_U = (34\ 985,20) + (0,40 \cdot 0,40 \cdot 2,8 \cdot 2\ 400 \cdot 1,4636) + (0,40 \cdot 0,60 \cdot 12 \cdot 2400 \cdot 1,5085) + (36 \cdot 1\ 240) = 32\ 533,09 \text{ kg}$$

Clasificar la columna por la esbeltez (E): una columna es esbelta cuando los lados de la sección transversal son pequeños en relación con la longitud. Por el valor de la 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

Inercia de columnas

$$I = (1/12) \cdot 40 \cdot (40^3) = 213\ 333,33$$

Inercia de vigas

$$I = (1/12) \cdot 40 \cdot (60^3) = 720\ 000,00$$

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

Extremo superior:

$$\Psi_A = (\sum K_{col}) / (\sum K_{viga})$$

$$E_M \text{ (como todo el marco es del mismo material)} = 1$$

$$\bar{I} = \text{Inercia}$$

Nivel inferior

Sentido X

$$\Psi_A = ((213\,333,33/3,00) + (213\,333,33/3,00)) / ((720\,000,00/5,60)) = 1,1062$$

$\Psi_B = 0$ no existen vigas que se unen en ese nodo

$$\Psi_P = (\Psi_A + \Psi_B) / 2 = (1,1062 + 0) / 2 = 0,5531$$

Cálculo de coeficiente K:

$$K = ((20 - \Psi_P) / 20) (1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P \geq 2$$

$$K = ((20 - 0,5531) / 20) \times ((1 + 0,5531)^{1/2}) = 1,2118$$

Cálculo de la esbeltez de la columna:

$E = KLu / \sigma$, donde $\sigma = 0,30 \times \text{lado menor}$ para columnas rectangulares

$$E = (1,2118 \times 2,8) / (0,40 \times 0,40) = 22$$

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

Sentido Y

$$\Psi_A = (\Sigma K_{\text{col}}) / (\Sigma K_{\text{viga}})$$

$$\Psi_A = ((213\,333,33/3,00) + (213\,333,33/3,00)) / ((720\,000,00/5,60)) = 1,1062$$

$\Psi_B = 0$ no existen vigas que se unen en ese nodo

$$\Psi_P = (\Psi_A + \Psi_B) / 2 = (1,1062 + 0) / 2 = 0,5531$$

Cálculo de coeficiente K:

$$K = ((20 - \Psi_p)/20)(1 + \Psi_p)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi_p)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$K = ((20 - 0,5531)/20) \times ((1 + 0,5531)^{1/2}) = 1,2118$$

Calculo de la esbeltez de la columna

$E = KLu / \sigma$, donde $\sigma = 0.30 \times \text{lado menor}$ para columnas rectangulares

$$E = (1,2118 \times 2,8) / (0,40 \times 0,40) = 22$$

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

Magnificación de momentos:

El magnificador de momentos (δ), es un factor de seguridad por el cual deben multiplicarse los momentos últimos en columnas, para evitar el pandeo.

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

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{KL_u}, \quad P_{cr} = \text{Carga crítica}$$

$$EI = \frac{\left[\frac{E_c * I_g}{2.5}\right]}{1 + \beta_d}, \quad \beta_d = \frac{\text{momento máximo de la carga muerta}}{\text{momento máximo último}}$$

E = módulo de Young

$E_c = \text{módulo de elasticidad del concreto} = 15100(F'c)^{1/2}$

I = momento de inercia de la sección

$\beta d = \text{factor de flujo plástico}$

Sentido X

$$\beta d = (1,4 \cdot 578) / (1,4 \cdot 578 + 1,7 \cdot 300) = 0,6134$$

$$EI = ((15100 \cdot (210^{1/2})) \cdot (((1/12) \cdot 40 \cdot (40^3))) / 2,5) / (1 + 0,6134)$$

$$EI = 1,1573E10 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{cr} = (((3,1416^2) \cdot x1,1573E10) / ((1,2118 \cdot 280)^2)) = 992 \ 132,7154 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (91 \ 625,61 / (0,7 \cdot 992 \ 132,7154))) = 1,152$$

$$M_{dx} = 1,152 \cdot 2 \ 183,3 = 2 \ 515,1616 \text{ kg-m}$$

Sentido Y

$$\beta d = (1,4 \cdot 578) / (1,4 \cdot 578 + 1,7 \cdot 300) = 0,6134$$

$$EI = ((15 \ 100 \cdot (210^{1/2})) \cdot (((1/12) \cdot 40 \cdot (40^3))) / 2,5) / (1 + 0,6134)$$

$$EI = 1,1573E10 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{cr} = (((3,1416^2) \cdot x1,1573E10) / ((1,2118 \cdot 280)^2)) = 992 \ 132,7154 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (91625,61 / (0,7 \cdot 992 \ 132,7154))) = 1,152$$

$$M_{dy} = 1,152 \cdot 2 \ 183,3 = 2 \ 515,1616 \text{ kg-m}$$

Acero longitudinal

Existen varios métodos para calcular el acero longitudinal en columnas. En este caso se utilizará el método de carga inversa, que es un método simple y aproximado desarrollado por Bresler. Este método sencillo ha sido comprobado satisfactoriamente mediante comparación de resultados en gran cantidad de ensayos y cálculos precisos.

$$1/P'u = 1/P'ox + 1/P'oy - 1/P'o$$

$P'u$ = valor aproximado de carga de falla con excentricidad e_x y e_y

$P'ox$ = carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_x y ($e_y=0$)

$$P'ox = K'x * F'c$$

$P'oy$ = carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_y y ($e_x=0$)

$$P'oy = K'y * F'c$$

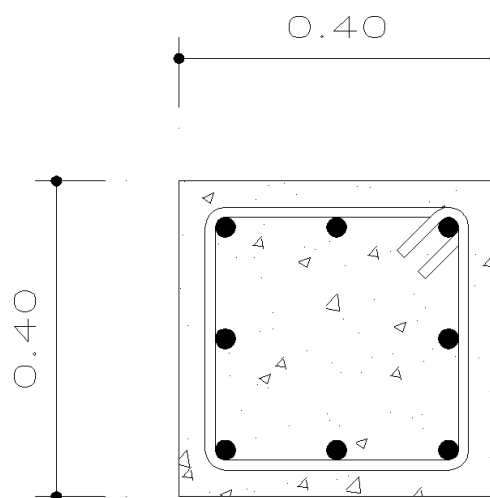
$P'o$ = carga de falla cuando el elemento tiene carga axial pura

$$P'o = 0,70 [(0,85 * F'c * Agcolumna) + Aacero * Fy]$$

Donde $K'x$ y $K'y$ son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas.

Si $P'u > Pu$, entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se debe aumentar el área de acero.

Figura 37. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Los datos obtenidos del cálculo de la columna son los siguientes:

Datos:

$$P_u = 32\,533,09 \text{ Kg.}$$

$$M_{dx} = 1\,659,205 \text{ Kg-m}$$

$$M_{dy} = 1\,515,3514 \text{ Kg-m}$$

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

$$F'_y = 2\,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Área de acero Propuesto} = 10 \text{ No.5} = 19,79 \text{ cm}^2$$

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

Área de acero mínimo

$$A_{s_{MIN}} = 0.01 * 40 * 40 = 16 \text{ cm}^2$$

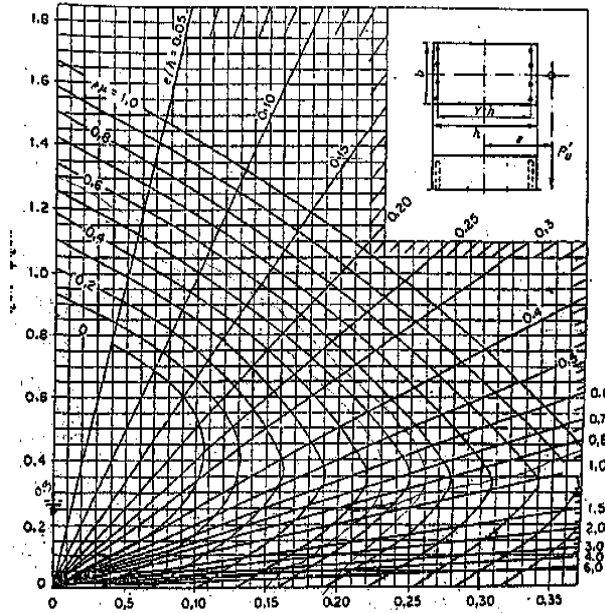
Área de acero máximo

$$A_{s_{MAX}} = 0.06 * 40 * 40 = 96 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se proponen 10 varillas No. 5} = 1.9793 * 10 = 19.793 \text{ cm}^2$$

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

Figura 38. Diagrama de iteración para columnas



Fuente: cartilla del concreto, F.R. McMillan y Lewis H.

Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica: $\gamma = h_{nucleo} / h_{columna}$

$$Y_x = (40-4)/40=0,9$$

$$Y_y = (40-4)/40=0,9$$

Excentricidades:

$$e_x = 2\,515,16/91\,625,61=0,0275 \text{ m}$$

$$e_y = 2\,515,16/91\,625,61=0,0275 \text{ m}$$

Conociendo las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,0275/0,40=0,0688$$

$$e_y/h_y = 0,0275/0,40=0,0688$$

La carga de falla de la columna será:

$$P'_{ua} = P_u/0,7$$

$$P'_{ua} = 91\,625,61/0,7=130\,893,72 \text{ kg}$$

$$P'_{ua} = 130\,893,72 \text{ kg}$$

Valor de la curva:

$$\rho_t = A_s F_y / 0,85 f_c A_g$$

$$\rho_t = (19,793/1\,600) \times (2\,810/(0,85 \times 210)) = 0,1947$$

Con los datos obtenidos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y , siendo éstos:

$$K_x = 0,92$$

$$K_y = 0,92$$

Cálculo de la carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_o = 0,85 \times 210 \times 1600 + 19,793 \times 2810 = 341\,218,33 \text{ kg}$$

$$P'_{ox} = K_x \times \Phi \times f_c \times b \times h$$

$$P'_{xo} = 0,92 \times 210 \times 1\,600 = 309\,120 \text{ kg}$$

$$P'_{oy} = K_y \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{oy} = 0,92 \cdot 210 \cdot 1600 = 309\,120 \text{ kg}$$

Calcular P'_u con la ecuación de Bresler

Carga de resistencia de la columna:

$$P'_u = 1 / ((1/309\,120) + (1/309\,120) - (1/341\,218,33)) = 282\,541,39$$

Comprobación: $P'_u > P'_{ua}$ $282\,541,39 > 130\,893,72$ P'_u es mayor a P'_{ua} y la diferencia es considerable por lo que se propone una nueva sección de acero de 8 varillas No 5 = 15,83 cm²

Valor de la curva:

$$\rho_t \mu = A_s F_y / 0,85 f'_c A_g$$

$$\rho_t \mu = (15,83 / 1600) \times (2810 / (0,85 \cdot 210)) = 0,1558$$

Con los datos obtenidos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y , siendo éstos:

$$K_x = 0,85$$

$$K_y = 0,85$$

Por último se calculan las cargas:

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_o = 0,85 \cdot 210 \cdot 1600 + 15,83 \cdot 2810 = 330\,082,3 \text{ kg}$$

$$P'_{ox} = K_x \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{xo} = 0,85 \cdot 210 \cdot 1600 = 285600,0 \text{ kg}$$

$$P'_{oy} = K_y \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{oy} = 0,85 \cdot 210 \cdot 1600 = 285600,0 \text{ kg}$$

Calcular P'_u con la ecuación de Bresler

Carga de resistencia de la columna:

$$P'_u = 1 / \left(\frac{1}{285600} + \frac{1}{285600} - \frac{1}{330082,3} \right) = 251682,90 \text{ kg}$$

Comprobación

$$P'_u > P'_{ua}$$

$$130893,72 < 251682,90$$

Como $P'_u > P'_{ua}$ el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Acero transversal (estribos): el objetivo del refuerzo transversal es para resistir los esfuerzos de corte, y en algunos casos solo por armado. Por requisitos sísmicos las columnas deben confinarse para aumentar la capacidad de carga axial, de corte y ductilidad, debe ser en forma de anillo (estribos) o refuerzo en espiral continuo (zunchos).

El procedimiento para el cálculo de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Refuerzo por corte: para definir el tipo de espaciamiento a utilizar se realizó la siguiente comparación:

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 (f'c)^{1/2} b d$$

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 (210^{1/2}) \cdot 40 \cdot 36 = 9\,400,84 \text{ kg}$$

$$V_U = 1535,19$$

$$V_R > V_U$$

$$9\,400,84 > 1\,535,19$$

Como: $V_R > V_U$ ($9\,400,84 > 1\,535,19$), entonces se colocan estribos con un espaciamiento $S = d/2$, en caso contrario se diseñan los estribos a corte.

Colocar espaciamiento $S = d/2$

$$s = 0,36/2 = 0,18 \text{ cm}$$

Confinamiento: para la longitud de confinamiento (L_o), debe tomarse el siguiente criterio:

$$L_o = L / 6 = 280 / 6 = 46,66 \text{ cm}$$

El espaciamiento de los estribos (S_1) en zonas confinadas de las columnas debe encontrarse entre $3 \text{ cm} < S_1 < 10 \text{ cm}$. Para estribos usar como mínimo varilla No.3.

Calculo de relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 ((A_g/A_{ch}) - 1)(0,85f'_c/F_y);$$

$$\rho_s \geq 0,12(f'_c/F_y)$$

$$\rho_s = 0,45x(((40^2)/(36^2))-1)x((0,85*210)/2810)=0,0067$$

El espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S_1 = 2A_v / \rho_s L_n$$

$$S_1 = (2*0,71)/(0,0067*36)=5,8872$$

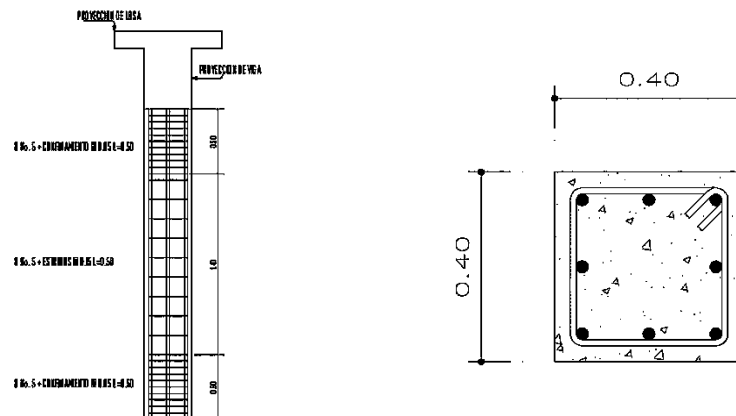
Como el área de acero resiste el corte, se usara el siguiente armado.

8 varillas No. 5

$$A_s = 1,9793*8$$

$$A_s = 15,83 \text{ cm}^2$$

Figura 39. Armado final de columna



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

3.3.5. Diseño de zapata

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; éstos a la vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo.

Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se consideró, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

Datos: los datos necesarios para el diseño de las zapatas se toman del análisis estructural y del estudio del suelo. Los datos a utilizar para el diseño de esta zapata son los siguientes:

Carga última = $P_u = 91\,625,61$ kg

Momento x = $1\,501,16$ kg m

Momento y = $1\,501,16$ kg m

Recubrimiento 7,5 cms

Resistencia del concreto = 210 kg -m

Resistencia del acero = 2 810 kg - m

Valor soporte del suelo = $V_s = 34\,487$ kg -m

Peso específico del concreto = 2 400 kg/m³

Peso específico del suelo= 1 210 kg-m²

Desplante de cimentacion $d_f = 1,25$ m

- Factor de carga última

$$F_{cu} = (1,4 * CM + 1,7 CV) / CM + CV$$

$$F_{cu} = (1,4*894+1,7*400)/(894+400)=1,4927$$

- Cálculo de cargas de trabajo

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

$$P' = 91\ 625,61 / 1,4927 = 61\ 382,46 \text{ kg}$$

$$M'_x = M_x / F_{cu}$$

$$M'_x = 1\ 501,16 / 1,4927 = 1\ 005,66 \text{ kg-m}$$

$$M'_y = M_y / F_{cu}$$

$$M'_y = 1\ 501,16 / 1,4927 = 1\ 005,66 \text{ kg-m}$$

- Pre-dimensionamiento del área de zapata

$$A_z = (1,5 * 91\ 625,61) / 34\ 487 = 3,98 \text{ m}^2$$

Se propone una dimensión de 2,00x2,00 m.

- Chequeo por presión sobre suelo

La presión que ejerce la zapata sobre el suelo está dado por medio de la fórmula siguiente:

$$q = P / A_z \pm M'_x / S_x \pm M'_y / S_y$$

Donde $S = (1/6) \cdot b \cdot h^2$; además se debe tomar en cuenta que no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte del suelo (V_s). Para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = (1/6) \cdot x^2 \cdot x^2 = 1,3333$$

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

$$P = 61\,382,46 + (0,40 \cdot 0,40 \cdot 4,05^2 \cdot 400) + (4 \cdot 1,25 \cdot 1\,210) + (4 \cdot 0,3 \cdot 2\,400)$$

$$P = 71\,867,66 \text{ Kg}$$

$$q_{\text{MAX}} = (71\,867,66/4) + (1005,66/1,3333) + (1005,66/1,3333)$$

$$q_{\text{MAX}} = 19475,44 \text{ cumple no excede } v_s$$

$$q_{\text{MIN}} = (71\,867,66/4) - (1\,005,66/1,3333) - (1\,005,66/1,3333)$$

$$q_{\text{MIN}} = 16\,458,38 \text{ cumple solo compresiones en el suelo}$$

- Presión última: como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida en forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

$$q_u = q_{\text{MÁX}} \cdot F_{cu}$$

$$q_{\text{DISEÑO}} = 19\,475,44 \cdot 1,4927 = 29\,070,98 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Espesor de zapata: } t = 0,35$$

- Chequeo por corte simple: la falla de la 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.

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

$$d = 35 - 7,5 - (1,97/2) = 26,515 \text{ cm}$$

Asumiendo un Φ de varilla No. 5 (1,97cm²)

$$\text{Área de corte} = 1 - 0,2 - 0,275 = 0,525$$

$$\text{Área de corte} = 0,525 * 2 = 1,05 \text{ m}^2$$

- 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:

$$V_{act} = A * q_u$$

$$V_{act} = 1,05 * 29\ 070,98 = 30\ 524,52 \text{ kg}$$

$$V_R = 0,85 * 1,06 (f'c)^{1/2} b d$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * (210^{1/2}) * 200 * 26,51 = 34\ 613,39 \text{ kg}$$

Como $V_{act} < V_R$, entonces si cheque por corte punzonante.

- Diseño de refuerzo por flexión: 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

L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

$$L = 2 - 0,2 = 1,8 \quad 1,8/2 = 0,9$$

Sentido X

Momento último: éste se define tomando la losa empotrada con la fórmula:

$$M_u = q_u \cdot L^2 / 2$$

$$M_u = (29\,070,98 \times (0,92^2)) / 2 = 12\,302,83 \text{ kg-m}$$

Área de acero: el área de acero se define por la fórmula:

$$A_s = (B \cdot d - \sqrt{(B \cdot d)^2 - (M \cdot b / 0.003825 f'c)}) / (0.85 f'c / F_y)$$

Calculo del área de acero que requiere la zapata

$$A_{s_{req}} = (100 \cdot 26,51 - \sqrt{(100 \cdot 26,51)^2 - ((12\,302,83 \cdot 100) / (0,003825 \cdot 210))^{1/2}}) \cdot (0,85 \cdot 210 / 2\,810)$$

$$A_{s_{req}} = 19,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{MIN}} = (14,1 / 2\,810) \cdot (100 \cdot 26,5) = 13,29 \text{ cm}$$

$$A_{s_{MIN}} < A_{s_{req}}$$

Como el área de acero requerido es mayor que el área de acero mínimo se utilizó el área de acero requerido para el diseño.

Espaciamiento: el espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por:

$$S = A_v / A_s = 1,97 / 19,48 = 0,1011$$

El espaciamiento será de 0,10 m con varillas No. 5 en ambos sentidos.

3.3.6. Diseño de gradas

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella (C) y contrahuella (H), cumpliendo con los siguientes criterios:

$$C > 20 \text{ cm}$$

$$H < C$$

$$2C + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm; } C \cdot H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Carga de diseño para una escalera:

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

$$PP(\text{escalera}) = Wc = t + c/2$$

Para determinar el número de escalones se utiliza:

$$H/C_{\max}$$

$$H/C_{\max} = 3,35/0,185 = 18,10 \text{ escalones}$$

Para utilizar 18 escalones, se chequea:

$$C = 18,50 \text{ cm} < 20 \text{ cm; } H = 30 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2 \cdot 18,50 + 30 = 67 \text{ cm}$$

$$C + H = 18,50 + 30 = 48,50 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 18,50 \cdot 30 = 465 \text{ cm}^2$$

Se tienen 18 contrahuellas de 18,50 cm, 18 huellas de 30 cm.

Para calcular el espesor de la losa, se utiliza:

$$t = L/20$$

Para ello, se debe de tomar en cuenta que L es una longitud inclinada:

$$L = 2,80 \text{ m}$$

$$t = 2,80/20 = 0,14$$

Integración de cargas:

Peso propio:

$$\gamma_c \cdot (t + c/2)$$

$$2400 \cdot (0,14 + 0,185/2) = 558 \text{ kg/cm}^2$$

Acabados	60 kg/cm ²
Total	618 kg/cm ²
Carga viva	400 kg/cm ²

Carga última

$$C U = 1,2CM + 1,6CV$$

$$C U = 1,2 \cdot 618 + 1,6 \cdot 400 = 1381,6 \text{ kg/cm}^2$$

Se calcularon los momentos actuantes en la losa. Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, según el código ACI:

$$M(-) = w \cdot l^2 / 9 = 1381,6 \cdot 2,80^2 / 9 = 1203,52 \text{ kg-m}$$

$$M(+)=w \cdot l^2 / 12 = 1\,381,6 \cdot 2,80^2 / 12 = 902,64 \text{ kg-m}$$

Cálculo de acero:

$$A_s \text{ min} = 14,1 \cdot b \cdot d / f_y = 14,1 \cdot 100 \cdot (14 - 3,5 - 0,148) / 2\,810 = 5,23 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero para cada momento:

$$A_s = \left[b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M \cdot b}{0,003825 \cdot F'c}} \right] \cdot \left[\frac{0,85 F'c}{F_y} \right]$$

$$A_s \text{ M(-)} = 8,43 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ M(+)} = 7,31 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado de 1 varilla No. 3 @ 10 cm en sentido longitudinal.

Acero por temperatura para el refuerzo en el sentido transversal:

$$A_s \text{ temp} = 0,002 \cdot b \cdot d$$

$$A_s \text{ temp} = 0,002 \cdot 100 \cdot 10,43 = 2,09 \text{ cm}^2$$

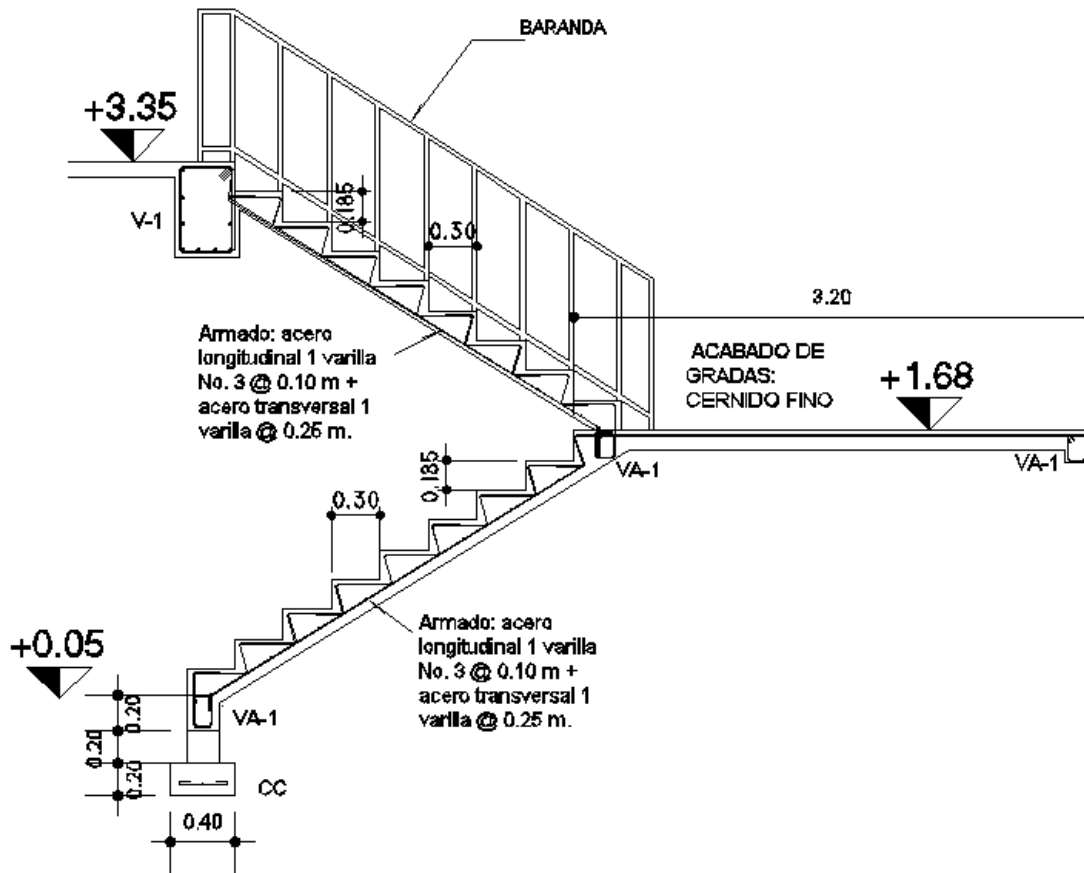
Espaciamiento máximo:

$$S \text{ max} = 2 \cdot t$$

$$S \text{ max} = 2 \cdot 14 = 28 \text{ cm}$$

Se propone refuerzo por temperatura de 1 varilla No. 3 @ 25 cm

Figura 40. Detalle de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Cimiento corrido:

Es el cimiento que se le coloca a los muros de carga. Para este caso, debido a que los muros no son de carga sino divisiones de tabiques, se utilizará exclusivamente para el cimiento de gradas.

Este se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo a la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes.

Por medio de la teoría de Meyerhof para zapatas, utilizando una excentricidad de 1 % de la longitud total, una carga por muros y sobrepeso de 2,34 toneladas/metro en franjas unitarias y con las características del suelo, además de acuerdo con FHA se propone colocar cimiento corrido de 20 x 40 centímetros a un desplante de 0,60 metros.

Según FHA, el refuerzo mínimo para cimientos corridos es:

- Viviendas de un nivel: 2 No. 3 + eslabones No. 3 @ 30 cm o No. 2 @ 15 cm.
- Viviendas de dos niveles: 3 No. 3 + eslabones No. 3 @ 30 cm o No. 2 @ 15 cm.

Para la escuela primaria Sanjuaneritos, se propone utilizar un cimiento corrido de 20 x 40 centímetros con refuerzo 3 No. 3 con eslabones No. 2 @ 15 centímetros, a una profundidad de 0,60 metros según el tipo de suelo.

3.4. Instalaciones

Las instalaciones que regularmente se colocan en los edificios educativos son: eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Los aspectos que se consideraron para el diseño son:

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

Se diseñaron instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias para el edificio escolar para el caserío Sanjuaneritos.

3.4.1. Instalaciones eléctricas

Estas instalaciones están divididas en dos secciones, la instalación de fuerza e iluminación. Se necesita detallar la distribución del sistema eléctrico, desde la acometida, contador eléctrico, tablero de distribución y las unidades de lámparas, tomacorrientes e interruptores.

El procedimiento de cálculo para la instalación eléctrica considera un estudio inicial de requerimientos de carga para alumbrado y contactos de salida, como segunda etapa se debe indicar la capacidad en *watts* de cada uno de los circuitos basado en disposiciones reglamentarias, aspectos de estética y características de operación de las unidades receptoras. Según el informe No. 29 la comisión internacional de iluminación hace referencia al nivel de iluminación (luxes) requerido para un edificio escolar:

Tabla XI. Niveles de iluminación

Escuelas	Nivel de iluminación (luxes)
Salones de clase y auditorios.	300
Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura.	500

Fuente: informe No. 29 la comisión internacional de iluminación.

Para el diseño de las instalaciones eléctricas se utilizó un nivel de iluminación de 300 luxes utilizando el criterio de luz de día y una carga por unidad de fuerza de 300 *watts*.

Cálculo de iluminación por aula.

Datos:

Longitud (L) = 5,72 m

Ancho (A) = 8,85 m

Altura (H) = 3,15 m

Altura de techo (HT) = 0,25

Altura de suelo (HS) = 0,75

Tipo de lámpara a utilizar = T-2 doble de 40 w 4450 luxes

$H-HT-HS = 3,15-0,25-0,75 = 2,15$ m

Relación de cavidad de local (RCL):

$$RCL = \frac{5H(L + A)}{LA}$$

$$RCL = \frac{5 * 2,15(5,72 + 8,85)}{5,72 * 8,85} = 3,094$$

Índice local (K):

$$k = \frac{5}{RCL}$$

$$k = \frac{5}{3,094} = 1,6060$$

Factor de pérdida total (FTP) = 0,60

Coefficiente de utilización (CU) = 0,70

Cálculo del número de lámparas (N):

$$N = \frac{\text{luxes requeridos} * \text{area}}{\text{lumenes generados} * \# \text{ de lamparas} * CU * FPT}$$

$$N = \frac{400 * 50,662}{4450 * 2 * 0,70 * 0,60} = 5,42$$

Iluminación resultante (EC):

$$EC = \frac{\text{lampara} * \# \text{ lampara} * \text{luxes} * FPT * CU}{\text{area}}$$

$$EC = \frac{6 * 2 * 4450 * 0,6 * 0,7}{50,66} = 442,72 \text{ lux}$$

El circuito 1 de iluminación está formado por 16 unidades T-2 dobles de 40 w y 4450 luxes cada uno, siendo la carga total conectada de 1280 *watts*. La alimentación de carga eléctrica al edificio será de 120 volts, la corriente a través del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{E}$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

E = voltaje

$$I = \frac{1280}{120} = 10,66 \text{ amperios}$$

De acuerdo al resultado, el conductor ideal a utilizar en los circuitos de iluminación es el No. 12 THHN que tiene una capacidad de conducción máxima de 25 amperios.

Tabla XII. **Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG**

Calibre AWG	Corriente soportada	Watts soportados 127V
18	10 Amperes	1270
16	13 Amperes	1651
14	18 Amperes	2286
12	25 Amperes	3175
10	30 Amperes	3810
8	40 Amperes	5080

Fuente: Norma de instalaciones eléctricas NOM-001 SEDE 2005.

Para la instalación de fuerza utilizó el criterio de asignar una carga de 300 *watts* de salida a cada tomacorriente, el circuito 3 de fuerza está formado por 7 unidades y la corriente se calcula con la expresión anterior:

$$I = \frac{2100}{120} = 17.50 \text{ amperios}$$

Los detalles específicos de cada uno de los circuitos del edificio escolar se encuentran en los planos respectivos.

3.4.2. Instalaciones hidráulicas

Lo importante en la instalación general de agua son los detalles necesarios para apreciar el recorrido de la misma desde el punto de toma, hasta los depósitos y artefactos sanitarios.

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los cuales se pueden citar: uso del edificio, área, costumbres y hábitos de los ocupantes, uso de medidores, así como del sistema de distribución que sea adoptado.

El diseño hidráulico del edificio escolar en particular se hará con el Método de Hunter, consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de aparatos sanitarios, un número de unidades de gasto (UH) determinado experimentalmente, la unidad de gasto es la que corresponde a la descarga de un lavatorio común equivalente a 0,47 l/s.

Tabla XIII. **Unidades de gasto**

Artefactos	Cantidad	No. Hunter	UH
Inodoro con tanque	7	3	21
Lavamanos	8	2	16
Urinaríos	4	5	20
Pilas	1	3	3
Lavatrastos	1	2	2
TOTAL			62

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al método para un UH de 62 corresponde un caudal de 1,88 l/s, el cálculo de diámetro de la tubería es por medio de la siguiente ecuación:

$$\varnothing = 4,87 \sqrt{\frac{1743,811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * H_f}}$$

Donde:

\varnothing = diámetro (plg)

L = longitud (m)

Q = caudal (lps)

C = coeficiente de material

H_f = pérdida de carga (m)

$$\varnothing = 4,87 \sqrt{\frac{1743,811 * 14 * 1,88^{1.85}}{140^{1.85} * 3}} = 0,98 \text{ plg}$$

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es el número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. El gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, por lo tanto se utilizó un diámetro de 3/4 plg para éste edificio.

3.4.3. Instalaciones sanitarias

El agua potable que alimenta al edificio sufre contaminación en los artefactos sanitarios, convirtiéndose en agua residual la cual debe evacuarse. Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenajes, es necesario definir un concepto que se conoce como unidad de descarga.

La unidad de descarga se define en forma convencional como la correspondiente a la descarga del agua residual de un lavabo común en uso doméstico y que corresponde a un caudal de 20 litros por minuto. Esta unidad de descarga constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás accesorios o aparatos sanitarios. El mayor caudal a evacuar es generado en el módulo de servicio sanitario.

Tabla XIV. **Unidades de descarga**

Artefactos	Cantidad	No. Hunter	UH
Inodoro con tanque	7	6	42
Lavamanos	8	2	16
Urinarios	4	4	16
Pilas	1	3	3
Lavatrastos	1	2	2
TOTAL			79

Fuente: elaboración propia.

El método considera un diámetro de tubería para cierta cantidad de unidades de descarga el cual se presenta en la tabla siguiente:

Tabla XV. **Diámetro de colector**

TUBO PVC Ø EN (pgl)	Unidades máximas de descarga (UD)		
	Pendiente		
	1%	2%	3%
2	5	6	8
4	84	96	114
6	330	440	580
8	870	1150	1680

Fuente: elaboración propia.

Interpolando el resultado de la primera tabla con los valores de segunda, se obtiene un diámetro de 4 pulgadas para la evacuación de aguas residuales. La tubería de los módulos de servicio sanitario se unifica en una caja de registro, utilizando una pendiente del 3 % se obtiene un diámetro de 4 pulgadas para la evacuación final.

3.4.4. Instalaciones pluviales

En el edificio escolar se diseñó la evacuación de precipitación pluvial que cae sobre techos, patios, zonas pavimentadas, etc. La solución comprende la instalación de tubería, accesorios y cajas de registro.

Previo al diseño y cálculo del sistema de evacuación de agua de lluvia, es importante tener en cuenta algunos factores:

- Intensidad de la precipitación pluvial
- Frecuencia de lluvias
- Área de la edificación expuesta a lluvia

El diámetro de la tubería a utilizar será calculada según el caudal a evacuar, para ello se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia mm/hr

A = área a considerar en hectáreas

$$I = \frac{4604}{t + 24}$$

Donde:

t = tiempo de concentración (20 años)

$$I = \frac{4604}{20 + 24} = 104,63 \text{ mm/hr}$$

Según datos estadísticos de la Estación Suiza Contenta del INSIVUMEH el proyecto presenta una intensidad de lluvia de 104.63 mm/h, el coeficiente de escorrentía a utilizar es de 0,95 el cual corresponde a superficies impermeables de techos.

$$Q = \frac{0,95 * 104,63 * 0,0376}{360}$$

$$Q = 0,0103 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la tubería se calculó con la siguiente expresión:

$$\emptyset = \left(\frac{691000 * Q * n}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente de la tubería

$$\varnothing = \left(\frac{691000 * 0,0103 * 0,009}{0,02^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\varnothing = 9,90 \text{ cm}$$

Con el cálculo teórico se obtuvo un diámetro de 9,90 cm por lo que en el diseño final se utilizara tubería pvc de 3 pulgadas.

3.5. Evaluación de Impacto Ambiental

Es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en el entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Impactos ambientales de la construcción de edificaciones:

Dentro de las actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible de las edificaciones se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el consumo eléctrico, hay que señalar que la actividad de construcción como tal no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de

manera indirecta una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético.

La energía directa e indirecta usada en las viviendas y edificios proviene principalmente de la generación por medio de hidroeléctricas y de la combustión de combustibles fósiles, que contribuyen de manera muy importante a la contaminación atmosférica, principalmente anhídrido carbónico, óxidos de azufre y de nitrógeno, Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), monóxido de carbono, óxido nitroso y partículas en suspensión.

Las emisiones directas de las edificaciones se centran sobre todo en la actividad de iluminación y operación, mientras que la producción de electricidad en las edificaciones es una de las grandes fuentes de contaminación indirecta. Asimismo, las obras públicas y la construcción de edificaciones se encuentran entre las causas de mayor contaminación acústica en las ciudades, junto con el transporte.

Además, el impacto de las actuales edificaciones, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, crea un ambiente físico hostil para el desarrollo cotidiano de las actividades de los ciudadanos.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, el mayor volumen no se genera en el período de construcción de las edificaciones, sino en la utilización diaria durante la vida útil.

Medidas de mitigación

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Enterrar las bolsas (de cemento y cal) en vez de quemarlas
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza

3.6. Presupuesto de la escuela primaria para el caserío Sanjuaneritos

Se refiere a los trabajos necesarios para la ejecución el proyecto tomando en cuenta la cantidad de trabajo a realizar y el costo.

Tabla XVI. Presupuesto de la escuela primaria Sanjuaneritos

RENGLONES DE TRABAJO						
No.	REGLON	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	TOTAL	
1	LIMPIEZA Y CHAPEO	m2	Q 2,01	850	Q	1 708,50
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	ml	Q 5,00	303	Q	1 515,00
3	EXCAVACIÓN	m3	Q 58,40	224,92	Q	13 134,20
4	ZAPATAS (Z-1)	unidad	Q 260,00	24	Q	6 240,00
5	ZAPATAS (Z-2)	unidad	Q 42,40	12	Q	508,80
6	CIMIENTO CORRIDO (CC-1)	ml	Q 133,76	124	Q	16 586,59
7	SOLERA DE HUMEDAD (S-H)	ml	Q 165,42	124,03	Q	20 517,04
8	COLUMNA (C-1)	unidad	Q 4 483,42	24	Q	107 601,97
9	COLUMNA (C-2)	unidad	Q 2 331,17	12	Q	27 973,98
10	COLUMNA (C-3)	ml	Q 137,96	227,15	Q	31 337,35
11	SOLERA INTERMEDIA (SI-1)	ml	Q 285,97	140	Q	40 036,35
12	SOLERA INTERMEDIA (SI-2)	ml	Q 160,23	150	Q	24 034,11
13	MOCHETAS	ml	Q 120,06	597,4	Q	71 722,14
14	VIGA (V-1)	unidad	Q 4 421,87	31	Q	137 077,88
15	VIGA (V-2)	unidad	Q 2 584,13	17	Q	43 930,16
16	LOSA	m2	Q 404,31	870	Q	351 746,44
17	MODULO DE GRADAS	global	Q 9 850,63	1	Q	9 850,63
18	CISTERNA	global	Q 10 300,26	1	Q	10 300,26
19	INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES	global	Q 24 579,90	1	Q	24 579,90
20	INSTALACIONES HIDRAULICAS	global	Q 5 273,42	1	Q	5 273,42
21	INSTALACIONES ELECTRICAS	global	Q 67 809,37	1	Q	67 809,37
22	MUROS DE RELLENO	m2	Q 96,27	1315	Q	126 590,32
23	MURO TABIQUE	m2	Q 54,04	16	Q	864,56
24	ACABADOS	m2	Q 36,00	2201	Q	79 236,00
25	PISO	m2	Q 204,04	865	Q	176 498,28
26	PINTURA	m2	Q 31,58	2201	Q	69 514,07
27	PUERTAS	global	Q 19 237,50	1	Q	19 237,50
28	VENTANAS	global	Q 40 950,00	1	Q	40 950,00
29	LIMPIEZA FINAL	m2	Q 21,02	1650	Q	34 674,75
				TOTAL		Q1 561 049,57

Fuente: elaboración propia.

3.7. Estudio socioeconómico

Procedimiento necesario para generar una referencia del lugar y ambiente en el cual se desarrollará un proyecto.

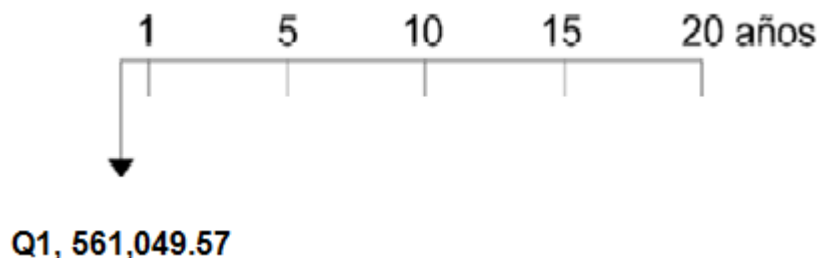
3.7.1. Valor Presente Neto (VPN)

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia.

Proyecto:

Escuela primaria para el caserío Sanjuaneritos, San Juan Sacatepéquez.

Figura 41. **Esquema de ingresos y egresos para el proyecto de la escuela primaria Sanjuaneritos**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

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

$VPN = 0 - 1,592,639.56$

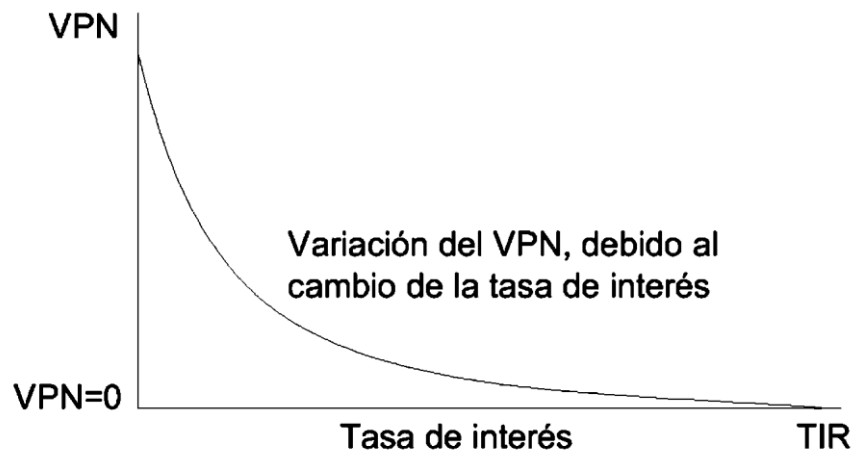
$VPN = -1,592,639.56$

Como el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

3.7.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno, como el nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Figura 42. Variación del VPN debido a TIR



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

La Tasa Interna de Retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

P = inversión inicial

L = valor de rescate

D = serie uniforme de todos los costos

I = ingresos anuales

Valor Presente de Costos = Valor Presente de Ingresos

Costo anual = Ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5 %, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

3.8. Cronograma de actividades

Se refiere a organizar consecutivamente cada una de las actividades que se realizarán para el proceso de construcción.

Tabla XVII. Cronograma de actividades de la escuela primaria para el caserío Sanjuaneritos

GOBIERNO DE CHILE		PROYECTO ESCUELA PRIMARIA PARA EL CASERIO SANJUANERITOS	
UBICACION CASERIO SANJUANERITOS, SAN JUAN DE LOS RIOS, COMUNA DE GUAYAMA		FECHA: ABRIL DE 2010	
ACTIVIDAD		UBICACION SEMANAS	
Nº		1	2
1	LIMPIEZA Y VAREDO	1	2
2	TRABAJOS ESTABLECIDO	3	4
3	EXCAVACION	5	6
4	ZAPATAS (C-1)	7	8
5	ZAPATAS (C-2)	9	10
6	CHARTO CORRIDO (C-1)	11	12
7	INGENIERIA METRICA	13	14
8	COLUMNA (C-1)	15	16
9	COLUMNA (C-2)	17	18
10	COLUMNA (C-3)	19	20
11	SOLERA INTERIOR (S-1)	21	22
12	SOLERA INTERIOR (S-2)	23	24
13	MOZOS	25	26
14	INGENIERIA	27	28
15	INGENIERIA	29	30
16	CEJA	31	32
17	MOULDO DE CERRAJOS	33	34
18	CUBIERTA	35	36
19	INSTALACIONES SANITARIAS Y DUCHAS	37	38
20	INSTALACIONES HIDRULICAS	39	40
21	INSTALACIONES ELECTRICAS	41	42
22	IMPRESIONES DE PELLERINO	43	44
23	IMPRESIONES DE TABIQUE	45	46
24	IMPRESIONES	47	48
25	PRO	49	50
26	FINIDA	51	52
27	REBOS	53	54
28	IMPRESIONES	55	56
29	LIMPIEZA FINAL	57	58

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El sistema de alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, contribuirá al saneamiento ambiental del sector, ya que en la actualidad las aguas servidas corren a flor de tierra, provocando la proliferación de enfermedades, malos olores, insectos y en general mal ornato. El proyecto beneficiará directamente a 3 150 personas actualmente y 7 060 a futuro.
2. El diseño estructural para la edificación de la escuela primaria para el caserío Sanjuaneritos, se analizó bajo las condiciones de carga de acuerdo al uso de la misma, considerando efectos de sismo y características del suelo. El proyecto del diseño de la escuela primaria beneficiará a los estudiantes del caserío Sanjuaneritos con un edificio adecuado para las actividades escolares.
3. Los proyectos contenidos en este trabajo de graduación, son el resultado de la participación directa de los beneficiarios juntamente con la Unidad de EPS de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, considerando que se lleven a realización en el menor plazo posible, dándoles el mantenimiento y uso adecuado para asegurar un servicio eficiente durante la vida útil.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala:

1. Capacitar a los pobladores de la comunidad del sector cuatro de la aldea Cruz Blanca y caserío Sanjuaneritos, sobre como brindar mantenimiento y operación al sistema de alcantarillado sanitario, y edificio escolar para que posea un funcionamiento adecuado y durable.
2. Garantizar la supervisión técnica de los proyectos durante el período de construcción, los cuales demandan un profesional, para cumplir con las especificaciones que cada proyecto, garantizando de esa manera la funcionabilidad y durabilidad.
3. Actualizar los precios unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos previo a la contratación de servicios profesionales, ya que están sujetos a variar en el tiempo debido a factores económicos y de inflación de precios para materiales y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ ALVAREZ, Henry. *Diseño de dos edificaciones escolares de dos niveles para las aldeas Chajabal y Palomora, del municipio de San Andrés Xecul, Totonicapán*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 115 p.
2. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete: ACI 318-2008*. California: ACI, 2008. 518 p.
3. BALDELOMAR RIVERA, Juan Carlos. *Normas de diseño de edificios escolares, aplicación en el diseño de la escuela para párvulos y diseño de muro en el municipio de San Miguel Tucuru, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1994. 58 p.
4. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4a ed. México: International Thomson, 2001. 880 p.
5. ESTRADA GODÍNEZ, Lauren. *Planificación y diseño de la red de drenaje sanitario del cantón Pueblo Nuevo, del municipio de Palencia*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2003. 36 p.

6. EVERARD, Noel. *Diseño de concreto armado*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1986. 349 p.
7. MILEAF, Harry. *Instalaciones eléctricas*. 2a ed. México: Limusa, 1998. 336 p.
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
9. UNDA OPAZO, Francisco. *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. Chile: Limusa, 1969. 352 p.

ANEXOS

Anexo 1. Diseño de alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca

CUENCA 1 TRAMO INICIAL															
posición		cotas del terreno		diferencia de cotas	longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	⊕
De poseso	A posición	Inicio	Final				0	0	Actual	futuro					
1	2	196.82	191.53	5.29	84.41	6.267	1	1	7	16	0.062	0.138	0.062	0.138	4
2	2-A	191.53	188.65	2.88	59.64	4.829	3	4	21	47	0.184	0.407	0.246	0.544	4
2-A	3	188.65	185.77	2.88	59.64	4.829	4	8	28	63	0.244	0.539	0.490	1.083	4
3	5	185.77	182.08	3.69	75.35	4.897	2	10	14	31	0.123	0.273	0.736	1.629	4
5	6	182.08	178.84	3.24	75.35	4.300	2	12	14	31	0.123	0.273	0.860	1.902	4
6	7	178.84	178.61	0.23	18.66	1.233	1	13	7	16	0.062	0.138	0.922	2.040	4
7	9	178.61	178.13	0.48	35.69	1.345	1	14	7	16	0.062	0.138	0.984	2.178	4
9	11	178.13	177.57	0.56	18.71	2.993	2	16	14	31	0.123	0.273	1.530	3.380	4
11	12	177.57	174.89	2.68	37.55	7.137	1	17	7	16	0.062	0.138	1.592	3.518	4
12	13	174.89	174.21	0.68	6.02	11.296	1	18	7	16	0.062	0.138	1.654	3.656	4
13	15	174.21	168.33	5.88	45.7	12.867	2	20	14	31	0.123	0.273	1.777	3.929	4
15	16	168.33	157.88	10.45	104.08	10.040	1	21	7	16	0.062	0.138	1.839	4.067	4
16	17	157.88	140.26	17.62	104.08	16.929	1	22	7	16	0.062	0.138	1.901	4.205	4
17	31	140.26	136.29	3.97	22.05	18.005	1	23	7	16	0.062	0.138	1.963	4.343	4
31	33	136.29	131.97	4.32	48.31	8.942	1	24	7	16	0.062	0.138	2.025	4.480	4
33	35	131.97	131.12	0.85	50.18	1.694	1	25	7	16	0.062	0.138	2.087	4.618	4

Continuación del anexo 1.

35	37	131.1 2	131.1 3	0.99	37.31	2.673	1	26	7	16	0.06 2	0.13 8	2.149	4.756	4
37	40	130.1 3	126.6 6	3.47	90.08	3.892	2	28	14	31	0.12 3	0.27 3	2.272	5.029	4
40	41	126.6 6	129.2 6	1.4	83.74	1.672	2	30	14	31	0.12 3	0.27 3	2.399	5.302	4
41	45	129.2 6	129.9	0.64	6.67	9.599	1	31	7	16	0.06 2	0.13 8	2.407	5.440	6
45	46	129.9	122.2 4	2.66	31.73	9.142	2	33	14	31	0.12 3	0.27 3	2.580	5.713	6
46	47	122.2 4	114.9 4	8.3	81.72	10.19 7	7	40	49	110	0.02 3	0.92 9	3.003	6.642	6
47	49	114.9 4	109.8 8	5.06	34.93	9.279	4	44	28	63	0.24 4	0.92 9	3.371	7.404	6
49	54	109.8 8	101.2	8.68	32.68	16.47 7	1	45	7	16	0.06 2	0.13 8	3.433	7.592	6
54	55	101.2	96.7	4.5	49.79	9.836	1	46	7	16	0.06 2	0.13 8	3.499	7.730	6
55	56	96.7	94.76	1.94	22.32	8.692	1	47	7	16	0.06 2	0.13 8	3.577	7.868	6
56	128	94.76	90.92	3.84	29.46	13.03 9	1	48	7	16	0.06 2	0.13 8	3.619	8.006	6

CUENCA 1 TRAMO INICIAL (ESTACION 10 HACIA ESTACION 9 UNION DE CAUDALES Y PARTEAGUAS)															
posición		cotas del terreno		diferencia de cotas	longitud	s del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pozo	A pozo	Inicio	Final				o	o	Actual	futuro					
10	9	178.1 3	177. 4	0.73	49.79	1.799	7	7	49	110	0.02	0.92 93	0.42301	0.929	4

CUENCA 1 TRAMO INICIAL (ESTACION 14 HACIA ESTACION 13 UNION DE CAUDALES Y PARTEAGUAS)															
posición		cotas del terreno		diferencia de cotas	longitud	s del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pozo	A pozo	Inicio	Final				o	o	Actual	futuro					
14	13	174.2 1	174.8 4	0.63	33.97	1.89	3	3	21	47	0.18 3	0.40 6	0.183	0.406	4

Continuación del anexo 1.

CUENCA 1 TRAMO INICIAL (ESTACION 48 HACIA ESTACION 47 UNION DE CAUDALES Y PARTEAGUAS)															
posición		cotas del terreno		diferencia de cotas	longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pozo	A pozo	Inicio	Final				0	0	Actual	futuro					
48	47	120.88	114.94	5.94	43.74	13.58	2	2	14	31	0.123	0.273	0.12318	0.273	4

CUENCA 2 TRAMO 2																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pozo	A pozo	Inicio	Final			0	0	Actual	futuro							
4	57	18757	18393	68.11	5344	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4
57	58	18393	18326	15.64	4284	2	3	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.185	0.411	4
57	59	18326	17646	33.26	2045	1	4	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.247	0.549	4
58	60	17646	17453	5.86	32935	1	5	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.309	0.687	4
60	61	17453	174	12.57	4216	3	8	21	47	4.38	4.320	0.184	0.407	0.493	1.093	4
61	61 A	174	16771	27.45	22914	1	9	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.555	1.231	4
61 A	61 B	16771	16142	27.45	22914	1	10	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.617	1.369	4
61 B	61 C	16142	15513	27.45	22914	1	11	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.679	1.507	4
61 C	62	174	14884	27.46	91624	2	13	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.802	1.780	4
62	63	14884	15135	63.66	3943	1	14	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.864	1.917	4
63	64	15135	1412	58.07	17479	1	15	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.926	2.055	4
64	65	1412	14019	18491	0546	1	16	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.988	2.193	4
65	66	14019	13935	57.4	1463	1	17	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.050	2.331	4
66	67	13935	13886	28.19	1738	1	18	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.112	2.469	4

Continuación del anexo 1.

CUENCA 2 TRAMO 3 E-8 A E-80																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poseso	A poseso	Inicio	Final			0	0	Actual	futuro							
8	8.A	179.24	170.2	30.65	29.494	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4
8.A	18	170.2	161.17	30.64	29.471	2	3	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.185	0.411	4
18	19	161.17	156.59	18.12	25.276	1	4	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.247	0.549	4
19	20	156.59	145.91	48.73	21.917	2	6	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.370	0.822	4
20	21	145.91	145.43	27.19	1.765	1	7	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.432	0.960	4
21	22	145.43	145.42	28.69	0.035	4	11	28	63	4.36	4.294	0.244	0.539	0.676	1.498	4
22	24	145.42	144.57	36.29	2.342	4	15	28	63	4.36	4.294	0.244	0.539	0.921	2.037	4
24	26	144.57	143.35	33.76	3.614	1	16	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.983	2.175	4
26	27	143.35	143.05	47.02	0.638	1	17	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.045	2.313	4
27	28	143.05	144.05	80.2	1.247	1	18	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.107	2.451	4
28	29	144.05	142.47	62.34	2.534	4	22	28	63	4.36	4.294	0.244	0.539	1.351	2.989	4
29	30	142.47	141.18	38.65	3.338	1	23	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.413	3.127	4
30	81	141.18	135.02	35.96	17.130	1	24	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.475	3.265	4
81	80	135.02	111.89	99.97	23.137	1	25	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.537	3.403	4

CUENCA 2 TRAMO 4 E-20 A E-67																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poseso	A poseso	Inicio	Final			0	0	Actual	futuro							
20	69	145.91	145.73	23.48	0.767	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4

Continuación del anexo 1.

69	70	14573	13887	82.53	8.312	2	3	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.185	0.411	4
70	71	13887	13888	10.45	0.096	1	4	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.247	0.549	4
71	72	13888	14019	20.18	6.492	2	6	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.370	0.822	4
72	73	14019	13865	55.99	2.750	1	7	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.432	0.960	4
73	67	13865	13887	19.58	1.124	4	11	28	63	4.36	4.294	0.244	0.539	0.676	1.498	4

CUENCA 2 TRAMO E-32 A E-85																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poseso	A poseso	Inicio	Final					Act ual	fut uro							
32	85	139.04	133.1	91.95	6.460	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4

CUENCA 2 TRAMO E-34 A E-86																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poseso	A poseso	Inicio	Final					Act ual	fut uro							
34	86	13476	12886	95.13	6.202	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4

CUENCA 2 TRAMO E-36 A E-87																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poseso	A poseso	Inicio	Final					Act ual	fut uro							
						0	0									

Continuación del anexo 1.

36	87	133.3 1	125.6 6	128.4	5.95 8	1	1	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.062	0.138	4
----	----	------------	------------	-------	-----------	---	---	---	----	------	-----------	-----------	-----------	-------	-------	---

CUENCA 2 TRAMO 4 E-81 A E-84																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De peso	A poso	Inicio	Final	0		0	Act	uturo								
81	85	135.0 2	133.1	35.96	5.33 9	3	3	21	47	4.38	4.32 0	0.18 4	0.40 7	0.246	0.544	4
85	86	133.1	128.8 6	46.27	9.16 4	4	7	28	63	4.36	4.29 4	0.24 4	0.53 9	0.552	1.221	4
86	87	128.8 6	125.6 6	48.01	6.66 5	4	11	28	63	4.36	4.29 4	0.24 4	0.53 9	0.858	1.898	4
87	88	125.6 6	125.4 1	22.76	1.09 8	1	12	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.920	2.036	4
88	89	125.4 1	120.8 6	34.31	13.2 61	1	13	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	1.044	2.311	4
89	84	120.8 6	109.0 3	52.18	22.6 72	1	14	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	1.106	2.449	4

CUENCA 2 TRAMO E-81 A E-89																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De peso	A poso	Inicio	Final	0		0	Act	uturo								
91	89	123.6 6	120.8 6	25.17	11.1 24	1	1	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.062	0.138	4

CUENCA 2 TRAMO E-93 A E-95																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E

Continuación del anexo 1.

De paso	A paso	Inicio	Final					Act ual	fut uro							
93	94	129.2 4	120.9 4	22.13	19.4 31	1	1	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	0.062	0.133	4
94	95	120.9 4	121.4 1	33.96	0.87 1	1	2	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	0.124	0.276	4

CUENCA 2 TRAMO E-35 A E-52

posición		cotas del terreno		longitud	s del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q dise no actual	Q dise no futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	G
De paso	A paso	Inicio	Final					Act	uturo							
38	90	132.4 9	127.8 6	74.96	6.17 7	1	1	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	0.062	0.133	4
90	91	127.8 6	123.6 6	61.63	6.81 3	1	2	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	0.124	0.276	4
91	95	123.6 6	121.4 1	73.38	3.06 6	6	8	42	94	4.33	4.25 1	0.26 4	0.80 0	0.612	1.391	4
95	96	121.4 1	113.8 3	34.87	21.7 38	1	9	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	0.674	1.489	4
96	92	113.8 3	104.4 4	37.44	23.0 80	2	11	14	31	4.40	4.35 2	0.12 3	0.27 3	0.797	1.762	4

CUENCA 2 TRAMO DE E-67 A E-100

posición		cotas del terreno		longitud	s del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q dise no actual	Q dise no futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	G
De paso	A paso	Inicio	Final					Act	uturo							
67	68	138.8 6	127	66.95	17.8 10	1	1	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	1.891	4.105	4
68	74	127	123.8 3	49.36	6.42 2	1	2	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	1.913	4.243	4
74	75	123.8 3	121.6 1	56.86	3.90 4	1	3	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	1.975	4.381	4
75	76	121.6 1	119.0 6	70.87	3.99 8	1	4	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 3	2.037	4.519	4
76	77	119.0 6	117.4	40.67	4.05	1	5	7	16	4.43	4.39	0.06	0.13	2.099	4.626	4

Continuación del anexo 1.

		6	1		7						4	2	8			
77	78	117.4 1	116.4 7	6.08	15.4 61	1	6	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	2.161	4.794	4
78	79	116.4 7	113.8 3	106.9 2	2.47 0	1	7	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	2.723	4.932	4
79	80	113.8 3	111.8 9	115.6 3	1.69 3	1	8	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	2.326	3.161	4
80	82	111.8 9	110.2 9	69.63	2.29 8	1	9	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	2.388	3.299	4
82	83	110.2 9	109.8 1	13.94	3.44 3	1	10	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	2.490	3.437	4
83	84	109.8 1	109.0 3	62.97	1.22 9	1	11	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	3.618	8.023	6
84	92	109.0 3	104.4 4	104.9 6	4.37 3	1	12	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	4.477	9.924	6
92	97	104.4 4	102.4 1	101.0 6	2.02 9	1	13	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	4.739	10.061	6
97	98 A	102.4 1	101.6 9	66.12 3	2.60 1	1	14	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	4.601	10.199	6
98 A	98	101.6 9	98.97	66.12 3	2.60 1	1	15	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	4.663	10.337	6
98	99	98.97	97.44	105.4 6	1.40 1	1	16	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	4.729	10.479	6
99	100	97.44	96.31	94.02	1.20 2	1	17	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	4.787	10.613	6

CUENCA 5 E-0 A E-7																
posición		cotas del terreno		longitud	s del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q dise no actual	Q dise no futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pose	A posición	Inicio	Fin					Act	uturo							
0	1	200	198.76	43.92 6	2.82 9	2	2	14	31	4.40	4.39 2	0.12 3	0.27 3	0.123	0.273	4
1	2	198.77	197.88	27.9	3.15 3	1	3	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.189	0.411	4
2	3	197.87	196.97	31.98 8	2.82 9	1	4	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.247	0.549	4
3	4	196.97	196.60	29.99	1.42 3	1	5	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.309	0.687	4
4	5	196.60	194.64	43.96 9	4.40 4	1	6	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.615	1.363	4
5	7	194.64	194.40	40	0.48 0	1	7	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.677	1.901	4

Continuación del anexo 1.

CUENCA 5 E-5 A E-6																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pozo	A pozo	Inicio	Final					0	0							
6	5	19753	19464	41.88	6.901	4	4	28	63	4.36	4.294	0.244	0.539	0.244	0.539	4

CUENCA 5 E-12 A E-7																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pozo	A pozo	Inicio	Final					0	0							
12	11	206.292536	202.6565	31.72	11.475	2	2	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.123	0.273	4
11	10	202.652724	197.7171	55.62	8.880	1	3	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.185	0.411	4
10	9	197.713527	197.2424	11.98	3.944	1	4	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.247	0.549	4
9	8	197.241025	195.3838	28.85	6.462	2	6	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.370	0.822	4
8	7	195.376819	194.4545	35.91	2.585	1	7	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.432	0.960	4

CUENCA 5 E-12 A E-13																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De pozo	A pozo	Inicio	Final					0	0							

Continuación del anexo 1.

13	12	194.21	192.18	19.72	10.294	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4
----	----	--------	--------	-------	--------	---	---	---	----	------	-------	-------	-------	-------	-------	---

CUENCA 5 E-15 A E-16																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poso	A poso	Inicio	Final					Act ual	futuro							
16	15	195.44	190.57	89.66	5.432	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4

CUENCA 5 E-18 A E-17																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poso	A poso	Inicio	Final					Act ual	futuro							
18	17	196.93	189.18	89.35	8.674	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4

CUENCA 5 E-7 A E-22																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poso	A poso	Inicio	Final					Act ual	futuro							
7	12	194.449	192.185	29.845	7.586	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.234	2.736	4
12	14	192.185	192.428	29.999	0.811	1	2	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.296	2.874	4
14	15	192.428	190.567	31.965	5.820	1	3	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.420	3.150	4
15	17	190.567	189.185	57.999	2.384	2	5	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	1.605	3.561	4

Continuación del anexo 1.

17	19	189.185	188.009	41.999	2.800	1	6	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	1.667	3.698	4
19	20	188.009	183.290	61.666	7.652	10	16	70	157	4.28	4.185	0.600	1.313	2.266	5.011	4
20	21	183.290	173.593	82.896	11.698	4	20	28	62.742 7808	4.36	4.294	0.244	0.539	2.511	5.550	4
21	22	173.593	167.528	45.144	13.436	1	21	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	2.573	5.688	4

CUENCA 4 E-0 A E-13																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poseso	A poseso	Inicio	Final					Act	fu							
0	1	200	195.864	43.697	9.466	1	1	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.062	0.138	4
1	2	195.864	189.871	41.266	14.522	1	2	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.124	0.276	4
2	3	189.871	186.656	57.753	5.567	1	3	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.186	0.414	4
3	4	186.656	186.795	15.997	0.869	1	4	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.248	0.551	4
4	5	186.795	187.065	13.994	1.930	1	5	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.310	0.689	4
5	6	187.065	186.729	35.961	0.935	1	6	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.372	0.827	4
6	7	186.729	186.676	79.996	0.066	1	7	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.434	0.965	4
7	8	186.676	186.552	35.974	0.346	1	8	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.496	1.103	4
8	9	186.552	187.628	53.995	1.993	2	10	14	31	4.40	4.352	0.123	0.273	0.619	1.376	4
9	11	187.628	168.295	96.378	20.059	1	11	7	16	4.43	4.394	0.062	0.138	0.867	1.927	4
11	13	168.295	153.318	97.525	15.357	4	15	28	63	4.36	4.294	0.244	0.539	1.111	2.466	4

CUENCA 4 E-9 A E-12																
posición		cotas del terreno		longitud	S del terreno	No. Casas	No. Casas Acumuladas	No. de habitantes		FH actual	FH futuro	Q diseño actual	Q diseño futuro	q acumulado actual	q acumulado futuro	E
De poseso	A poseso	Inicio	Final					Act	fu							

Continuación del anexo 1.

De posito	A pos o	Inicio	Final			0	0	Act ual	fut uro			0	10			
9	10	1865 52	1809 79	61.15 2	9.11 3	1	1	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.062	0.138	4
10	12	1809 79	1690 36	93.44 7	12.7 81	1	2	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.124	0.276	4
12	11	1690 36	1682 95	65.95 8	1.12 2	1	3	7	16	4.43	4.39 4	0.06 2	0.13 8	0.186	0.414	4

Fuente: elaboración propia.

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 002. S.S.

O.T.: 30,332

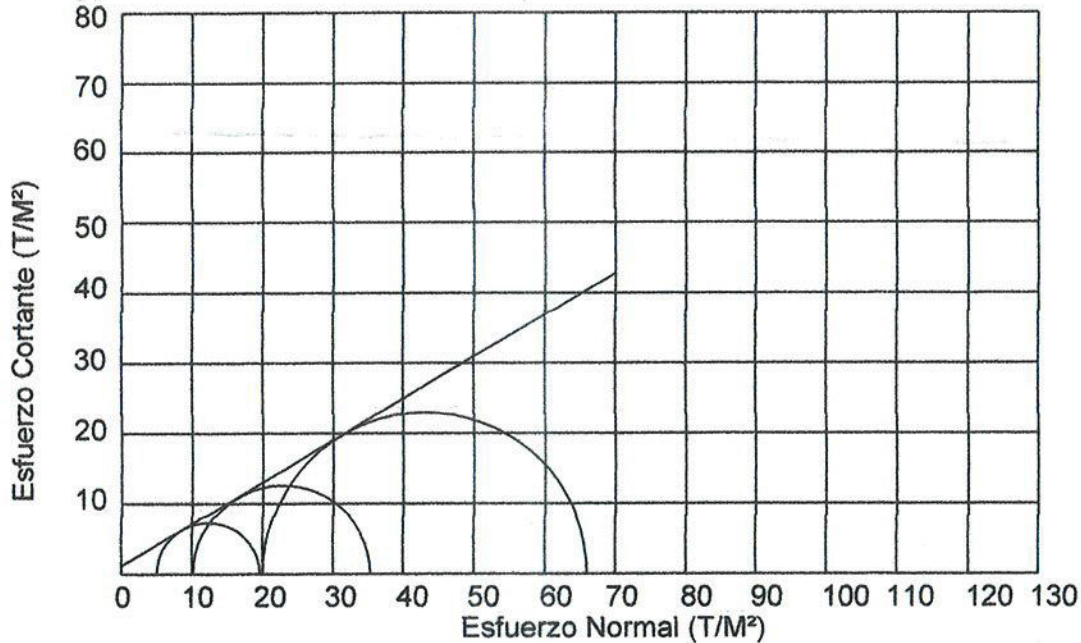
INTERESADO: Axel Armando Castellanos Aquino

PROYECTO: EPS - Diseño de Edificio de dos niveles de la Escuela Primaria para el Caserio Sanjuaneritos, San Juan Sacatepequez, Guatemala

Ubicación: San Juan Sacatepequez

Fecha: Martes, 15 de enero de 2013

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 30.72^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 1.16 \text{ Ton/m}^2$
---	--

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	2	3
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	10.85	24.99	49.00
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.0	6.0	7.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.36	1.36	1.36
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.51	1.51	1.51
HUMEDAD (%H)	11.5	11.5	11.5

Vo. Bo.

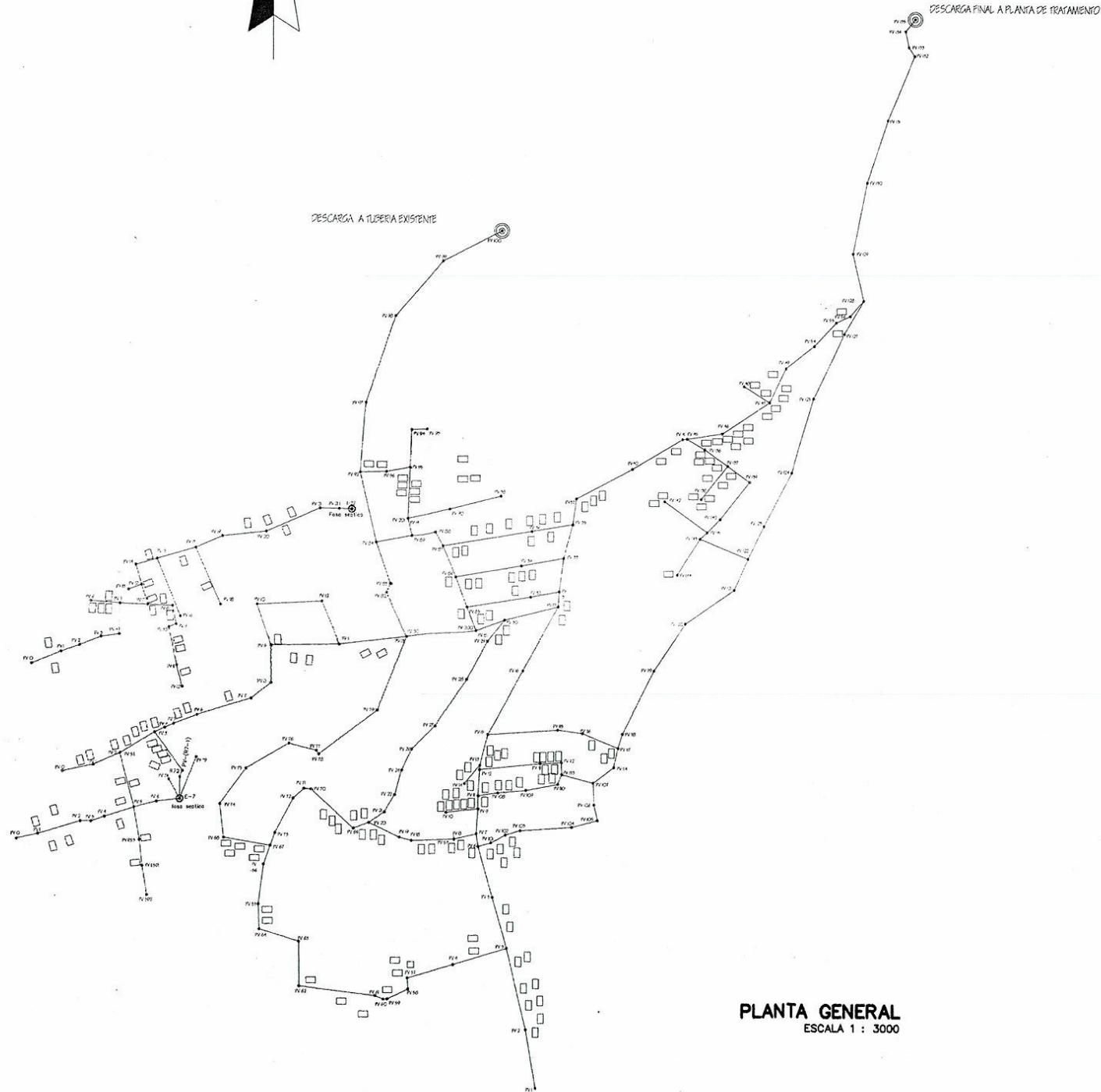
Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

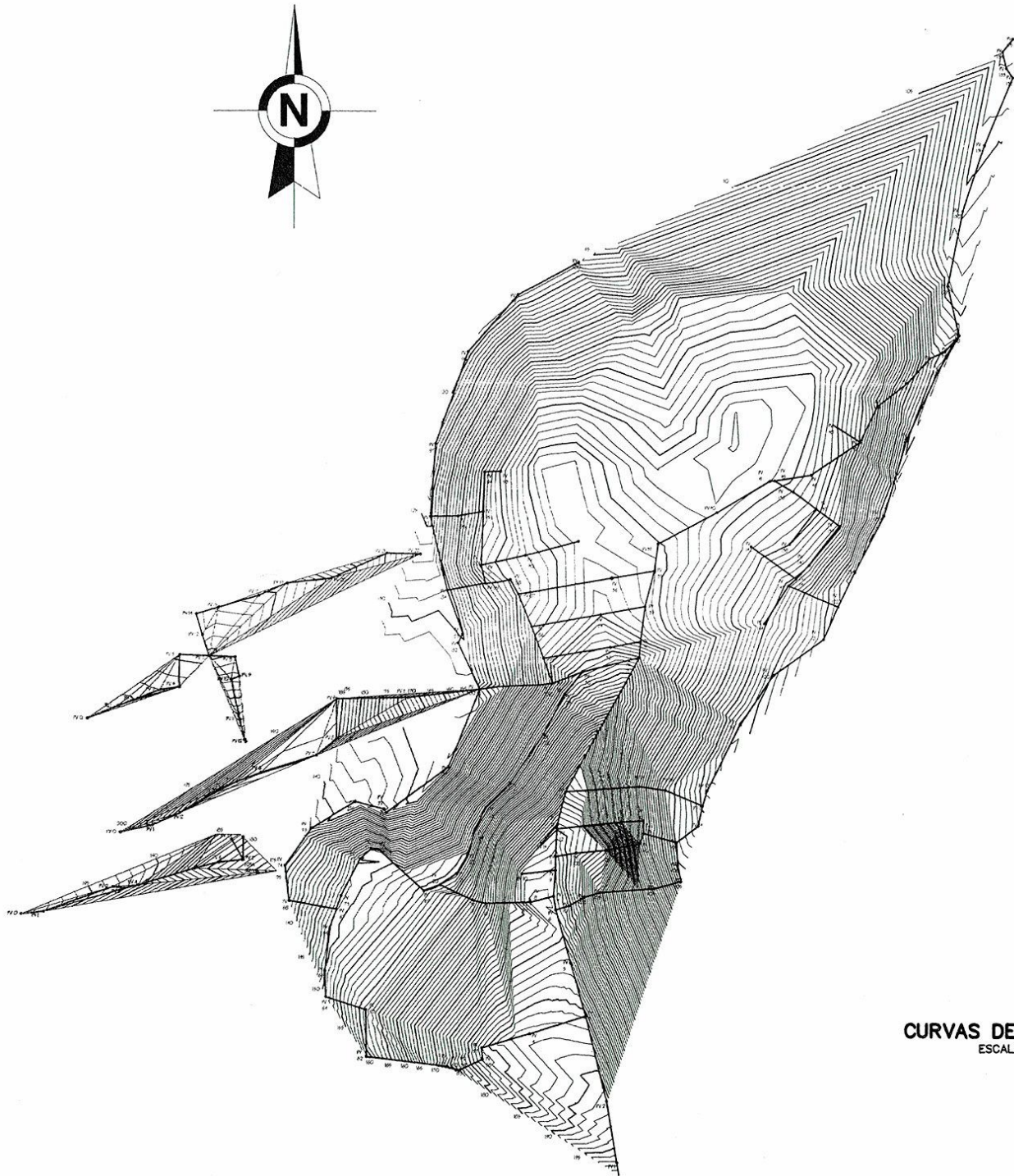




SIMBOLOGIA	
	ORGANIZA
	CASAS EXISTENTES
	POZOS DE VENTA

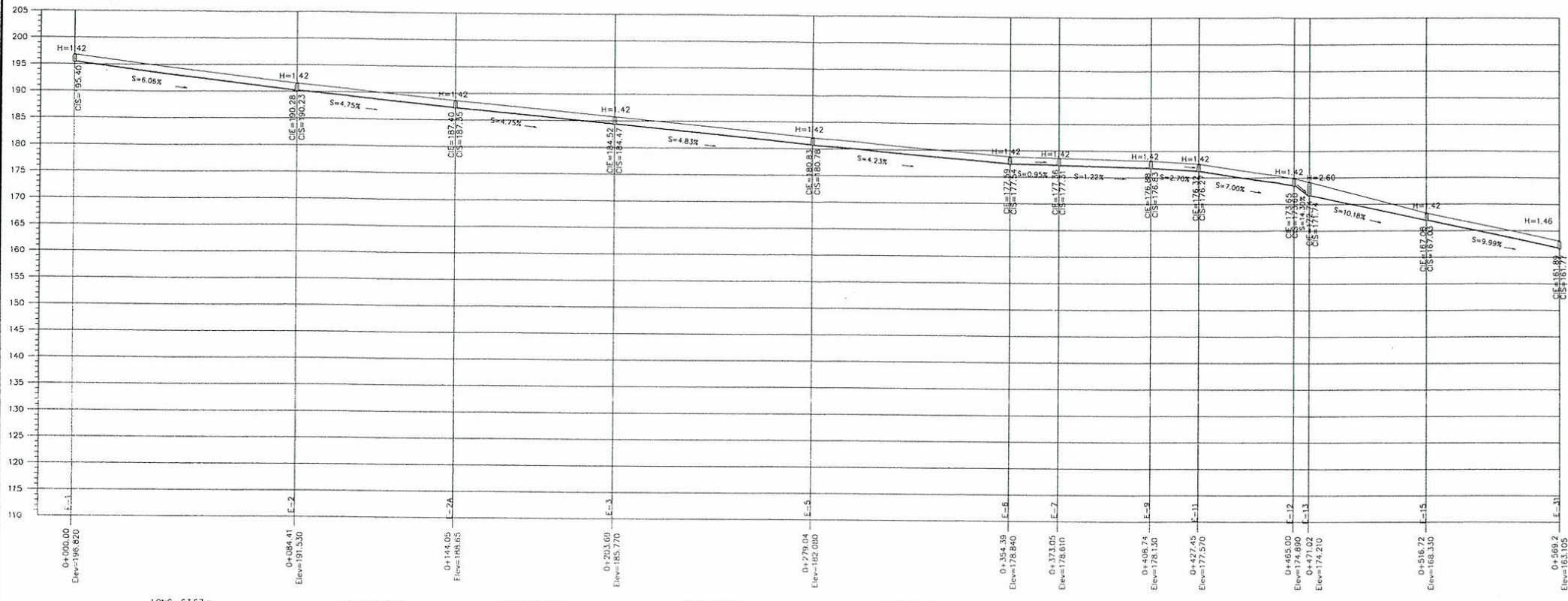
PLANTA GENERAL
ESCALA 1 : 3000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA
PROYECTANTE:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
REVISOR:	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	MAYO 2013
HOJA No. 1	25

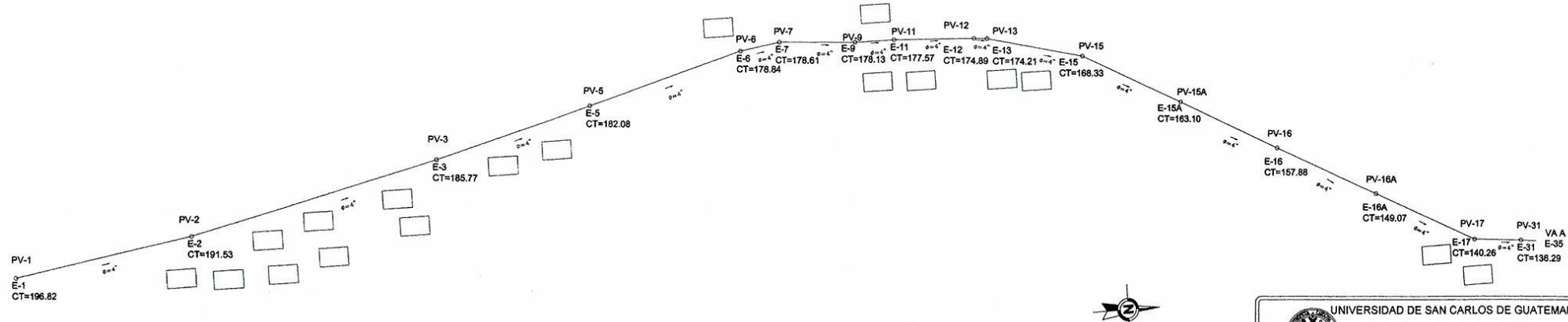


CURVAS DE NIVEL
 ESCALA 1 : 3000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA	
PROFESOR: OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ	ASISTENTE: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	ASISTENTE: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
PUNTO DE ASesorIA SUPERVISOR(A) DE EPO: OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ	ASISTENTE: OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPO	ESCALA: INICIADA
MAYO 2013	HOJA N° 1 / 25



PERFIL CUENCA 1 DE E-1 A E-31
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 1 DE E-1 A E-31
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 UNIDAD DE E. P. S.

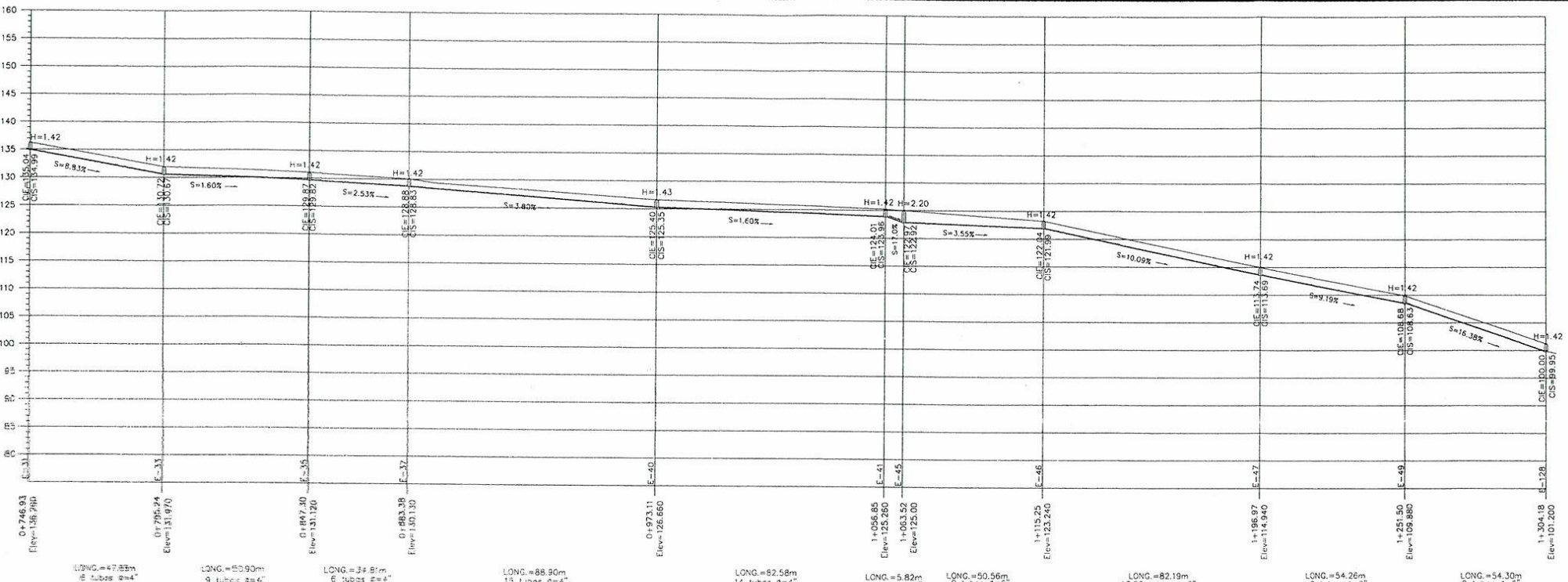
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO
 DEL SECTOR CUATRO DE LA ZONA DE CRUZ BLANCA

CONTRATO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
 OSORIO (A) SUPERVISOR (A) INGENIERO

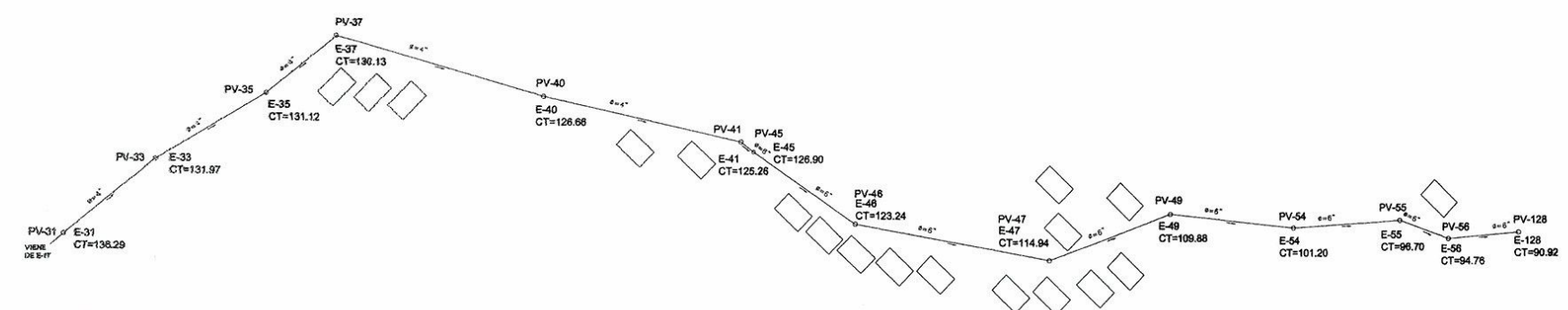
PLANTAS: Unidad de Producción de Agua y EPS
 DE E-1 A E-31, DE E-3 A E-4 Y DE E-7 A E-8

INGENIERO: OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

ESCALA: INDICADA
 FECHA: MAYO 2013
 HOJA No. 4 / 25



PERFIL CUENCA 1 DE E-31 A E-128
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 1 DE E-31 A E-128
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 UNIDAD DE E. P. S.

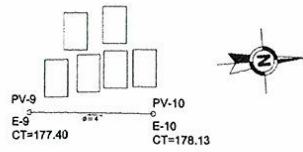
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPECQUEZ DE ASESORIA SUPERVISORIA DE CALIDAD AMBIENTAL Y CASTELLANOS AQUINO

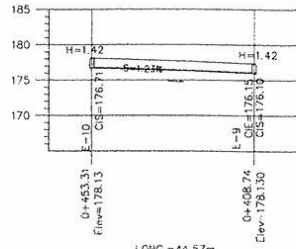
PLANO: UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y DE E-31 A E-128

FECHA: MAYO 2013

INDICADA: 25

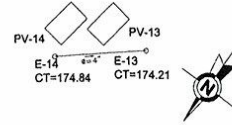


PLANTA CUENCA 1 DE E-9 A E-10
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

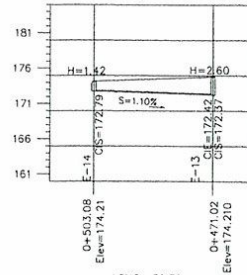


PERFIL CUENCA 1 DE E-9 A E-10
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

LONG. = 44.57m
8 tubos $\phi=4"$

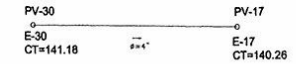


PERFIL CUENCA 1 DE E-14 A E-13
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

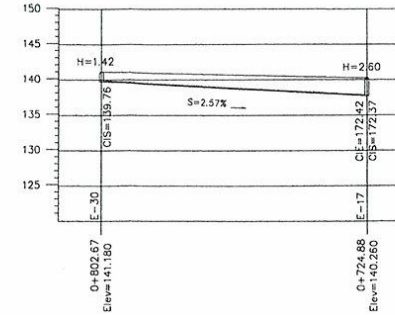


PERFIL CUENCA 1 DE E-14 A E-13
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

LONG. = 32.78m
6 tubos $\phi=4"$

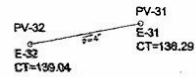


PERFIL CUENCA 1 DE E-30 A E-17
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

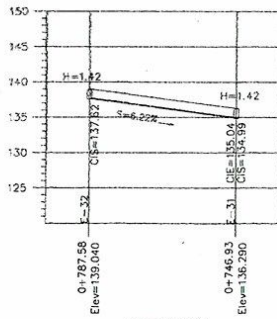


PERFIL CUENCA 1 DE E-30 A E-17
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

LONG. = 77.79m
13 tubos $\phi=4"$



PLANTA CUENCA 1 DE E-32 A E-31
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

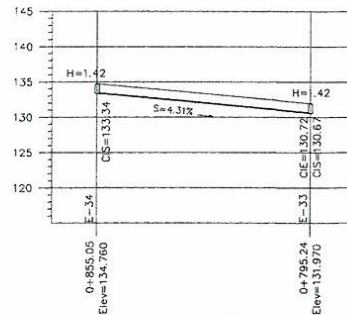


PERFIL CUENCA 1 DE E-32 A E-31
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

LONG. = 40.65m
7 tubos $\phi=4"$

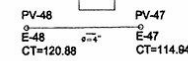


PLANTA CUENCA 1 DE E-34 A E-33
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

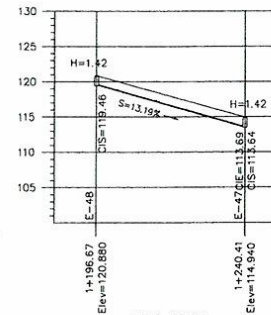


PERFIL CUENCA 1 DE E-34 A E-33
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

LONG. = 59.81m
10 tubos $\phi=4"$



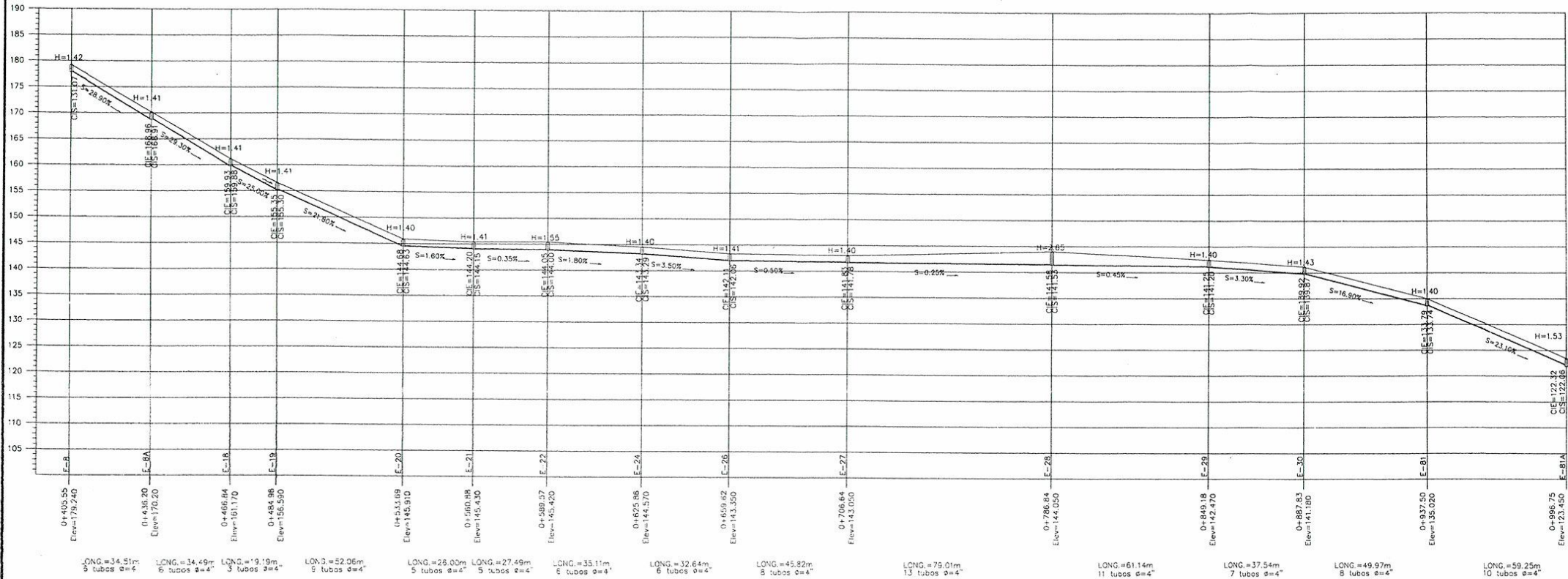
PLANTA CUENCA 1 DE E-47 A E-48
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



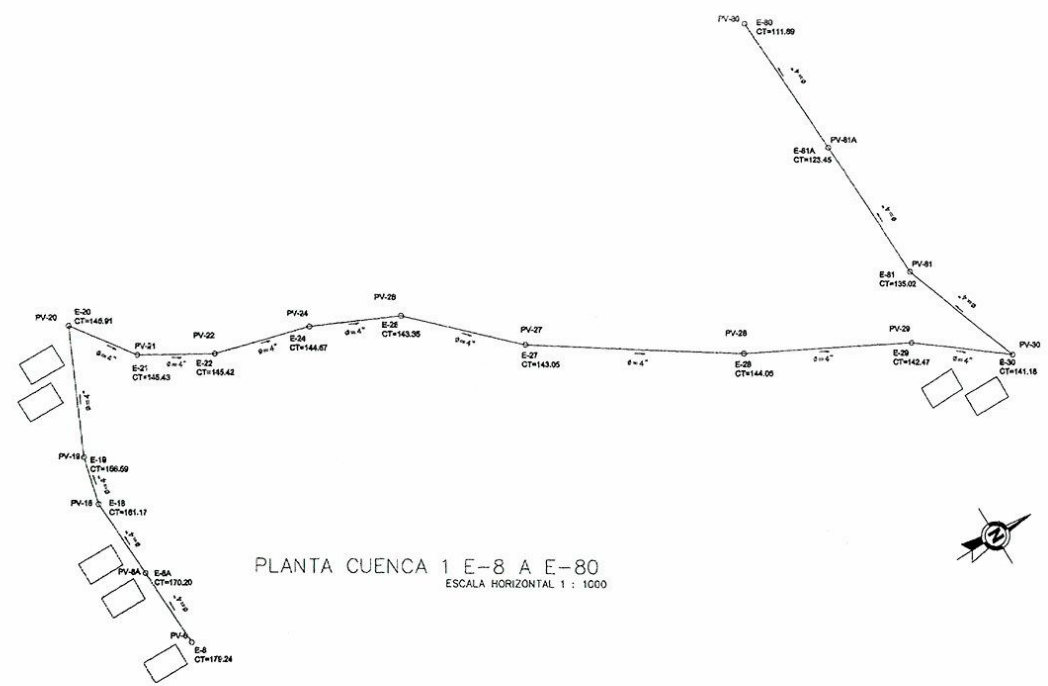
PERFIL CUENCA 1 DE E-47 A E-48
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

LONG. = 44.14m
8 tubos $\phi=4"$

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA	
PROYECTADO POR: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	
PLAZA DE UNIDAD DE INGENIERIA Y BARRIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
DE E-9 A E-10, DE E-11 A E-13, DE E-30 A E-17, DE E-31 A E-32, DE E-34 A E-33 Y DE E-47 A E-48	
INGENIERO: OSCAR ARGUETA HERNANDEZ	ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2013	HOJA NO. 6/25



PERFIL CUENCA 1 E-8 A E-80
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 1 E-8 A E-80
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: AL CANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ZONA CRUZ BLANCA

SOCIEDAD: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPECÓ

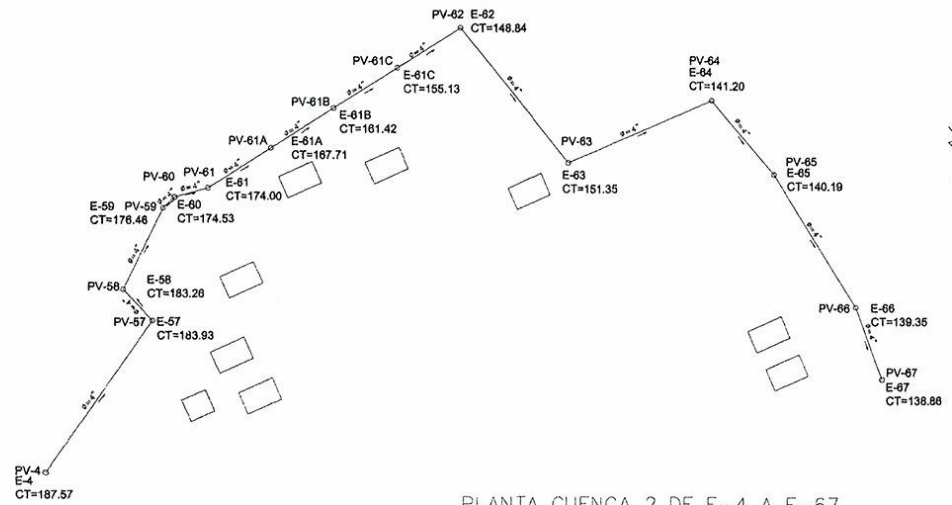
PLANEADOR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO

UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS DE E-8 A E-80

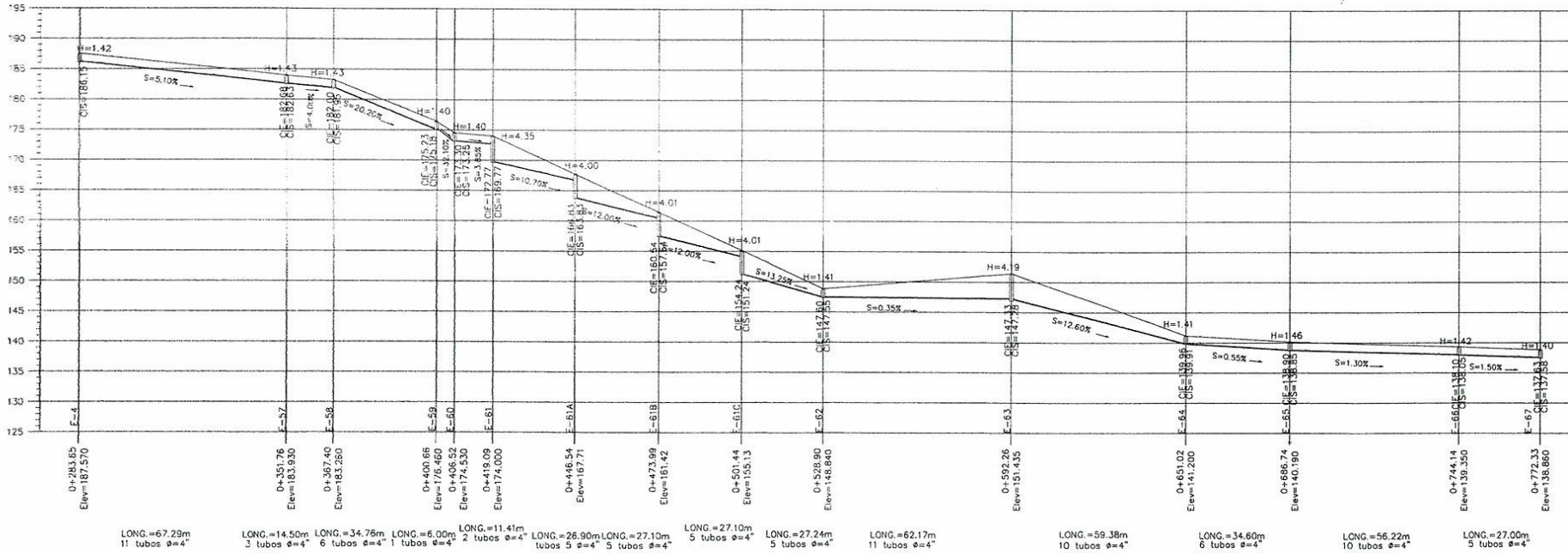
FECHA: MAYO 2013

INDICADA: 25

MOJA No: 25



PLANTA CUENCA 2 DE E-4 A E-67
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 UNIDAD DE E. P. S.

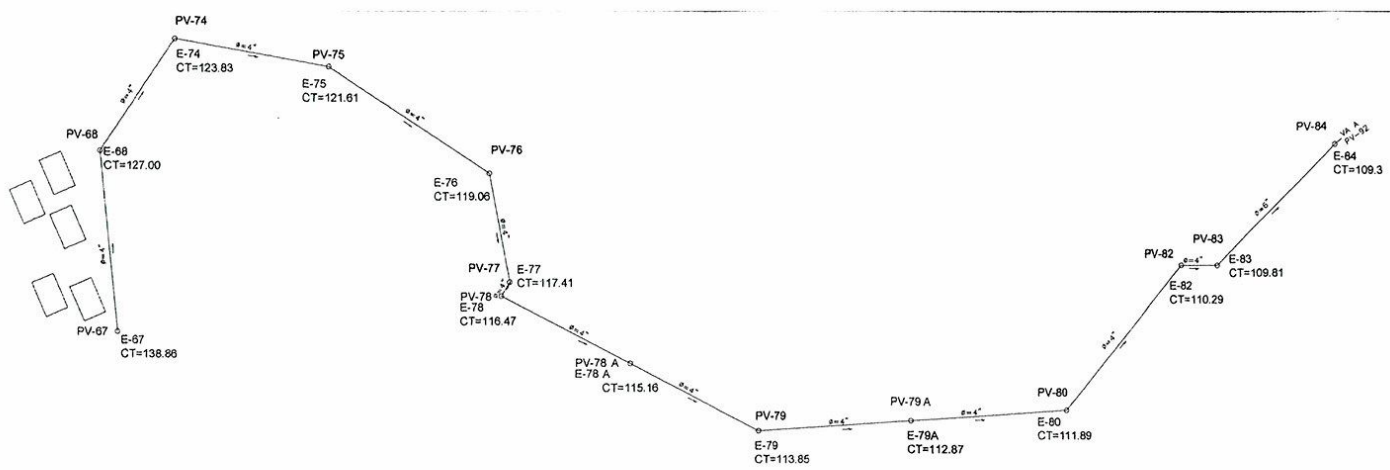
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

PROYECTANTE: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

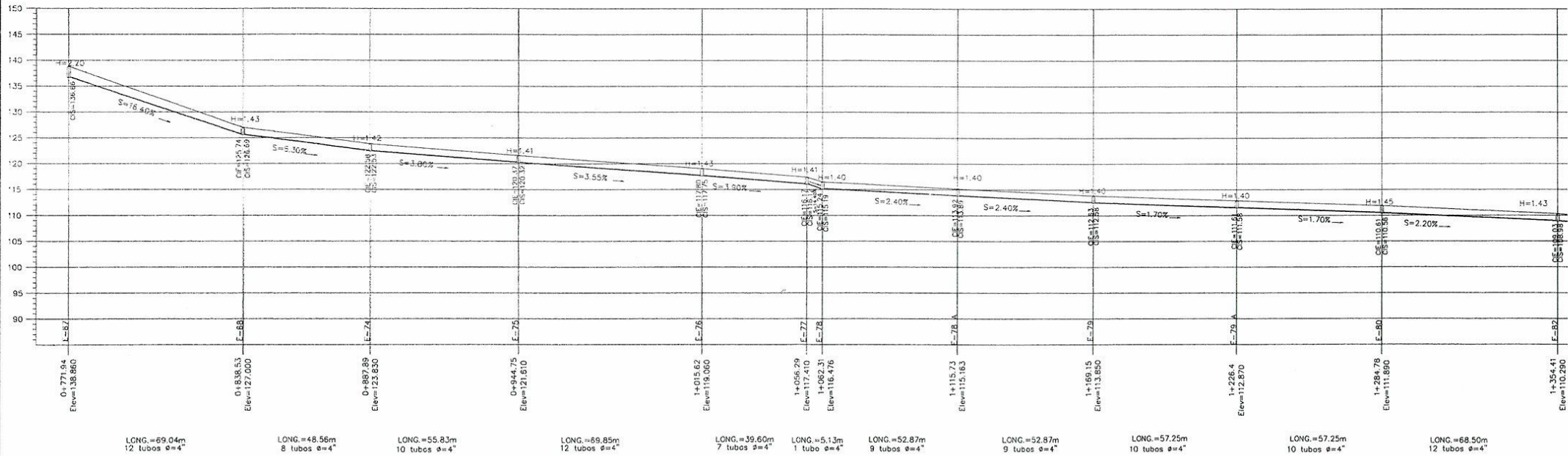
PLAZA DE: ASesoría SUPERVISORA DE E.P.S. DE E-4 A E-67

FECHA: MAYO 2013

INDICIA: 8/25



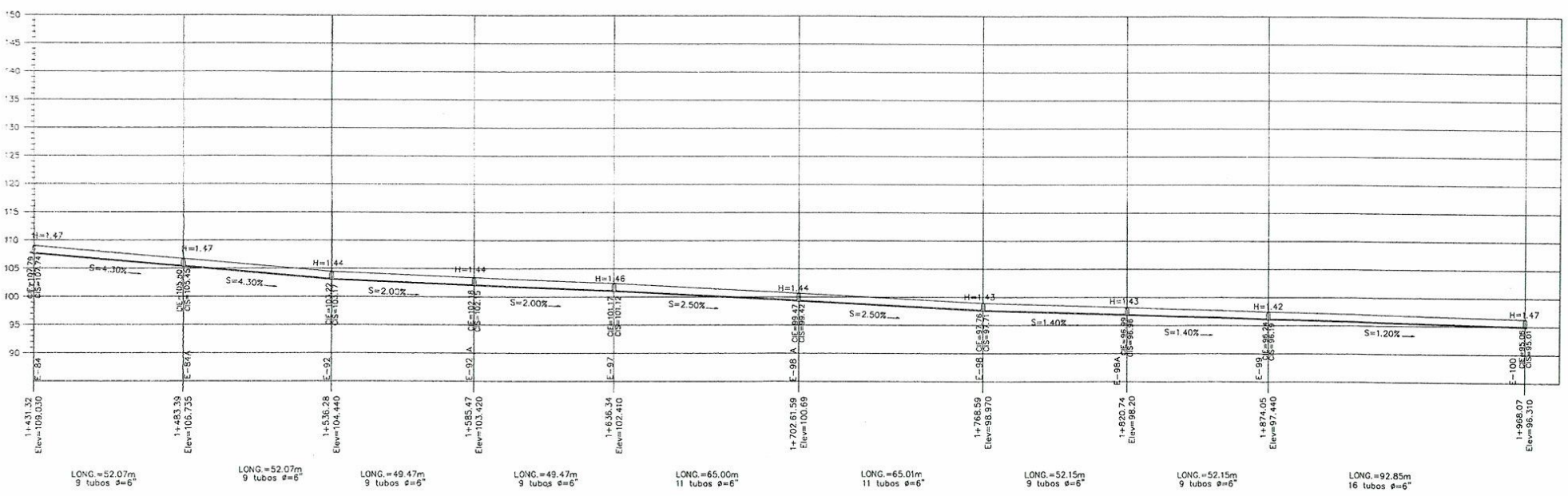
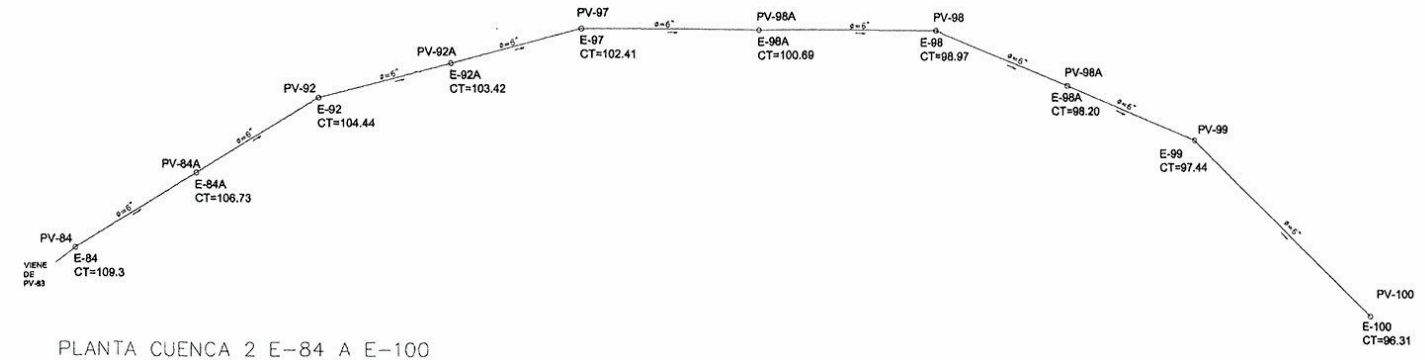
PLANTA CUENCA 2 E-67 A E-84
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 2 E-67 A E-84
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA		DISEÑADO POR: AXEL CASTELLANOS AZUÑO	
PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JUAN CATEPECHEZ		DISEÑADO POR: AXEL CASTELLANOS AZUÑO	
PLANTA - PERFIL CUENCA 2 DE E-67 A E-84		DISEÑADO POR: OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ	
FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCALA: INDICADA	
FECHA: MAYO 2013		HOJA NO: 9/25	

PLANTA CUENCA 2 E-84 A E-100
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 2 E-84 A E-100
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 UNIDAD DE E. P. S.

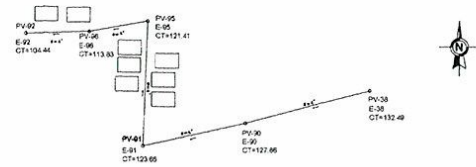
PROYECTO: Universidad de San Carlos de Guatemala
 ALCANTARILLADO SANITARIO
 PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

PROBETARIO: ASOCIACIÓN SUPERVISORIA DE E.P.S.
 MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
 CANTONELLOS AGUINO
 CANTONELLOS AGUINO
 CANTONELLOS AGUINO

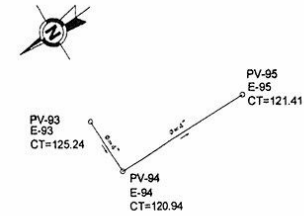
PLANO N°: PANTA - PERFIL CUENCA 2
 8684 A E-100 Ingeniería

ESCALA: INDICADA
 FECHA: MAYO 2013
 HOJA N°: 10 / 25

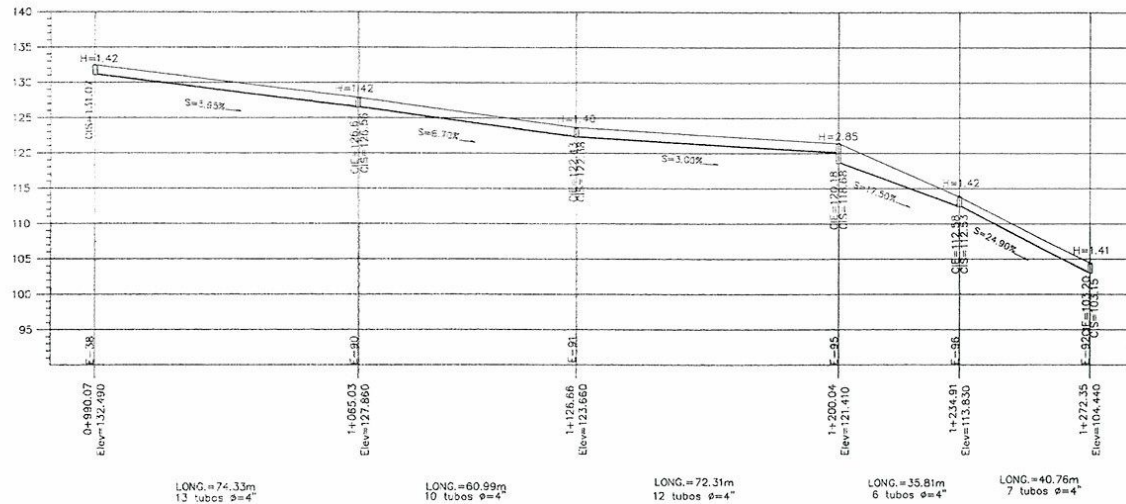
INGENIERO: FERRANDO BRACAMONTE WARDIÉZ
 ABEL CASTELLANOS AGUIÑO
 ABEL CASTELLANOS AGUIÑO



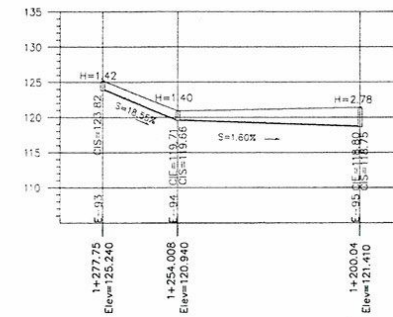
PLANTA CUENCA 2 E-38 A 92
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PLANTA CUENCA 2 E-93 A E-95
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

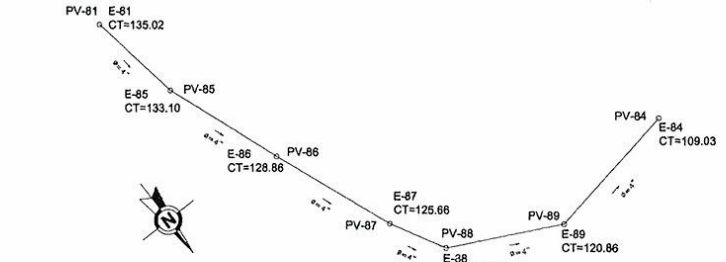


PERFIL CUENCA 2 E-38 A 92
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

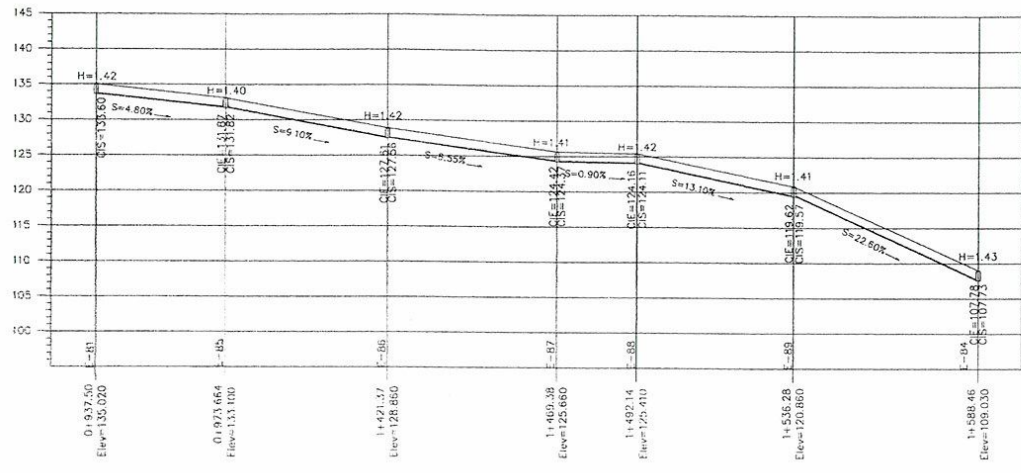


PERFIL CUENCA 2 E-93 A E-95
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

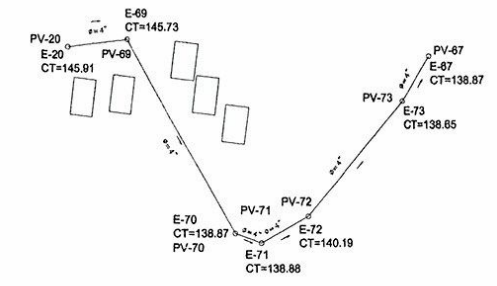
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA			
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		DISEÑO: OSCAR ANGUESTA HERNÁNDEZ	
PLAZA DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EP: UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EP		DISEÑO: OSCAR ANGUESTA HERNÁNDEZ	
PLANTA - PERFIL CUENCA 2 DE E-38 A E-92 Y DE E-93 A E-95 Facultad de Ingeniería			
VOBO: <small>OSCAR ANGUESTA HERNÁNDEZ</small>	ASESOR: <small>FERNANDO BARRONTE BARRÓN</small>	ESCALA: <small>1:500</small>	INDICADA: <small>1/25</small>
FECHA: <small>MAYO 2013</small>		HOJA NO: <small>1/25</small>	



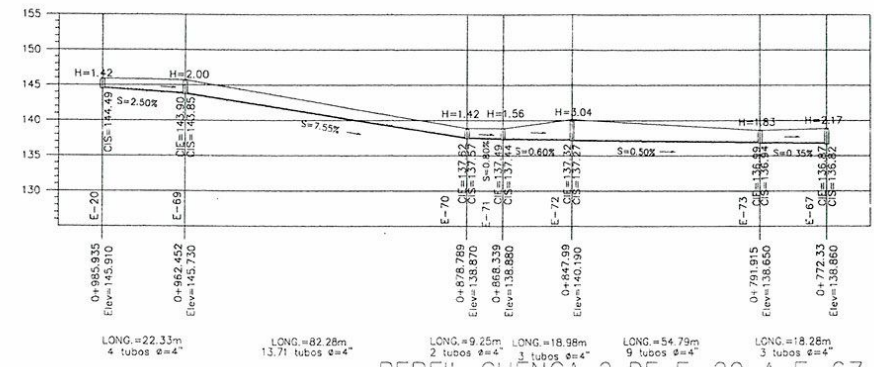
PLANTA CUENCA 2 E-81 A E-84
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



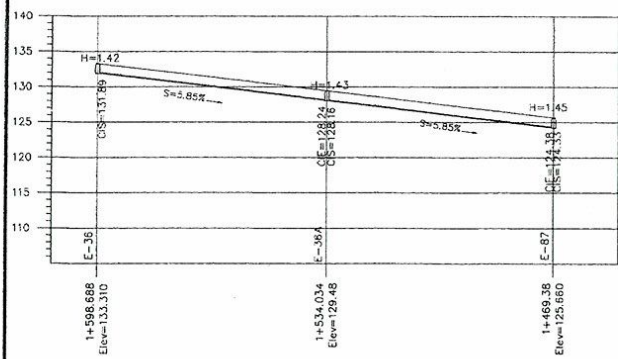
PERFIL CUENCA 2 E-81 A E-84
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



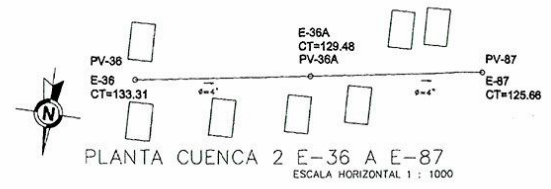
PLANTA CUENCA 2 DE E-20 A E-67
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



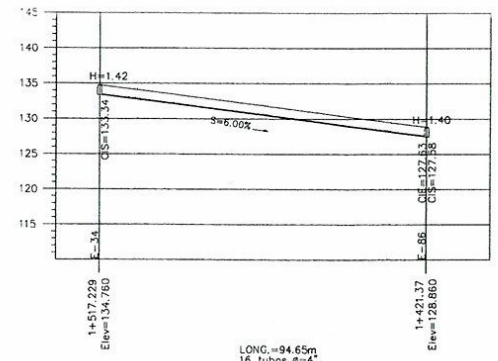
PERFIL CUENCA 2 DE E-20 A E-67
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



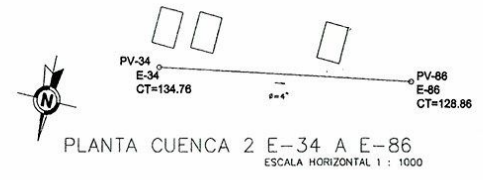
PERFIL CUENCA 2 E-36 A E-87
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 2 E-36 A E-87
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 2 E-34 A E-86
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 2 E-34 A E-86
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

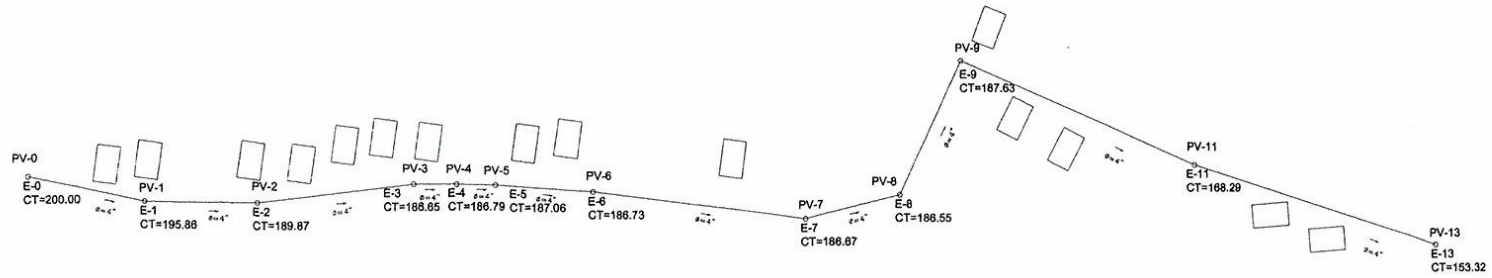
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

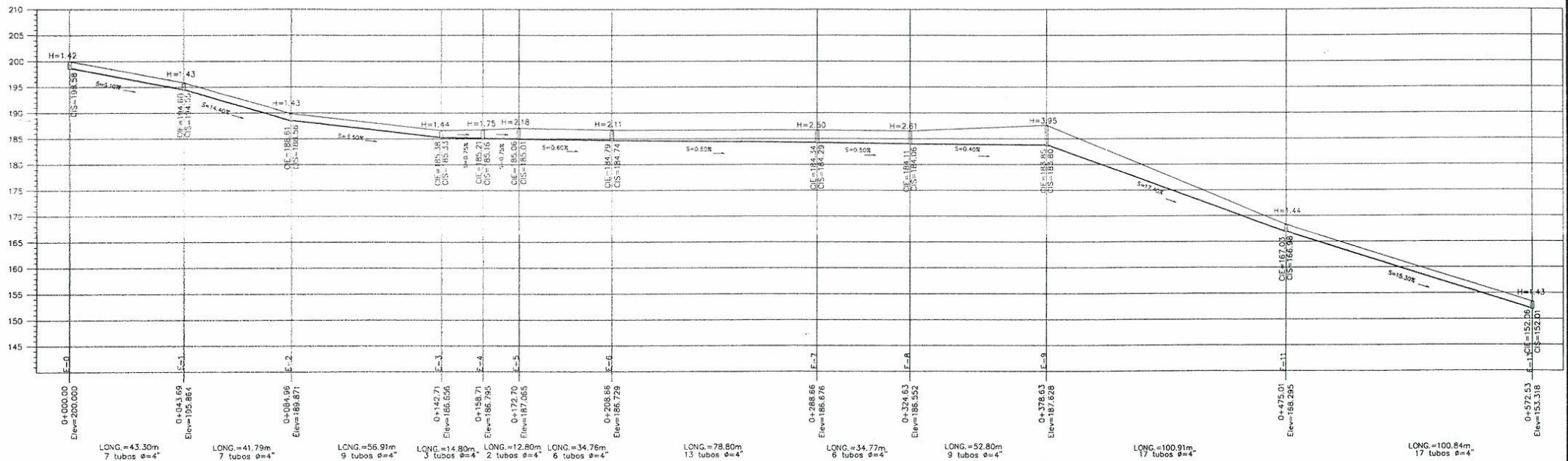
PROFESOR: ADEL CASTELLANOS AZUINO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PLANTA PERIF CUENCA 2 DE E-20 A E-67

FECHA: MAYO 2013

INDICADA: 12/25



PLANTA CUENCA 2 E-0 A E-13
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 2 E-0 A E-13
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ

PLANO: PLANTA PERFIL CUENCA 2 DE E-0 A E-13

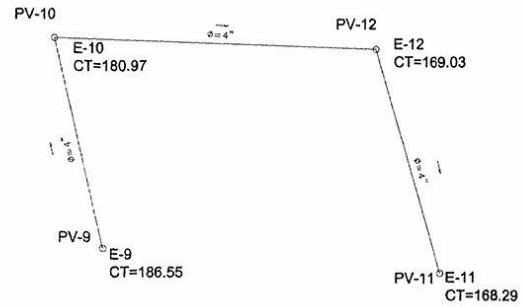
FECHA: MAYO 2013

ESCALA: INDICADA

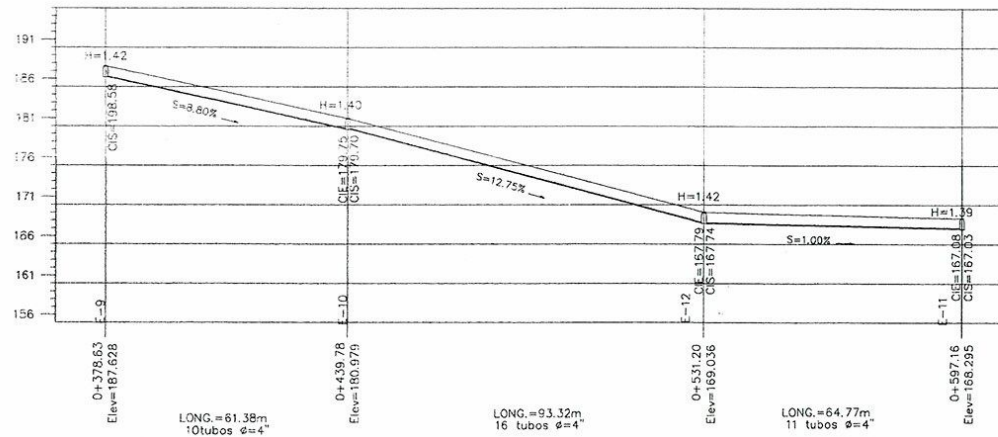
HOJA NÚMERO: 13 DE 25

INGENIERO: FERNANDO BRACAMONTE MORALES

PROFESOR: AZEL CASTELLANOS AGUIRRE

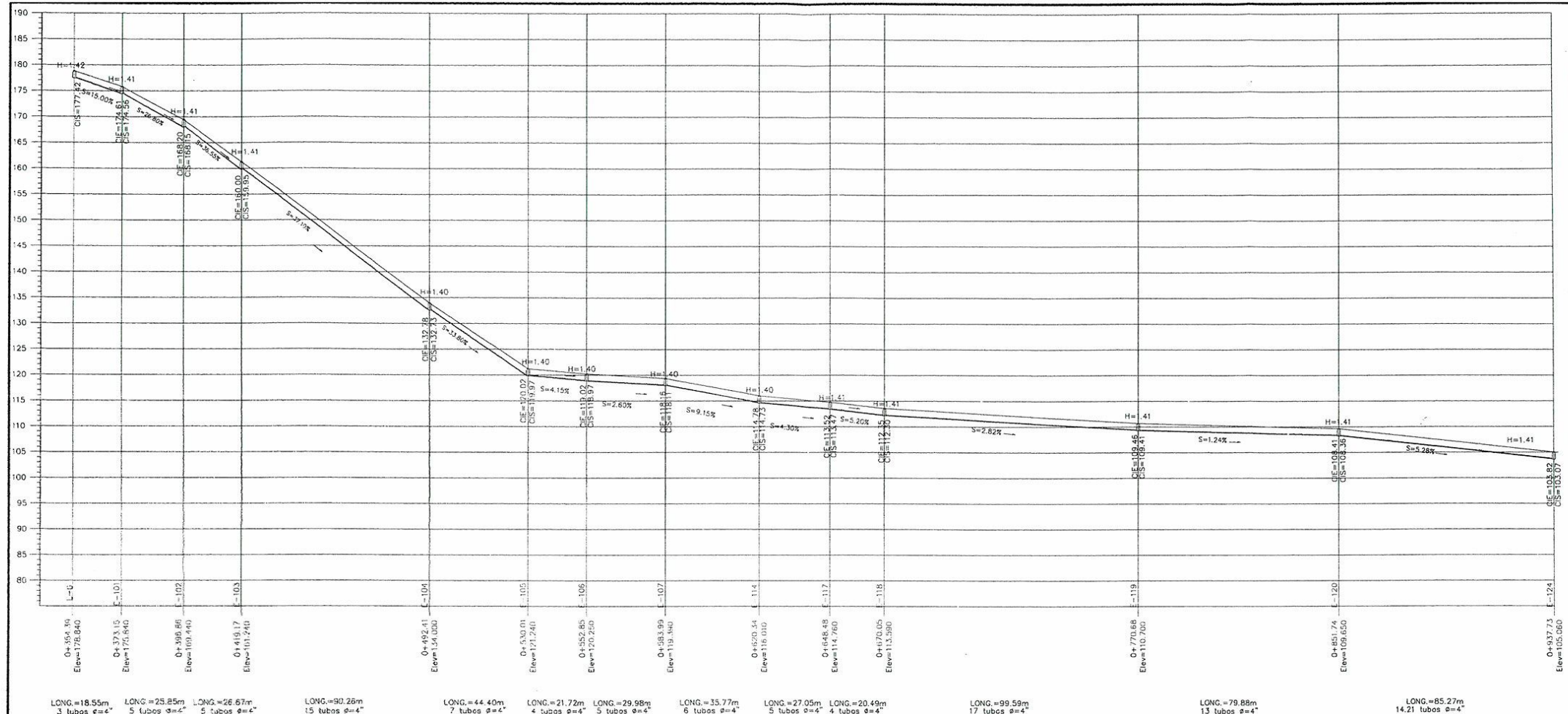


PLANTA CUENCA 2 E-9 A E-11
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



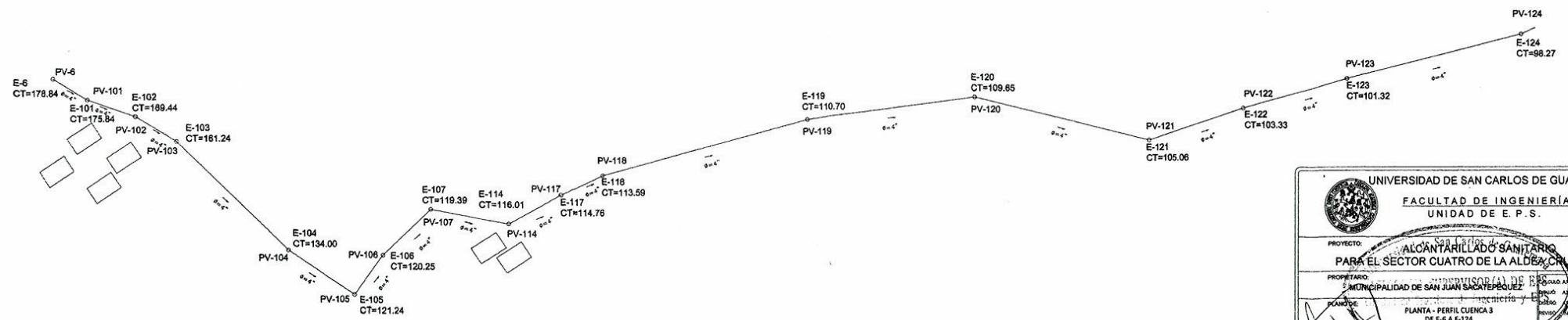
PERFIL CUENCA 2 E-9 A E-11
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO: Proyecto de San Carlos de Guatemala para el alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la Aldea Cruz Blanca	
PROPIETARIA: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez	DISEÑO: EL CASTELLANOS AGUIÑO
PLANTAS: Planta de Perfil Cuenca 2 de E-9 a E-11	DISEÑO: EL CASTELLANOS AGUIÑO
INGENIERO: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	HOJA NO. 14/28
MAYO 2013	



LONG.=18.55m 3 tubos $\phi=4"$ LONG.=25.85m 5 tubos $\phi=4"$ LONG.=26.67m 5 tubos $\phi=4"$ LONG.=90.26m 15 tubos $\phi=4"$ LONG.=44.40m 7 tubos $\phi=4"$ LONG.=21.72m 4 tubos $\phi=4"$ LONG.=29.98m 5 tubos $\phi=4"$ LONG.=35.77m 6 tubos $\phi=4"$ LONG.=27.05m 5 tubos $\phi=4"$ LONG.=20.49m 4 tubos $\phi=4"$ LONG.=99.59m 17 tubos $\phi=4"$ LONG.=79.88m 13 tubos $\phi=4"$ LONG.=85.27m 14.21 tubos $\phi=4"$

PERFIL CUENCA 3 DE E-6 A E-124
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500

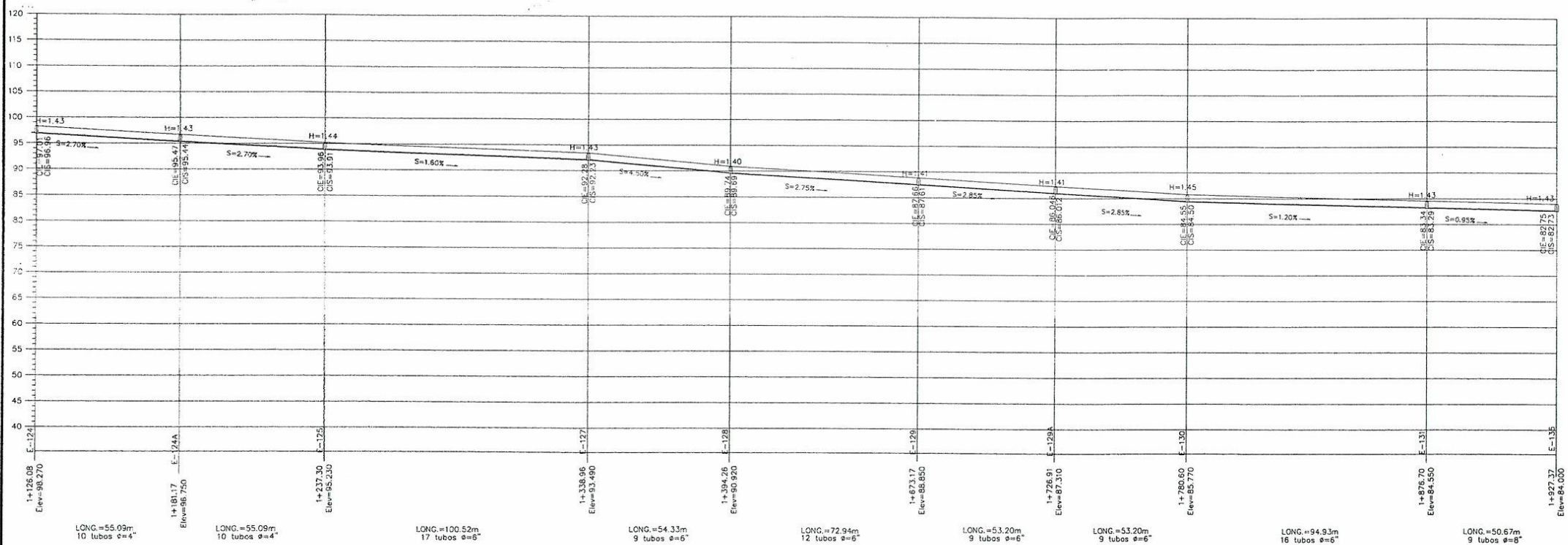


PLANTA CUENCA 3 DE E-6 A E-124
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO: San Carlos de Guatemala ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ	DISEÑADO POR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
PLANTAS: PLANTA - PERFIL CUENCA 3 DE E-6 A E-124	REVISADO POR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
INGENIERO EN JEFE: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	INGENIERO: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
INGENIERO AUXILIAR: FERNANDO BRACAMORTE MARRIQUET	INGENIERO AUXILIAR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
ESCALA: 1:1000	INDICADA: 1:500
FECHA: MAYO 2013	HOJA NO: 15 DE: 25



PLANTA CUENCA 3 DE E-124 A E-135
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



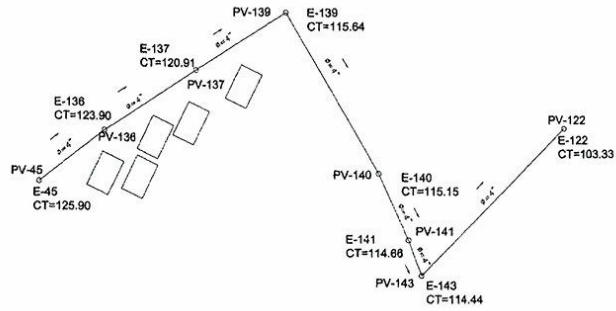
PERFIL CUENCA 3 DE E-124 A E-135
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE E. P. S.

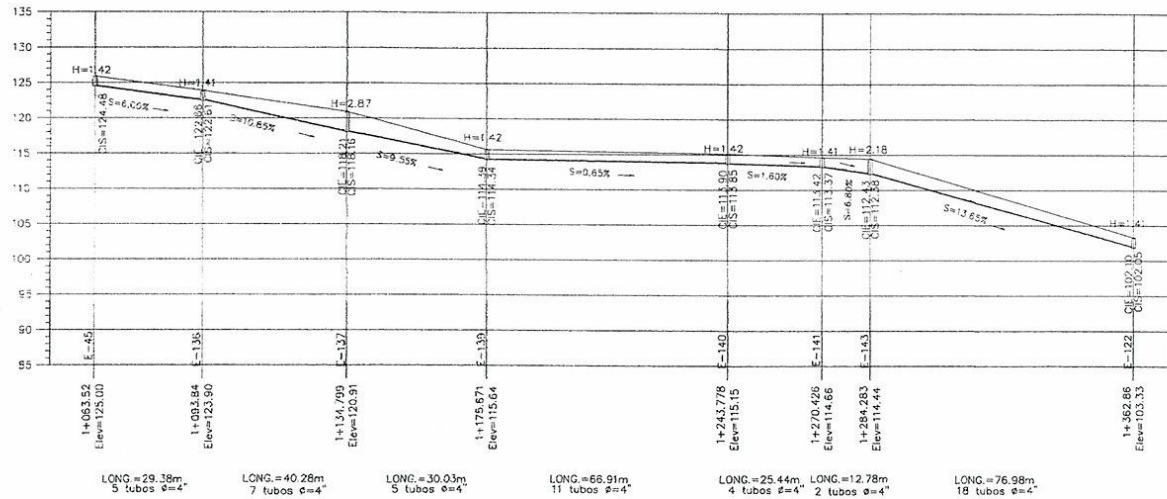
PROYECTO: ALGANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

UNIVERSIDAD DE SAN JUAN SACATEPEC
 UNIDAD DE PROYECTOS DE INGENIERIA Y EPS
 DE E-124 A E-135

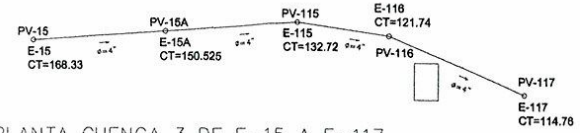
ESCALA: INDICADA
 FECHA: MAYO 2013
 HOJA No. 16 / 25



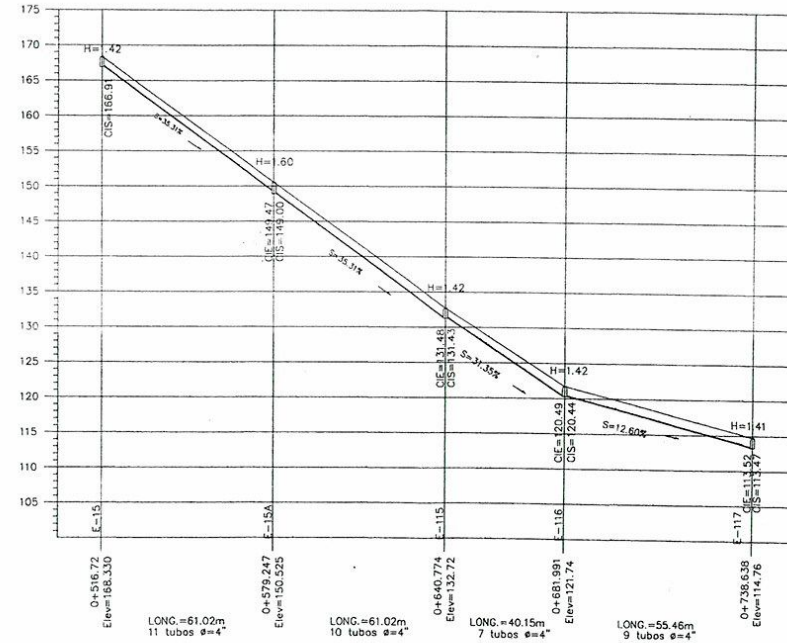
PLANTA CUENCA 3 DE E-45 A E-122
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 3 DE E-45 A E-122
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 3 DE E-15 A E-117
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 3 DE E-15 A E-117
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E. P. S.

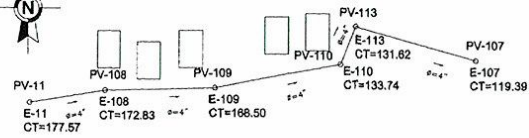
PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA**

PROYECTANDO: **MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ**

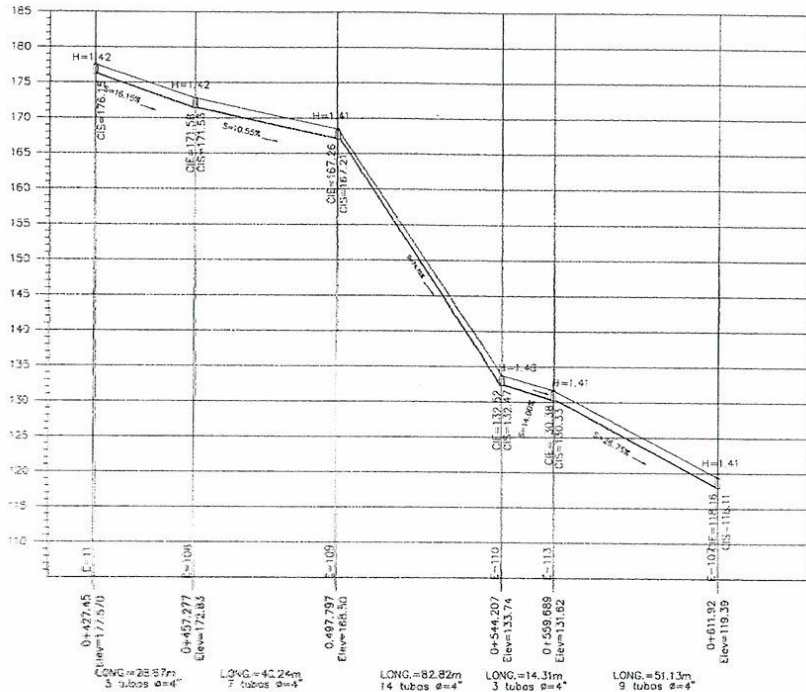
PLAZA DE Práctica de Ingeniería y E.P.S.
DE E-44 A E-122 Y DE E-15 A E-117

ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2013
17/25

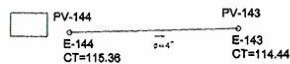
INGENIEROS: FERNANDO BRACAMORTE MURDOZ, AZEL CASTELLANOS AGUIRO



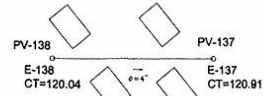
PLANTA CUENCA 3 DE E-11 A E-107
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



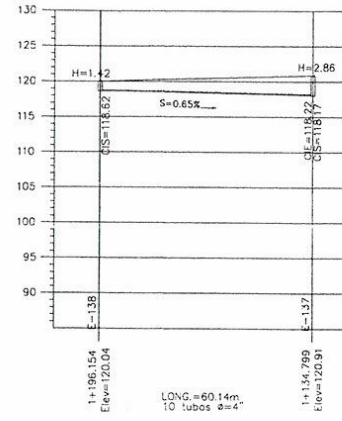
PERFIL CUENCA 3 DE E-11 A E-107
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 3 DE E-144 A E-143
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



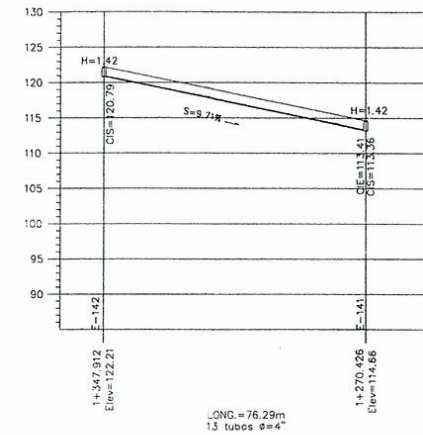
PLANTA CUENCA 3 DE E-138 A E-137
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



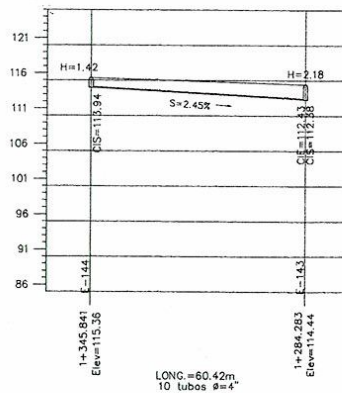
PERFIL CUENCA 3 DE E-138 A E-137
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 3 DE E-142 A E-141
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

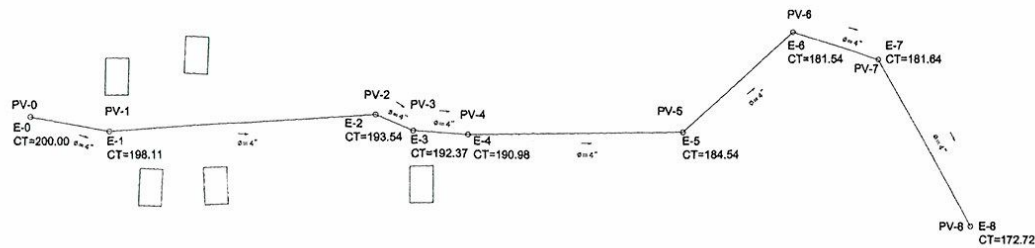


PERFIL CUENCA 3 DE E-142 A E-141
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PERFIL CUENCA 3 DE E-144 A E-143
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

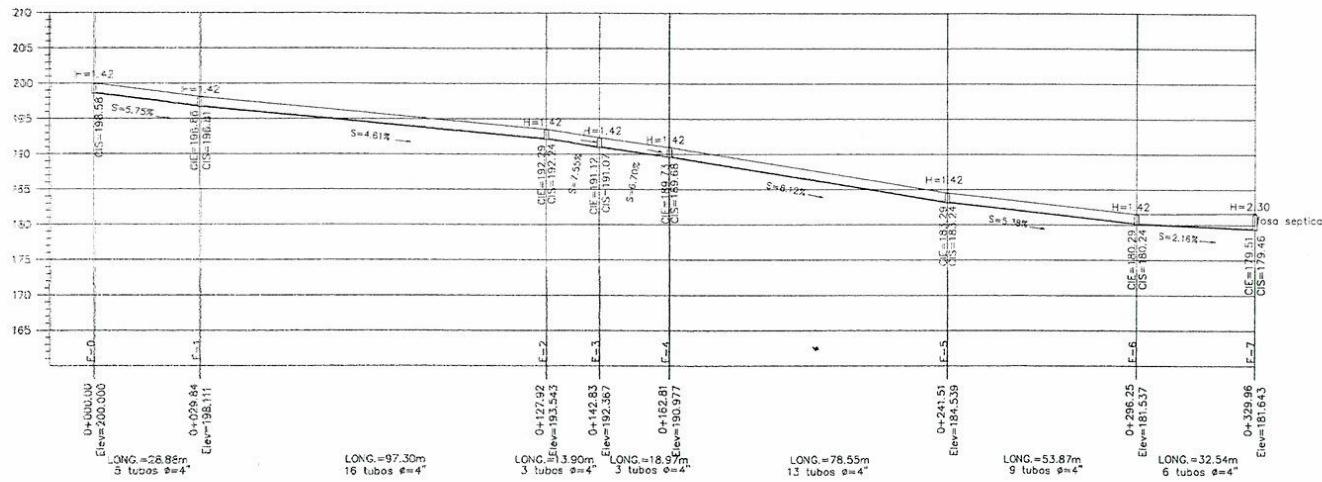
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA	
PROYECTANTE: ING. FERNANDO BRUNO VILLARREAL	REVISOR: ING. ADEL CASTELLANOS AGUIÑO
DISEÑADOR: ING. ADEL CASTELLANOS AGUIÑO	REVISOR: ING. ADEL CASTELLANOS AGUIÑO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEO	
DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS URBANOS	
UNIDAD DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS URBANOS	
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS URBANOS	
DE E-138 A E-137, DE E-142 A E-141 Y DE E-144 A E-143	
FECHA: MAYO 2013	INDICADA: 18/25
ELABORADO POR: FERNANDO BRUNO VILLARREAL	REVISADO POR: ADEL CASTELLANOS AGUIÑO
PROYECTADO POR: FERNANDO BRUNO VILLARREAL	REVISADO POR: ADEL CASTELLANOS AGUIÑO



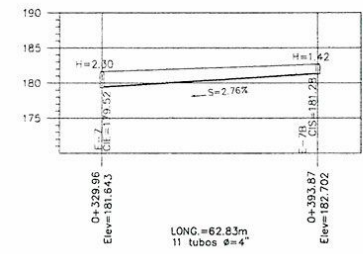
PLANTA CUENCA 4 E-0 A E-8
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PLANTA CUENCA 4 DE E-7 A 7B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 4 E-0 A E-8
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PERFIL CUENCA 4 DE E-7 A 7B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: AL CANTONAMIENTO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA

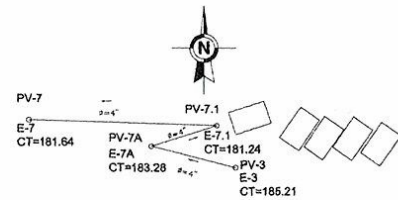
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

PLANO DE: PLANTA, PERFIL CUENCA 4, TUBERÍA Y EP DE E-0 A E-8 Y DE E-7 A E-7B

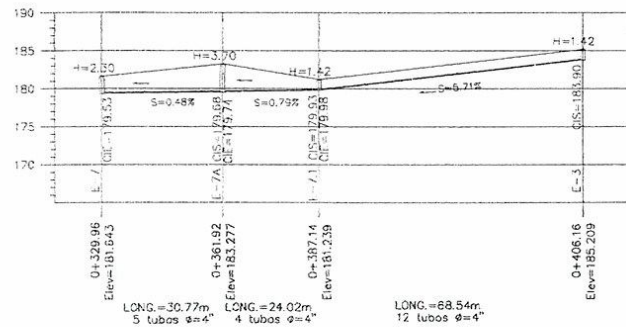
ELABORADO POR: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

FECHA: MAYO 2013

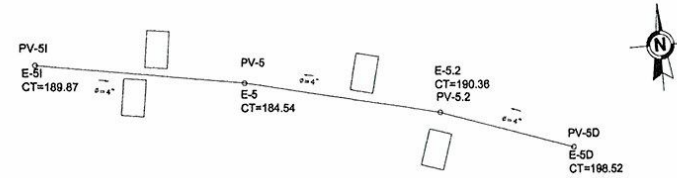
HOJA NO: 19 DE 25



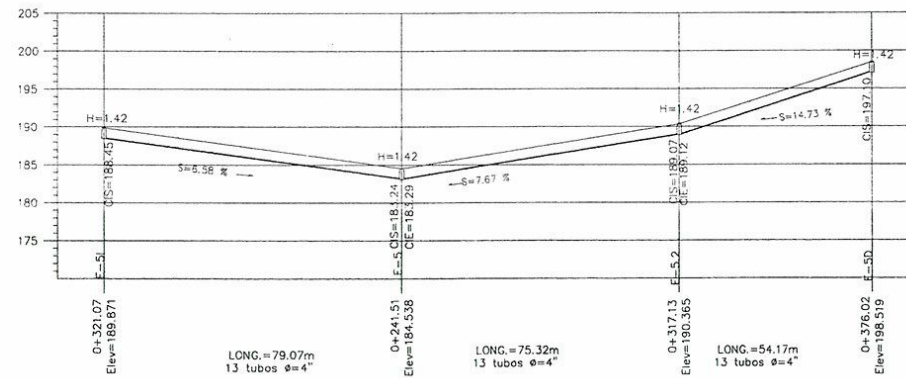
PERFIL CUENCA 4 CALLE DE ESCUELA DE E-3 A E-7
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 4 DE E-3 A E-7
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

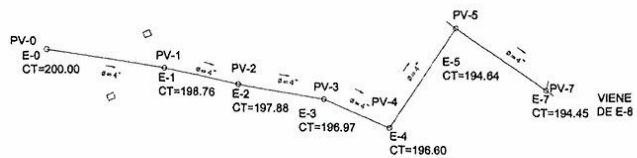


PLANTA CUENCA 4 DE E-5I A E-5D
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

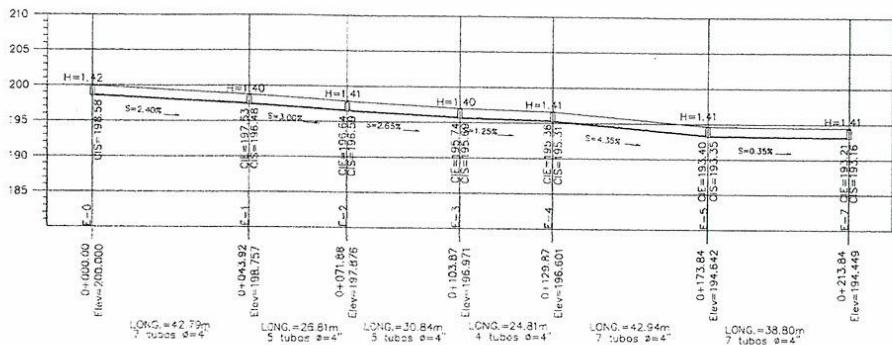


PERFIL CUENCA 4 DE E-5I A E-5D
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

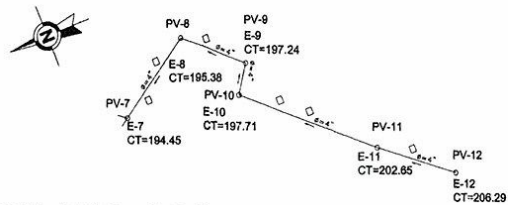
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA	
FINANCIADO POR: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUE	DISEÑADO POR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
ELABORADO POR: BRANITA - PERIL CUENCA 4 DE E-3 A E-7 Y DE E-5I A E-5D	REVISADO POR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
APROBADO POR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	ESCALA: INICIADA FECHA: MAYO 2013 HOJA NO. 20 / 25



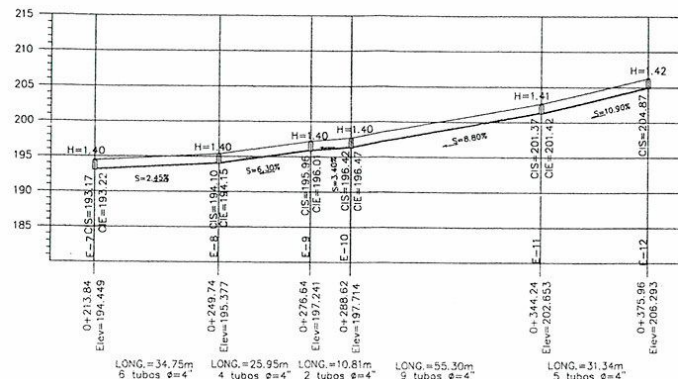
PLANTA CUENCA 5 E-0 A E-7
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



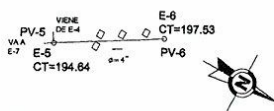
PERFIL CUENCA 5 E-0 A E-7
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



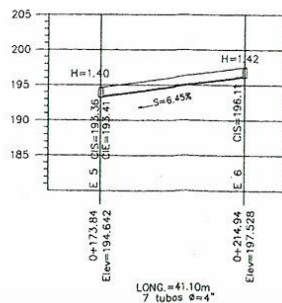
PLANTA CUENCA 5 E-7 A E-12
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 5 E-7 A E-12
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PLANTA CUENCA 5 E-5 A E-6
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 5 E-5 A E-6
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: ALcantarillado Sanitario
PARA EL SECTOR CUATRO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA
PROYECTO VEJICADO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

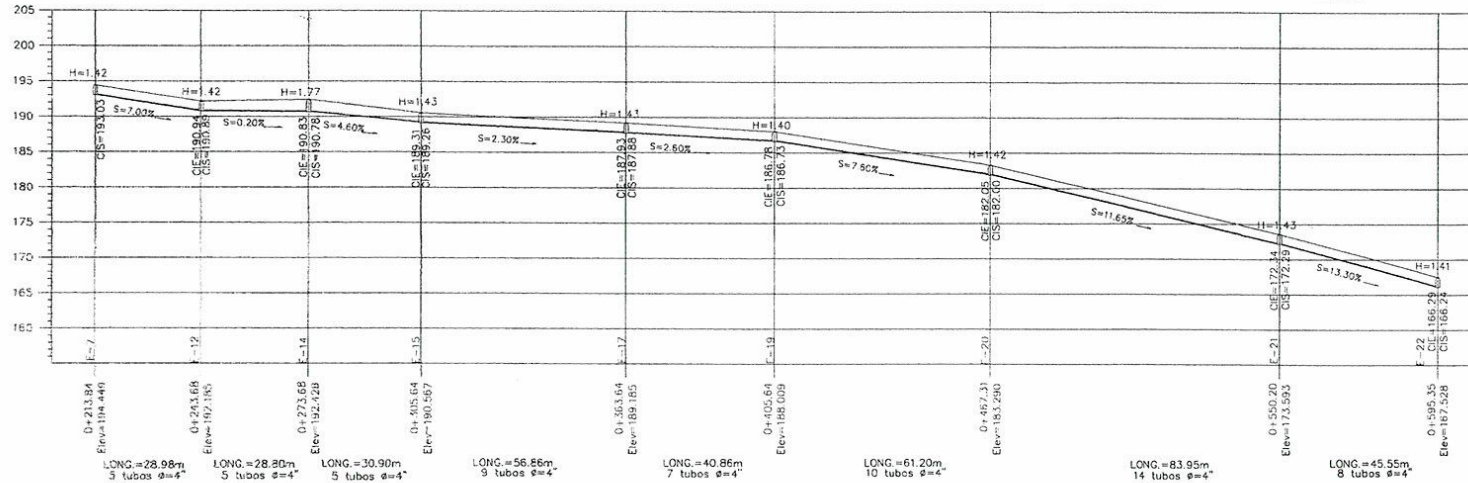
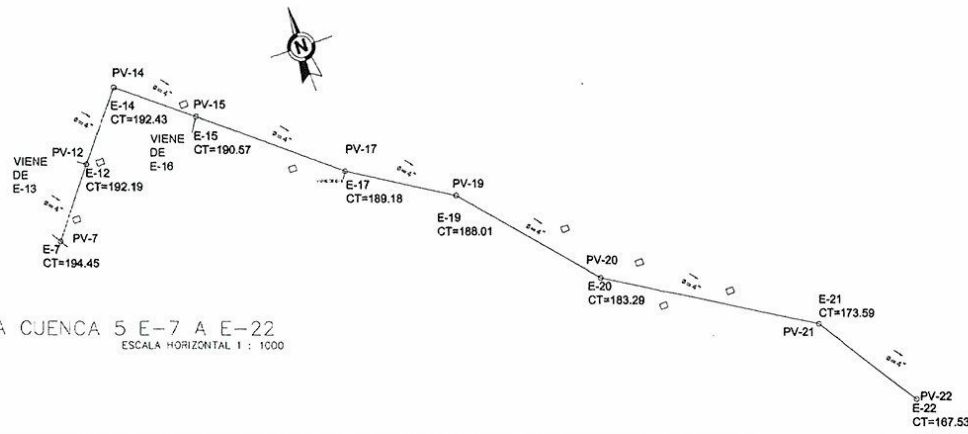
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

PROYECTO DE ASesor(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
PLAN DE DISEÑO DE DUCTOS S-5 A E-12 E-7 A E-12 EPS

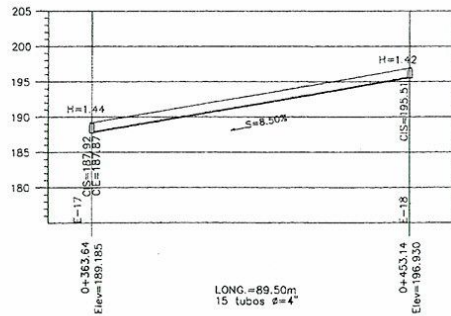
ELABORADO POR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
REVISADO POR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
DISEÑADO POR: ANA OSCAR ANGUELA HERNÁNDEZ

ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2013
FOLIO N°: 21/25

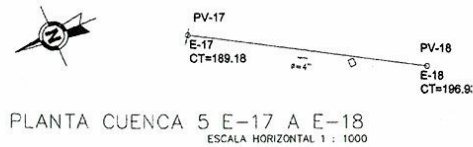
PLANTA CUENCA 5 E-7 A E-22
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



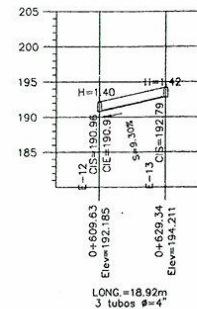
PERFIL CUENCA 5 E-7 A E-22
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500



PERFIL CUENCA 5 E-17 A E-18
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

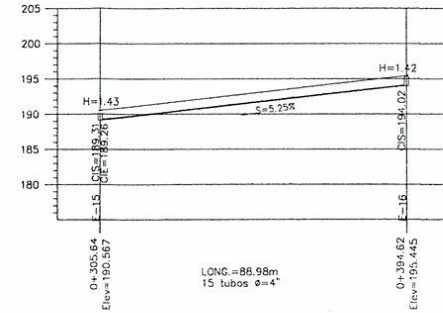
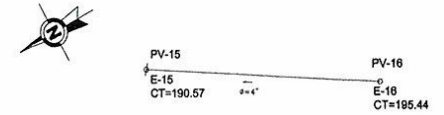


PLANTA CUENCA 5 E-17 A E-18
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



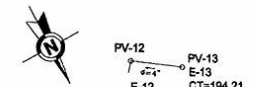
PERFIL CUENCA 5 E-12 A E-13
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

PLANTA CUENCA 5 E-15 A E-16
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL CUENCA 5 E-15 A E-16
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 500

PLANTA CUENCA 5 E-12 A E-13
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: ALcantarillado sanitario para el sector cuatro de la Aldea Bruz Blanca

PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLAZA DE: Unidad de Prácticas de Ingeniería y Edificación

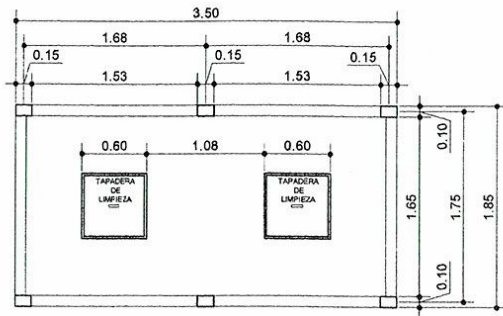
PLANTA - PERFIL DE E-7 A E-22

ESCALA: INDICADA

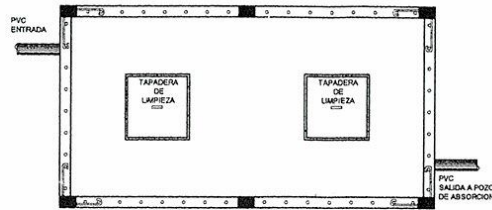
FECHA: MAYO 2013

HOJA N.º: 27

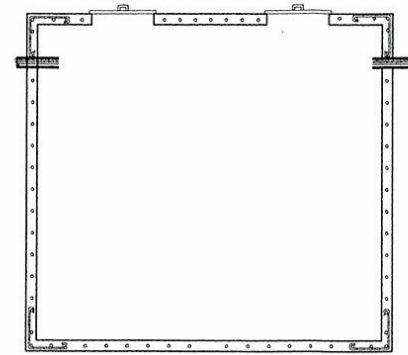
INGENIERO: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ



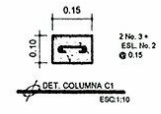
PLANTA
DETALLE DE ARMADO FOSA SEPTICA
ESCALA HORIZONTAL 1:25



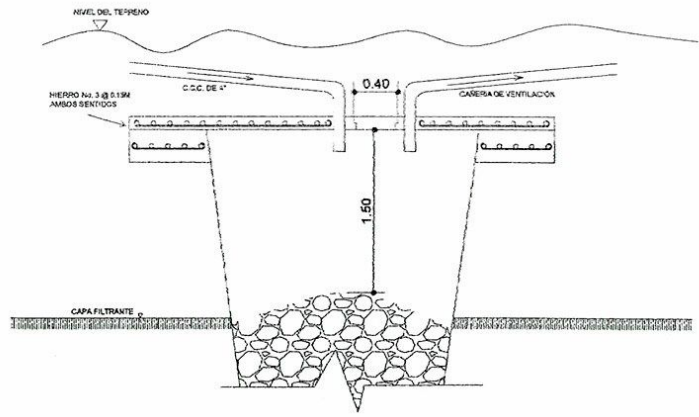
PLANTA FOSA SEPTICA
ESCALA HORIZONTAL 1:25



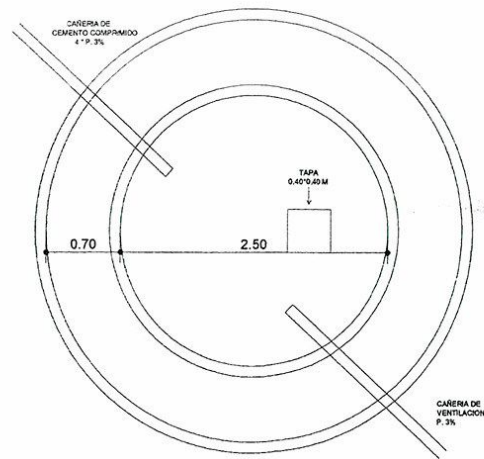
ELEVACION
DETALLE DE ARMADO FOSA SEPTICA
ESCALA HORIZONTAL 1:25



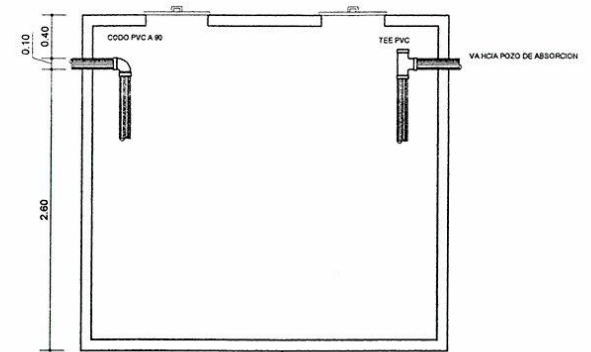
NOTE:
- Armado de muros, base y fosa con hierro No. 3 @ 0.20 m, en ambos sentidos.
- Alambre hierro No. 10 en la fosa.
- Se colocaran tubos perforados a 1.5 m de altura.
- Se colocaran tubos a cada 1.5 m.
- La fosa sera con armado tradicional, con hierro No. 3 y se colocaran trancos y bastones @ 0.20 m en ambos sentidos.



ELEVACION
DETALLE DE POZO DE ABSORCION
ESCALA HORIZONTAL 1:25



PLANTA
DETALLE DE POZO DE ABSORCION
ESCALA HORIZONTAL 1:25



ELEVACION FOSA SEPTICA
ESCALA HORIZONTAL 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CULTIVO DE LA ALDEA CRUZ BLANCA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PLANTA DE ABSORCION (A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

INGENIERO(A) AXEL CASTELLANOS AGUIRRE
INGENIERO(A) OSCAR ANGELITA HERRANDEZ

ESCALA: INICIADA
FECHA: 23/ MAYO 2013
FOLIO: 25/ 25

CUENCA 1					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
1	1		194.82		
1	2	350 28 7	191.53	84.41	
2	3	348 20 51	186.77	119.28	
3	6	344 8 21	182.08	75.36	
5	8	344 8 21	176.84	75.36	
7	7	350 51 46	174.61	18.68	
7	8	3 45 20	174.13	36.68	
9	11	0 8 40	177.57	18.71	
11	12	2 44 11	174.98	37.55	
12	13	4 30 11	174.21	8.02	
13	15	14 3 41	169.33	45.70	
15	16	28 26 37	157.86	104.08	
16	17	28 26 37	140.26	104.08	
17	31	4 59 20	136.29	22.05	
31	33	6 54 20	131.97	48.31	
33	35	14 43 58	131.12	50.18	
35	37	7 15 40	130.13	37.31	
37	40	61 48 54	126.06	90.08	
40	41	59 15 20	125.26	83.74	
41	45	84 53 4	125.90	8.67	
45	46	81 6 50	123.24	51.73	
46	47	56 90 40	114.84	81.72	
47	49	25 49 15	109.68	54.53	
49	54	52 38 50	101.20	52.68	
54	55	42 38 50	96.70	45.75	
55	56	65 54 0	94.76	22.32	
56	128	41 15 45	90.92	26.49	

CUENCA 1					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
47	48	301 32 33	114.54		
47	48	301 32 33	116.68	43.74	

CUENCA 1					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
41	42	294 34 45	125.26		
41	42	294 34 45	127.06	37.28	
42	43	270 15 19	127.56	19.68	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
3	3		185.77		
3	4	252 49 13	187.57	79.98	
4	57	253 23 55	183.93	98.11	
57	58	176 10 40	183.26	15.64	
58	59	244 40 50	176.40	33.26	
59	60	206 38 50	174.53	6.86	
60	61	293 21 0	174.00	12.57	
61	62	276 45 55	148.84	109.81	
62	63	359 15 40	151.35	83.66	
63	64	286 9 18	141.20	58.07	
64	65	358 3 40	140.19	35.72	
65	66	6 46 25	139.35	67.40	
66	67	19 2 20	138.85	28.19	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
7	7		178.61		
7	8	256 12 51	176.24	32.50	
8	18	267 58 11	161.17	61.29	
18	19	284 48 40	156.69	18.12	
19	20	265 13 30	145.91	48.73	
20	21	55 28 49	145.43	27.19	
21	22	30 57 25	145.42	26.69	
22	24	15 37 35	144.67	36.29	
24	28	25 17 20	143.35	33.76	
28	27	44 55 40	143.05	47.02	
27	28	34 6 30	144.05	60.20	
28	29	28 1 40	142.47	62.34	
29	30	38 18 42	141.38	38.05	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
20	88	248 11 53	145.73	23.48	
88	70	318 2 5	133.87	82.53	
70	71	275 17 50	138.88	10.45	
71	72	227 10 10	140.19	20.19	
72	73	207 2 20	138.65	56.99	
73	67	199 2 20	138.67	19.58	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
0	R-OC1	18 58 12	188.51	21.98	
0	R-OC2	16 7 14	186.63	37.73	
0	1	12 33 18	195.86	43.70	
1	R-1	356 14 25	192.58	25.70	
1	2	1 6 50	189.87	41.27	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
20	88	248 11 53	145.73	23.48	
88	70	318 2 5	133.87	82.53	
70	71	275 17 50	138.88	10.45	
71	72	227 10 10	140.19	20.19	
72	73	207 2 20	138.65	56.99	
73	67	199 2 20	138.67	19.58	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
67	68	289 52 36	127.00	66.59	
68	74	329 8 8	123.83	49.36	
74	75	35 37 12	121.61	56.88	
75	76	88 54 55	119.08	70.67	
76	77	104 38 46	117.41	40.67	
77	78	147 3 20	115.47	6.08	
78	79	52 54 0	113.95	106.92	
79	80	21 31 55	111.89	115.83	
80	82	335 21 38	119.39	66.83	
82	83	35 50 5	109.81	13.84	
83	84	340 41 50	109.33	62.87	
84	92	348 53 53	106.44	104.98	
92	97	4 1 53	102.41	100.06	
97	98	18 58 57	99.97	132.25	
98	99	40 54 16	97.44	105.48	
99	100	62 74 26	95.91	94.02	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
37	38	271 43 10	132.49	107.34	
38	90	256 19 30	127.86	74.96	
90	91	257 16 35	123.86	61.63	
91	95	2 11 40	121.41	73.38	
95	94	1 37 23	120.94	53.96	
94	93	87 37 53	125.24	22.13	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
95	96	259 24 40	113.83	34.87	
96	92	288 37 27	104.44	37.44	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
91	89	166 54 10	120.86	25.17	
89	88	81 28 36	126.41	34.31	
88	87	150 30 45	126.66	22.76	
87	36	80 17 40	133.31	128.40	
36	35	80 14 38	131.12	58.66	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
89	89		120.86		
89	84	259 12 38	109.03	52.16	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
87	86	157 46 10	128.88	46.01	
86	85	159 31 20	133.10	46.27	
85	81	169 45 55	135.02	35.96	
81	80	285 9 3	111.89	90.87	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
86	86		133.10		
86	34	60 1 0	134.76	96.13	
34	33	79 33 22	131.97	60.78	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
85	32	80 33 0	130.04	91.95	
32	31	79 10 7	136.29	41.48	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
81	81		136.82		
81	30	59 4 59	141.18	43.41	
30	17	75 58 43	140.26	78.89	

CUENCA 2					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
0	R-OC1	18 58 12	188.51	21.98	
0	R-OC2	16 7 14	186.63	37.73	
0	1	12 33 18	195.86	43.70	
1	R-1	356 14 25	192.58	25.70	
1	2	1 6 50	189.87	41.27	
2	R-2C1	354 34 11	187.50	39.65	
2	3	353 49 32	186.66	57.75	
3	4	0 28 31	186.79	16.00	
4	5	2 15 8	187.07	13.99	
5	R-61	1 35 55	186.92	19.98	
5	6	4 33 27	186.73	35.96	
6	R-6C1	8 21 54	187.03	58.00	
6	7	7 41 33	186.68	80.00	
7	8	346 12 33	186.55	35.97	
8	9	295 7 17	187.63	54.00	
9	11	23 54 35	168.30	96.38	
11	12	273 21 50	169.05	55.96	

CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
6	101	73 8 50	175.84	18.76	
101	102	60 48 0	169.44	23.71	
102	103	73 29 30	181.24	22.31	
103	104	65 55 17	134.00	73.24	
104	105	75 4 30	121.24	37.80	
105	106	347 28 10	120.25	22.84	
106	107	357 37 20	113.39	31.14	
107	114	52 18 48	118.01	36.35	
114	117	12 28 40	114.78	28.14	
117	118	16 28 38	113.59	21.57	
118	119	26 33 25	110.70	100.83	
119	120	33 53 40	109.65	81.06	
120	121	55 13 29	105.60	85.99	
121	122	23 53 42	103.43	48.61	
122	123	26 9 35	123.90	52.50	
123	124	27 39 42	98.27	87.24	
124	125	16 41 44	95.23	111.22	
125	127	25 12 8	93.49	101.66	
127	128	30 10 5	90.92	55.30	

CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
128	128	346 40 15	88.65	74.03	
128	130	11 13 53	85.77	107.43	
130	131	18 7 32	84.55	96.10	
131	132	22 29 19	83.48	102.53	
132	133	325 41	83.04	15.36	
133	134	347 33 50	82.77	23.10	
134	135	38 30 50	82.25	22.27	

CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
45	136	119 53 20	123.90	30.32	
136	137	125 14 30	120.91	40.52	
137	139	126 59 20	115.64	39.48	
139	140	218 34 0	115.13	68.10	
140	141	224 14 50	114.66	26.63	
141	143	228 40 50	114.44	13.85	
143	144	212 28 0	115.56	61.53	

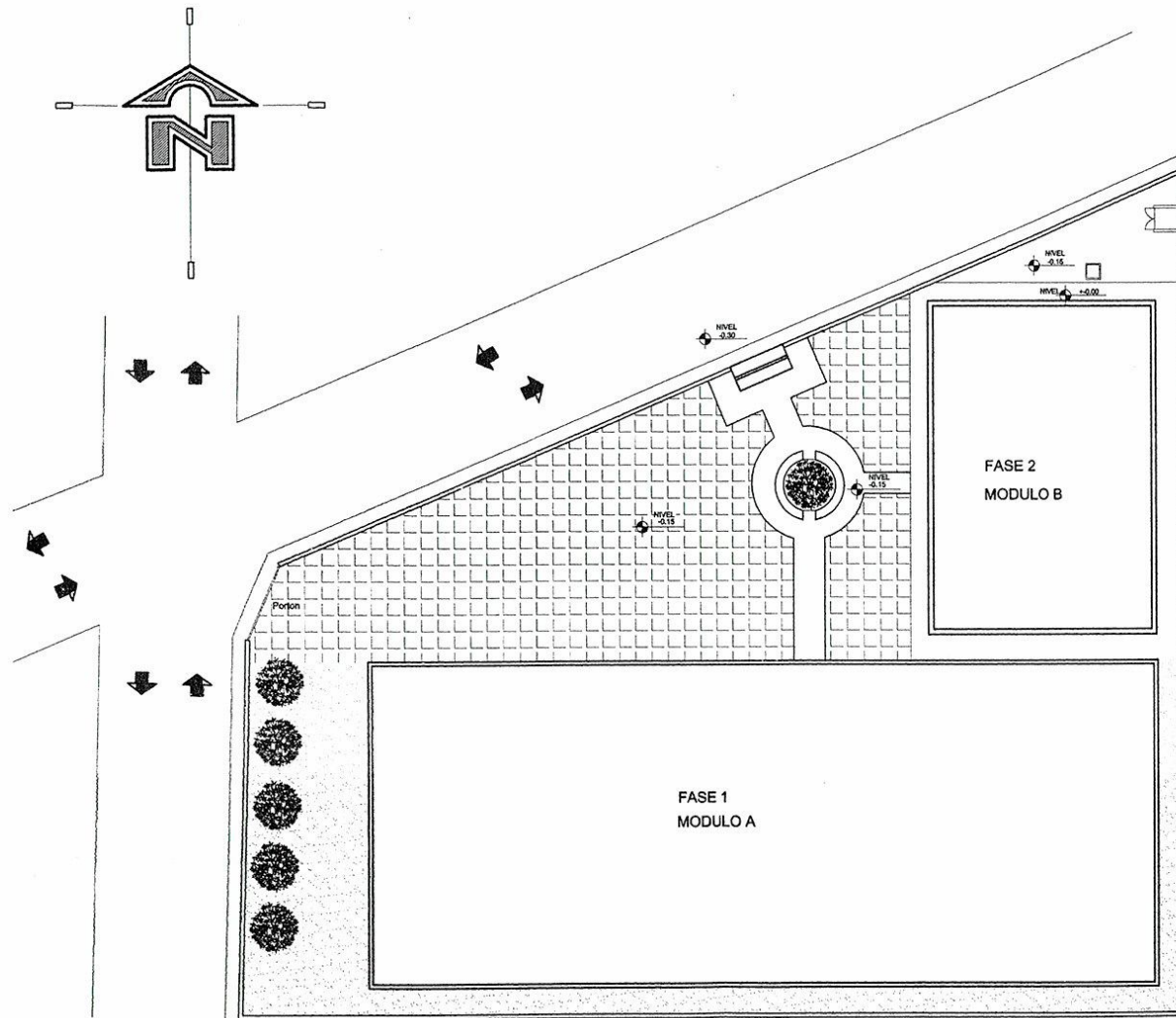
CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
11	108	80 46 20	172.93	28.28	
108	109	88 48 0	98.50	47.52	
109	110	78 47 10	133.74	48.41	
110	113	21 32 0	131.62	14.89	

CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
12	111	84 5 4	146.14	87.08	
111	112	86 48 20	132.52	30.28	
112	113	177 57	131.82	17.10	
113	107	105 17 46	119.39	45.15	

CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
15	115	85 59 20	132.72	100.36	
115	116	98 8 50	121.74	34.88	
116	117	112 50 3	114.78	54.90	

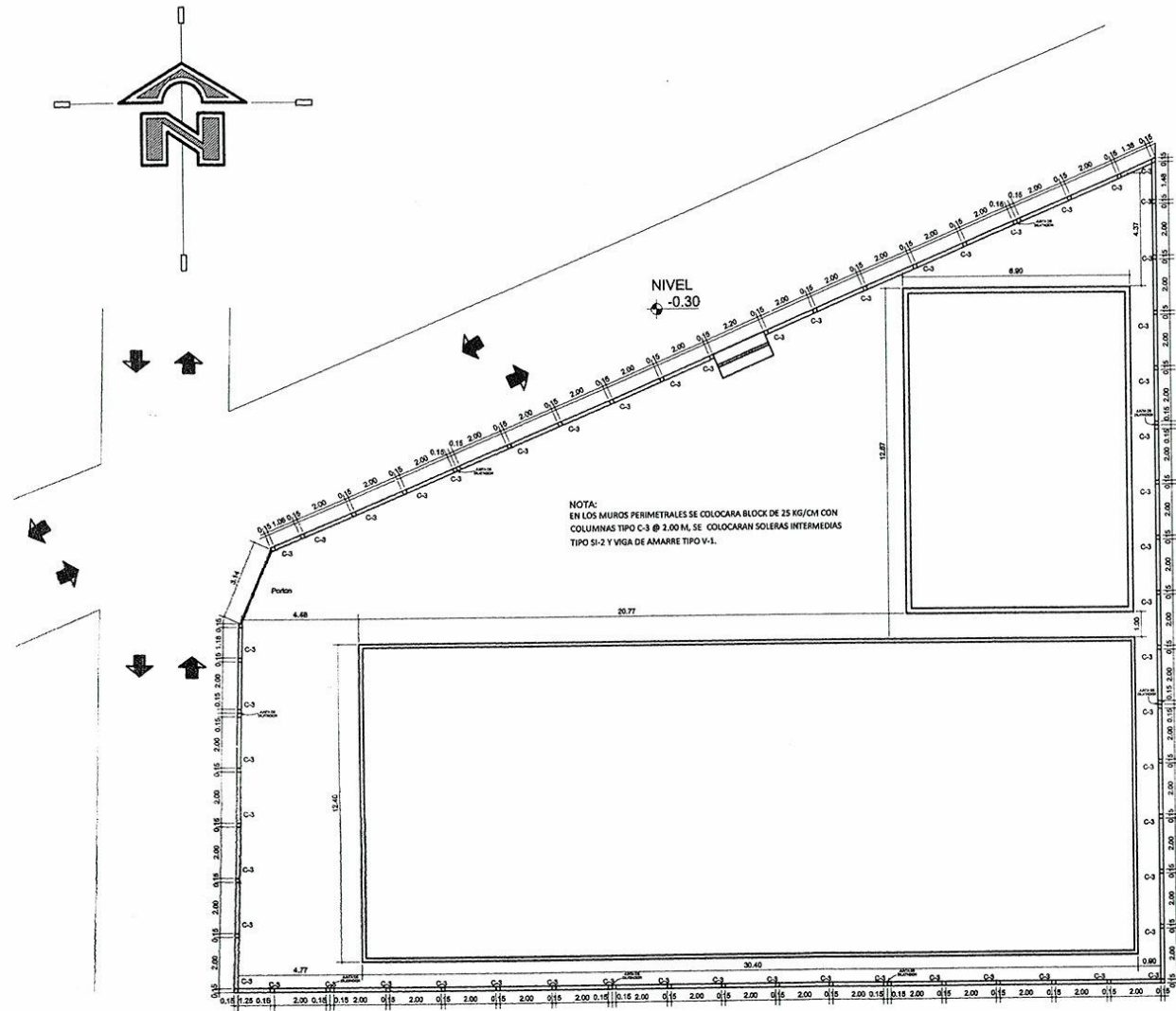
CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA	DIST.	
137	138	218 30 20	120.04	61.33	

CUENCA 3					
EST.	PO	AZIMUT	COTA		

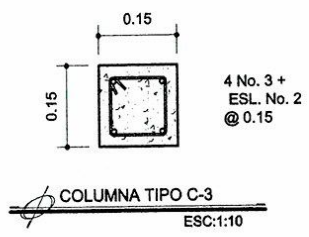
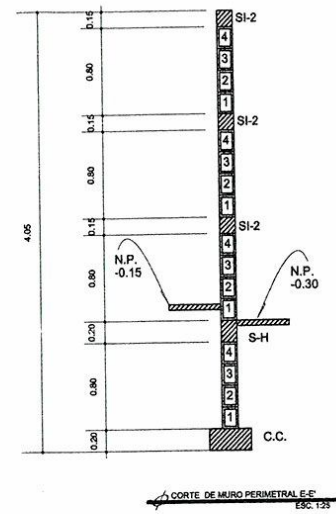
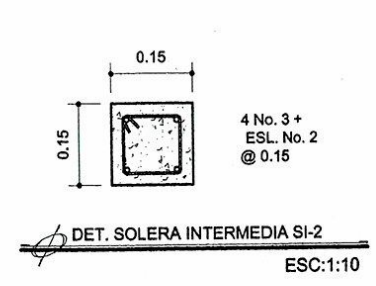
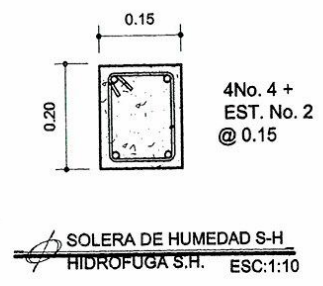
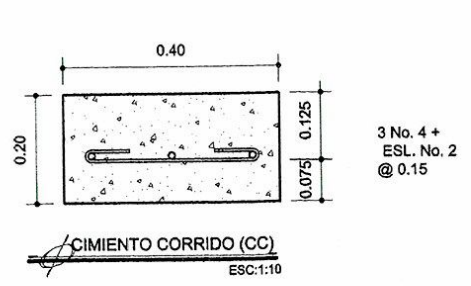


PLANTA DE CONJUNTO
ESC. 1:100

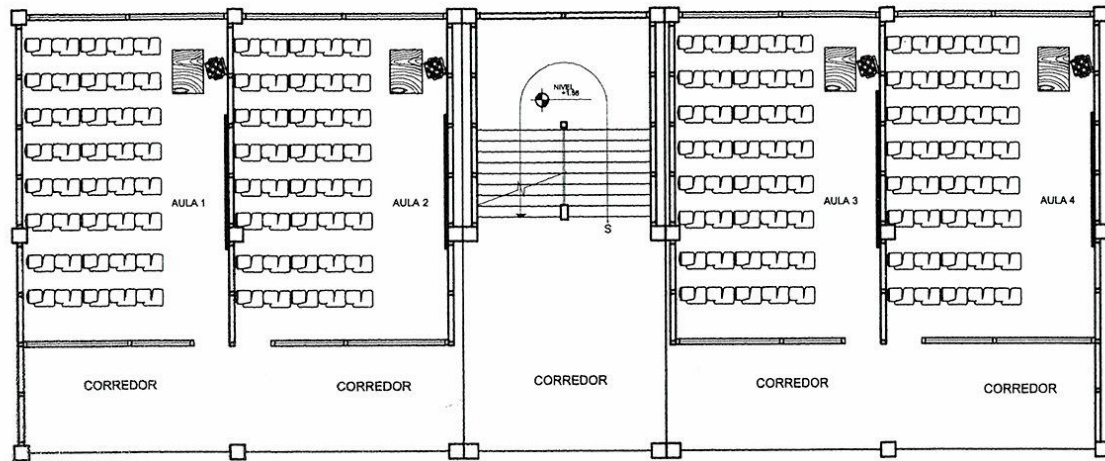
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA GUANERITOS DEL CASERIO GUANERITOS	CALIDAD AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DISEÑO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DISEÑO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO REVISOR ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PLANTA DE CONJUNTOS de Ingeniería y EPS	FECHA: MAYO 2013
ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ ASOC. INGENIEROS	ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ ASOC. INGENIEROS



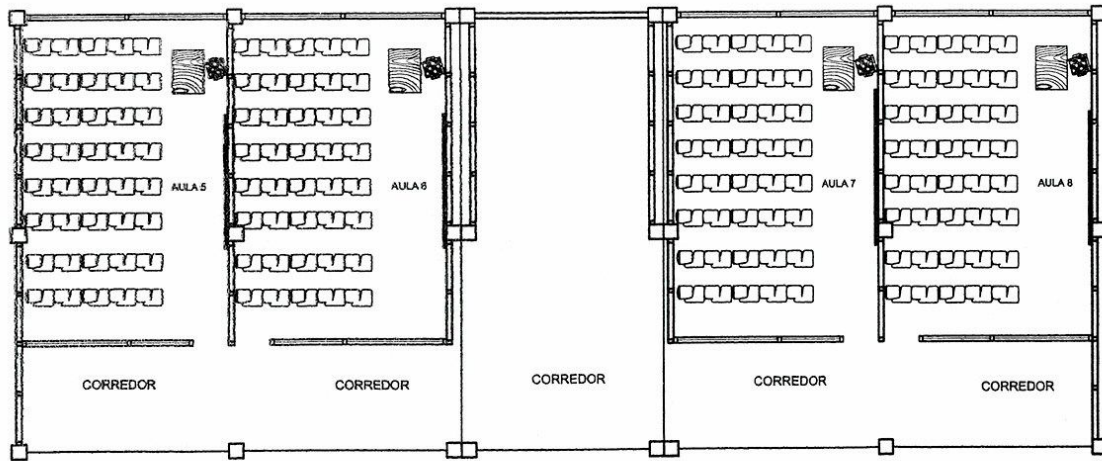
PIANTA DE CONJUNTO ACOTADA
ESC. 1:100



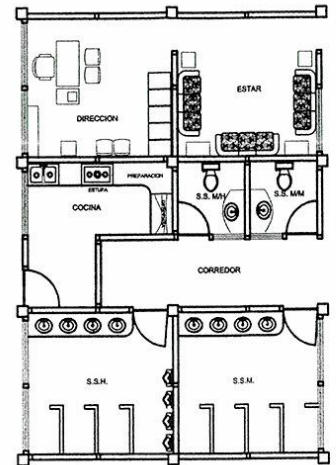
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENICIENTO DE DOS NIVELES PARA QUINCE ASESORES
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN CILINDRÓN SAN JUAN CILINDRÓN
PLANO DE:	PIANTA DE CONJUNTO ACOTADA
Auto:	ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ
INDICADA:	ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ
FECHA:	MAYO 2010
HORA:	3/19



PLANTA AMUEBLADA
MÓDULO A ESC. 175

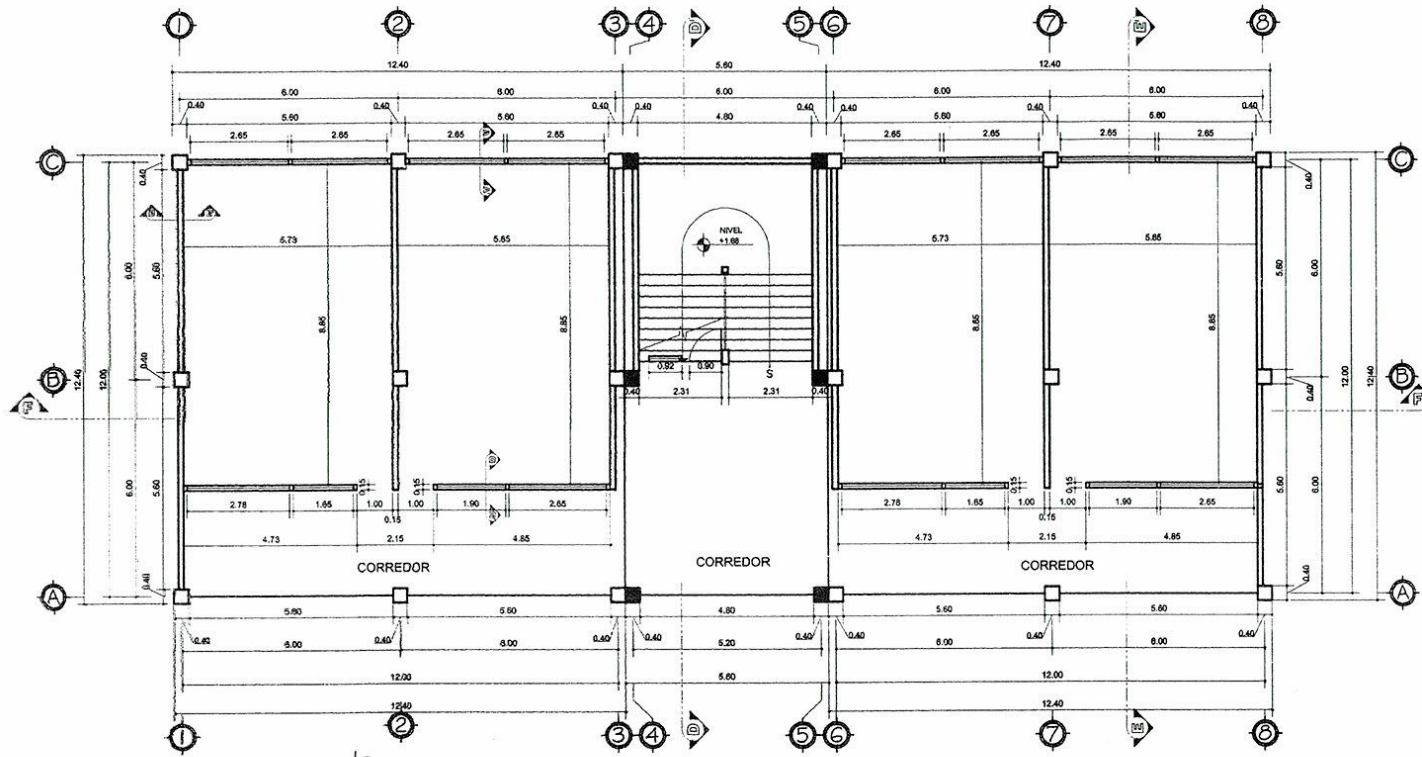


PLANTA AMUEBLADA
MÓDULO B ESC. 176

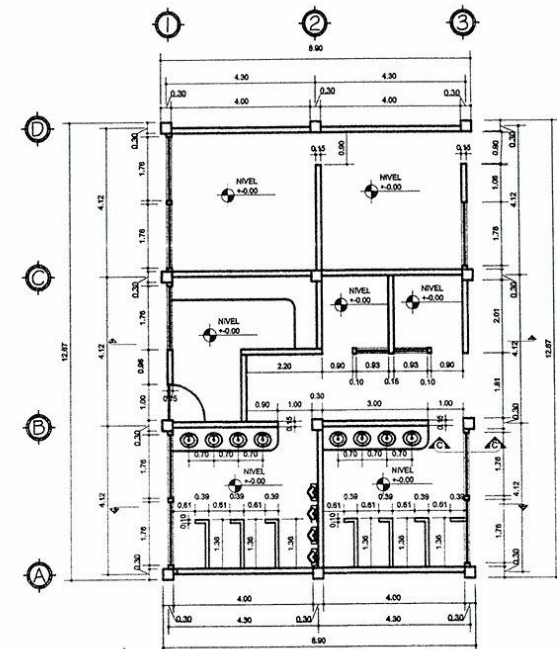


PLANTA AMUEBLADA
MÓDULO B ESC. 178

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO:	EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA MARÍA SAN JUANITOS DEL CASERIO SAN JUANITOS
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
PLANO DE:	Asesoría Supervisora de EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS PLANTA AMUEBLADA
FECHA:	MAYO 2013
INDICADA:	3/18
INQ. OSCAR ESCOBAR HERNÁNDEZ ASISTENTE TÉCNICO	
FERNANDO BRACASORTE MARQUEZ ALFABIC	
AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DISEÑO	
REVISÓ: ISS. OSCAR ARDUELA HERNÁNDEZ	
CALIDAD AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DISEÑO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO REVISÓ ISS. OSCAR ARDUELA HERNÁNDEZ	

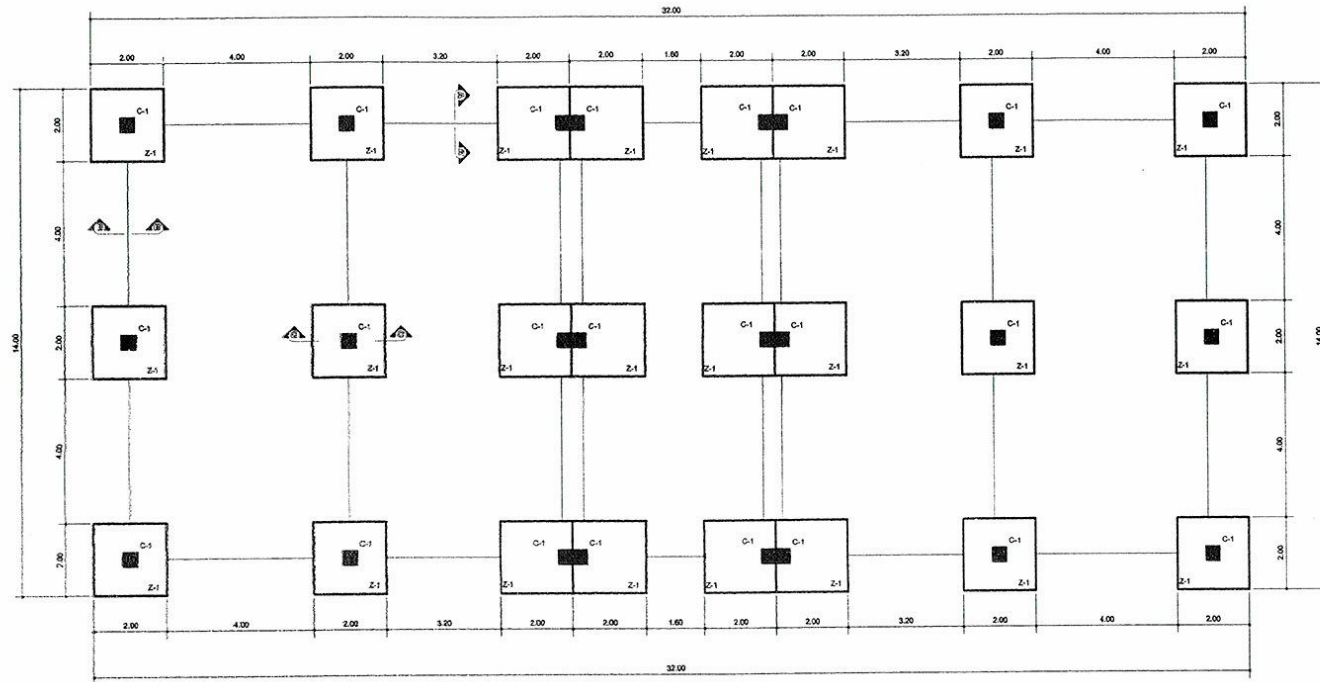


PLANTA ACOTADA
 MÓDULO A PLANTA B Y ESC. 1/75
 PLANTA A



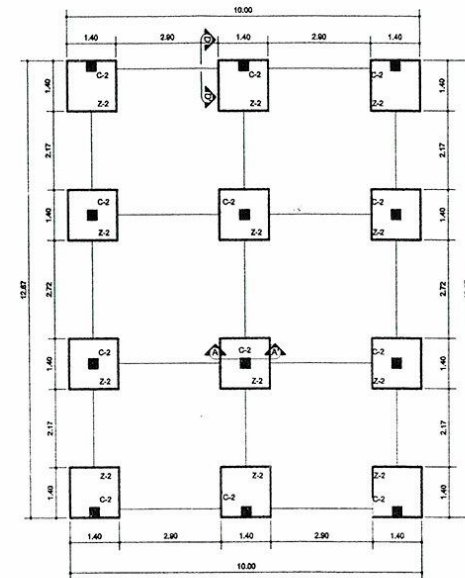
PLANTA ACOTADA
 MÓDULO B ESC. 1/75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: Universidad de San Carlos de Guatemala ESCUELA PRIMARIA SAN JUANERITOS DEL CAYALÁN SAN JUANERITOS	CÁLCULO: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DIBUJO: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO REVISÓ: ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ
PROPIETARIO: ASesor(A), SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	ERGALA: _____ INDICADA: _____ FECHA: MAYO 2013 4/18
PLANTA ACOTADA Facultad de Ingeniería	Vó. No. _____ ING. OSCAR ARGÜETA HERNÁNDEZ ASesor(A) SUPERVISOR(A) FERNANDO BRACAMONTE MARRQUEZ AXEL CASTELLANOS AGUIÑO



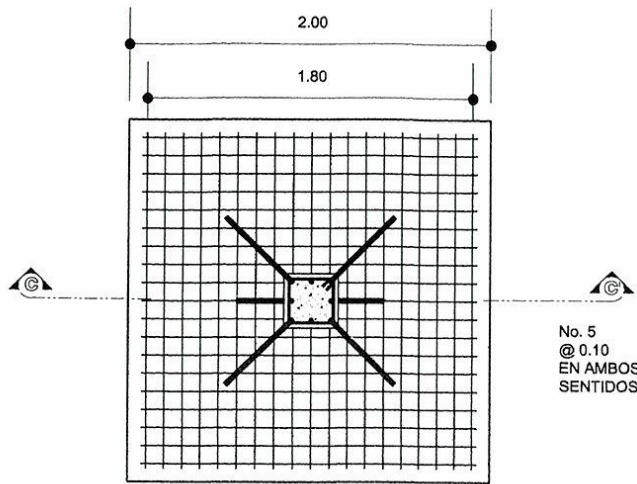
PLANTA DE ZAPATAS CIMENTOS Y COLUMNAS MODULO A
ESC. 1/76

SIMBOLOGÍA DE CIMENTOS	
C-1	COLUMNA TIPO 1
S-H	SOLETA HIDRAFULGA
Z-1	ZAPATA TIPO 1
C-2	COLUMNA TIPO 2
CC-1	CIMENTO CORRIDO TIPO 1



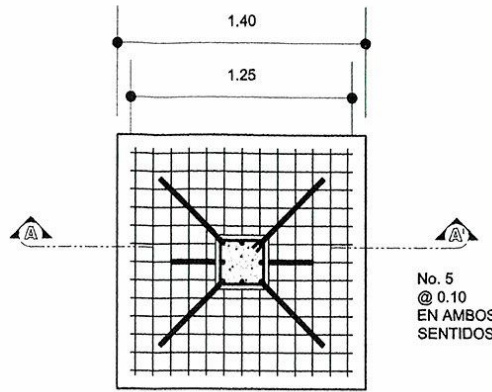
PLANTA DE CIMENTOS Y COLUMNAS MODULO B
ESC. 1/76

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: ESCUELA DE INGENIERIA SAN JUANERITOS DEL CASERIO SAN JUANERITOS	CARGADO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DISEÑO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO REVISÓ ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SAN JUANERITOS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: PLANTA DE ZAPATAS, CIMENTOS Y COLUMNAS Facultad de Ingeniería	FECHA: MAYO 2013
VOTO: ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ ARQ. ESP. ESPESALDA	FIRMADO BRACAMORTE MARIJUEZ AXEL CASTELLANOS AGUIÑO ALCALDE



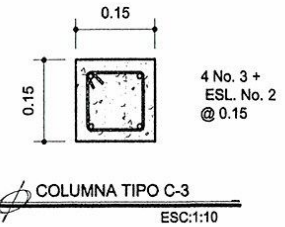
No. 5
@ 0.10
EN AMBOS
SENTIDOS

DET. ZAPATA Z-1
ESC. 1:20



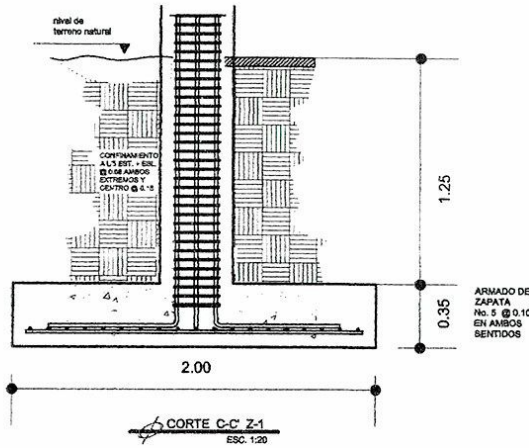
No. 5
@ 0.10
EN AMBOS
SENTIDOS

DET. ZAPATA Z-2
ESC. 1:15

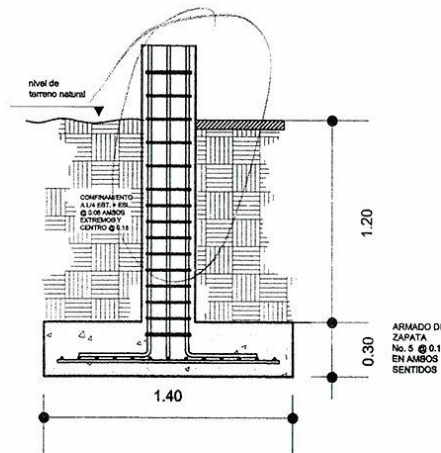


4 No. 3 +
ESL. No. 2
@ 0.15

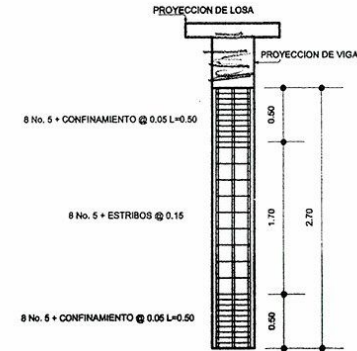
COLUMNA TIPO C-3
ESC. 1:10



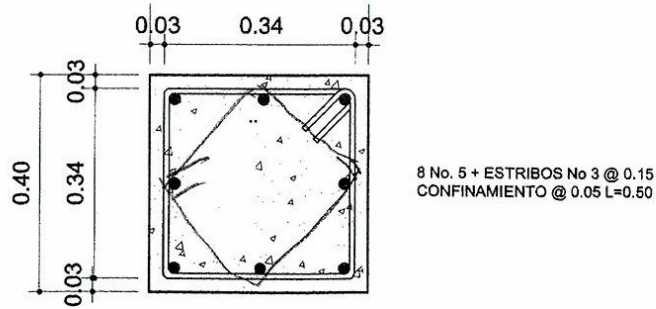
CORTE C-C Z-1
ESC. 1:20



CORTE A-A Z-2
ESC. 1:15

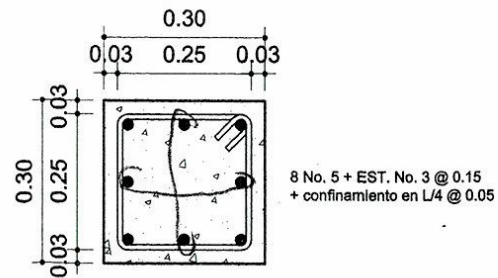


DET. COLUMNA C1
ESC. 1:20



8 No. 5 + ESTRIBOS No 3 @ 0.15
CONFINAMIENTO @ 0.05 L=0.50

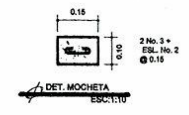
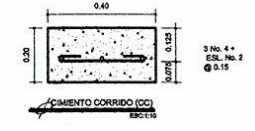
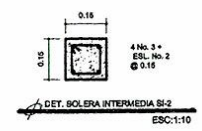
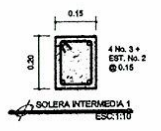
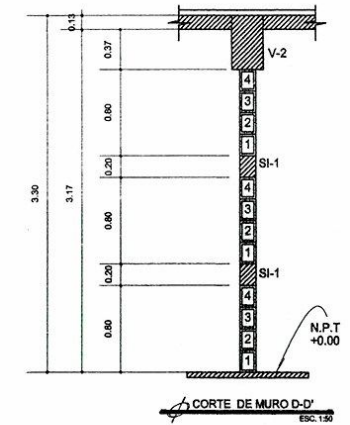
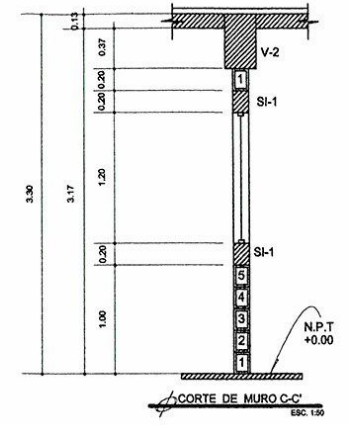
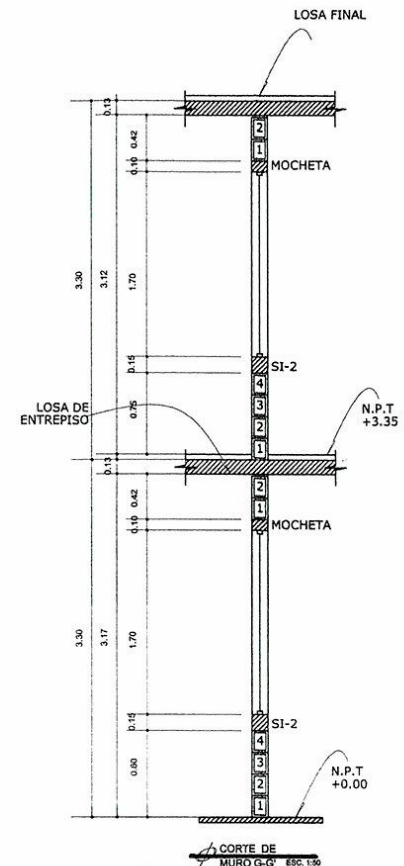
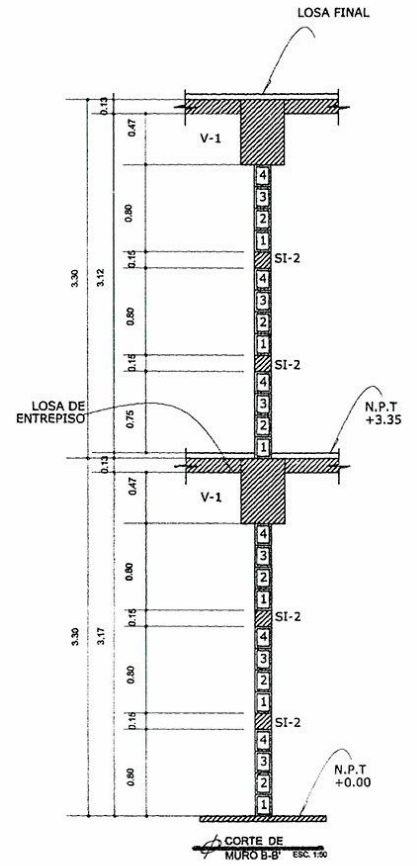
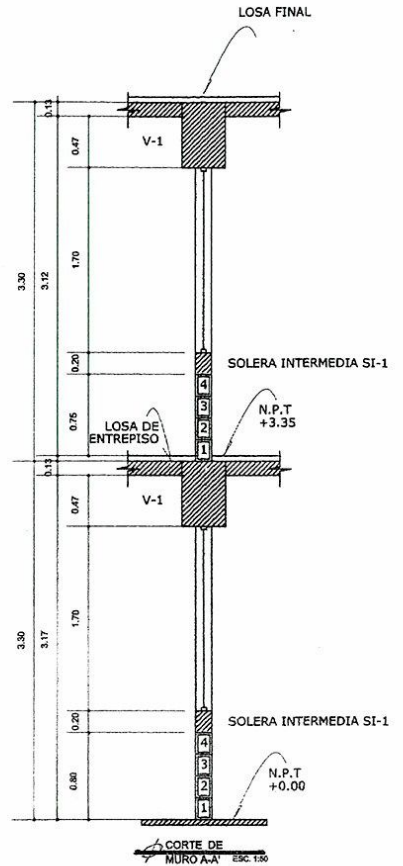
DET. COLUMNA C-1
ESC. 1:10



8 No. 5 + EST. No. 3 @ 0.15
+ confinamiento en L/4 @ 0.05

DET. COLUMNA C-2
ESC. 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUANERITOS DEL CASERIO SAN JUANERITOS
PLANO:	DETALLES DE ZAPATAS, COLUMNAS Y SOLERA DE HUMEDAD
REVISOR:	ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	MAYO 2013
HOJA N.º:	6/18



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: **RECONSTRUCCIÓN DE LA ESCUELA PRIMARIA SAN JUANERITOS DEL CASERIO SAN JUANERITOS**

PROPIETARIO: **MUNICIPIO DE SAN JUANERITOS DE LOS RIOS**

PLANO DE: **DETALLES DE MUROS**

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

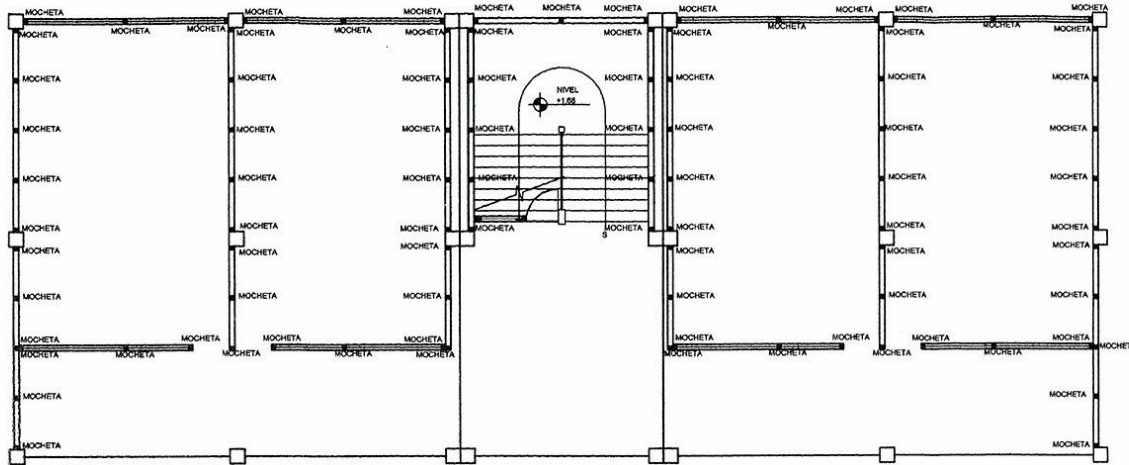
ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ING. FERNANDO BRACAMONTE MARIQUEZ
ING. AXEL CASTELLANOS AGUIÑO

ING. AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
ING. OSOAR ARGUETA HERNÁNDEZ

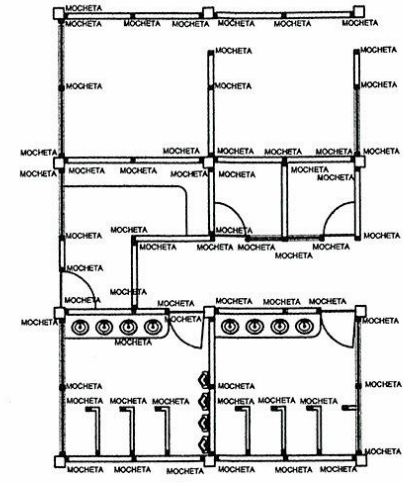
ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO 2013

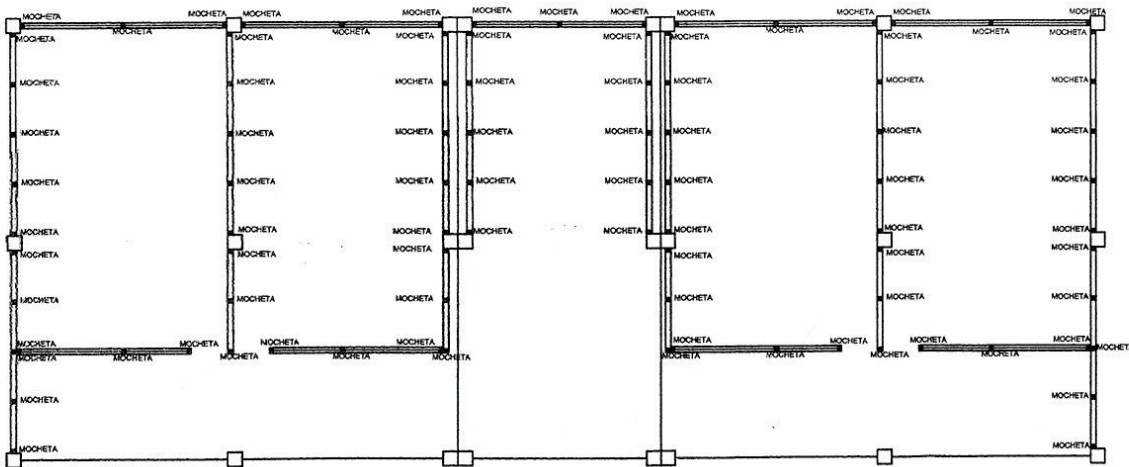
HOJA NO. 7



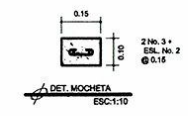
ARMADO DE MUROS
MODULO "A" PLANTA BAJA ESC. 1/75



ARMADO DE MUROS
MODULO B ESC. 1/75

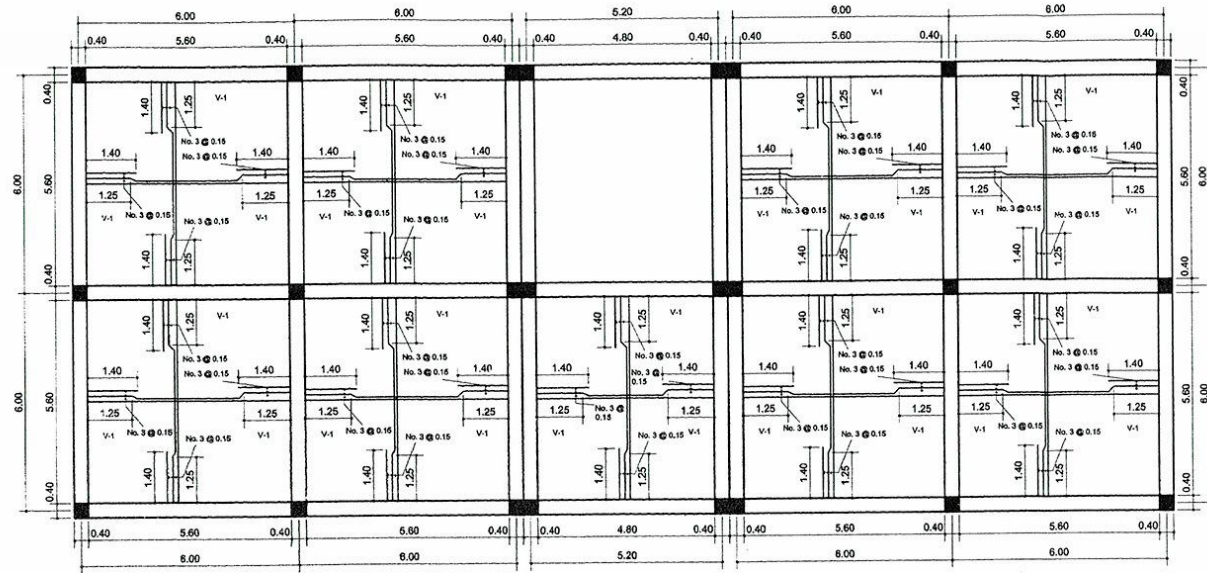


ARMADO DE MUROS
MODULO "A" PLANTA ALTA ESC. 1/75

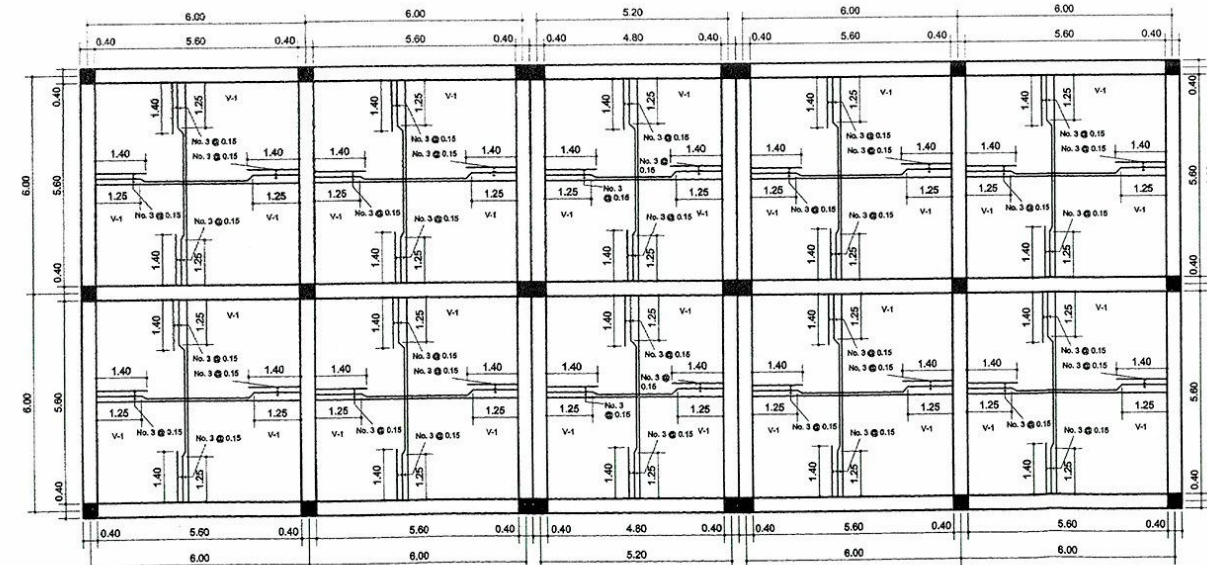


DET. MOCHETA
ESC. 1:10

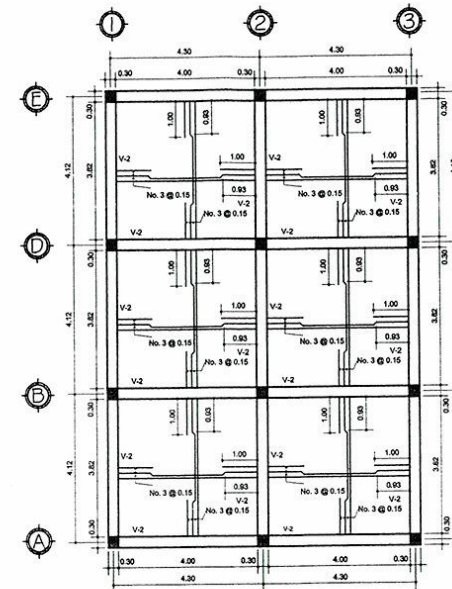
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.	
PROYECTO:	EDIFICIO DE DOS ANIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA SAN JUANERITOS DEL CASERIO SAN JUANERITOS
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUANERITOS E.P.S. (MUNICIPIO DE SAN JUANERITOS)
PLANO DE:	Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS PLANTA DE ARMADO DE MUROS + DETALLES
VELOCIDAD:	Facultad de Ingeniería
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	MAYO 2013
FORMA:	6/18



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
 MÓDULO A - PLAN Y A B A
 ESC. 1:75

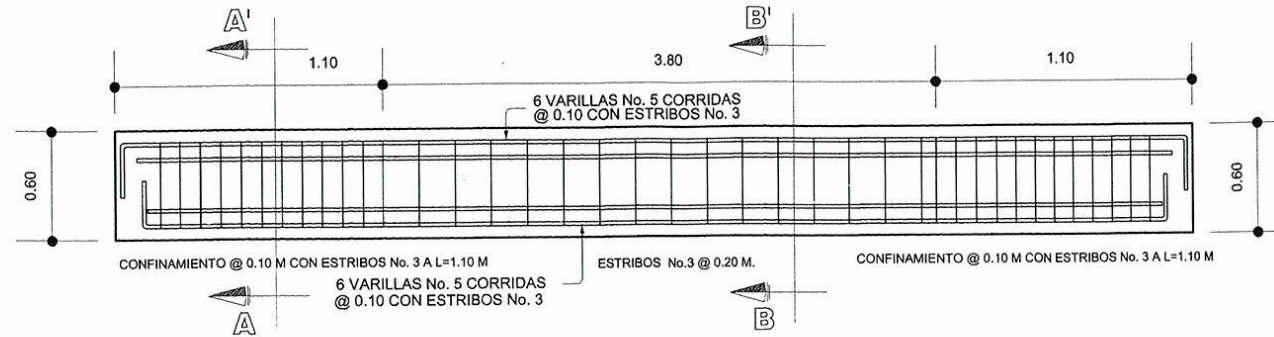


PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
 MÓDULO B - PLAN Y A B A
 ESC. 1:75

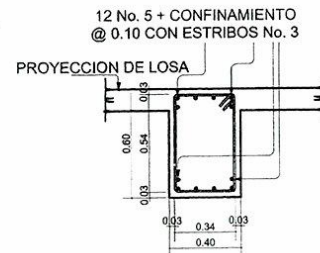


PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
 MÓDULO B
 ESC. 1:75

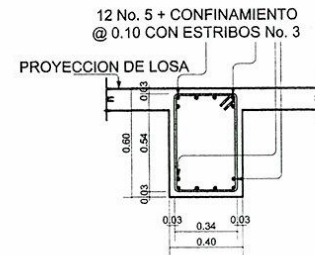
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO:	EDIFICIO DE CINCO NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA SAN JUANITOS DEL CASERIO SAN JUANITOS
PROPIEDAD:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PLANO DE:	PLANO DE VIGAS Y LOSAS
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	MAYO 2013
ING. COORDINADOR: FERNANDO BRACAMONTE MARGÜEZ	ING. DISEÑADOR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
ING. AYUDANTE: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	ING. AYUDANTE: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
HOJA N.º:	9 / 19



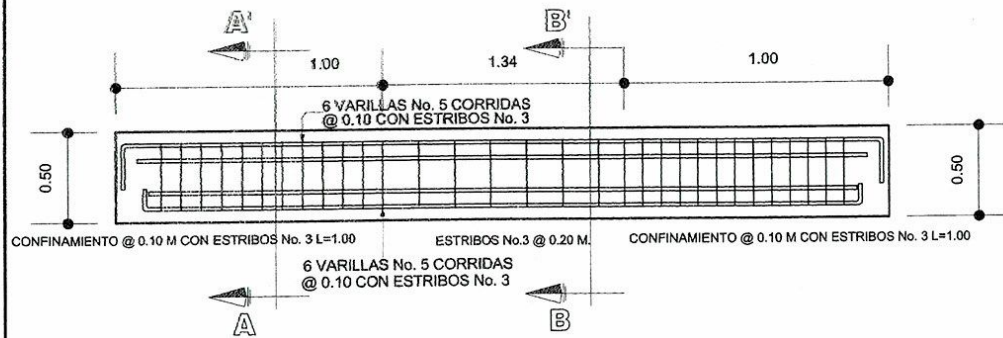
VIGA TIPO V-1
ESC. 1/15



VIGA TIPO V-1 CORTE A-A'
ESC. 1/15



VIGA TIPO V-1 CORTE B-B'
ESC. 1/15



VIGA TIPO V-2
ESC. 1/15

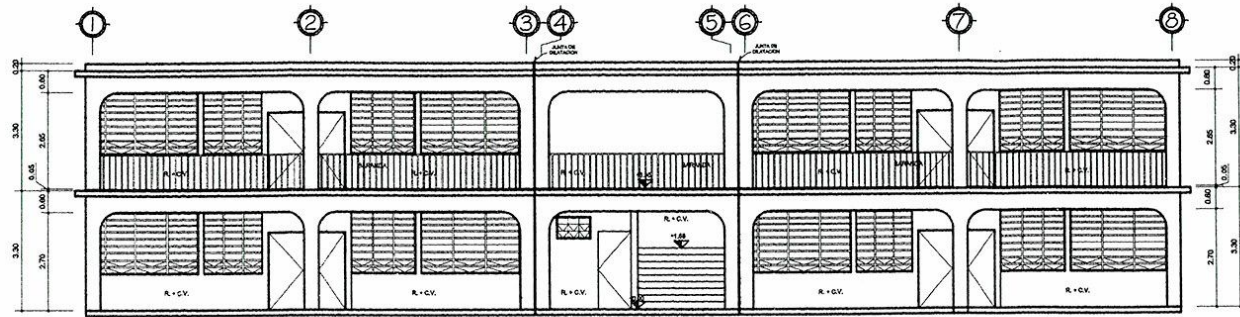


VIGA TIPO V-2 CORTE A-A'
ESC. 1/15

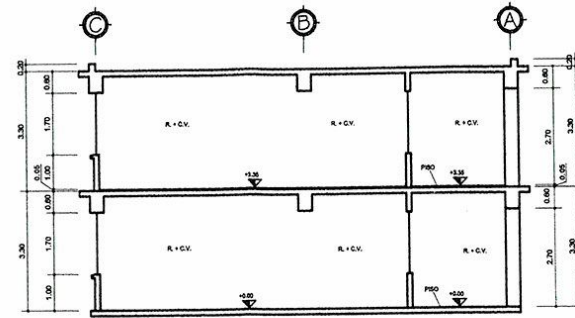


VIGA TIPO V-2 CORTE B-B'
ESC. 1/15

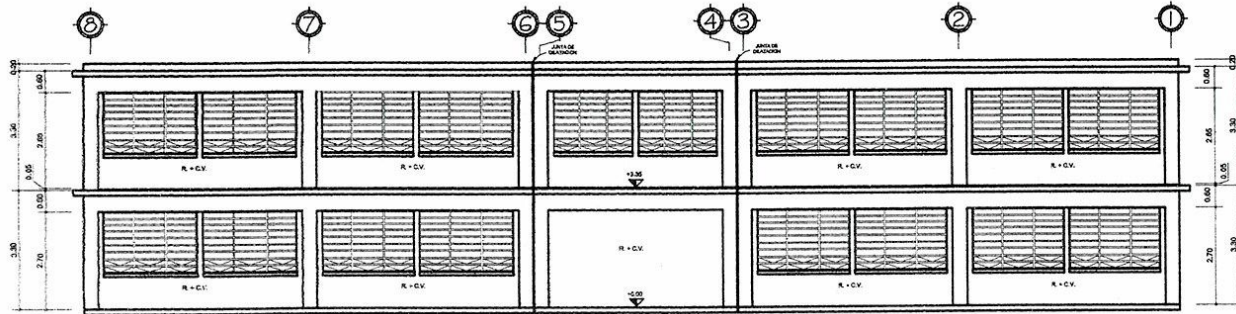
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO:	EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA SAN JUANERITOS DEL CASERIO SAN JUANERITOS
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
PLANO DE:	ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
FECHA:	MAYO 2013
INDICADA:	HOJA No. 19/19



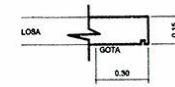
ELEVACIÓN FRONTAL
MÓDULO "A"
ESC. 1:75



SECCIÓN A-A



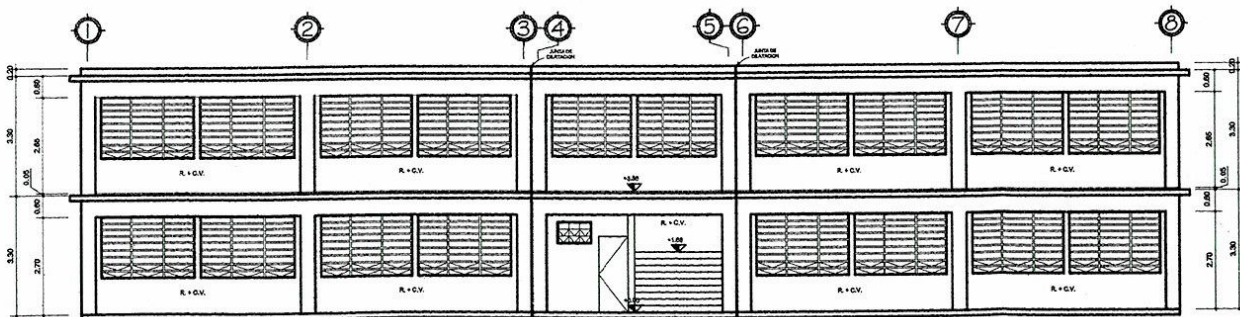
ELEVACIÓN POSTERIOR
MÓDULO "A"
ESC. 1:75



DET. GOTA
SIN ESCALA

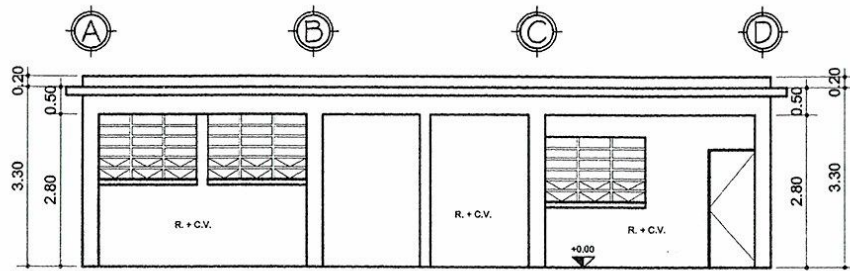


DET. SILLAR
SIN ESCALA

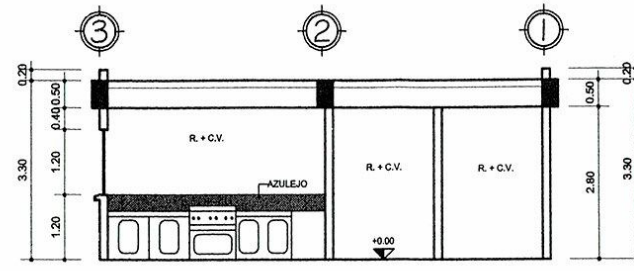


SECCIÓN F-F
MÓDULO "A"
ESC. 1:50

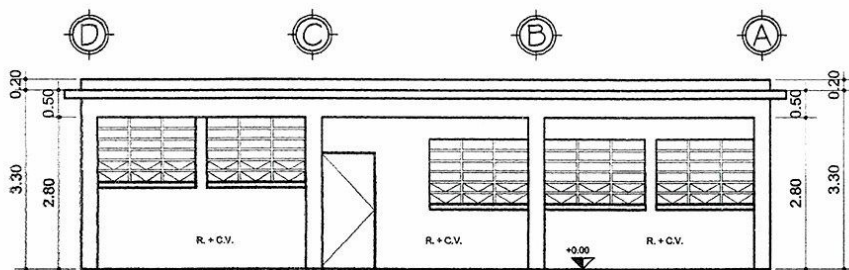
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
	
PROYECTO:	Edificio de dos niveles para la primaria San Juaneritos del Caserío San Juaneritos
PROFESOR:	Asesoría-Supervisor(a) de EPS
PLANO:	Elevaciones Módulo "A"
VOBO:	
NO. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ ANILLO SUPERVISOR	FERNANDO BRACAMONTE MARIQUEZ AGUILAR
ELABORADO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DIBUJO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DISEÑO AXEL CASTELLANOS AGUIÑO REVISÓ ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ	REVISADO FECHA: MAYO 2018 FOLIO No. 11/18



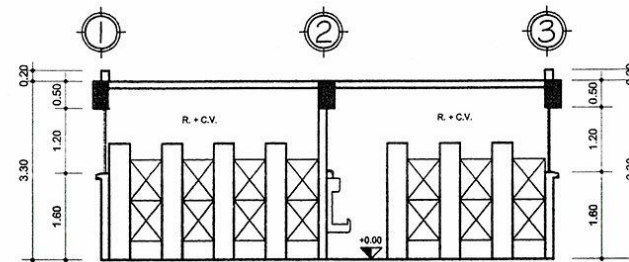
ELEVACION FRONTAL
MODULO B
ESC. 1:50



SECCION A - 'A'
MODULO B
ESC. 1:50

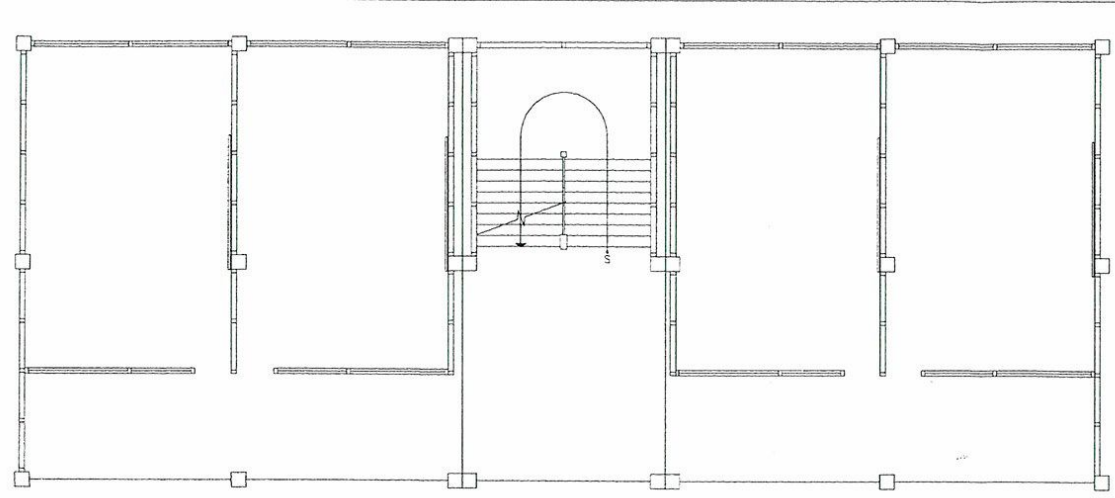


ELEVACION POSTERIOR
MODULO B
ESC. 1:50



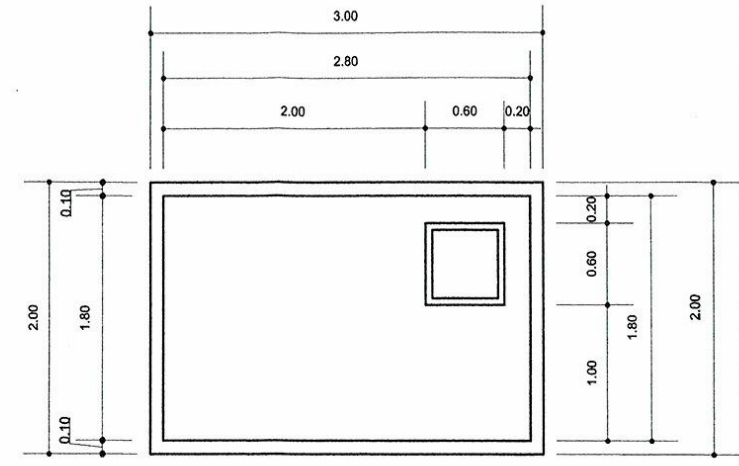
SECCION B - 'B'
MODULO B
ESC. 1:50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.			
PROYECTO: Edificio de San Carlos de Guatemala para la construcción de dos niveles para el Caserío San Juanitos			
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUANITOS			
PLANO DE: SECCIONES MODULO "B"			
Vº Bº ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASesor - SUPERVISOR		ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO 2013 HOJA Nº: 13 / 19	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Facultad de Ingeniería			

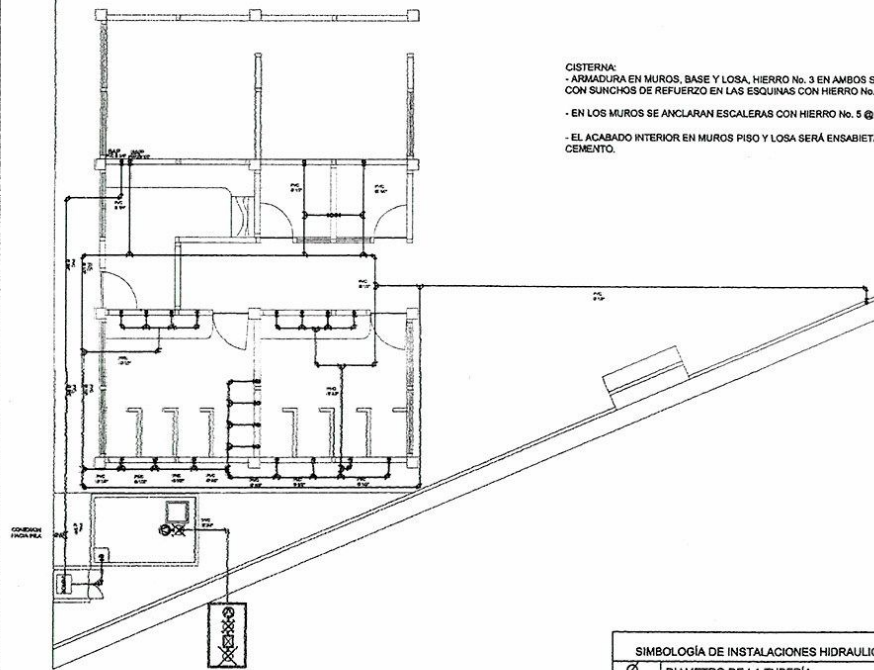


CISTERNA:
 - ARMADURA EN MUROS, BASE Y LOSA, HIERRO No. 3 EN AMBOS SENTIDOS @ 0.15 M, CON SUNCHOS DE REFUERZO EN LAS ESQUINAS CON HIERRO No. 3 @ 0.15 M.
 - EN LOS MUROS SE ANCLARAN ESCALERAS CON HIERRO No. 5 @ 0.20 M.
 - EL ACABADO INTERIOR EN MUROS PISO Y LOSA SERÁ ENSABETADO + ALISADO DE CEMENTO.

Porton

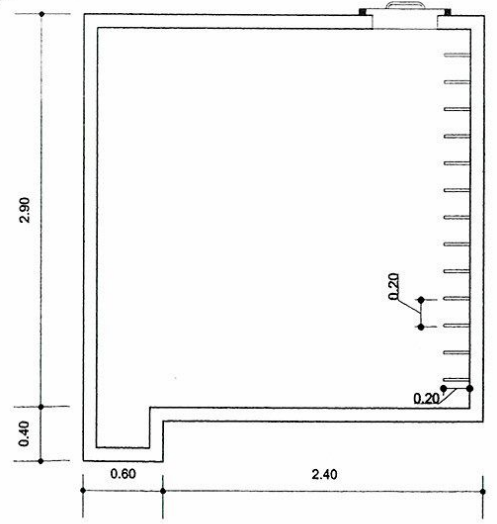


PLANTA DE CISTERNA ACOTADA
 ESC. 1:25

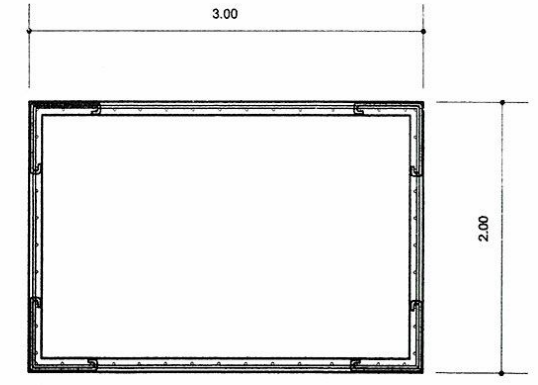


PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS
 ESC. 1:75

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	
∅	DIAMETRO DE LA TUBERÍA
—	TUBERÍA
⊕	CHEQUE
⊗	COMPUERTA
⊠	CONTADOR
⊞	PASO
SAP	SUBIDA DE AGUA POTABLE
BAP	BAJADA DE AGUA POTABLE
└	CODO A 90° VERTICAL
└	CODO A 90° HORIZONTAL
└	TEE A 90° HORIZONTAL
⋈	REDUCIDOR DE 1" A 1/2"

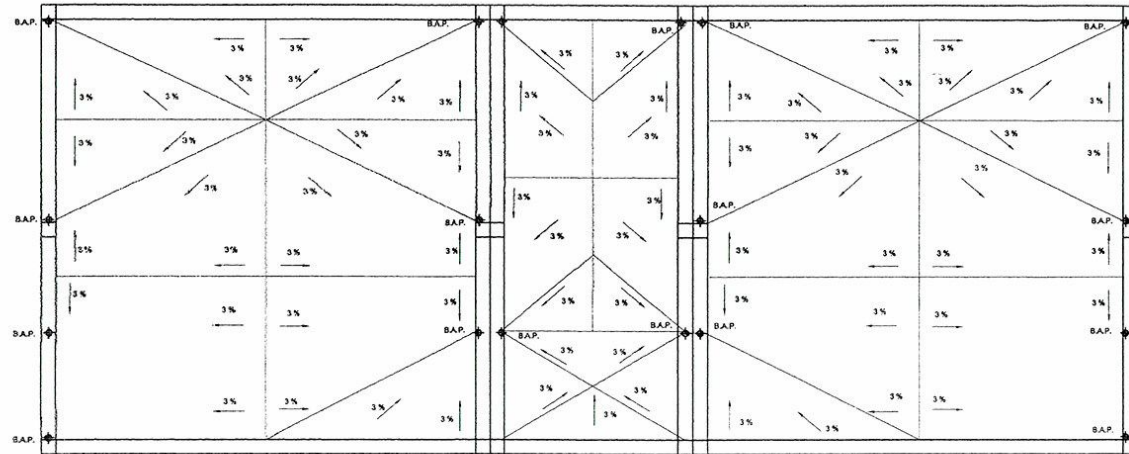


ELEVACIÓN DE CISTERNA
 ESC. 1:25



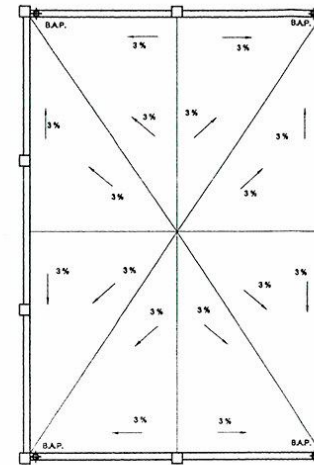
DETALLE DE CISTERNA
 ESC. 1:25

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA SAN JUANERITOS DEL CASERIO SAN JUANERITOS PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, RESERVA DE SAN JUANERITOS 277 4110 PLANO DE: Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS INSTALACIONES HIDRAULICAS	DISEÑO: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO REVISÓ: ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ
ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO 2013 HOJA No. 13 / 19	INGENIERO: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO INGENIERO: FERNANDO BRACAMONTE MORALES INGENIERO: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO



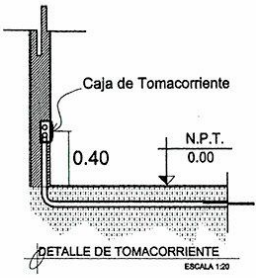
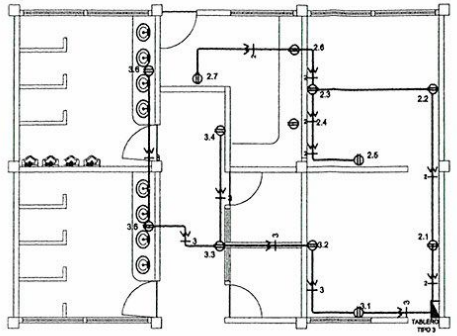
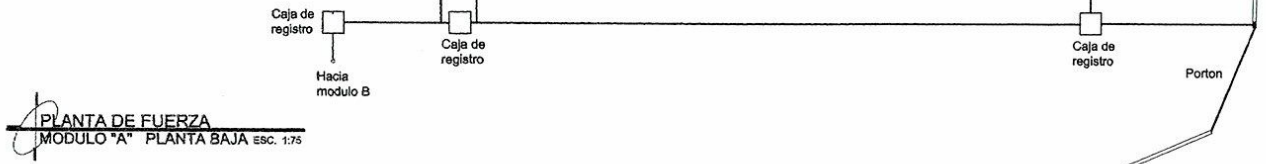
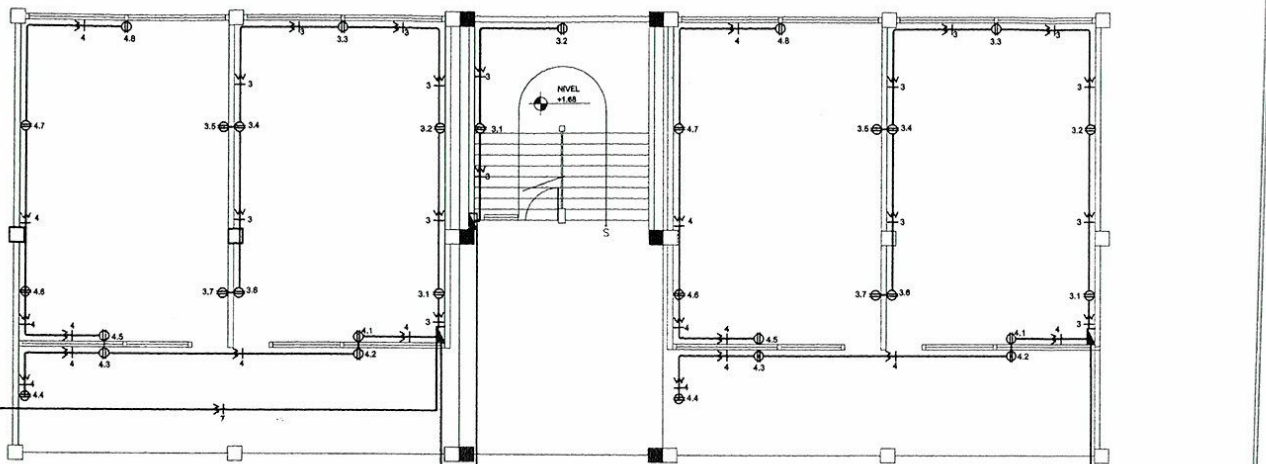
PLANTA DE PAÑUELOS
MÓDULO 'A' ESC. 1/75

SIMBOLOGÍA	
⊘	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
★	BAJADA DE AGUA
—	PERKENTE
B.A.P.	BAJADA DE AGUA FLUVAL



PLANTA PAÑUELOS
MÓDULO 'B' ESC. 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
UNIDAD DE E.P.S.			
PROYECTO:	EDIFICIO DE CLASALES PARA LA ESCUELA PRIMARIA SAN JUANITOS DEL CASERIO SAN JUANITOS		
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUANITO A.T.E.P.S. ASESORÍA SUBMUNICIPAL		
PLANO:	Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS PLANTA DE PAÑUELOS MÓDULO 'A' y MÓDULO 'B'		
ELABORADO POR:			
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	HOJA NO. 15/18
		MAYO 2013	

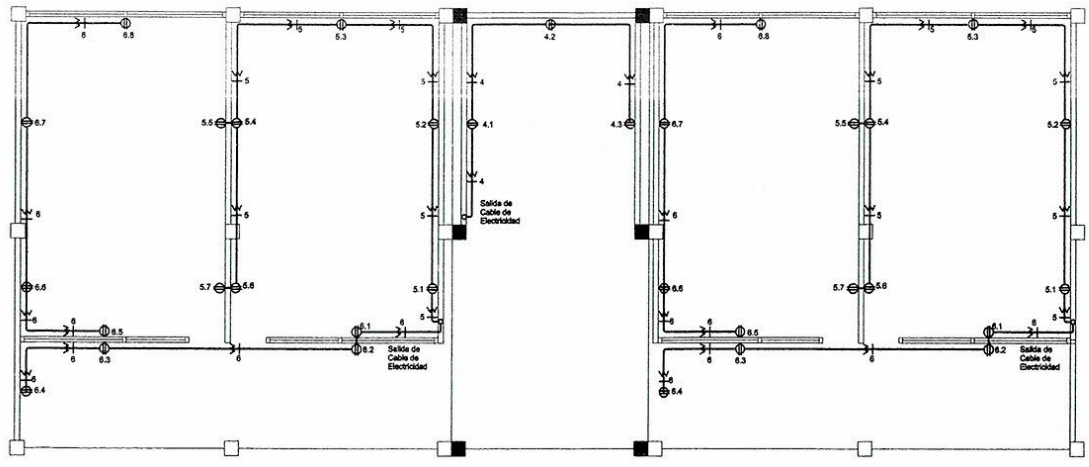
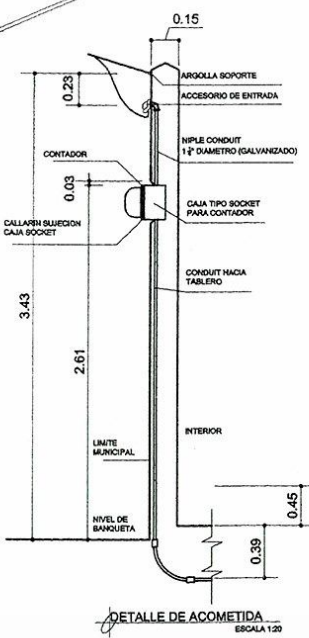
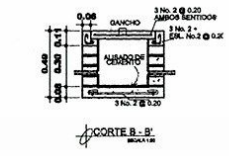


SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA SUBTERRANEA, POLIDUCTO Ø 1/2"
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR ACTIVO, CIRCUITO "X"

7.1 BOMBA HIDRONEUMATICA



- NOTAS:**
- TODA LA TUBERIA EN LOSA Y MUROS SERA POLIDUCTO Ø 3/4"
 - TODO EL ALAMBRE SERA No. 12 THW-AWG



PLANTA DE FUERZA MODULO "A" PLANTA ALTA ESC. 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: SERVICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA BANCUNERITOS DEL CASERIO SAN JUANERITOS

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ

PLANO: ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS

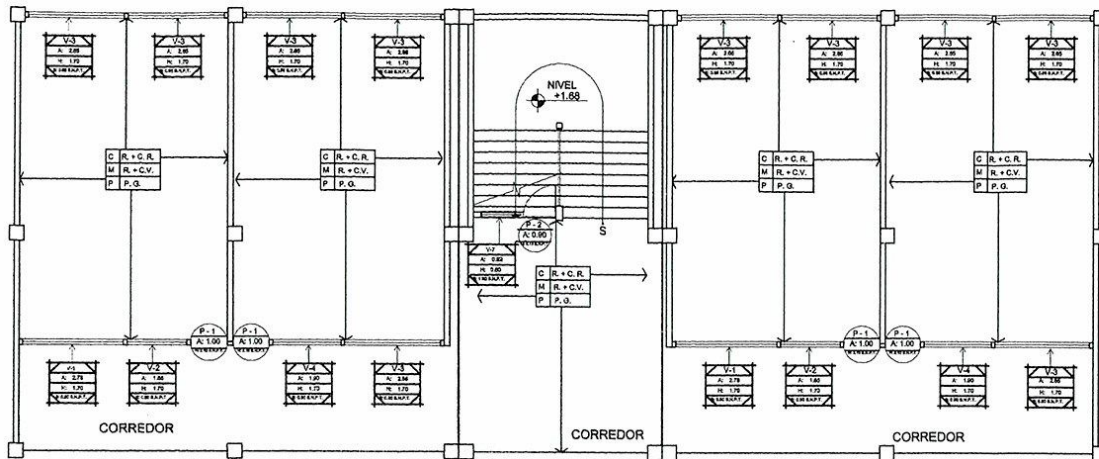
UNIDAD DE INGENIERIA Y EPS

PROFESOR: OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

ESCALA: INDICADA

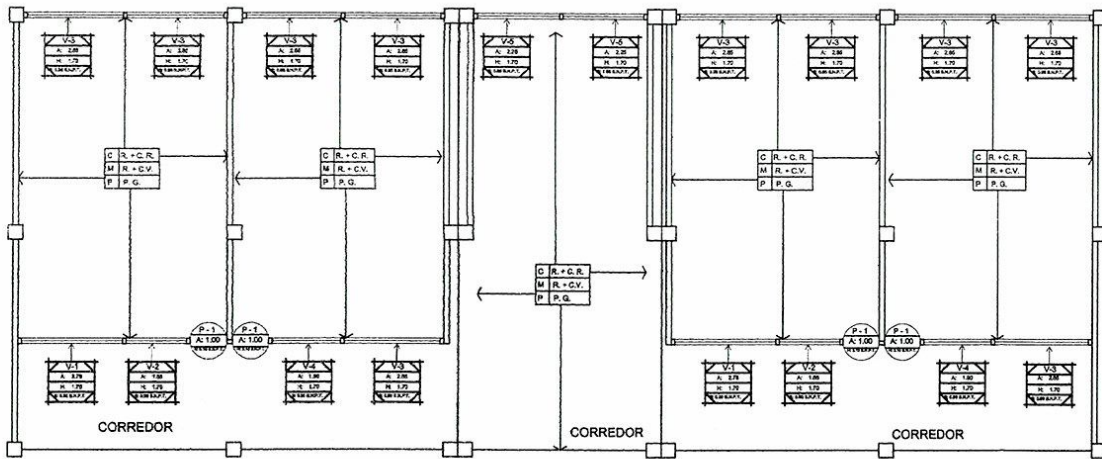
FECHA: MAYO 2013

HOJA No. 17



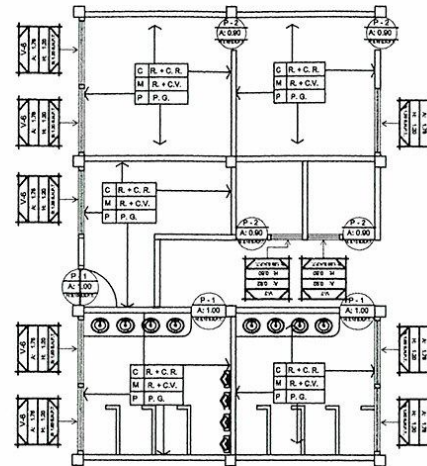
PLANTA DE ACABADOS

MODULO "A" PLANTA BAJA ESC. 1:75



PLANTA DE ACABADOS

MODULO "A" PLANTA ALTA ESC. 1:75

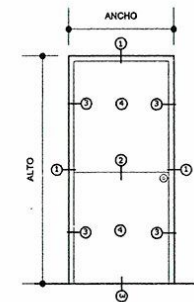


PLANTA DE ACABADOS

MODULO B ESC. 1:75

SECCION	ANGULAR	TEE	LAMINA
①	1' x 1/8"		
②		1' x 1' x 1/8"	
③	3/4' x 1/8"		
④			1/32"

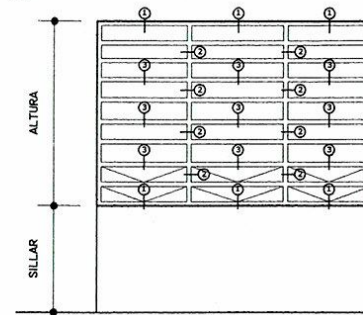
NO.	ANCHO	ALTO	ANCHO ANG.	UNIDADES	MATERIAL	TIPO DE ACABADO
P.1	1.00	2.00	0.10	11	MEAL.	ACABADO 01
P.2	2.00	2.00	0.10	8	MEAL.	ACABADO 01



DET. DE PUERTA

C	TIPO DE CIELO
M	TIPO DE MURO
P	TIPO DE PISO
R + C. R.	REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO
R + C. V.	REPELLO + CERNIDO VERTICAL
P. G.	PISO GRANITO
V.1	TIPO DE VENTANA
A =	ANCHO
H =	ALTO
S =	SILLAR
P. 1 =	TIPO DE PUERTA
A =	ANCHO DE PUERTA
H =	ALTO DE PUERTA

TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DIVIS.	UNIDADES	MATERIAL	OBSERVACIONES
V-1	2.28	1.75	0.06	3.70	4	METAL +VIDRIO CLARO DE 6mm	DE DOBLE BALAJON BIBOULANTE HORIZONTAL CON TRES BRASGAS
V-2	1.88	1.75	0.06	3.08	4	METAL +VIDRIO CLARO DE 6mm	DE DOBLE BALAJON BIBOULANTE HORIZONTAL CON TRES BRASGAS
V-3	2.88	1.75	0.06	3.08	10	METAL +VIDRIO CLARO DE 6mm	DE DOBLE BALAJON BIBOULANTE HORIZONTAL CON TRES BRASGAS
V-4	1.85	1.75	0.06	3.08	4	METAL +VIDRIO CLARO DE 6mm	BIBOULANTE HORIZONTAL CON TRES BRASGAS
V-5	2.38	1.75	0.06	3.08	3	METAL +VIDRIO CLARO DE 6mm	DE BALAJON BIBOULANTE HORIZONTAL CON TRES BRASGAS
V-6	1.78	1.50	1.80	2.50	8	METAL +VIDRIO CLARO DE 6mm	DE BALAJON BIBOULANTE HORIZONTAL CON TRES BRASGAS
V-7	0.85	1.50	1.80	2.70	2	METAL +VIDRIO CLARO DE 6mm	DE DOBLE BALAJON BIBOULANTE HORIZONTAL CON TRES BRASGAS



DETALLE DE VENTANAS ESC. 1/8"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE E.P.S.

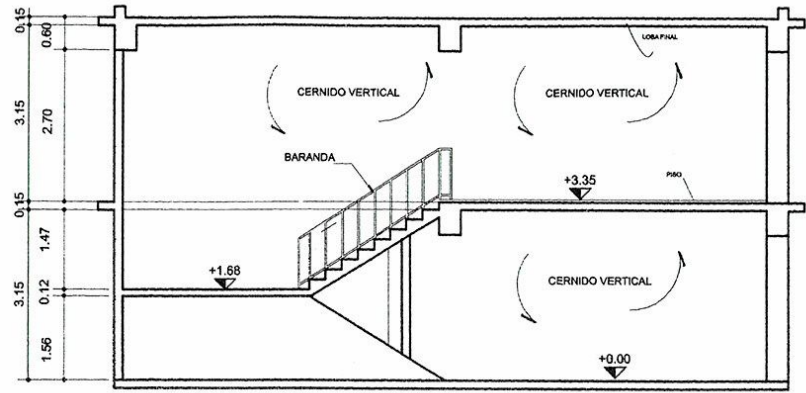
PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA BANJUNEROS DEL CASERIO SAN JUANERITOS

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ

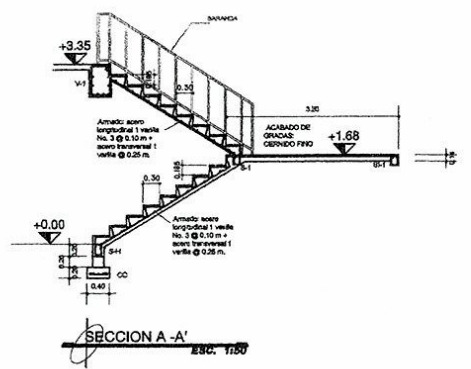
PLANO DE: ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
PLANO DE: PLAN DE OBRAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y EPS

ELABORADO POR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
DISEÑADO POR: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO
REVISADO POR: ING. OSCAR ARRIETA NEFRANDEZ

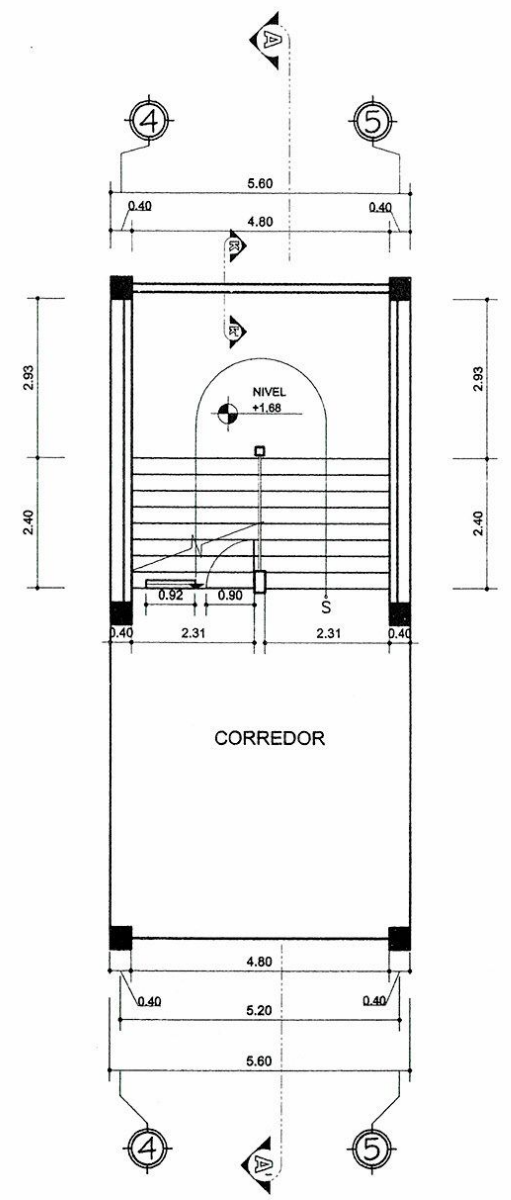
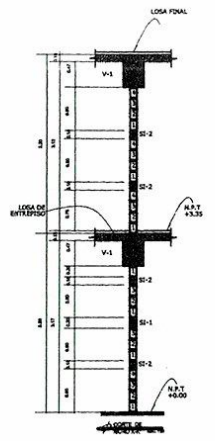
ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2013
HOJA No. 18/19



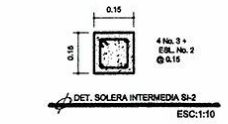
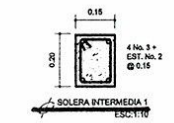
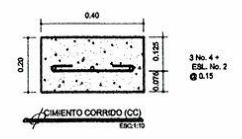
SECCIÓN D-D'
ESC. 1:50



SECCION A-A'
ESC. 1:50



PLANTA ACOTADA
ESC. 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S.			
PROYECTO: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA BUFFET DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA SAN JUANERITOS DEL CABERIO SAN JUANERITOS		CALIDAD: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO DISEÑO: AXEL CASTELLANOS AGUIÑO REVISÓ: ING. OSCAR AGUIETA HERNÁNDEZ	
PROPIETARIO: ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO 2013 HOJA N°: 19	
PLANO DE: DETALLES MODULO DE GRADAS Facultad de Ingeniería			
VOBO: ING. OSCAR AGUIETA HERNÁNDEZ ASISTENTE SUPERVISOR	FERNANDO BRACAMONTE MARCHÉZ ASISTENTE SUPERVISOR	AXEL CASTELLANOS AGUIÑO EXPERTO	MAYO 2013 19