



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

**DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BARCENAS,  
ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO,  
MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

**José Alfredo Barrera González**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BARCENAS,  
ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO,  
MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

## **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 DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BARCENAS,  
ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO,  
MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha de 4 de abril de 2016.



**José Alfredo Barrera González**



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 03 de septiembre de 2019  
REF.EPS.DOC.567.09.2019

Ingeniero  
Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Alfredo Barrera González**, Registro Académico 201122767 y CUI 2115 01085 0601 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN, UMÁN EN BÁRCENAS, ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoa  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MAAO/ra



Guatemala, 07 de noviembre de 2019  
REF.EPS.D.408.11.2019

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BÁRCENAS, ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Alfredo Barrera González, CUI 2115 01085 0601 y Registro Académico 201122767**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS



OAH/ra



Guatemala,  
18 de septiembre de 2019

Ingeniero  
Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos


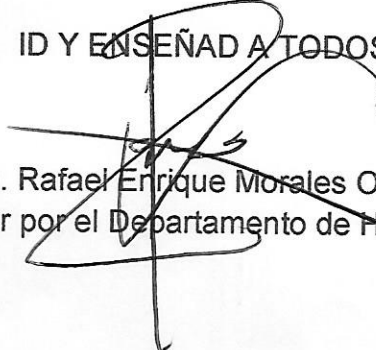
Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BARCENAS, ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Alfredo Barrera González con CUI 2115010850601 Registro Académico No. 201122767, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

FORMACIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
04 de noviembre de 2019

Ingeniero  
Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Aguilar.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BARCENAS, ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Alfredo Barrera González, con Registro Estudiantil No. 201122767, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

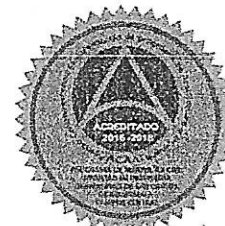
ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante José Alfredo Barrera González **DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BARCENAS, ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, noviembre 2019

/mrrm.





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189102 - 24189103

DTG. 593.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA PRIMARIA TECÚN UMÁN EN BARCENAS, ZONA 4 Y DISEÑO DE UN DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **José Alfredo Barrera González**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Córdova Estrada  
Decana



Guatemala, noviembre de 2019

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por proporcionarme la inteligencia y sabiduría para cumplir una meta de vida.
- Mis padres** Ovidio Barrea, Vilma González por siempre brindarme su apoyo y amor incondicional, por siempre ser un ejemplo el cual seguir.
- Mis abuelos** Virginia Mijangos, Alfredo González (q.e.p.d), por haber contado siempre con su amor, y sus sabios consejos.
- Mi hermana** Por estar conmigo en todas las etapas de mi vida y contar con su apoyo en todo momento.
- Mi amigo** Hancell Abel Kenneth Herrera González (q.e.p.d), por todo el apoyo y cariño.
- Mi abuela** María Concepción García de Barrera (q.e.p.d), por todo su amor; sé que estás junto a mí en este momento de triunfo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme salud, entendimiento, y paciencia para poder cumplir una meta más en mi vida.
<b>Mis padres</b>	Por sus grandes sacrificios realizados para culminar esta meta juntos.
<b>Mis amigos de la Facultad de Ingeniería</b>	Por todo el apoyo que me brindaron, pero sobre todo por su valiosa honesta amistad.
<b>Mis primos</b>	Por el apoyo y cariño que me brindaron.
<b>Municipalidad de Villa Nueva</b>	Por brindarme la confianza de realizar mi EPS, y poder formar parte de su equipo.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y formarme como profesional.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Alfredo Arrivillaga, por su gran apoyo y paciencia durante mi EPS.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	3
1.1.3. Clima .....	3
1.1.4. Población y demografía .....	4
1.2. Servicios públicos.....	4
1.2.1. Educación.....	4
1.2.2. Comunicación .....	5
1.2.3. Salud .....	5
1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar .....	5
1.3.1. Descripción de las necesidades .....	6
2. FASE TÉCNICA Y PROFECIONAL .....	7
2.1. Diseño de la escuela primaria de dos niveles, Bárcenas zona 3, del municipio de Villa Nueva, Guatemala .....	7
2.1.1. Descripción del proyecto .....	7

2.1.1.1.	Estudio topografía .....	7
2.1.1.2.	Estudio de suelos .....	7
2.1.1.3.	Diseño arquitectónico .....	10
2.1.1.3.1.	Distribución de ambientes.....	10
2.1.1.3.2.	Altura del edificio.....	11
2.1.1.3.3.	Sistema estructural a utilizar .....	11
2.1.2.	Análisis estructural .....	11
2.1.2.1.	Predimensionamiento estructural .....	11
2.1.2.1.1.	Columnas .....	12
2.1.2.1.2.	Vigas .....	14
2.1.2.1.3.	Losas .....	15
2.1.2.1.4.	Cimiento .....	16
2.1.2.2.	Integración de cargas .....	16
2.1.2.2.1.	Peso total de la estructura .....	17
2.1.2.2.2.	Método AGIES .....	20
2.1.2.2.3.	Corte basal.....	30
2.1.2.2.4.	Cargas horizontales .....	30
2.1.2.2.5.	Cargas verticales .....	38
2.1.2.3.	Análisis de marcos dúctiles con Etabs y método numérico.....	41
2.1.2.3.1.	Análisis de marcos dúctiles, métodos de kani .....	41
2.1.2.3.2.	Método de Kani - carga muerta- marco típico Y .....	44

	2.1.2.3.3.	Método de Kani - carga sísmica- marco típico Y .....	49
	2.1.2.3.4.	Análisis de marcos a través de software ETABS.....	52
	2.1.2.4.	Momentos ultimo por envolventes de momentos .....	55
	2.1.2.5.	Cálculo de corte.....	60
2.1.3.		Diseño estructural.....	63
	2.1.3.1.	Diseño de losa .....	63
	2.1.3.2.	Diseño de vigas .....	66
	2.1.3.3.	Diseño de columnas .....	72
	2.1.3.4.	Diseño de cimentaciones.....	84
	2.1.3.5.	Diseño de gradas.....	89
2.1.4.		Instalaciones.....	94
	2.1.4.1.	Eléctrica.....	94
	2.1.4.2.	Sanitarias.....	97
	2.1.4.3.	Pluvial .....	99
	2.1.4.4.	Agua potable.....	101
2.1.5.		Planos constructivos.....	103
2.1.6.		Presupuesto del proyecto .....	103
2.1.7.		Cronograma de ejecución.....	105
2.1.8.		Evaluación de impacto ambiental .....	106
2.2.		Diseño de un sistema de drenaje sanitario la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, zona 12 del municipio de Villa Nueva, Guatemala .....	107
	2.2.1.	Descripción del proyecto .....	108
	2.2.2.	Levantamiento topográfico .....	108

	2.2.2.1.	Planimetría .....	109
	2.2.2.2.	Altimetría .....	109
2.2.3.		Periodo de diseño .....	109
2.2.4.		Población tributaria.....	110
2.2.5.		Determinación de caudales .....	111
	2.2.5.1.	Dotación .....	111
	2.2.5.2.	Factor de retorno.....	111
	2.2.5.3.	Caudal domiciliar .....	111
	2.2.5.4.	Caudal comercial e industrial .....	112
	2.2.5.5.	Caudal de conexiones ilícitas .....	112
	2.2.5.6.	Caudal de infiltración.....	113
	2.2.5.7.	Caudal sanitario .....	113
	2.2.5.8.	Factor de caudal medio .....	114
	2.2.5.9.	Factor de Harmon .....	114
	2.2.5.10.	Caudal de diseño .....	115
2.2.6.		Diseño de la red .....	116
	2.2.6.1.	Parámetros de diseño .....	116
	2.2.6.2.	Diseño de secciones de pendientes ...	116
	2.2.6.3.	Velocidades de diseño recomendadas.....	117
	2.2.6.4.	Diámetro mínimo de tubería .....	117
	2.2.6.5.	Pendientes .....	118
	2.2.6.6.	Relaciones hidráulicas .....	118
	2.2.6.7.	Ancho de zanja.....	121
	2.2.6.8.	Profundidad mínima de tubería .....	121
	2.2.6.9.	Cotas invert .....	122
2.2.7.		Obras y accesorios.....	123
	2.2.7.1.	Pozos de visita .....	123
	2.2.7.2.	Tubería secundaria .....	124

2.2.7.3.	Caja o candela.....	124
2.2.7.4.	Disipador de energía .....	124
2.2.8.	Cálculo de un tramo del sistema de alcantarillado sanitario .....	125
2.2.9.	Desfogue .....	133
2.2.10.	Tabla drenaje sanitario .....	133
2.2.11.	Planos finales .....	133
2.2.12.	Presupuesto.....	134
2.2.13.	Cronograma de actividades por semana .....	135
2.2.14.	Estudio de impacto ambiental.....	135
CONCLUSIONES .....		137
RECOMENDACIONES.....		139
BIBLIOGRAFÍA.....		141
APÉNDICE.....		143
ANEXOS .....		145





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Villa Nueva.....	2
2.	Mapa de Villa Nueva .....	2
3.	Área tributaria sobre columna crítica .....	12
4.	Zonificación sísmica para la república de Guatemala .....	21
5.	Niveles mínimos de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño.....	23
6.	Planta típica escuela .....	31
7.	Planta típica escuela .....	38
8.	Carga aplicada, marco sentido X .....	40
9.	Carga aplicada, marco sentido Y .....	41
10.	Momento producido por carga muerta, en vigas, eje Y .....	52
11.	Momento producido por carga muerta, en columna, eje Y .....	53
12.	Momento producido por carga viva, viga, eje Y.....	53
13.	Momento producido por carga viva, en columna, eje Y.....	54
14.	Momento producido por carga sísmica, en viga, eje Y .....	54
15.	Momento producido por carga sísmica, en columna, eje Y .....	55
16.	Diagrama de momento último en vigas, eje B-Y .....	58
17.	Diagrama de momento último en columna, eje B-Y .....	58
18.	Diagrama de momento último en vigas, eje 3-X.....	59
19.	Diagrama de momento último en columna, eje 3-X .....	59
20.	Diagrama de corte último en vigas, eje Y.....	61
21.	Diagrama de corte último en vigas, eje X.....	62
22.	Diagrama de corte último en columnas, eje Y.....	62

23.	Diagrama de corte último en columnas, eje X .....	63
24.	Detalles de vigueta .....	65
25.	Detalles de viga y bovedilla .....	65
26.	Diseño de estribos por corte .....	70
27.	Detalle de armado de viga .....	71
28.	Detalle armado de columna .....	83
29.	Detalle distribución de estribos .....	83

## TABLAS

I.	Valor soporte permisible del suelo .....	10
II.	Carga axial sobre columna, segundo nivel .....	13
III.	Carga axial sobre columna, primer nivel .....	13
IV.	Niveles mínimos de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño .....	22
V.	Guía para la clasificación de sitio .....	24
VI.	Coeficiente de sitio $F_a$ .....	25
VII.	Coeficiente de sitio $F_v$ .....	25
VIII.	Factor $N_a$ para periodos cortos de vibración .....	26
IX.	Factor $N_v$ para periodos cortos de vibración .....	26
X.	Factores de escala .....	27
XI.	Coeficientes y factores para diseño de sistemas sismorresistentes .....	29
XII.	Centro de rigidez 2do nivel, eje X .....	35
XIII.	Excentricidad .....	36
XIV.	Excentricidad accidental 2do nivel .....	36
XV.	Carga sísmica, 2do nivel, sobre el eje x .....	37
XVI.	Rigidez .....	45
XVII.	Coeficiente de reparto .....	46
XVIII.	Momentos finales, positivos, en viga y columna de carga muerta .....	49

XIX.	Factor de corrimiento .....	50
XX.	Momentos finales, en viga, columna de carga sísmica .....	51
XXI.	Momentos finales, positivos, en viga y columna de carga viva .....	51
XXII.	envolvente de vigas, eje Y .....	56
XXIII.	envolvente de columnas, eje Y .....	56
XXIV.	envolvente de vigas, eje X .....	57
XXV.	envolvente de columnas, eje X .....	57
XXVI.	Resultados de corte ultimo viga, eje Y .....	60
XXVII.	Resultados de corte ultimo columna, eje Y .....	61
XXVIII.	Cálculo de factor de carga último .....	73
XXIX.	Cálculo de coeficiente K.....	75
XXX.	Cálculo del total del material .....	77
XXXI.	Circuitos de iluminación .....	96
XXXII.	Circuitos de fuerza .....	96
XXXIII.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga .....	98
XXXIV.	Diámetros de las derivadas en colector .....	99
XXXV.	Unidades de gasto .....	102
XXXVI.	Cálculo del total del material .....	104
XXXVII.	Cronograma de actividades por semana.....	105
XXXVIII.	Factor de infiltración .....	113
XXXIX.	Velocidades mínimas y máximas según tipo de tubería.....	117
XL.	Diámetros mínimos .....	118
XLI.	Relaciones hidráulicas .....	119
XLII.	Ancho de zanja .....	121
XLIII.	Profundidad mínima tubería PVC.....	122
XLIV.	Profundidad mínima tubería cemento .....	122
XLV.	Presupuesto de alcantarillado sanitario.....	134
XLVI.	Cronograma de actividades .....	135



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura del elemento
<b>H<sub>i</sub></b>	Altura del nivel
<b>Φ</b>	Ángulo de fricción interna
<b>B</b>	Ángulo de inclinación de la carga sobre zapata
<b>A<sub>s</sub></b>	Área de acero
<b>A<sub>v</sub></b>	Área de acero de la varilla de acero
<b>A<sub>Smax</sub></b>	Área de acero máximo
<b>A<sub>Smin</sub></b>	Área de acero mínima
<b>A</b>	Área de una superficie
<b>A<sub>g</sub></b>	Área gruesa del elemento
<b>B</b>	Base de sección del elemento
<b>P<sub>u</sub></b>	Carga axial puntual
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CM dist</b>	Carga muerta distribuida
<b>P</b>	Carga puntual
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CV dist</b>	Carga viva distribuida
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>q</b>	Caudal a sección parcialmente llena
<b>Q dis</b>	Caudal de diseño
<b>Q dom</b>	Caudal domiciliar
<b>Q Ind</b>	Caudal industrial
<b>Q med</b>	Caudal medio

<b>cm</b>	Centímetro
<b>Cm</b>	Centro de masa
<b>Cr</b>	Centro de rigidez
<b>C</b>	Coefficiente de escorrentía
<b>Ca</b>	Coefficiente sísmico
<b>Cu</b>	Cohesión del suelo
<b>Vc</b>	Cortante de concreto
<b>Vr</b>	Cortante resistente por concreto
<b>Vs</b>	Cortante resistente por la varilla
<b>Vu</b>	Cortante último
<b>CTF</b>	Cota final de terreno
<b>CTI</b>	Cota inicial de terreno
<b>CIE</b>	Cota invert de entrada
<b>CIS</b>	Cota invert de salida
<b>pbal</b>	Cuantía de acero balanceada
<b>pcy</b>	Cuantía de acero máximo
<b>pmin</b>	Cuantía de acero mínimo
<b>ρ</b>	Cuantía de acero
<b>D</b>	Desplante del suelo
<b>D</b>	Diámetro de tubería
<b>Xcm</b>	Distancia al centro de masa sobre eje x
<b>Ycm</b>	Distancia al centro de masa sobre eje y
<b>Xcr</b>	Distancia al centro de rigidez sobre eje x
<b>Ycr</b>	Distancia al centro de rigidez sobre eje y
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>Dot</b>	Dotación
<b>S</b>	Espaciamiento de estribos en elementos
<b>E</b>	Excentricidad
<b>Fqm</b>	Factor de caudal medio

<b>F.H.</b>	Factor de Harmond
<b>FM<sup>``</sup></b>	Fuerza de torsión
<b>Fni</b>	Fuerza por nivel
<b>FM<sup>`</sup></b>	Fuerza proporcional a la rigidez
<b>FM</b>	Fuerzas por marco
<b>a=</b>	Igual
<b>I</b>	Intensidad de lluvia
<b>Lts./hab./día</b>	Litros por habitante por día
<b>L</b>	Longitud de tubería
<b>L</b>	Luz del elemento
<b>&gt;</b>	Mayor que
<b>&lt;</b>	Menor que
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metro cúbico por segundo
<b>m</b>	Metro
<b>m</b>	Metro
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>Ei</b>	Módulo de rigidez
<b>M (-)</b>	Momento negativo
<b>M (+)</b>	Momento positivo
<b>MR</b>	Momento resistente
<b>Mu</b>	Momento ultimo
<b>Núm. Hab</b>	Número de habitantes
<b>S</b>	Pendiente
<b>D</b>	Peralte efectivo del elemento
<b>Wc</b>	Peso del concreto

<b>Ys</b>	Peso específico del suelo
<b>Ys</b>	Peso específico del suelo
<b>Wi</b>	Peso por nivel
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>R</b>	Recubrimiento en elemento
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de diámetros
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>F`c</b>	Resistencia nominal a compresión del concreto
<b>Fy</b>	Resistencia nominal a la fluencia del acero
<b>Ki</b>	Rigidez de marco
<b>I</b>	Tasa de crecimiento poblacional
<b>Ve</b>	Valor de corte basal
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena
<b>V</b>	Velocidad del flujo dentro del drenaje



## GLOSARIO

<b>ACI</b>	Siglas de American Concrete Institute.
<b>ACI 318-11</b>	Requisitos de reglamentos para concreto estructural.
<b>Agua residual</b>	Tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
<b>Análisis estructural</b>	Proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que pueden afectarla.
<b>Área tributaria</b>	Área de carga que afecta a un elemento estructural.
<b>AutoCAD</b>	Software en programas de diseño, dibujo, modelado, dibujo arquitectónico e ingeniería en 2d y 3d.
<b>Candela</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
<b>Carga mayorada</b>	Carga multiplicada por los factores de mayoración apropiados, y que se utiliza con el objetivo de dimensionar los elementos.

<b>Caudal</b>	Volumen de agua por unidad de tiempo que en un punto observado en un instante determinado fluye dentro de una tubería.
<b>Columna</b>	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas residuales desde el interior de la vivienda hasta el frente de esta, donde se encuentra la candela.
<b>Corte basal</b>	En cálculo estructural, es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un módulo matemático, los efectos del sismo en la estructura.
<b>Cota invert</b>	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.
<b>Densidad de</b>	Relación existente entre el número de habitantes por vivienda unidad de área.
<b>Descarga</b>	Lugar donde se desfogan las aguas residuales provenientes de un colector, las cuales pueden estar crudas o tratadas.
<b>Estribo</b>	Refuerzo transversal que absorben los esfuerzos de corte de un elemento estructural

<b>Excentricidad</b>	Es la distancia que separa al centro de masa del centro de rigidez.
<b>Factor de caudal medio</b>	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
<b>Factor de Harmond</b>	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
<b>Factor de Manning</b>	Ecuación utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto, relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
<b>Factor de retorno</b>	Porcentaje de agua potable que después de ser utilizada va al sistema de drenaje.
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa que tan lisa es una superficie.
<b>Infom</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Insivumeh</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>Losa</b>	Son elementos estructurales de concreto armado o de materiales prefabricados, de sección transversal rectangular llena, o con huecos, de poco espesor y abarcan una superficie considerable del piso. Sirven

para conformar pisos y techos en un edificio y se apoyan en las vigas o muros.

**Momento**

Es la propiedad por la cual una fuerza tiende a generar un movimiento de rotación a un cuerpo alrededor de un punto o de un eje.

**Período de diseño**

Período de tiempo el cual el sistema prestará un servicio eficiente.

**Rigidez**

Es la capacidad de un objetivo sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.

**Tirante**

Altura de las aguas residuales y pluviales dentro de un drenaje.

**Valor soporte**

Capacidad de carga del suelo en unidades de fuerza por unidad área.

**Viga**

Elemento arquitectónico rígido, generalmente horizontal, proyectado para soportar y transmitir las cargas transversales a que está sometido hacia los elementos de apoyo.

**Zapata**

Estructura cuya función es transmitir la carga al subsuelo a una presión de acuerdo a las propiedades del suelo.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del ejercicio profesional supervisado (EPS); se desarrolla el diseño de dos proyectos. El primer diseño consta de una escuela primaria de dos niveles en Bárcenas, zona 3; y el segundo es un drenaje sanitario en la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, zona 12; ambos ubicados en el municipio de Villa Nueva; los cuales pretenden brindar bienestar a los habitantes y mejorar las condiciones de vida.

El edificio para la escuela primaria es de dos niveles con 755 m<sup>2</sup> de construcción; consta de una dirección, una sala de reunión para maestros, una tienda, una clínica dental, una enfermería, 9 aulas, dos baterías de baños para hombre, los cuales cuentan con 3 inodoros, 3 mingitorios y 3 lavamanos, por baño; por último, dos baterías de baños para mujeres que cuentan con 4 inodoros, 4 lavamanos y 1 ducha; beneficiará a 368 estudiantes.

La falta de saneamiento es otro gran problema que afecta a la población, por lo que es necesario el diseño de un sistema de drenaje sanitario adecuado para la población actual y la población futura. La población beneficiada es de 160 familias. Este proyecto consta de aproximadamente 2,3 kilómetros de extensión, colectores principales de tubería PVC de 8 pulgadas de diámetro, ramales secundarios con tubería PVC de 6 pulgadas de diámetro y 47 pozos de visita.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un edificio de dos niveles para la escuela primaria Tecún Umán ubicada en Bárcenas, zona 4, y de un drenaje sanitario en la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, zona 12, Villa Nueva, Guatemala, según las normas que garanticen la calidad en su ejecución.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación para el diseño de la escuela primaria Tecún Umán y de un drenaje sanitario.
2. Mejorar la calidad de la educación y de la vida, en el municipio de Villa Nueva, mediante el diseño de la escuela primaria Tecún Umán y el drenaje sanitario.
3. Aplicar los conocimientos técnicos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil en el diseño de una escuela primaria y drenaje sanitario.
4. Contribuir a través del ejercicio profesional supervisado con la elaboración de los proyectos, en la aplicación de diseño, la planificación y presupuesto.





## INTRODUCCIÓN

La educación es muy importante para el desarrollo de las comunidades, el nivel de analfabetismo en Guatemala es alto y esto se debe a que muchos niños no pueden optar a la educación por no contar con la infraestructura adecuada y cercana para tener acceso a la misma; también a la falta de sistemas de evacuación de desechos sólidos genera muchos focos de contaminación.

Uno de los principales problemas que afectan el desarrollo lo representan las fallas en la educación; por lo que se desea contribuir con un proyecto que beneficie a la educación primaria y mejorar el nivel educativo del municipio de Villa Nueva, puesto que el edificio actual con el que cuenta este centro educativo presenta deficiencias considerables en su estructura. Se realizará el diseño de un nuevo edificio para la escuela de educación primaria de dos niveles en Bárcenas, zona 3 de Villa Nueva.

Por otro lado, se planificará un drenaje sanitario en la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, zona 12 en Villa Nueva; la falta de un drenaje sanitario ha provocado muchos malos olores y riesgos a la salud de la población. Las aguas residuales no son conducidas de forma adecuada lo cual afecta la salud de la población.

El informe del ejercicio profesional supervisado (EPS) está enfocado en el planteamiento de soluciones técnicas y económicas, factibles para ambas situaciones; se presentan los diseños de la escuela y el sistema de drenaje

sanitario; incluye diseños, cálculos, presupuestos y planos finales de cada uno de los proyectos.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del lugar**

Villa Nueva es el segundo municipio más grande del departamento de Guatemala en cuanto a número poblacional. Cuenta con una villa como cabecera, y está distribuido en 17 villas, 70 colonias, 3 aldeas, 6 caseríos, 9 asentamientos, 2 parajes, 5 fincas, 3 granjas, 1 parcelamiento y una labor.

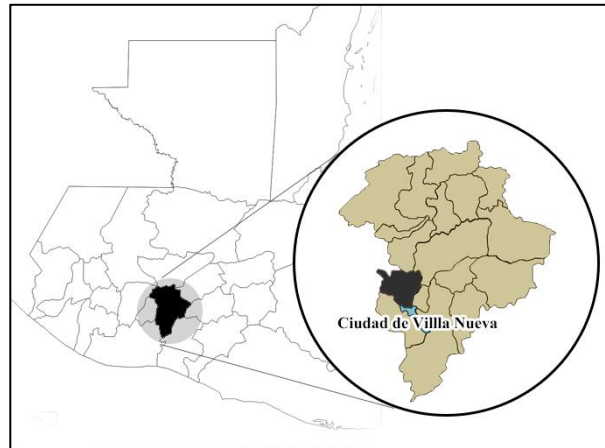
El municipio de Villa Nueva, por su ubicación estratégica cercana a la ciudad capital y a una de las principales rutas comerciales del país, como lo es la CA-9, se ha colocado como uno de los principales municipios en el desarrollo de proyectos habitacionales y en el establecimiento de industrias, solo detrás de los municipios de Guatemala y Mixco.

El municipio cuenta con servicios básicos: correos, telecomunicaciones, agua, alcantarillado, servicio eléctrico particular y público, servicio urbano y extraurbano de transporte, taxis rotativos, hoteles, comercios, estación de bomberos, cuerpo de policía, puesto de salud y sanatorios.

### **1.1.1. Ubicación y localización**

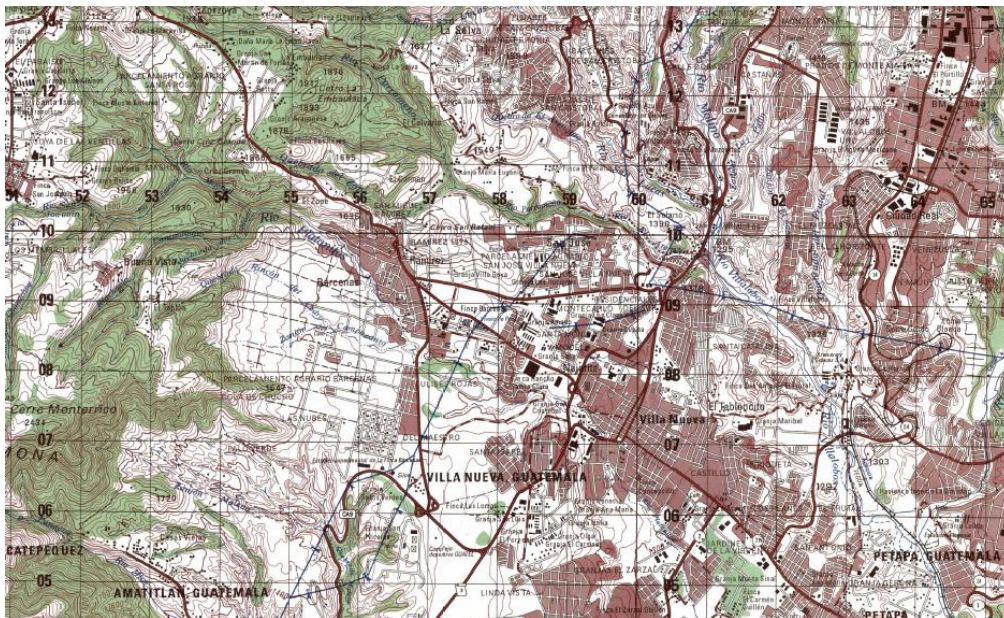
Villa Nueva es uno de los 17 municipios que conforman el departamento de Guatemala en el área metropolitana; a la vez uno de los municipios más poblados. Se ubica en el área sur central de la ciudad capital y se encuentra a 16 kilómetros de la ciudad capital. Con coordenadas: 14°32'37"N 90°35'09"O.

Figura 1. **Ubicación del municipio de Villa Nueva**



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Mapa de Villa Nueva**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. *Mapa de Villa Nueva*. <http://www.ign.gob.gt/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

### **1.1.2. Límites y colindancias**

El municipio de Villa Nueva se sitúa en la carretera CA-9 sur, en dirección al Pacífico. Colinda al norte con los municipios de Mixco y Guatemala, al este con San Miguel Petapa, al sur con Amatitlán, al oeste con Magdalena Milpas Altas y San Lucas.

### **1.1.3. Clima**

Villa Nueva es un municipio que se caracteriza por ofrecer un clima tropical cálido. Según la estación meteorológica central Insivumeh, ubicada en la zona 13 de la ciudad de Guatemala a 8,3 kilómetros del proyecto, que es la más cercana y con información completa; se obtienen los siguientes datos:

- Temperatura mínima y máxima: la temperatura en el lugar oscila entre un mínimo de 14,7 °C y un máximo de 24,6 °C.
- Temperatura promedio anual: la temperatura promedio que indica la estación es de 18,8 °C.
- Humedad relativa: la humedad relativa que se presenta en el lugar es 78 por ciento.
- Velocidad del viento: la velocidad promedio del viento en el lugar es de 5,7 kilómetros por hora.
- Presión atmosférica: la presión atmosférica que indica el barómetro de la estación es de 641,5 mm.Hg.

- Punto de rocío: dependiendo la hora cuando se haga la medición, esta temperatura, varía entre 8 y 19 grados.
- Precipitación: la precipitación en el lugar oscila entre 940 y 1 690 milímetros, presentándose en un promedio de 125 días de lluvia al año.

#### **1.1.4. Población y demografía**

En el municipio de Villa Nueva se estima que su población oscila entre 800 mil y 1 millón de personas. La ciudad de Guatemala ya sobrepasó sus límites jurisdiccionales por lo cual se ha conformado el área metropolitana de Guatemala, que es constituida por los municipios de Guatemala.

Según el censo realizado en el año 2002 por el Instituto Nacional de Estadística, se dio un crecimiento de población en un 80 %. La densidad poblacional es de 300 habitantes por hectárea y se cuenta con una tasa de crecimiento poblacional de un 3 %.

### **1.2. Servicios públicos**

A continuación, se describen los servicios públicos con los que se cuenta.

#### **1.2.1. Educación**

El municipio cuenta con escuelas de niveles preprimario, primario, básico y diversificado. Dichos centros funcionan en diferentes jornadas y fin de semana. Recientemente se aperturó un campus universitario.

### **1.2.2. Comunicación**

La municipalidad de Villa Nueva ha ejecutado varias obras de ingeniería civil, entre las cuales se encuentran la introducción de drenajes sanitario y pluvial, pavimentación de vías de comunicación, tal como: la carretera que conduce de la aldea Bárcenas a la Antigua Guatemala; se han modernización de calles y creación de boulevards para el mejoramiento de fluidez vehicular, pero cuenta con algunas vías de comunicación que ya no cumplen con su función y aumentando el caos vehicular.

### **1.2.3. Salud**

Se cuenta con apenas un centro de salud y dos hospitales regionales para poder atender a la población de Villa Nueva. En la actualidad, se realiza la construcción del hospital nacional del municipio ubicado en el kilómetro 22.

### **1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar**

La municipalidad de Villa Nueva debe garantizar a sus habitantes el mejoramiento e inversión, principalmente en obras de infraestructura debido a que algunas de ellas ya no cumplen la función con la cual fueron diseñadas y así brindar un desarrollo a la sociedad; ejemplo de ello, se tiene la escuela primaria Tecún Umán, la cual por la falta de mantenimiento y la antigüedad de la estructura, está ya se encuentra dañada; también, el crecimiento de la población, ha aumentado los alumnos que estudian en dicha escuela, ha generado sobrepoblación de los alumnos; lo cual afecta directamente a los alumnos en su educación por la falta de espacio.

Los habitantes de la comunidad Unidos 8 de Marzo, no cuentan con un sistema de drenajes sanitario. El no contar con este sistema pone en riesgo la salud de la población y daña el medio ambiente mediante la contaminación. La municipalidad tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de las condiciones de vida urbana, la cual, en este caso, consiste en la implementación del sistema mencionado anteriormente. Actualmente, la comunidad tiene calles de terracería y algunas pocas pavimentadas, debido al mal manejo de las aguas negras se generan inundaciones y mal olor lo que afecta la locomoción y salud de los habitantes.

### **1.3.1. Descripción de las necesidades**

El crecimiento de la población y el aumento de las necesidades de estudio han generado un incremento en la cantidad de alumnos en el municipio de Villa Nueva, que provoca que la funcionalidad de las escuelas existentes tenga sobrepoblación, lo que hace que dichas escuelas sean insuficientes, lo que provoca que las aulas se llenen mucho, lo que genera daños en la estructura y provoca un deterioro en la educación de los alumnos.

La salud del ser humano no solo es un derecho, sino que es uno de los principales aspectos que las autoridades buscan satisfacer y garantizar en las comunidades. Según el último informe del INE (Instituto Nacional de Estadística), en Villa Nueva, así como otros municipios del departamento de Guatemala, la segunda causa de atención en centros hospitalarios es la diarrea, que representa un 10,4 % de las atenciones.

Actualmente, la población de la comunidad Unidos 8 de marzo, Mezquital ha sido afectada por la falta de tratamiento y el estancamiento de aguas residuales, causa de las enfermedades diarreicas.



## **2. FASE TÉCNICA Y PROFECIONAL**

### **2.1. Diseño de la escuela primaria de dos niveles, Bárcenas zona 3, del municipio de Villa Nueva, Guatemala**

A continuación, se muestra el diseño de la escuela primaria.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en diseñar una edificación escolar de 2 niveles, la cual contará con los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenajes. Estará conformada por 9 aulas: 4 en el primer nivel y 5 en el segundo nivel, secretaría, salón de maestros, enfermería, clínica dental, auditorio y 4 baños, distribuidos en 2 por nivel. La estructura de la edificación estará compuesta de marcos dúctiles con losas prefabricadas, que cumple con las normas que rigen su diseño.

##### **2.1.1.1. Estudio topografía**

La forma del terreno es casi rectangular; la ubicación del nuevo edificio será donde se encuentra actualmente un área libre, la cual no tiene ninguna ocupación; el terreno es irregular, por lo que se tendrá que realizar corte, relleno y compactación.

##### **2.1.1.2. Estudio de suelos**

Para determinar las características del suelo en el área del lote en mención, se realizó una perforación o pozo a cielo abierto con una profundidad

de 5 metros y diámetro de 0,80 metros, para encontrar el valor soporte del suelo; se obtuvo una muestra inalterada de 1 *pie*<sup>3</sup>; se realizó el ensayo de corte directo, mediante la prueba de no consolidados y no drenado, el cual dio los parámetros de corte, con un ángulo de fricción de  $\emptyset = 36^\circ$ .

El método utilizado para el cálculo del valor soporte fue del Dr. Karl Terzagui, que ha demostrado ser lo suficientemente aproximado para todos los casos en el campo de su aplicación práctica. La resolución siguiente es para un suelo arcilloso

Los datos a utilizar son:

- Base = 1,00 m
- Peso específico del suelo ( $\gamma_{\text{suelo}}$ ) = 1,5 ton/m<sup>3</sup>
- Ángulo de fricción interna ( $\emptyset$ ) = 36 grados (0,63 rad)
- Desplante de cimentación (Df) = 0,8 m
- Coeficiente de cohesión del suelo ( $C_u$ ) = 0,29 Ton/m<sup>2</sup>
- Factor de seguridad (Fs) = 3

$\emptyset$  en radianes

$$\emptyset_{\text{rad}} = \frac{\emptyset * \pi}{180} \quad \emptyset_{\text{rad}} = \frac{36 * \pi}{180}$$

$$\emptyset_{\text{rad}} = 0,63 \text{ rad}$$

Cálculo de factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga (Nq):

$$Nq = \tan^2 \left( 45 + \frac{\emptyset}{2} \right) * e^{\pi * \tan \emptyset}$$

$$Nq = \tan^2 \left( 45 + \frac{36}{2} \right) * e^{\pi * \tan(36)}$$

$$Nq = 37,75 \text{ ton/m}^3$$

Cálculo del factor de capacidad de carga debido a la cohesión ( $N_c$ )

$$N_c = \cot \emptyset * (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot (0,63 * (37,75 - 1))$$

$$N_c = 50,58 \text{ Ton}/m^2$$

Cálculo del factor de capacidad de carga debido al peso del suelo ( $\gamma N$ ):

$$\gamma N = 2 * (N_q + 1) * \tan(\emptyset)$$

$$\gamma N = 2 * (37,75 + 1) * \tan(0,63)$$

$$\gamma N = 56,31 \text{ Ton}/m^2$$

Cálculo del valor del esfuerzo límite ( $q_0$ ):

$$q_0 = (0,40x \gamma_s x B x N_\gamma) + (1,3 x C_u x N_c) + (\gamma_s x D_f x N_q)$$

$$q_0 = (0,40x 1,5 x 1 x 56,31) + (1,3 x 1,45 x 50,58) + (1,5 x 0,8 x 37,75)$$

$$Q_0 = 98,15 \text{ Ton}/m^2$$

Cálculo de valor soporte del suelo ( $V_s$ ):

$$V_s = q_0 / F_s$$

$$V_s = 98,15 / 3$$

$$V_s = 32,72 \text{ Ton}/m^2$$

Factor de seguridad (FS) = 3, se utilizó este factor ya que el suelo es limoso y arenoso; con este factor se estarán cubriendo las deficiencias que pudieran haberse cometido en la obtención de la muestra, traslado y realización del ensayo; seguridad a la construcción con un valor mayor al cálculo y entra en

el rango de valor soporte para los diferentes tipos de suelo conforme la siguiente tabla.

Tabla I. **Valor soporte permisible del suelo**

<b>Valor soporte permisible, según tipo de suelo</b>		
<b>MATERIAL DEL SUELO</b>	<b>TON/M<sup>2</sup></b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada y porosa	22-86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
<b>Suelos limosos</b>	<b>32</b>	<b>Densos</b>
<b>Suelos limosos</b>	<b>16</b>	<b>Densidad mediana</b>

Fuente: VILLALAZ, Crespo. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p.193.

### **2.1.1.3. Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto para lograr tener un lugar agradable pero también funcional; estos combinados con las limitaciones del espacio, recursos y materiales conjuntamente con criterios del diseño.

#### **2.1.1.3.1. Distribución de ambientes**

La distribución de ambientes debe realizarse para prestar un servicio adecuado a las necesidades de los estudiantes de la localidad; cuida que cada ambiente cumpla con las normas de construcción adecuada; además de mantener los ambientes en orden y limpieza.

#### **2.1.1.3.2. Altura del edificio**

Las aulas, secretarías, aulas de maestros y clínicas. Del primer y segundo nivel de la estructura es de 3,4 m del nivel del piso al cielo raso.

#### **2.1.1.3.3. Sistema estructural a utilizar**

En la elección del sistema estructural influyen, en la toma de decisiones, los factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, la forma y dimensiones. Los materiales y el proceso de ejecución.

Para este caso, se decidió utilizar un sistema estructural de tipo de marcos dúctiles, con losa prefabricada y muros tabiques de mampostería de block; además, todo el sistema se construirá en obra usando los métodos tradicionales.

### **2.1.2. Análisis estructural**

Análisis estructural es el proceso para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla. Para el edificio de aulas se hace el análisis estructural de la forma siguiente.

#### **2.1.2.1. Predimensionamiento estructural**

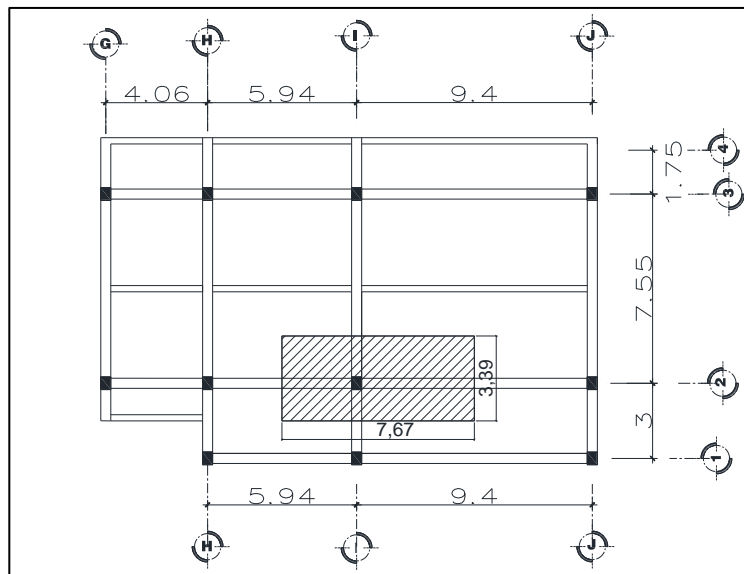
Predimensionar la estructura es dar las medidas preliminares a los elementos que la componen, que serán utilizados para soportar las cargas

aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos que se describen a continuación:

### 2.1.2.1.1. Columnas

El método que se utiliza para predimensionar las columnas determina la sección y se basa en la carga aplicada a esta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas; por tal razón, se toma la columna crítica; es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Figura 3. **Área tributaria sobre columna crítica**



fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Tabla II. **Carga axial sobre columna, segundo nivel**

<b>Segundo nivel</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>P (kg)</b>
losa	300	40,53	12 159
viga	1 680	3,882	6 521,76
repello + cernido	25	40,53	1 013,25
tabiques	0	0	0
instalaciones	25	40,53	1 013,25
sobrecarga	200	40,53	8 106
			28 813,26

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Carga axial sobre columna, primer nivel**

<b>Primer nivel</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>P (kg)</b>
losa	300	40,53	12 159
viga	1 680	3,882	6 521,76
repello + cernido	25	40,53	1 013,25
tabiques	250	43,996	10 999
instalaciones	25	40,53	1 013,25
sobrecarga	200	40,53	8 106
columna	960	1,36	1 305,6
			41 117,86

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, las fuerzas axiales quedan de la siguiente manera:

$$P_{\text{actuante Nivel 2}} = 28\,813,26 \text{ kg}$$

$$P_{\text{actuante Nivel 1}} = 41\,117,86 + 2\,881,26 = 69\,931,12 \text{ kg}$$

$$\text{Carga total factorizada PU} = 1,4(\text{CM}) + 1,7(\text{CV} \cdot \text{A})$$

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ (Kg/m}^2\text{) AGUIES NSE 2}$$

$$\text{PU} = 1,4 \cdot (69\,931,12) + 1,7 \cdot (40,53 \cdot 200) = 111\,683,768 \text{ kg}$$

Con el peso que soporta la columna se determina la sección de la columna.

$$P_u = 0,80 \Phi (0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}) \text{ (ACI 318s-11, capítulo 10.3.6.2)}$$

Donde  $A_s$  oscila entre  $1 \% A_g \leq A_s \leq 8 \% A_g$  (ACI 318s-11, capítulo 10.9)

$$\Phi = 0,7$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/ cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ (kg/ cm}^2)$$

Sustituyendo valores en ecuación:

$$11\ 683,768 \text{ kg} = 0,80 * (0,70) (0,85 * 280 \text{ kg/ cm}^2 * (A_g - 0,01A_g) + (4\ 200 \text{ kg/ cm}^2 * 0,01A_g)$$

$$A_g = 718,37 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de 40 x 50 que supere el área necesaria y las limitantes.

### **2.1.2.1.2. Vigas**

Para predimensionar las vigas, el método utilizado determina el peralte o altura de la viga, esta depende de la luz que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador, se usa aquí el ancho de las columnas. En este caso solo se calcula la viga crítica, es decir, la de mayor longitud; queda las otras con igual sección.



La luz libre del elemento  $L_n$  no debe ser menor que cuatro veces la altura útil.  $L_n > 4h$  (ACI 318s-11, capítulo 21.5.1.2)

El ancho del elemento  $b_w$  no debe ser menor que el más pequeño de 0,3 de la altura y 25 cm (ACI 318s-11, capítulo 21.5.1.3)

$$h_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * 0,08$$

$$h_{\text{viga}} = 9 * 0,08 = 72 \text{ cm}$$

Se propone una base de 30 cm; la sección tendrá las dimensiones de 0,70 m \* 0,30 m.

Se propone una viga intermedia de una altura de 50 cm y una base de 30 cm.

#### **2.1.2.1.3. Losas**

En la fabricación de la losa, la municipalidad de Villa Nueva optó por losa con vigueta y bovedilla, ya que en esta no se necesita el uso de equipo especial para su colocación; puesto que todos sus elementos pueden ser manejados manualmente. La colocación es tan simple que no se requieren obreros especializados.

En nuestro medio existen muchas industrias que se dedican a fabricar los productos empleados en este sistema de losas, viguetas y bovedillas. Como es natural cada una los producen con variaciones en cuanto a sus dimensiones, materiales utilizados, entre otras; tales diferencias son mínimas en la mayoría de los casos.

Espesos de losa, dado por el proveedor: 20 cm

#### **2.1.2.1.4. Cimiento**

Para los cimientos se usan zapatas aisladas, cuyo predimensionamiento se presenta en el diseño de zapatas (página 76).

#### **2.1.2.2. Integración de cargas**

Las cargas en una estructura, de acuerdo con la dirección en que se aplican, se dividen en: horizontales y verticales.

Datos:

- Peso de concreto = 2 400 kg/m<sup>3</sup>
- Acabados = 50 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de piso = 90 kg/m<sup>2</sup>
- Muros de tabiques = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de losa = 240 kg/m<sup>2</sup>

Carga viva (Kg/m<sup>2</sup>) AGUIES NSE 2:

- Aula = 200
- Pasillo o escalera = 500
- Salón de lectura o biblioteca = 200
- Área estanterías bibliotecas = 600
- Azotea = 200

### 2.1.2.2.1. Peso total de la estructura

También llamada carga de gravedad, se divide en carga viva y carga muerta. La carga viva es ocasional, como el peso de personas. 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 integran la estructura.

- Carga muerta y viva del según nivel
  - $W_{columna} = (\text{dimensiones de la columna} * \text{Núm. columnas} * \text{longitud de columna} * \text{peso de concreto}).$
  - $W_{columna} = ((0,40 \text{ m} * 0,50 \text{ m}) * 14 \text{ col} * 3,4 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 22\,848 \text{ kg}$
  - $W_{viga1} = (\text{dimensiones de viga} * \text{metros lineales de viga} * \text{peso del concreto}).$
  - $W_{viga1} = ((0,3 \text{ m} * 0,50 \text{ m}) * 70,93 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 25\,534,8 \text{ kg}.$
  - $W_{viga2} = (\text{dimensiones de viga} * \text{metros lineales de viga} * \text{peso del concreto}).$
  - $W_{viga2} = ((0,3 \text{ m} * 0,70 \text{ m}) * 58,80 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 29\,635,20 \text{ kg}.$
  - $W_{vigasec} = (\text{dimensiones de viga} * \text{metros lineales de viga} * \text{peso del concreto}).$

- $W_{vigasec} = ((0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m}) * 29,39 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 8\,817 \text{ kg}.$
- $W_{losa} = (\text{peso losa} * \text{área total de losas}).$
- $W_{losa} = (240 \text{ kg/m}^2 * 306,14 \text{ m}^2) = 73\,473,60 \text{ kg}.$
- $W_{piso} = (\text{peso de piso} * \text{área tota}).$
- $W_{SC} = (90 \text{ kg/m}^2 * 306,12 \text{ m}^2) = 27\,552,60 \text{ kg}.$
- $W_{acabados} = (\text{pesos acabados} * \text{área toral}).$
- $W_{acabados} = (50 \text{ Kg/m}^2 * 383,48 \text{ m}^2) = 19\,174 \text{ kg}.$
- $W_{muros} = (\text{peso de muros} * \text{área de muros}).$
- $W_{muros} = (250 \text{ kg/m}^2 * 383,48 \text{ m}^2) = 95\,870 \text{ kg}.$
- $\text{Carga muerta segundo nivel} = (W_{columna} + W_{viga1} + W_{viga2} + W_{vigasec} + W_{losa} + W_{piso} + W_{acabados} + W_{muros}).$
- $\text{Carga muerta del segundo nivel} = (22\,848 \text{ kg} + 25\,534,8 \text{ kg} + 29\,635,2 \text{ kg} + 8\,817 \text{ kg} + 73\,473,60 \text{ kg} + 27\,552,60 \text{ kg} + 19\,174 \text{ kg} + 95\,870 \text{ kg}) = 302\,905,20 \text{ kg}.$
- $C_v = (\text{área total azotea} * \text{carga de azotea}).$
- $C_v = (306,14 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2) = 61\,228 \text{ kg}$

- $Ws2 = 100 \% CM + 25 \% CV.$
- $Ws2 = 302\ 905,20\text{ kg} + (0,25*61\ 228) = 318\ 212,2\text{ kg}.$
- Carga muerta y viva de primer nivel
  - $W_{columna} = ((0,40\text{ m}*0,50\text{ m}) * 14\text{ col} * 3,4\text{ m} * 2\ 400\text{ kg/m}^3) = 22\ 848\text{ kg}.$
  - $W_{viga1} = ((0,3\text{ m}*0,50\text{ m}) * 70,93\text{ m} * 2\ 400\text{ kg/m}^3) = 25\ 534,8\text{ kg}.$
  - $W_{viga2} = ((0,3\text{ m}*0,70\text{ m}) * 58,80\text{ m} * 2\ 400\text{ kg/m}^3) = 29\ 635,20\text{ kg}.$
  - $W_{vigasec} = ((0,25\text{ m}*0,50\text{ m}) * 29,39\text{ m} * 2\ 400\text{ kg/m}^3) = 8\ 817\text{ kg}.$
  - $W_{losa} = (240\text{ kg/m}^2 * 306,14\text{ m}^2) = 73\ 473,60\text{ kg}.$
  - $W_{piso} = (90\text{ kg/m}^2 * 306,12\text{ m}^2) = 27\ 552,60\text{ kg}.$
  - Carca muerta del primer nivel =  $(22\ 848\text{ kg} + 25\ 534,8\text{ kg} + 29\ 635,2\text{ kg} + 8\ 817\text{ kg} + 73\ 473,60\text{ kg} + 61\ 228\text{ kg}) = 187\ 861,20.$
  - $Cv = ((240,34\text{ m}^2 * 200\text{ Kg/m}^2) +(65,80\text{ m}^2 * 500\text{ Kg/m}^2) = 80\ 968\text{ kg}.$
  - $Ws1 = 187\ 861,20+(0,25*80\ 968) = 208\ 103,2\text{ kg}.$
  - $Ws\ total = Ws2 +Ws1.$

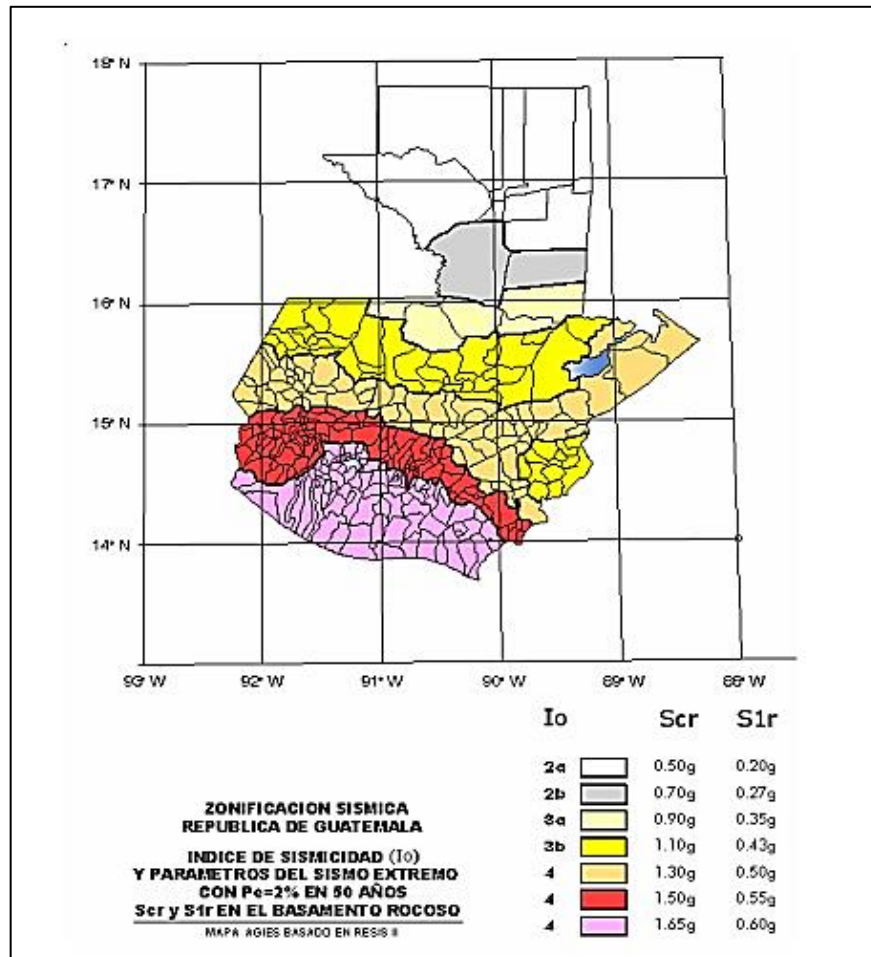
- $W_s \text{ total} = 318\,212,2 \text{ kg} + 187\,861,20 \text{ kg} = 5\,263\,154,4 \text{ kg} = 526,32 \text{ ton.}$

#### **2.1.2.2.2. Método AGIES**

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

Como primer paso, se ubica la zona en donde será construida la edificación según el mapa AGIES.

Figura 4. Zonificación sísmica para la república de Guatemala



Fuente: AGIES. Normas de seguridad AGIES. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

- $I_o$  = índice de sismicidad es una medida relativa de la severidad esperada del sismo en una localidad.
- $S_{cr}$  = ordenada espectral de periodo corto.

- $S_{1r}$  = ordenada espectral con periodo de 1 segundo del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés.

$$I_0 = 4$$

$$S_{cr} = 1,65 \text{ g} \quad S_{1r} = 0,60 \text{ g}$$

Se determina el nivel de protección por la probabilidad del sismo.

Tabla IV. **Niveles mínimos de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño**

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$I_0 = 5$	E	E	D	C
$I_0 = 4$	E	D	D	C
$I_0 = 3$	D	C	C	B
$I_0 = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder un sismo de diseño	5% en 50 años	5% en 50 años	10% en 50 años	No aplica
a) ver clasificación de obra en Capítulo 3, norma NSE 1 b) ver índice de sismicidad en Sección 4.2.1 c) ver Sección 4.3.4, para selección de espectro sísmico de diseño según probabilidad de excederlo d) para ciertas obras que hayan sido calificadas como "críticas" el ente estatal correspondiente puede considerar probabilidad de excedencia de 2% en 50 años ( $K_d = 1.00$ en sección 4.3.4) e) "esencial" e "importante" tienen la misma probabilidad de excedencia – se diferencian en el Nivel de Protección y en las deformaciones laterales permitidas				

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

- Prioridad importante: clase de obra = D

Se calcula el periodo de vibración.

$$T_a = Kt(hn)^x$$



Donde:

- $h_n$  = es la altura total del edificio, en metros desde la base definida.
- $K_T$  y  $x$  = factor utilizado dependiente del sistema estructural según los siguientes casos.

Figura 5. **Niveles mínimos de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño**

(a)	$K_T = 0.049$ , $x=0.75$ para sistemas estructurales E1, E3, E4 o E5;
(b)	$K_T = 0.047$ , $x=0.90$ solamente para sistemas estructurales E2 de concreto reforzado que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas <sup>1</sup> ;
(c)	$K_T = 0.047$ , $x=0.85$ para sistemas E2 de concreto reforzado con fachadas rígidas <sup>2</sup> o que no cumplan con el párrafo anterior;
(d)	$K_T = 0.072$ , $x=0.80$ solamente para sistemas estructurales E2 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas <sup>3</sup> ;
(e)	$K_T = 0.072$ , $x=0.75$ para sistemas E2 de acero rigidizados <sup>4</sup> .

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Se usará un  $K_T = 0,047$  y  $x = 0,90$  para marcos estructurales de concreto reforzados que sean abiertos o fachadas de vidrio o paneles livianos.

$$T_a = 0,047(7,20)^{0,90} = 0,277 \text{ seg}$$

Se hacen los ajustes por clase de sitio.

- Cálculo de coeficiente de sitio  $F_a$  y  $F_v$ ; estos dependen de la clase de sitio, que varían según el tipo de suelo.

Tabla V. **Guía para la clasificación de sitio**

Clase de Sitio		$V_{ps}$ todo el perfil	$N_p$ todo el perfil	$N_{Dz}$ sector no-cohesivo	$S_{Dz}$ sector cohesivo
AB	Roca	750 m/s	No aplica	No aplica	No aplica
C	Suelo muy denso o roca suave	750 a 360 m/s	$\geq 30$	$\geq 30$	$> 200$ kPa
D	Suelo firme y rígido	360 a 180 m/s	30 a 5	30 a 5	200 a 50 kPa
E	Suelo suave	$< 180$ m/s	$\leq 5$	$\leq 5$	$< 50$ kPa
		Cualquier perfil de suelo con un estrato de 3.0 m o más con índice de plasticidad $IP > 20$ ; humedad $w \geq 40\%$ y $S_{Dz} < 25$ kPa			
F	Suelo con problemas especiales	Véase NSE 2.1 Capítulo 5			

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

- Clase de sitio = D, lo que corresponde a un suelo firme y rígido.

Donde:

- $F_a$  = coeficiente de sitio para periodos de vibración cortos y se obtienen de la tabla V.
- $F_v$  = coeficiente de sitio para periodos largos y se obtiene de la tabla VI.

Tabla VI. **Coefficiente de sitio Fa**

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
D	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
E	1.7	1.2	1.0	0.9	0.9
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Tabla VII. **Coefficiente de sitio Fv**

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
E	3.2	2.8	2.6	2.4	2.4
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

$$F_a = 1,0$$

$$F_v = 1,5$$

- Ordenadas espectrales
  - Distancia horizontal a la falla: 15 km

Tabla VIII. **Factor  $N_a$  para periodos cortos de vibración**

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)		
	$\leq 2$ km	5 km	$\geq 10$ km
A	1.25	1.12	1.0
B	1.12	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar la distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km  
 Nota 2: utilizar el factor  $N_s$  que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Tabla IX. **Factor  $N_v$  para periodos cortos de vibración**

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)			
	$\leq 2$ km	5 km	10 km	$\geq 15$ km
A	1.4	1.2	1.1	1.0
B	1.2	1.1	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km  
 Nota 2: utilizar el factor  $N_v$  que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

De las tablas VII y IX se obtiene:

- $N_a = 1$
- $N_v = 1$

Cálculo de  $S_{cs} = S_{cr} * Fa * Na$  y  $S_{1s} = S_{1r} * Fv * Nv$

Donde:

- $S_{cs}$  = ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con periodo de vibración corto.
- $S_{1s}$  = orden espectral correspondiente a periodos de vibración de 1 segundos.

$$S_{cs} = 1,65 * 1,0 * 1 = 1,65$$

$$S_{1s} = 0,60 * 1,5 * 1 = 0,90$$

- Periodo de transición ( $T_s$ )

- $T_s$  = el periodo que separa los periodos cortos de los largos.

$$T_s = S_{1s} / S_{cs}$$

$$T_s = 0,90 / 1,65 = 0,55$$

Tabla X. **Factores de escala**

Los siguientes factores determinan los niveles de diseño:		
Sismo ordinario	-- 10% probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d=0.66$
Sismo severo	-- 5% probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d=0.80$
Sismo extremo	-- 2% probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d=1.00$
Sismo mínimo	-- condición de excepción	$K_d=0.55$

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Donde:

- Kd es un coeficiente que determina los niveles del diseño.

Se calculará para un sismo severo; es decir, un 5 % de probabilidad de ser excedido en 50 años, por lo que el Kd es de 0,80.

- Espectro calibrado al nivel de diseño requerido:

$$S_{cd} = k_d * S_{cs}$$

$$S_{1d} = k_d * S_{1s}$$

$$S_{cd} = 0,80 * 1,65 = 1,32$$

$$S_{1d} = 0,80 * 0,90 = 0,72$$

- Las ordenadas espectrales  $S_a(T)$  para cualquier periodo de vibración T, se definen como:

$$S_a(T) = S_{cd} \text{ si } T < T_s$$

$$S_a(T) = S_{1d} / T \text{ si } T > T_s$$

$$\text{Como } T_a < T_s$$

$$0,28 < 0,55$$

$$S_a(T) = S_{cd} = 1,32$$

Donde:

- $S_a(T)$  = demanda sísmica de diseño para una estructura con periodo T, obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio.

Se calcula el coeficiente de corte basal según AGIES.

$$C_s = S_a(T)/R$$

Donde R depende del sistema de marcos que se haya escogido.

Para esto se escogieron marcos tipo A, con una gran capacidad sismorresistente.

Donde:

- R = factor genérico de reducción de respuesta sísmica depende de las características genéricas del sistema estructural seleccionado por los diseñadores.

Tabla XI. **Coefficientes y factores para diseño de sistemas sismorresistentes**

	SISTEMA ESTRUCTURAL (sección 1.5)	Sistema Constructivo Véase Secc1.5.8	R	$\Omega_r$	$C_d$	Límite de altura en metros			
						Nivel de Protección			
						B	C	D	E
E1	SISTEMA DE MARCOS								
E1-A	Marcos tipo A	NSE 7.1	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
	De concreto reforzado De acero estructural	NSE 7.5	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
E1-B	Marcos tipo B	NSE 7.1	5	3	4.5	50	30	12	NP
	De concreto reforzado De acero estructural	NSE 7.5	4.5	3	4	50	30	12	NP
E1-C	Marcos tipo C	NSE 7.1	3	3	3	30	NP	NP	NP
	De concreto reforzado De acero estructural	NSE 7.5	3.5	3	2.5	30	NP	NP	NP

Fuente: AGIES. *Normas de seguridad AGIES*. <https://www.agies.org/normas-de-seguridad-estructural-2018/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

$$C_s = 1,32/8 = 0,17$$

#### **2.1.2.2.3. Corte basal**

El total de las fuerzas sísmicas equivalentes que actúan sobre la edificación, en cada dirección de análisis, se representará por medio del cortante estático equivalente al límite de cedencia en la base de la estructura o simplemente cortante basal estático a cedencia ( $V_b$ ), según AGIES.

$$V_b = C_s * W_s$$

Donde:

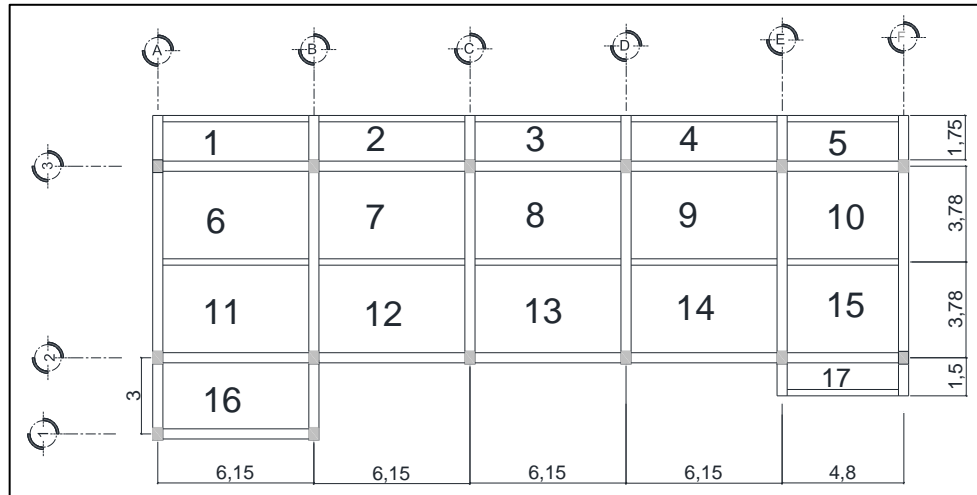
- $W_s$  = peso de la edificación
- $C_s$  = coeficiente sísmico
- $V_s = 0,17 * 526\ 315,4\ \text{kg} = 86\ 842,04\ \text{kg} = 86\ 842,04\ \text{ton}$

#### **2.1.2.2.4. Cargas horizontales**

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



Figura 6. Planta típica escuela



fuentes: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Área de las losas

$$A = \text{largo} * \text{ancho}$$

- $A_1, A_2, A_3, A_4 = 1,75 * 6,15 = 10,76 \text{ m}^2$
- $A_5 = 8,38 \text{ m}^2$
- $A_6, A_7, A_8, A_9 = 23,22 \text{ m}^2$
- $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14} = 23,22 \text{ m}^2$
- $A_{10}, A_{15} = 18,08 \text{ m}^2$
- $A_{16} = 18,45 \text{ m}^2$
- $A_{17} = 7,18 \text{ m}^2$

- Carga muerta (CM) 1er, 2do nivel

$$CM = (\text{área losa} * \text{carga losa}) + (\text{área losa} * \text{sobre carga})$$

- CM 1,2,3,4 =  $(10,76*300) + (10,76*200) = 5\,381,25$  kg
- CM 5 = 4 191,25 kg
- CM 6,7,8,9,11,12,13,14= 11 608,125 kg
- CM 10,15 = 9041,125 kg
- CM 16 = 9225 kg
- CM 17 = 3592,5 kg

- Carga viva (CV) 1er nivel

$$CV = \text{área losa} * \text{carga del ambiente}$$

- CV 1,2,3,4 = 5 381,3 kg
- CV 5 = 4 191,3 kg
- CV 6,7,8,9,11,12,13,14 = 4 643,3 kg
- CV 10,15 = 3 616,5 kg
- CV 16 = 3 690 kg
- CV 17 = 1 437 kg

- Carga viva (CV) 2do nivel

- CV 1,2,3,4 = 2 152,5 kg
- CV 5 = 1 676,5 kg
- CV 6,7,8,9,11,12,13,14 = 4 643,25 kg
- CV 10,15 = 3 616,45 kg
- CV 16 = 3 690 kg

- CV 17 = 1 437 kg
- Centro de masa 1er, 2do nivel

$$Cmx = (\text{sumatoria de } W_{total} * Distx) / (\text{sumatoria de } W_{total})$$

Donde:

- $W_{total} = \text{carga muerta} + \text{carga viva}$
- $DistX = \text{distancia del eje inicia hasta el centro de la losa}$

Para la losa 1, 1er nivel eje (x,y) :

- $W_{total} = 5\,381,25 + 5\,381,25 = 10\,762,5$
- $DistX = 3\,075$
- $DistY = 11\,425$
- $W_{total} * DistX = 10\,762,5 * 3\,075 = 33\,094,6875$
- $W_{total} * DistY = 10\,762,5 * 11\,425 = 122\,961,5625$

Este procedimiento es el mismo para el segundo nivel, para simplificar los cálculos no se realizarán los de las demás losas.

- $Cmx1 = 3\,213\,803,339 / 22\,403,2 = 14,30$
- $Cmy1 = 1\,670\,639,854 / 22\,403,2 = 7,43$
- $Cmx2 = 2\,919\,177,5 / 206\,758,7 = 14\,118$
- $Cmy2 = 1\,465\,623,94 / 206\,758,7 = 7\,088$

- Centro de rigidez
  - Fuerza lateral (Fx) 1er, 2do nivel= Cvx \* corte basal.
  - Coeficiente de respuesta sísmica (Cvx) = (W\*Hx) / sumatoria (W\*Hx).
  - $W*Hx1 = \text{peso total del nivel} * \text{altura del nivel} = 241,78*3,4 = 822,04 \text{ ton/m.}$
  - $W*Hx2 = 351,89*6,8 = 2\ 392,83 \text{ ton/m.}$
  - $Cvx1 = (822,04/822,04+2\ 392,83) = 0,255701.$
  - $Cvx1 = (2\ 392,83/822,04+2\ 392,83) = 0,744299.$
  - $Fx1 = 0,255701*97,9549 = 25,05 \text{ ton.}$
  - $Fx2 = 0,744299*97,9549 = 72,91 \text{ ton.}$

Módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ ) =  $15100 * \sqrt{F^c}$

$$E_c = 15\ 100 * \sqrt{2\ 800} = 252\ 671,33 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de cortante (G) =  $0,4*E_c = 0,4*252671,33 = 101\ 068,53 \text{ kg/cm}^2$

- H = altura de las columnas (cm), según el nivel
- Inercia de la columna (I) =  $(1/12) * \text{ancho} * \text{alto}^3$
- $I = (1/12) 40*50^3 = 416\ 666,67 \text{ cm}^4$
- Área columna (A) =  $40 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = 2\ 000 \text{ cm}^2$
- $K_c (\text{entrepiso}) = 1/((F_x*H^3)/(12*E_c*I)) + ((1,2*F_x*H)/(A*G))$
- $K_c (\text{techo}) = 1/((F_x*H^3)/(3*E_c*I)) + ((1,2*F_x*H)/(A*G))$

- $K_c$  (entrepiso) =  $1 / ((25\ 047,125 \cdot 340^3) / (12 \cdot 252\ 671,33 \cdot 416\ 666,67)) + ((1,2 \cdot 25047,125 \cdot 340) / (2\ 000 \cdot 101\ 068,53)) = 0,10851 \text{ cm}^{-1}$
- $K_c$  (techo) =  $1 / ((72\ 907,798 \cdot 340^3) / (12 \cdot 72\ 907,798 \cdot 416\ 666,67)) + ((1,2 \cdot 25\ 047,125 \cdot 340) / (2\ 000 \cdot 101\ 068,53)) = 1,2051 \text{ cm}^{-1}$ .
- $CR = (\text{sumatoria de } K_m \times L) \cdot (\text{sumatoria de } K_m \text{ (cm}^{-1}\text{)})$
- $K_m \text{ (cm}^{-1}\text{)} = \text{número de columnas por eje} \cdot k_c$
- $K_m \times L = \text{distancia hasta el eje} \cdot k_m$

Tabla XII. **Centro de rigidez 2do nivel, eje X**

Marco	# Columnas	$K_c \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	$K_m \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	Lacum. (m)	$K_m \times L$
A	3	0,10845951	0,325379	0	0
B	3	0,10845951	0,325379	6,15	2,001078
C	2	0,10845951	0,216919	12,3	2,668104
D	2	0,10845951	0,216919	18,45	4,002156
E	2	0,10845951	0,216919	24,6	5,336208
F	2	0,10845951	0,216919	29,39	6,37525
Total			1,518433		20,3828

Fuente: elaboración propia.

- $CR_{x2} = 20,3828 / 1,5184 = 13,4235$

Simplificando las operaciones solo se pondrán los resultados de los otros ejes.

- $CR_{y2} = 5,8071 \text{ m}$
- $CR_{x1} = 13,4235 \text{ m}$
- $CR_{y1} = 5,8071 \text{ m}$

- Excentricidad (e)
  - $e = C_m - C_R$

Tabla XIII. **Excentricidad**

NIVEL	EJE	CM (m)	CR (m)	ex	ey
2	X	14,11876836	13,42357	0,695197	1,281430904
	Y	7,088573761	5,807143		
1	X	14,30244008	13,42357	0,878869	1,627732238
	Y	7,434875095	5,807143		

Fuente: elaboración propia.

- Excentricidad accidental
  - $e_{1x-y} = |CM_{XY} - CR_{XY}| + 0,05 * b$
  - b = la distancia del marco en ambos lados
  - $b_x = 29,4 \text{ m}$                        $b_y = 12,3 \text{ m}$

Tabla XIV. **Excentricidad accidental 2do nivel**

Segundo nivel	$E_{X \ 1 \ (m)}$	2,165196936
	$E_{X \ 2 \ (m)}$	-0,77480306
	$E_{Y \ 1 \ (m)}$	1,896430904
	$E_{Y \ 2 \ (m)}$	0,666430904

Primer nivel	$E_{X \ 1 \ (m)}$	2,348869
	$E_{X \ 2 \ (m)}$	-0,59113
	$E_{Y \ 1 \ (m)}$	2,242732
	$E_{Y \ 2 \ (m)}$	1,012732

Fuente: elaboración propia.

- Carga sísmica

Donde:

$V_T = \text{corte total} = (V_s + V_t)$

$d_i = \text{distancia del centro de la estructura hacia el eje}$

$V_s = \text{corte por sismo} = (\sum km \times F_x) / \sum km$

$V_t = \text{corté por torsión} = (\sum e_m \times F_x \times (km \times d_i)) / \sum (km \times d_i^2)$

Tabla XV. Carga sísmica, 2do nivel, sobre el eje x

EJE	$e_{(m)}$	$F_x$ (kg)	$K_m$	$d_i$	$K_m \times F_x$	$K_m \times d_i$	$K_m \times d_i^2$	$V_s$	$V_t$	$V_T$	$V_{T \text{ a usar}}$
A	$e_{1x}$	2.165196936	72907.8	0.325379	23723	-4.78306	70.3110441	15623.1	-4557.834229	11065.27	11065.26536
	$e_{2x}$	-0.77480306							1630.994329	1630.994	
B	$e_{1x}$	2.165196936	72907.8	0.325379	23723	-2.78199	23.7859832	15623.1	-2650.985215	12972.11	12972.11437
	$e_{2x}$	-0.77480306							948.639559	948.6396	
C	$e_{1x}$	2.165196936	72907.8	0.216919	15815	-0.52061	1.24945351	10415.4	-496.0908004	9919.309	9919.308925
	$e_{2x}$	-0.77480306							177.5231923	177.5232	
D	$e_{1x}$	2.165196936	72907.8	0.216919	15815	0.687633	2.17979747	10415.4	655.2532655	11070.65	11070.65299
	$e_{2x}$	-0.77480306							-234.4785499	-234.479	
E	$e_{1x}$	2.165196936	72907.8	0.216919	15815	2.147498	21.2602324	10415.4	2046.374552	12461.77	12461.77428
	$e_{2x}$	-0.77480306							-732.2831683	-732.283	
F	$e_{1x}$	2.165196936	72907.8	0.216919	15815	3.188709	46.8740294	10415.4	3038.556153	13453.96	13453.95588
	$e_{2x}$	-0.77480306							-1087.329553	-1087.33	
TOTAL			1.52				165.66				

Fuente: elaboración propia.

Se utiliza el valor en el eje que se desea analizar; en este caso sería el eje b y el eje 3.

Para simplificar los resultados solo se pondrán los resultados de los otros ejes.

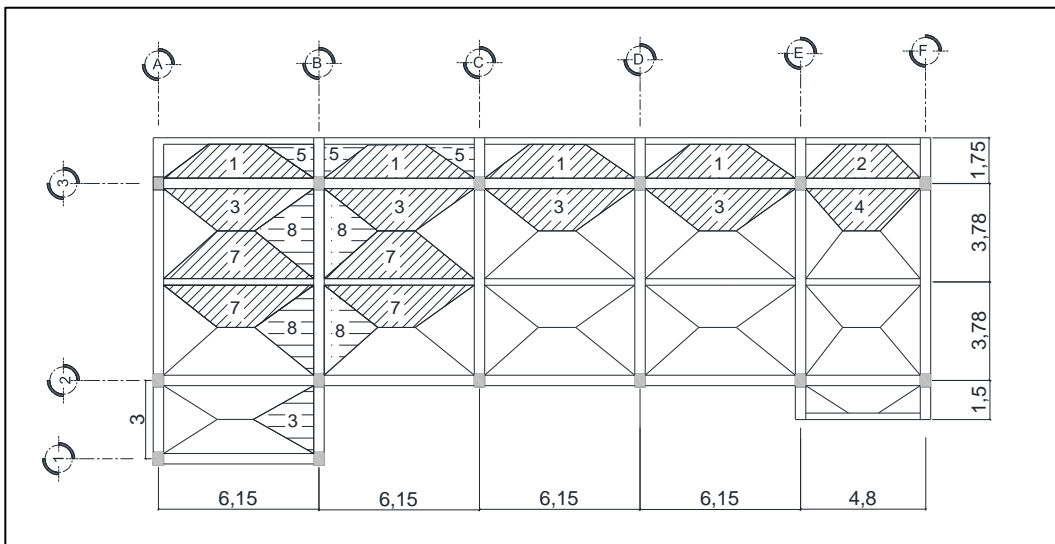
- Segundo nivel eje b = 12972,1143 kg
- Segundo nivel eje 3 = 45771,56 kg
- Primero nivel eje b = 4379,25 kg

- Primer nivel eje 3 = 16635,83 kg

### 2.1.2.2.5. Cargas verticales

También llamadas cargas por gravedad, se dividen en carga viva y carga muerta. La carga viva es ocasional, como el peso de personas. La carga muerta es aquella que permanece constante, inamovible y permanece dentro de una estructura; generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integran la estructura.

Figura 7. Planta típica escuela



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Peso de la viga
  - Viga 1-2 =  $Y_{\text{contreco}} \cdot \text{longitud viga} \cdot \text{sección viga}$
  - Viga 1-2 =  $2\,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 3\text{m} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} = 1\,080$



- Viga 2-3 = 3 805,2
  - Viga 3-4 = 882
  - Viga a-b-c-d-e = 2 214
  - Viga e-f = 1 724,4
  - Viga intermedia = 1 845
- Eje B segundo nivel

Tramo 1-2

- $W_{cm} = ((\text{área tributaria (cm losa + cm sobrecarga)}) + \text{peso viga}) / \text{longitud viga}.$
- $W_{cv} = (\text{área tributaria (Cv según AGIES)}) / \text{longitud de viga}.$
- $W_{cm} = ((2,25 \text{ m}^2 (300 \text{ kg/ m}^2 + 200 \text{ kg/ m}^2) + 1 080 \text{ kg}) / 3 \text{ m}) = 735 \text{ kg/m}.$
- $W_{cv} = ((2,25 \text{ m}^2 (200 \text{ kg/ m}^2)) / 3\text{m}) = 150 \text{ kg/m}.$

TRAMO 2-3	$W_{cm} = 1 450,2516$	$W_{cv} = 378,5007$
TRAMO 3-4	$W_{cm} = 1 379$	$W_{cv} = 350$

- Eje B primer nivel

$W_{cm} = ((\text{área tributaria (Cm losa + Cm sobrecarga)}) + \text{peso viga} + (\text{peso de muros} * \text{longitud muro} * \text{altura muro}) / \text{longitud viga}$

TRAMO 1-2	$W_{cm} =$	1 585	$W_{cv} =$	150
-----------	------------	-------	------------	-----

TRAMO 2-3  $W_{cm} = 2\,300\,251\,656$   $W_{cv} = 378,500662$   
 TRAMO 3-4  $W_{cm} = 1\,379$   $W_{cv} = 875$

- **Viga intermedia**

TRAMO A-B  $W_{cm} = 9\,888,79$   $4\,944,395$   $W_{cv} = 3\,217,516$   $1\,608,758$   
 TRAMO B-C  $W_{cm} = 9\,888,79$   $4\,944,395$   $W_{cv} = 3\,217,516$   $1\,608,758$

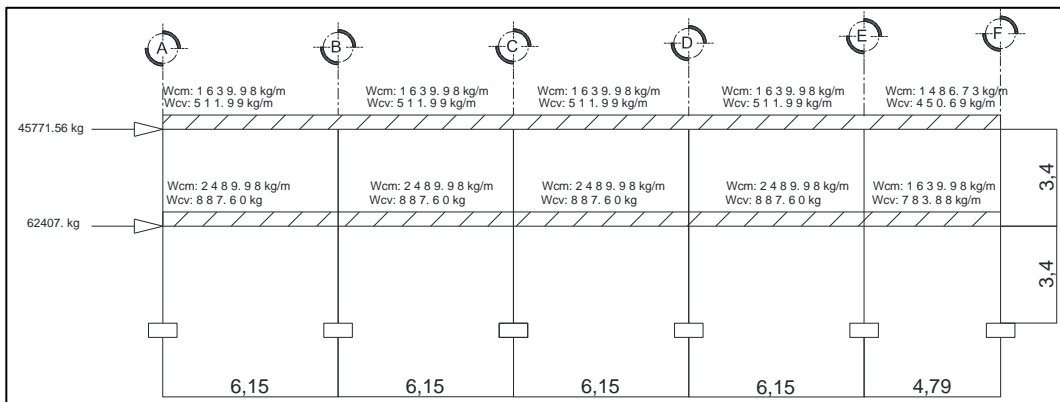
- **Eje 3 segundo nivel**

TRAMO a-b-c-d-e  $W_{cm} = 1\,639,982927$   $W_{cv} = 511,993171$   
 TRAMO e-f  $W_{cm} = 1\,486,734342$   $W_{cv} = 450,693737$

- **Eje 3 primer nivel**

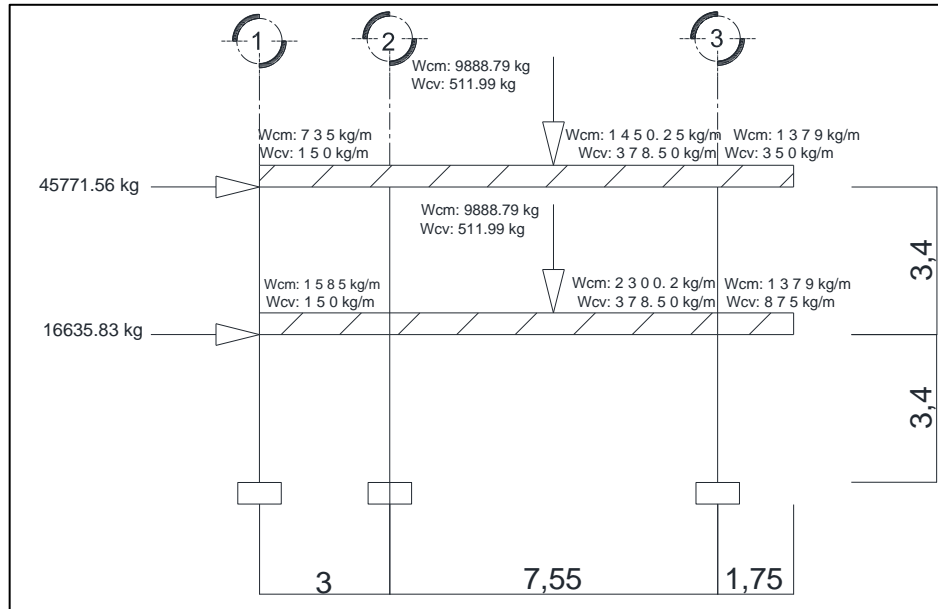
TRAMO a-b-c-d-e  $W_{cm} = 2\,489,982927$   $W_{cv} = 887,602927$   
 TRAMO e-f  $W_{cm} = 1\,639,982927$   $W_{cv} = 783,887891$

**Figura 8. Carga aplicada, marco sentido X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Figura 9. **Carga aplicada, marco sentido Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

### 2.1.2.3. **Análisis de marcos dúctiles con Etabs y método numérico**

En los siguientes subtítulos se detalla el análisis estructural con Etabs y método numérico.

#### 2.1.2.3.1. **Análisis de marcos dúctiles, métodos de kani**

El análisis de los marcos se debe realizar para conocer el comportamiento de la estructura al aplicársele carga viva, muertas y sísmicas.

El método con el que se analizará la estructura es el de Kani, por ser exacto iterativo; a continuación, se explica el procedimiento de análisis.

- Momentos fijos (MFik): se calculan cuando existen cargas verticales.

$$MFik = \pm WL^2 / 12$$

- Rigideces de los elementos (Kik).

$$Kik = I/Lik$$

Donde:

I = inercia del elemento

L = longitud del elemento

- Factor de giro o coeficiente de reparto ( $\mu_{ik}$ ).

$$\mu_{ik} = -1/2 \left( \frac{Kik}{\sum Kik} \right)$$

- Momentos de sujeción (Ms), estos se calculan cuando hay cargas verticales.

$$Ms = \sum MFik$$

- Factores de corrimiento ( $\ddot{U}_{ik}$ ): estos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con la fuerza horizontales aplicadas al marco rígido.

$$\ddot{U} = -\frac{3}{2} \left( \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

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

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

- Fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$Q_n = \sum H$$

- Momento de piso ( $M_n$ ), estos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3} \quad H_n = \text{es la altura del piso "n"}$$

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

$$\begin{aligned} M'_{ik} &= \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) && \text{sin ladeo} \\ M'_{ik} &= \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{ni} + M'_{in})) && \text{con ladeo} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} M''_{ik} &= \ddot{U}_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki})) && \text{ladeo por asimetría} \\ M''_{ik} &= \ddot{U}_{ik} (M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) && \text{ladeo por fuerza horizontal} \end{aligned}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (Mik).

$$Mik = MFik + 2M'ik + M'ki \quad \text{sin ladeo}$$

$$Mik = MFik + 2M'ik + M'ki + M'ik \quad \text{con ladeo}$$

- Cálculo de los momentos positivos en vigas ( Mik(+) ).

$$Mik(+)=\frac{WL^2}{8}-\frac{|Mi(-)|+|Mk(-)|}{2}$$

Donde:

- Mi (-) = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo.
- Mk (-) = momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho.

#### **2.1.2.3.2. Método de Kani -carga muerta- marco típico Y**

- Cálculo de momentos fijos (MFik)

Para carga distribuida uniformemente  $MF = W \cdot L^2 / 12$

Para carga puntual  $MF = W \cdot L / 8$

Para carga distribuida uniformemente en voladizo  $= W \cdot L^2 / 2$

$$Ma-b = (735 \cdot 3^2) / 12 = -551,25 \text{ kg/m} \quad Mb-a = 551,25 \text{ kg/m}$$

$$Mb-c = [((1 \ 450,25 \cdot 7,55^2) / 12) + ((9 \ 888,79 \cdot 7,55) / 8)] = -16 \ 221,54 \text{ kg/m}$$

$$M_{c-b} = 16\,221,54 \text{ kg/m}$$

$$M_{c-c'} = (1\,379 * 1,75^2) / 2 = -2\,111,59 \text{ kg/m}$$

$$M_{d-e} = -1\,188,75 \text{ kg/m}$$

$$M_{e-d} = 1\,188,75 \text{ Kg/m}$$

$$M_{e-f} = -20\,259,2 \text{ kg/m}$$

$$M_{f-e} = 20\,259,2 \text{ kg/m}$$

$$M_{f-f'} = -2\,111,59 \text{ kg/m}$$

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

$$\text{Inercia de los elementos rectangulares } I = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I_{viga1} = \frac{0,3 * 0,5^3}{12} = 0,00313$$

$$I_{viga1} = \frac{0,3 * 0,7^3}{12} = 0,00858$$

$$I_{viga1} = \frac{0,4 * 0,5^3}{12} = 0,00417$$

Tabla XVI. **Rigidez**

A-B	0,001041667	B-E	0,00122549
B-A	0,001041667	E-F	0,00113576
A-D	0,00122549	F-E	0,00113576
D-A	0,00122549	E-H	0,00122549
D-E	0,001041667	C-C`	0
E-D	0,001041667	C-F	0,00122549
D-G	0,00122549	F-F`	0
B-C	0,001135762	F-I	0,00122549
C-B	0,001135762	I-F	0,00122549
E-B	0,00122549	F-C	0,00122549

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de giro o coeficiente de reparto:  $\mu_{ik} = -1/2 \left( \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$

Tabla XVII. **Coeficiente de reparto**

Nudo A		Nudo D	
a-b	-0,22972973	d-a	-0,1754386
a-d	-0,27027027	d-e	-0,14912281
		d-g	-0,1754386
Nudo B		Nudo E	
b-a	-0,153054897	e-b	-0,13238786
b-e	-0,180064585	e-d	-0,11252968
b-c	-0,166880518	e-f	-0,12269461
		e-h	-0,13238786
Nudo C		Nudo f	
c-b	-0,24049989	f-e	-0,15832775
c-f	-0,25950011	f-c	-0,17083612
		f-i	-0,17083612

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de momentos de sujeción:  $M_s = \sum M_{Fik}$ 
  - Nudo A =  $M_{a-b} = -551,25 \text{ kg/m}$
  - Nudo B =  $M_{b-a} + M_{b-c} = 551,25 + -16\ 221,5 = -15\ 670,03 \text{ kg/m}$
  - Nudo C =  $M_{c-b} + M_{c-c'} = 16\ 221,5 - 2\ 111,59 = 14\ 109,9 \text{ kg/m}$
  - Nudo D =  $M_{d-e} = -1\ 188,75 \text{ kg/m}$
  - Nudo E =  $M_{e-d} + M_{e-f} = 1\ 188,75 + -20\ 259,2 = -19\ 070,5 \text{ kg/m}$
  - Nudo F =  $M_{f-e} + M_{f-f'} = 20\ 259,22 + -2\ 111,59 = 18\ 147,6 \text{ kg/m}$
- Cálculo de iteraciones, influencias de giro ( $M'_{ik}$ )

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

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



Primero iteración:

Nodo E:

- $M'_{e-d} = (-19\ 070,5) * (-0,112553) = 2\ 145,99$
- $M'_{e-h} = (-19\ 070,5) * (-0,132239) = 2\ 524,7$
- $M'_{e-f} = (-19\ 070,5) * (-0,12269) = 2\ 339,84$
- $M'_{e-b} = (-19\ 070,5) * (-0,132239) = 2\ 524,7$

Nodo F:

- $M'_{f-e} = (18\ 147,6+2\ 339,84) * -0,15833 = -3\ 243,75$
- $M'_{f-i} = (18\ 147,6+2\ 339,84) * -0,17084 = -3\ 500$
- $M'_{f-c} = (18\ 147,6+2\ 339,84) * -0,1704 = -3\ 500$

Este procedimiento se repite hasta culminar con el ultimo nudo en la secuencia E-F-C-B-A-D.

Segunda iteración:

Nodo E:

- $M'_{e-d} = (-19\ 070,5-68,133+2\ 826,53-3\ 243,73) * (-0,112553) = 2\ 200,60\text{ kg/m.}$
- $M'_{e-h} = (-19\ 070,5-68\ 133+2\ 826,53-3\ 243,73) * (-0,132239) = 2\ 588,95\text{ kg/m.}$
- $M'_{e-f} = (-19\ 070,5-68\ 133+2\ 826,53-3\ 243,73) * (-0,12269) = 2\ 399,39\text{ kg/m.}$

- $M'_{e-b} = (-19\ 070,5 - 68,133 + 2\ 826,53 - 3\ 243,73) * (-0,132239)$   
 $= 2\ 588,95\ \text{kg/m}.$

Nodo F:

- $M'_{f-e} = (18\ 147,6 + 2\ 399,39 - 2\ 753,28) * -0,15833 = -2817,24\ \text{kg/m}$
- $M'_{f-i} = (18\ 147,6 + 2\ 399,39 - 2\ 753,28) * -0,17084 = -3\ 039,81\ \text{kg/m}$
- $M'_{f-c} = (18\ 147,6 + 2\ 399,39 - 2\ 753,28) * -0,1704 = -3\ 039,81\ \text{kg/m}$

Las iteraciones se siguen realizando hasta que los valores de la influencia de giro obtenidos en todos los nudos, sean iguales o próximos.

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

- $M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki}$  sin ladeo
- $M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M'_{ik}$  con ladeo

- $M_{Fa-b} = -551,2 * (2 * -457,09) + 2607,56 = 1142,1\ \text{kg/m}$
- $M_{Fb-a} = 551,25 * (2 * 2607,56) + -457,09 = 5309,28\ \text{kg/m}$

- Cálculo de los momentos positivos en vigas  $M_{ik}(+) = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_i(-)| + |M_k(-)|}{2}$

$$M_{ab}(+) = \frac{735 * 3^2}{8} - \frac{|1\ 142,13| + |5\ 309,28|}{2} = -2\ 398,83\ \text{kg/m}$$

Tabla XVIII. **Momentos finales, positivos, en viga y columna de carga muerta**

Vigas	A-B	M+	B-A	B-C	M+	C-B	C-C'
	1142,13496	-2 398,83703	5 309,28911	-13 922,7246	-2 772,79309	12 289,8541	-2 111,59375
	D-E	M+	E-D	E-F	M+	F-E	F-F'
	804,265335	-1 291,34893	5 344,68252	-18 324,3172	-1 391,84049	17 239,3876	-2 111,59375
columnas	A-D	-1 142,13343	B-E	8 613,43342	C-F	-10 178,2588	
	D-A	-671,00898	E-B	8 023,6983	F-C	-9 391,47683	
	D-G	-133,256355	E-H	4 955,96056	F-I	-5 736,38879	
	G-D	-66,6281776	H-E	2 477,98028	I-F	-2 868,19439	

Fuente: elaboración propia.

Este mismo procedimiento se utiliza para determinar los momentos en todos los demás marcos en carga muerta y viva.

### 2.1.2.3.3. Método de Kani -carga sísmica- marco típico Y

- Fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$Q_n = \sum H$$

$$F \text{ nivel } 2 = 12\,972,1\,143 \text{ kg}$$

$$F \text{ nivel } 1 = 4\,379,25 \text{ kg}$$

$$Q \text{ } 2 = 12\,972,1143 \text{ kg}$$

$$Q \text{ } 1 = 12\,972,11 + 4\,279,25 = 17\,351,37 \text{ kg}$$

- Momento de piso ( $M_n$ ), estos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3}$$

$H_n$  = es la altura del piso "n"

$$M_2 = \frac{12\,972,1\,143 \cdot 3,4}{3} = 14\,701,73 \quad M_2 = \frac{17\,351,37 \cdot 3,4}{3} = 19\,664,88$$

- Factores de corrimiento ( $\ddot{U}_{ik}$ ), estos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con la fuerza horizontales aplicadas al marco rígido.

$$\ddot{U} = -\frac{3}{2} \left( \frac{Kik}{\sum Kik} \right)$$

Tabla XIX. **Factor de corrimiento**

V A-D	-0,5
VB-E	-0,5
V C-F	-0,5
V D-G	-0,5
V E-H	-0,5
V F-I	-0,5

Fuente: elaboración propia.

Primero iteración:

Nodo E:

- $M'_{e-d} = 0 \cdot -0,11253 = 0$
- $M'_{e-h} = 0 \cdot -13,239 = 0$
- $M'_{e-f} = 0 \cdot -0,13239 = 0$
- $M'_{e-b} = 0 \cdot -0,12269 = 0$

Nodo F:

- $M'_{f-e} = (0+0) * -0,15833 = 0$
- $M'_{f-i} = (0+0) * -0,17084 = 0$
- $M'_{f-c} = (0+0) * -0,17084 = 0$

Este procedimiento se repite hasta culminar con el ultimo nudo en la secuencia E-F-C-B-A-D.

- Cálculo de momentos finales

Tabla XX. **Momentos finales, en viga, columna de carga sísmica**

<b>A-B</b>		<b>B-A</b>	<b>B-C</b>		<b>C-B</b>	<b>C-C'</b>
6565,11387		5387,49257	5767,65258		6945,15149	0
<b>D-E</b>		<b>E-D</b>	<b>E-F</b>		<b>F-E</b>	<b>F-F'</b>
11041,8926		9495,07596	10 213,1193		11 760,004	0
A-D	-6 564,27748	B-E	-11 154,9354	C-F	-6 944,79231	
D-A	-4 663,89549	E-B	-9 688,90088	F-C	-5 080,18933	
D-G	-6 377,99711	E-H	-10 017,5657	F-I	-6 679,37902	
G-D	-11 314,7458	H-E	-13 134,5301	I-F	-11 465,4368	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Momentos finales, positivos, en viga y columna de carga viva**

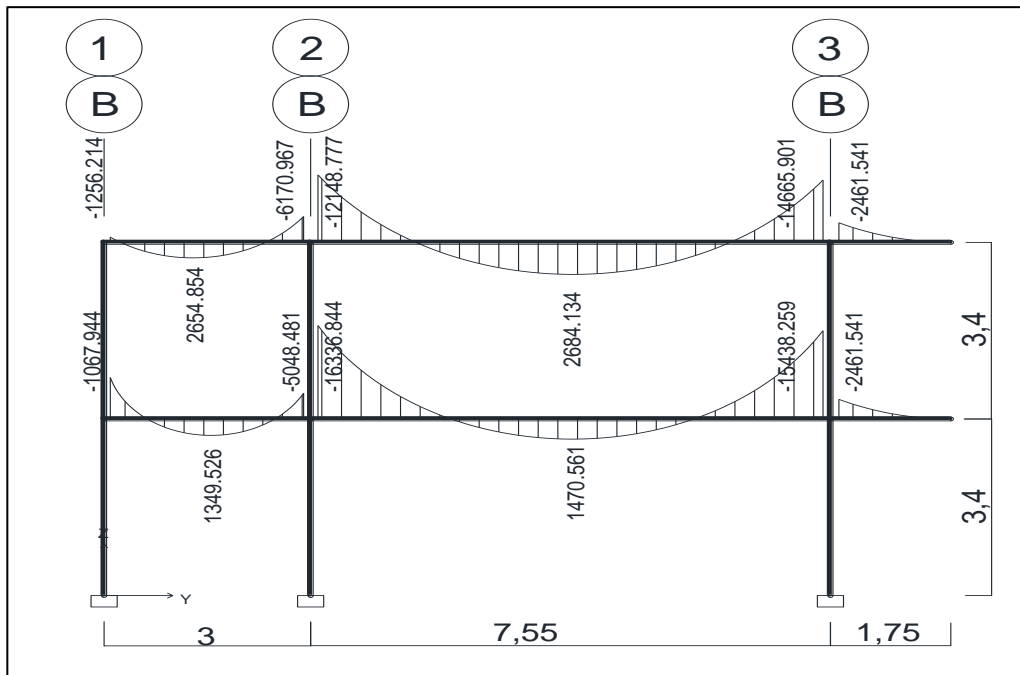
<b>A-B</b>	<b>M+</b>	<b>B-A</b>	<b>B-C</b>	<b>M+</b>	<b>C-B</b>	<b>C-C'</b>
373,852637	-777,573157	1 518,79368	-3 902,23183	-1 335,48862	4 162,61641	-2 111,59375
<b>D-E</b>	<b>M+</b>	<b>E-D</b>	<b>E-F</b>	<b>M+</b>	<b>F-E</b>	<b>F-F'</b>
305,166015	-500,82214	1 033,97826	-4 181,97417	-1 686,7812	4 585,45923	-2 111,59375
A-D	-373,852172	B-E	2 383,43753	C-F	-2 051,02217	
D-A	-237,600341	E-B	2 030,12834	F-C	-1 646,25337	
D-G	-67,565674	E-H	1 117,87491	F-I	-827,633846	
G-D	-33,782837	H-E	558,937457	I-F	-413,816923	

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2.3.4. Análisis de marcos a través de software ETABS

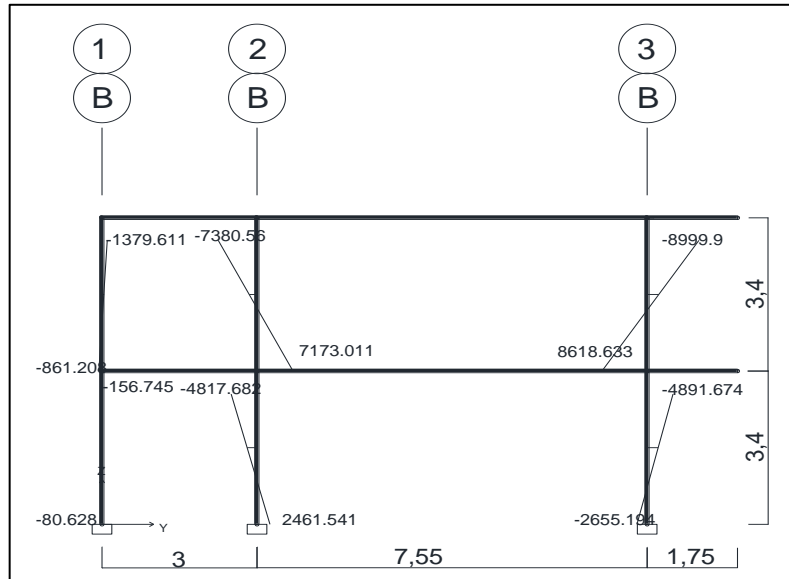
Los datos obtenidos por el programa ETABS muestran los diagramas de fuerzas y momentos actuantes sobre la estructura y proporciona los datos necesarios para el diseño del edificio.

Figura 10. Momento producido por carga muerta, en vigas, eje Y



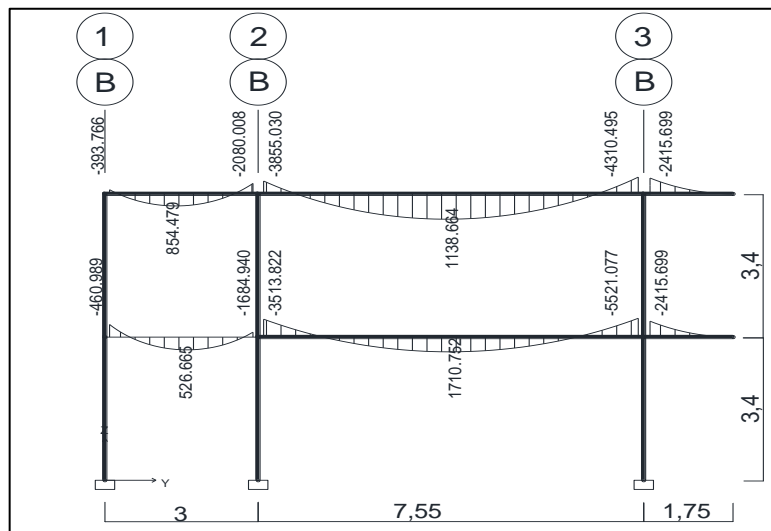
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 11. **Momento producido por carga muerta, en columna, eje Y**



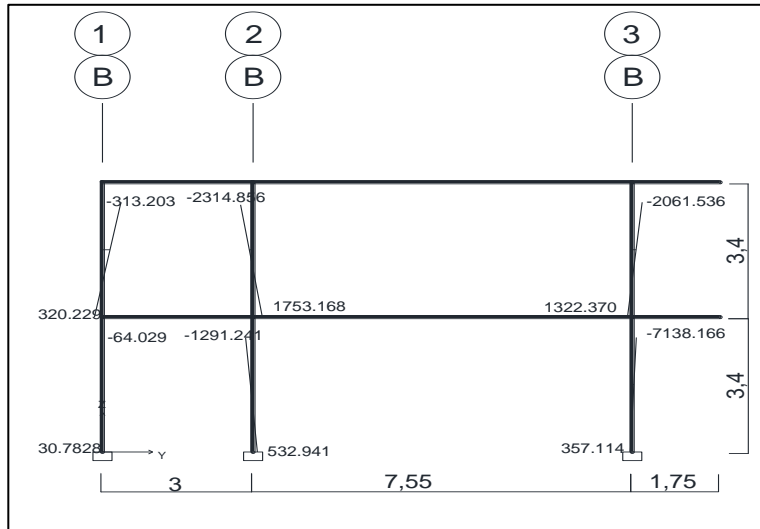
Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

Figura 12. **Momento producido por carga viva, viga, eje Y**



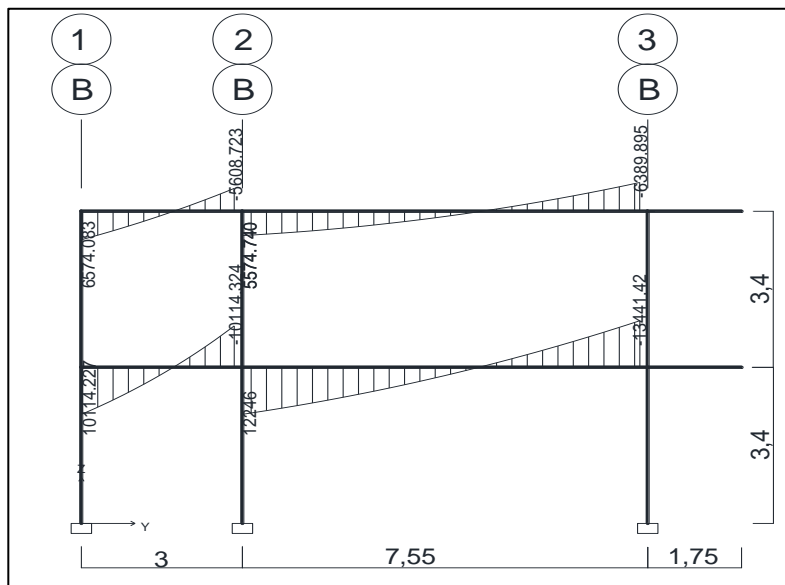
Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

Figura 13. **Momento producido por carga viva, en columna, eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

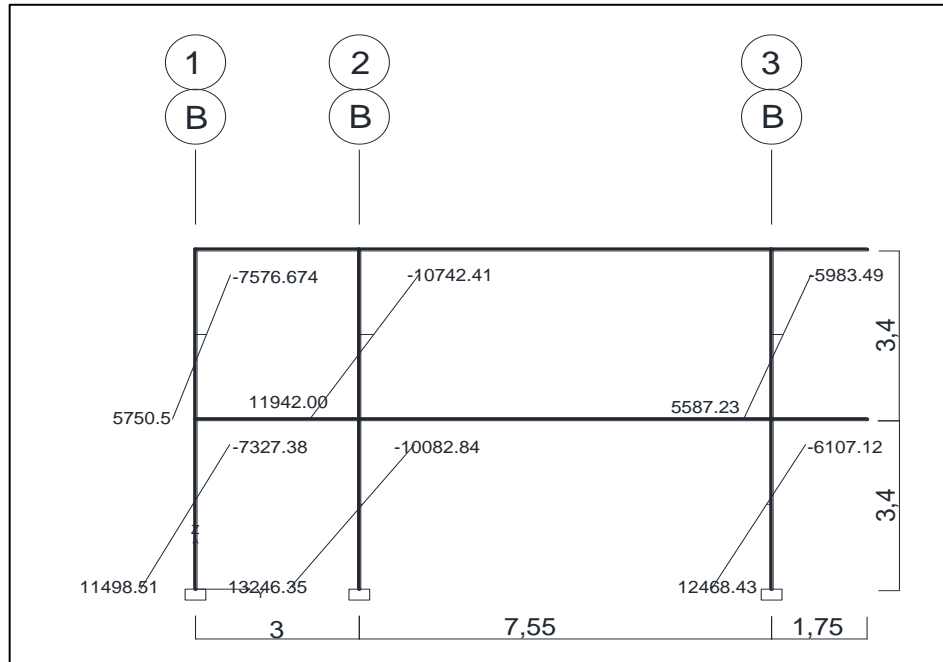
Figura 14. **Momento producido por carga sísmica, en viga, eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.



Figura 15. **Momento producido por carga sísmica, en columna, eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

#### 2.1.2.4. Momentos ultimo por envolventes de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y carga de sismos, tanto en viga y en columnas. Las diferentes combinaciones fueron tomadas del capítulo 8 del AGIES NSE 2-10 donde especifica.

- 1,4 CM
- 1,3CM+1,6CV
- 1,3CM+1CV

- 1,2CM+1CV+1Sv
- 0,9CM-1Sv

Donde:

- CM = carga muerta
- CV = carga viva
- Sv = carga sísmica

Tabla XXII. **envolvente de vigas, eje Y**

Elemento	M (-) izq	M (+)	M (-) der	M (Vol)
Viga A-B	8 750,41645	-4 362,60519	13 659,137	
Viga B-C	-24 343,1129	-5 741,41281	26 325,5907	-6 123,62188
Viga D-E	13 516,7218	-2 480,06903	17 966,6394	
Viga E-F	-30 512,771	-4 508,24257	38 313,4704	-6 123,62188

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **envolvente de columnas, eje Y**

°Elemento	M Sup	M inf	Elemento	M Sup	M inf
Columna A-D	-8749,49653	-5800,43446	Columna D-G	-7716,28734	-13082,4851
Columna B-E	19699,5346	17498,4765	Columna E-H	16013,638	17231,1604
Columna C-F	-21679,6879	-18130,911	Columna F-I	-15536,6833	-16992,683

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **envolvente de vigas, eje X**

Elemento	M (-) izq	M (+)	M (-) der	Elemento	M (-) izq	M (+)	M (-) der
Viga A-B	4 863,90849	5 987,92189	17 037,3719	Viga G-H	16 342,177	13 182,6028	15 616,1358
Viga B-C	-12 460,1476	4 596,89096	15 548,3992	Viga H-I	-19 837,0595	7 309,36692	24 938,636
Viga C-D	-12 534,9831	4 648,2541	15 761,4152	Viga I-J	-19 893,0151	7 320,0569	25 150,4656
Viga D-E	-12 419,712	4 774,32457	14 859,8199	Viga J-K	-19 836,4489	7 639,14227	23 450,9902
Viga E-F	-13 499,1165	2 742,1263	14 200,7194	Viga K-L	-20 830,3841	2 658,68949	-16 880,5413

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **envolvente de columnas, eje X**

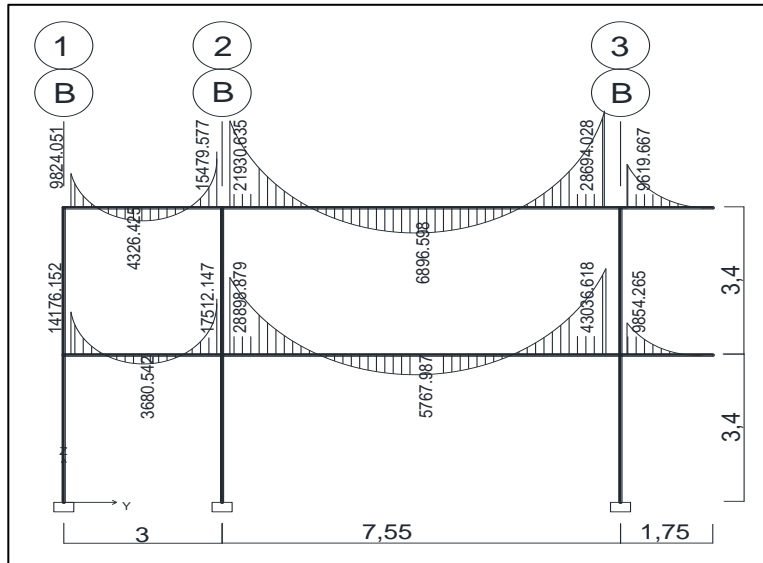
Elemento	M Sup	M inf
Columna A-G	13 135,1795	8890,87829
Columna B-H	-16 772,6696	-12 641,2814
Columna C-I	15 721,1872	11 734,2378
Columna D-J	15 661,6472	11 704,9134
Columna E-K	-19 778,7049	-16 746,3001
Columna F-L	-14 199,6066	-9 743,08881
Elemento	M Sup	M inf
Columna G-M	11 829,6961	23 177,4268
Columna H-N	-14 405,2196	-24 465,1989
Columna I-Ñ	13 896,8163	-24 212,3835
Columna J-O	13 897,4105	24 211,2944
Columna K-P	-17 869,2897	-26 197,234
Columna L-Q	-12 256,3381	-11 955,5483

Fuente: elaboración propia

- Comparación de ETABS con Kani

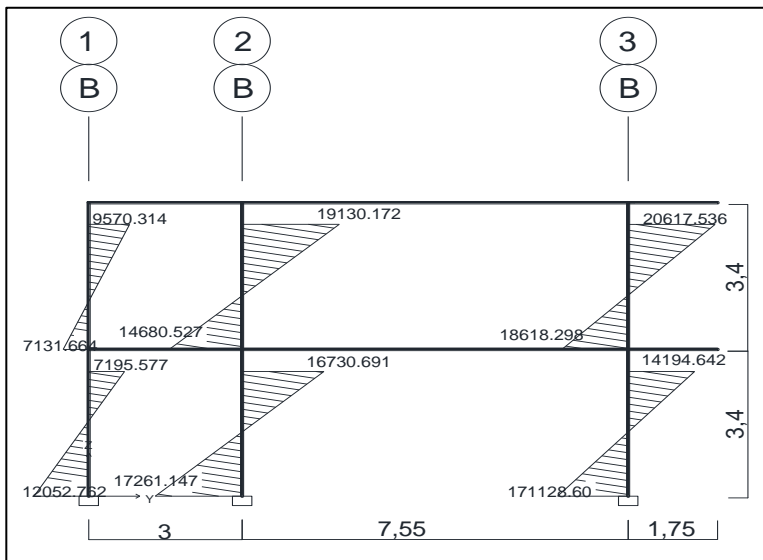
Al realizar la comparativa entre los momentos obtenidos por el análisis de Kani y con el programa de ETBS se observa una variación de 5 % a 10 % entre los momentos de viga y columna.

Figura 16. Diagrama de momento último en vigas, eje B-Y



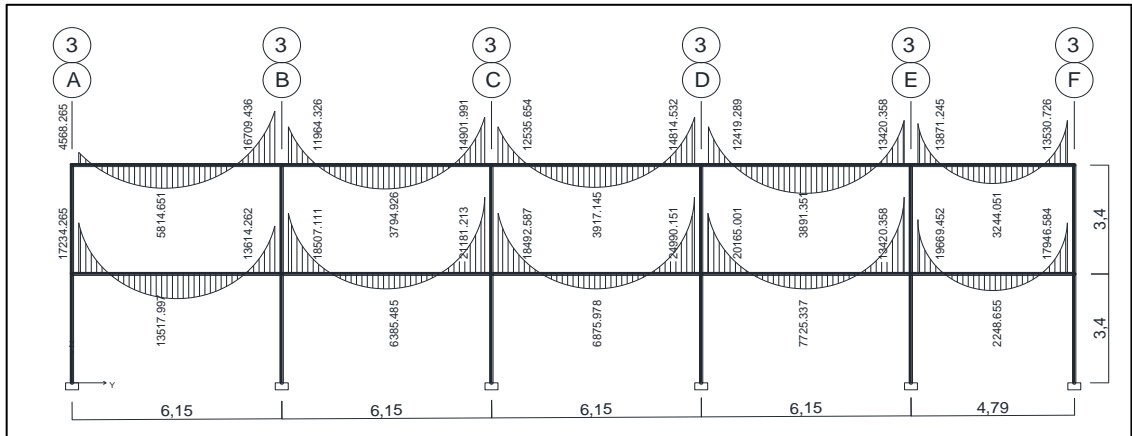
Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

Figura 17. Diagrama de momento último en columna, eje B-Y



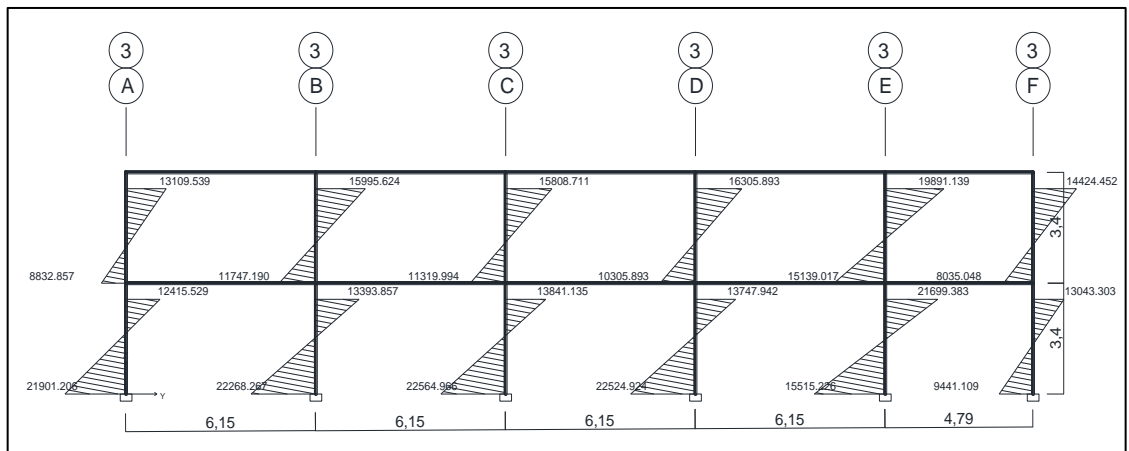
Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

Figura 18. Diagrama de momento último en vigas, eje 3-X



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

Figura 19. Diagrama de momento último en columna, eje 3-X



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

### 2.1.2.5. Cálculo de corte

Los esfuerzos de corte en los elementos estructurales de los marcos se obtienen de la siguiente ecuación.

Corte en vigas con carga distribuida

$$V_{\text{vig}} = 0,75 \left( 1,4 * \frac{W_m L}{2} + 1,7 * \frac{W_v L}{2} + 1,87 * \frac{M_{si} + M_{sk}}{2} \right)$$

$$V_{\text{col}} = \frac{(\sum M_{\text{col}})}{L}$$

Donde:

- $V_{\text{vig}}$  = corte en vigas
- $W_m$  = carga muerta distribuida
- $W_v$  = carga viva distribuida
- $M_{si}$  = momento de sismo i
- $M_{sk}$  = momento de sismo k

Tabla XXVI. Resultados de corte ultimo viga, eje Y

viga	Carga distribuida		sismo		L	V
	Wv	Wm	Momento i	Momento k		
A-B	150	735	7 006,001867	5 769,19639	3	10 403,1078
B-C	378	1 450,25	6 178,47811	7 415,149332	7,55	17 100,3209
D-E	150	1 585	12 246,43738	10 519,04211	3	18 747,5425
E-F	378	2 300	11 313,27616	13 040,74611	7,55	28 014,2444
F-f''	1 379	875	0	0	1,75	2 342,35313

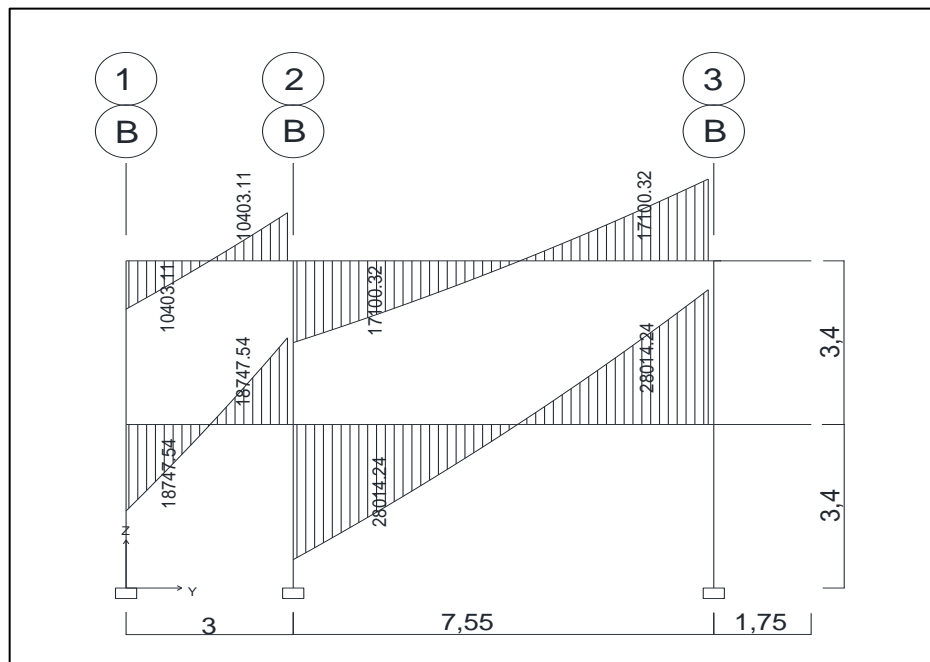
Fuente: elaboración propia

Tabla XXVII. Resultados de corte ultimo columna, eje Y

columnas	sismo		L	V
	Momento I	Momento k		
A-D	-7 005,08425	-4 757,62334	3,4	3 459,61988
B-E	-11 947,4445	-10 277,1481	3,4	6 536,644877
C-F	-7 414,7552	-5 214,88544	3,4	3 714,600188
D-G	-7 488,81404	-12 968,7484	3,4	6 016,930134
E-H	-11 553,2735	-15 000,9781	3,4	7 810,074014
F-I	-7 825,38286	-13 137,0328	3,4	6 165,416379

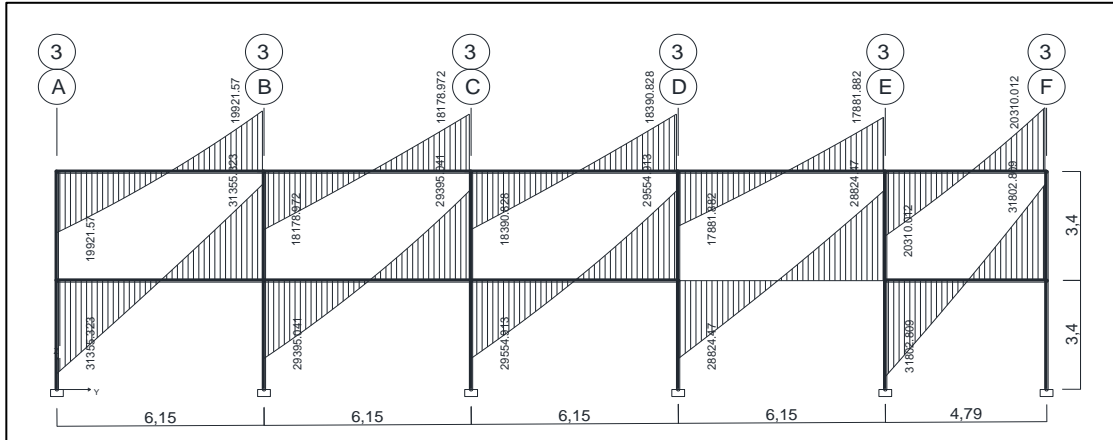
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de corte último en vigas, eje Y



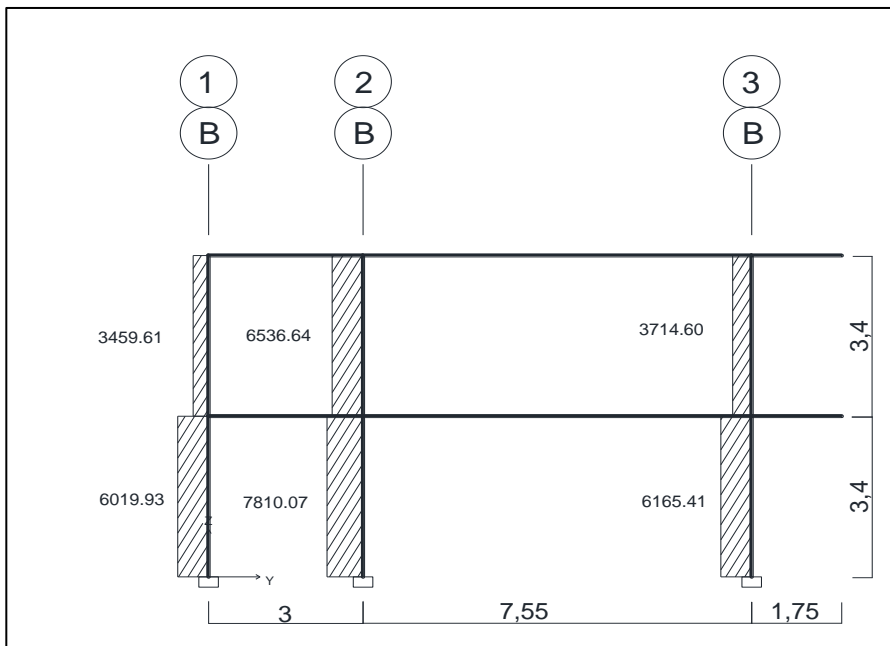
Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

Figura 21. Diagrama de corte último en vigas, eje X



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

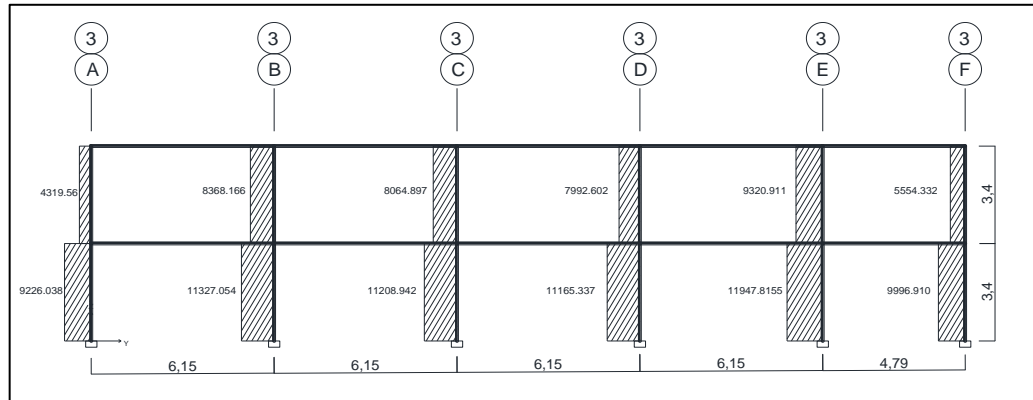
Figura 22. Diagrama de corte último en columnas, eje Y



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.



Figura 23. Diagrama de corte último en columnas, eje X



Fuente: elaboración propia, empleando ETBAS.

### 2.1.3. Diseño estructural

Con base en los momentos últimos se realiza los diseños de los elementos estructurales.

#### 2.1.3.1. Diseño de losa

En esta sección se detalla las características de la losa prefabricada de vigueta y bovedilla, calculadas en base a tablas ya existentes. Además, se indican las características de cada uno de sus componentes.

Para este caso, se diseña con base en el panel de losa más crítico.

Datos:

- Luz libre = 3,775 m
- Carga viva = 250 kg/m<sup>2</sup>

- Vigüeta

El patín de la vigüeta será de 14\*5 cm, la altura total de 15 cm y el armado por un joist de 3 varillas longitudinales corridas de  $\Phi$  6,2 mm y configuración en zigzag con varillas de  $\Phi$  4,5 m.

- Bovedilla

Las bovedillas serán de 48 cm\*20 cm\*15 y será de block pómez.

- Rigidizantes

Tendrán una separación máxima de 1,5 m y se harán por medio de dos varillas longitudinales de  $\Phi$  6,2 mm y eslabones de  $\Phi$  4,5 mm a cada 0,30 m.

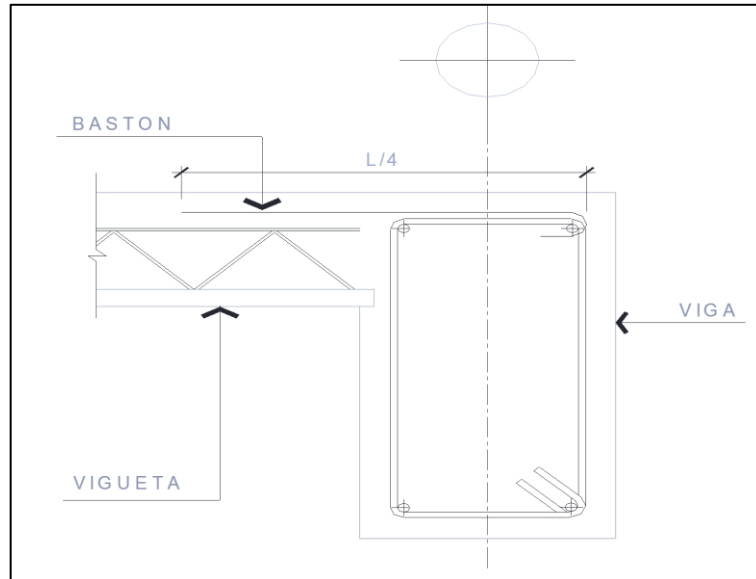
- Loseta de compresión

Será de 5 cm de espesor con electromalla 6/6 x 9/9 para controlar efectos de temperatura, con traslape entre cada una de 15 cm.

- Bastones

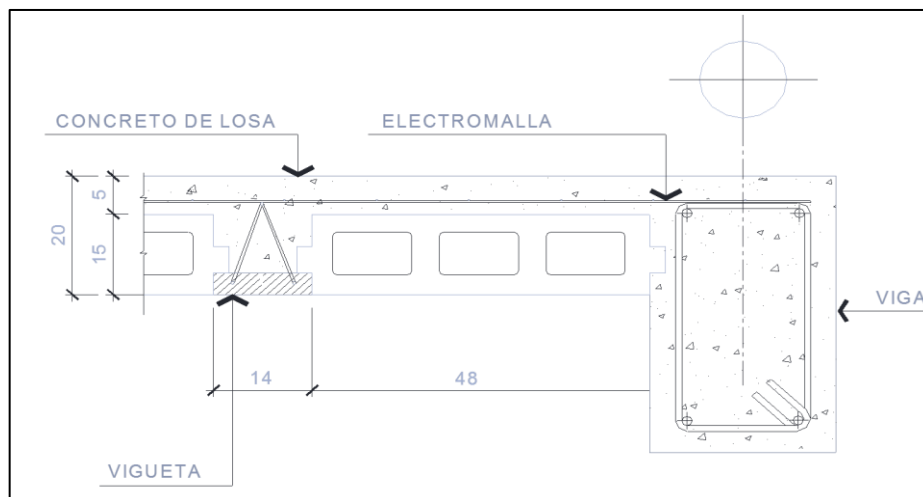
Serán de  $\Phi$  6,2 mm con una longitud de L/4, donde L es la longitud de la vigüeta, y su separación será de 7 cm en la región con continuidad, y de 45 cm en las regiones sin continuidad.

Figura 24. Detalles de vigueta



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Figura 25. Detalles de viga y bovedilla



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

### 2.1.3.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Las vigas de concreto armado, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores, mientras que el concreto usualmente es capaz de resistir solo la compresión actuante. Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos y cortes últimos actuantes y se toman del análisis estructural.

Datos:

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 70 \text{ cm}$$

$$d = 70 - 4 = 66$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ (kg/cm}^2)$$

$$As = \text{área de acero en cm}^2$$

- Límites de acero

El cálculo del acero mínimo se establece en el capítulo 10 sección 10.5.

$$As \text{ min} = (14,1/fy) \times b \times d$$

$$As \text{ min} = (14,1/4200) \times 30 \times 66 = 6,65 \text{ cm}^2$$

Según el capítulo 21 del ACI 318-11 la cuantía balanceada para viga se calcula con la expresión siguiente:

$$\rho_{bal} = \Phi \frac{\beta_1 f'c}{fy} * \frac{6090}{fy + 6090} = 0,85 * \frac{0,85 * 280}{4200} * \frac{6090}{4200 + 6090} = 0,0285$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * \rho_{\text{bal}} = 0,143$$

Las condiciones del ACI-318-11, capítulo 21 sugieren que para la zona sísmica la cuantía de acero máxima sea  $\rho_{\max} = 0,5 * \rho_{\text{bal}}$  y la cuantía mínima según la sección 21.5.2.1 sea  $\rho_{\min} = 14/f_y$ .

La cuantía de refuerzo,  $\rho$ , no debe exceder de 0,025.

$$A_s \text{ max} = * \rho_{\max} * b * d$$

$$A_s \text{ max} = 0,0143 * 30 * 66 = 28,28 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del acero longitudinal

$$A_{s \text{ viga}} = \left[ b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_u \times b}{0,003825 \times f'_c}} \right] \times \frac{\phi \times f'_c}{f_y}$$

- M- izq = 30 512,77 Kg-m As = 12,98 cm<sup>2</sup>
- M+ = 4 508,242 Kg-m As = 1,821 cm<sup>2</sup>
- M- der = 38 313,47 Kg-m As = 16,58 cm<sup>2</sup>

Si:

- $A_s < A_s \text{ min}$ ; entonces colocar  $A_s \text{ min}$ .
- $A_s > A_s \text{ max}$ ; aumentar peralte o diseñar viga doblemente reforzada.
- $A_s < A_s \text{ max}$ ; es viga simplemente reforzada.

Después de calcular el área de acero para los momentos se debe considerar lo siguiente:

Según el código ACI 318-11 21.2.2, los requerimientos para el armado de la cama superior e inferior se define de la siguiente manera:

Cama superior al centro: colocar 2 varillas corridas como mínimo, con el mayor de los siguientes valores.

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

El área de acero mínimo.

- 50 % As- izq =  $0,5 \cdot 12,98 = 6,49 \text{ cm}^2$
- 50 % As- der =  $0,5 \cdot 16,58 = 8,29 \text{ cm}^2$
- 50 % As+ =  $0,5 \cdot 1,821 = 0,91 \text{ cm}^2$
- As min =  $6,65 \text{ cm}^2$

Cama inferior: se debe utilizar la opción mayor, por lo que se necesitan 2 varilla núm. 8 corridas (As = 10,14).

Cama superior: se debe utilizar la opción mayor, por lo que se necesitan 2 varilla núm. 8 corridas (As = 10,14)

La diferencia entre el As calculado y el As corrido se colocará como bastones, para completar el As calculado.

- $As = 12,98 - 10,14 = 2,84 \text{ cm}^2 = 2 \text{ varillas núm. 5 (As = 4)}$
- $As = 1 821 - 10,14 = -8,31 \text{ cm}^2$
- $As = 16,58 - 10,14 = 6,44 \text{ cm}^2 = 2 \text{ varillas núm. 7 (As = 7,76)}$

Por lo tanto, el armado quedaría de:

- 2 núm. 8 corridos + 2 núm. 5 bastones
  - 2 núm. 8 corridos + 2 núm. 7 riel
- 
- Acero transversal

El acero transversal o refuerzo de corte (estribos), aseguran que el elemento estructural sea capaz de resistir los esfuerzos cortantes a los cuales está sometido, además de contribuir a que el refuerzo longitudinal permanezca en su lugar y a confinar el concreto.

$$\text{Corte resistente del concreto (Vr)} = 0,85 * 0,53 * (fc)^{\frac{1}{2}} * b * d$$

$$Vr = 0,85 * 0,53 * (280)^{\frac{1}{2}} * 30 * 66 = 14\ 021,25 \text{ Kg}$$

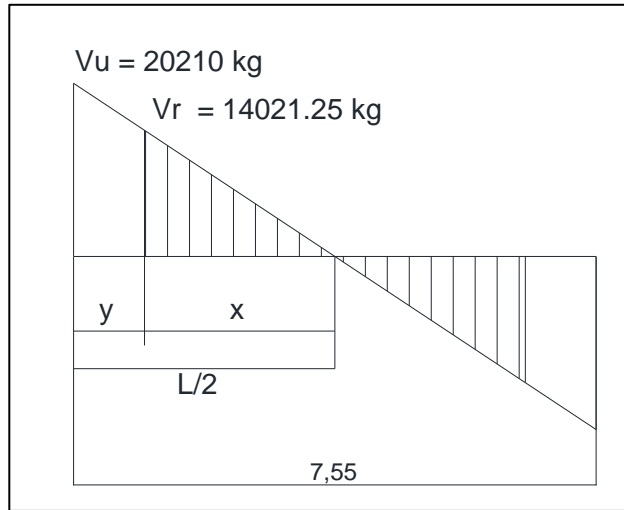
Vu = corte último, según análisis estructural = 20 210 kg

Si  $Vr \geq Vu$ , la viga necesita estribos solo por armado

Si  $Vr < Vu$  diseñar estribos por corte

Smax = d/2, como mínimo usar num. 3

Figura 26. **Diseño de estribos por corte**



fuentes: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

$$\frac{x}{14\ 021,25} = \frac{3,775}{20\ 210}$$

$$x = 2,619 \text{ m} \quad y = 3,775 - 2,619 = \text{distancia a confinar es } 1,15 \text{ m}$$

$$S = \frac{2Av \cdot fy \cdot d}{Vu} = \frac{2 \cdot 0,71 \cdot 4\ 200 \cdot 66}{20\ 210} = 18,29 \text{ cm}$$

Sin embargo, existen requisitos sísmicos que sugieren confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad en los nudos, la zona de confinamiento para este caso, se hace de la siguiente forma: (código ACI 318S-11 21.3.4.2).

- $Lo = \text{longitud de confinamiento} = 2d = 2 \cdot 66 = 1,32 \text{ cm}$



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

El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:

$$d/4 = 66/4 = 16,5 \text{ cm}$$

$$8 \text{ veces el } \Phi \text{ de la varilla menor longitudinal} = 8 * 1,9 = 15,2 \text{ cm}$$

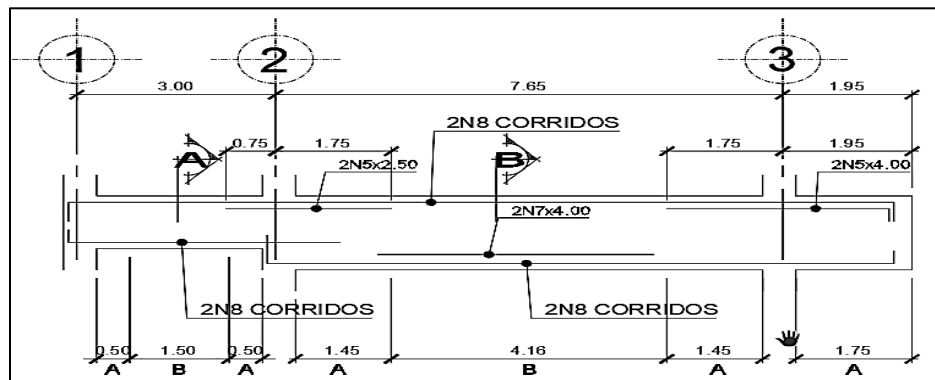
$$24 \text{ veces el } \Phi \text{ de la varilla de estribos} = 24 * 0,95 = 22,8 \text{ cm}$$

300 mm

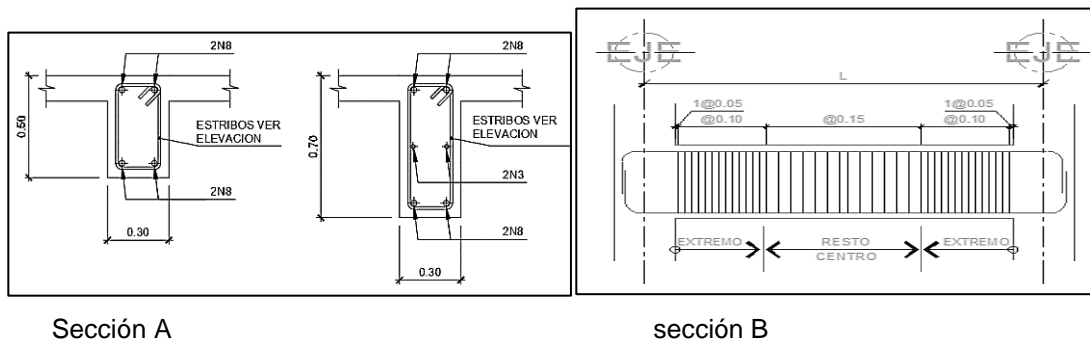
Los estribos irán a 15 cm en el centro, 10 cm el resto y los primeros estarán a 5 cm, se usará hierro # 3.

Debido a que la separación entre varillas de la cama superior y la inferior es mayor de 30 cm es necesario colocar una varilla en medio como refuerzo adicional. Este refuerzo se coloca para que absorba los esfuerzos internos de corte del concreto.

Figura 27. **Detalle de armado de viga**



Continuación de la figura 27.



fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

### 2.1.3.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidos a cargas axial y momento flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas ultimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural y, para diseñar la columna. Para este caso, se diseña 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 la escuela, aplicándolo en la columna del nivel 1.

Datos:

- Sección de columna = 40x50
- Sección de viga = 30x50

- Área tributaria = 24,5 m<sup>2</sup>
  - Longitud de viga = 7,55 m
  - Pu concreto = 2 400 kg/m<sup>3</sup>
- Cálculo de la carga axial

$$Cu = 1,4 \cdot CM + 1,7 \cdot Cv$$

$$Fcu = \frac{Cu}{CM + CV}$$

Tabla XXVIII. Cálculo de factor de carga último

Carga axial nivel 2			
CM	Wlosa + Wsc	500	kg/m <sup>2</sup>
CV	Cviva techo sin acceso	200	kg/m <sup>2</sup>
CU2	Cu=1,4CM+1,7CV	1 040	kg/m <sup>2</sup>
<b>Fcu2</b>	Fcu2=Cu/(CM+CV)	<b>1.49</b>	
Carga axial nivel 1			
CM	Wlosa + Wsc+Wmuro	700	kg/m <sup>2</sup>
CV	Cviva más crítica	500	kg/m <sup>2</sup>
CU1	Cu=1,4CM+1.7CV	1 830	kg/m <sup>2</sup>
<b>Fcu1</b>	Fcu1=Cu/(CM+CV)	<b>1,53</b>	

Fuente: elaboración propia.

- $Pu2 = (At \cdot Cu2) + (Av \cdot Lv \cdot Wc \cdot Fcu)$
  - $Pu1 = Pu2 + (Ac \cdot Lc \cdot Wc \cdot Fcu2) + (Av \cdot Lv \cdot Wv \cdot Fcu1) + (At \cdot Cu1)$
- $Pu2 = (24,5 \cdot 1\ 040) + (2 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 7,55 \cdot 2\ 400 \cdot 1,49) = 33\ 556,34\ \text{kg} = 33,55\ \text{ton}$

$$Pu1 = 33,55 + (0,4 \cdot 0,5 \cdot 3,4 \cdot 2\ 400 \cdot 1,49) + (2 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 7,55 \cdot 2\ 400 \cdot 1,53) + (24,5 \cdot 1\ 830) = 89\ 105,929\ \text{kg} = 89,10\ \text{ton}$$

- Cálculo de esbeltez

Clasificar las columnas por su esbeltez (E): por su relación de esbeltez las columnas se clasifican en cortas ( $E < 22$ ), intermedia ( $22 < E < 100$ ) y largas ( $E > 100$ ) El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseña con los datos originales del diseño estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas no se realizan.

Calcular inercias de vigas y columnas en sentido X:

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

- $I_{viga} = \frac{1}{12} * 30 * 50^3 = 312\ 500,00 \text{ cm}^4$
- $I_{col} = 266\ 666,67 \text{ cm}^4$

Calcular inercias de vigas y columnas en sentido Y:

- $I_{viga} = 312\ 500,00 \text{ cm}^4$
- $I_{col} = 266\ 666,67 \text{ cm}^4$

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

$$\text{Extremo superior: } \Psi = \frac{\sum \left( \frac{E_m * I}{L} \right)_{columna}}{\sum \left( \frac{E_m * I}{L} \right)_{viga}}$$

Extremo inferior  $\Psi_b = 0$  (empotramiento en la base)

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

$$\Psi = \frac{1 * \frac{266\ 666,67}{3,4}}{1 * \frac{312\ 500}{5,94} + 1 * \frac{312\ 500}{9,4}} = 0,91$$

$$\text{Cálculo de coeficiente K} = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1} + \Psi_p$$

Tabla XXIX. **Cálculo de coeficiente K**

EJE i	N2	N1
$\Psi_a$	0,54	0,44
$\Psi_b$	0,00	0,00
$\Psi_p$	0,27	0,22
<b>K</b>	1,11	1,09

EJE 2	N2	N1
$\Psi_a$	0,91	0,74
$\Psi_b$	0,00	0,00
$\Psi_p$	0,46	0,37
<b>K</b>	1,18	1,15

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de esbeltez de la columna:

$$E = KLU/\sigma$$

Donde:

- K = factor de longitud afectiva
- LU = longitud efectiva de la columna
- $\sigma = 0,3$  lado menor de la columna
- E eje X, nivel 2 =  $\frac{1,18 * 3,4 * 100}{0,3 * 0,4 * 100} = 33,42 =$  columna intermedia
- E eje X, nivel 1 = 41,28 = columna intermedia

- E eje Y, nivel 2 = 31,49 = columna intermedia
- E eje Y nivel 2 = 38,21 = columna intermedia

Para los valores obtenidos de E, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo tanto, se deben los momentos actuantes.

- Magnificación de momentos

El magnificador de momentos ( $\delta$ ) es un factor de seguridad por el cual debe multiplicarse los momentos últimos en columnas, para evitar el pandeo.

Cálculo de factor de flujo del concreto:  $\beta d = \frac{CMu}{Cu}$

$$\beta d = \frac{1,2(Wlosa+Sc)}{(1,2*Wlosa)+(1,6*Cvpsillo)} = \frac{1,2(300+200)}{(1,2*300)+(1,6*500)} = 0,5172$$

Cálculo del total del material

$$Ec = 15\ 100\sqrt{f'c} = 15\ 100\sqrt{280} = 252\ 671\ \text{kg/m}^2$$

$$EI = \frac{0,4*Ec*I}{1+\beta d}$$

Donde:

- Bd = factor de flujo
- I = inercia

Tabla XXX. **Cálculo del total del material**

Eje 2, Sentido X			Eje i, Sentido Y		
EI	17 763 560 030,03	kg-cm <sup>2</sup>	EI	17 763 560 030,03	kg-cm <sup>2</sup>
EI	1,77636E+14	ton-m <sup>2</sup>	EI	1,77636E+14	ton-m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:  $P_c = \frac{\pi^2 * EI}{(KLu)^2}$

Donde:

- Lu = longitud efectiva
- K = coeficiente de rigidez de la columna
  
- Pc ejex = 68 490 983 510 003,30
- Pc ejey = 116 184 279 773 541,00

Determinar el magnificador de momentos:  $\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi * P_{cr}}}$

$$\delta_{ejex} = \frac{1}{1 - \frac{89,10}{0,75 * 68\,490\,983\,510\,003,30}} = 1$$

$\delta_{ejey} = 1$

- Acero longitudinal

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento biaxial. El método a utilizar es el bresler y consiste en una aproximación del

perfil de la superficie de la falla, a demás. Es uno de los métodos más utilizados por lo sencillo y acertado en sus resultados.

Datos:

- $P_u = 89\ 105,92\ \text{kg}$
- $M_{dx} = 20\ 528,25\ \text{kg-m}$
- $M_{dy} = 17\ 348,89\ \text{kg-m}$
- $F'_c = 280\ \text{kg/m}^2$
- $F'_y = 4\ 200\ \text{kg/m}^2$
- Recubrimiento = 4 cm

Cálculo de límite de acero, según el código ACI, el área de acero en una columna debe ser:  $1\ \% Ag \leq A_s \leq 6\ \% Ag$ .

- $A_{s\ \text{min}} = 0,01 \cdot (40 \cdot 50) = 20\ \text{cm}^2$
- $A_{s\ \text{max}} = 0,06 \cdot (40 \cdot 50) = 120\ \text{cm}^2$

Se propone un armado de 10 número 6 = 28,5 cm<sup>2</sup>

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

Cálculo del valor de la gráfica:  $Y = \frac{b-2*r}{h}$

Donde:

- b = base de la columna



- $h$  = altura de la sección transversal
- $r$  = recubrimiento

$$Y = \frac{40 - 2 \cdot 4}{50} = 0,6$$

Cálculo del valor de la curva:  $P_tu = A_s \cdot F_y / 0,85 \cdot f'_c \cdot A_g$

$$P_tu = (28,5 \cdot 4 \cdot 200) / (0,85 \cdot 280 \cdot 40 \cdot 50) = 0,25$$

Cálculo de las excentricidades: ( $e_x = M_{dx} / P_{u1}$ ) ( $e_y = M_{dy} / P_{u1}$ ):

- $e_x = (20 \, 528,25 / 89 \, 105,92) = 0,23$
- $e_y = (17 \, 348,89 / 89 \, 105,92) = 0,39$

Conociendo las excentricidades, se calcula el valor de las diagonales:

$$e_x / h_x = 0,23 / 0,4 = 0,58 \qquad e_y / h_y = 0,19 / 0,5 = 0,39$$

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

$$K_x = 0,18 \qquad K_y = 0,68$$

Carga de resistencia de la columna a excentricidades:

- $P_{ux} = K'_x \cdot f'_c \cdot A_g = 0,18 \cdot 280 \cdot 50 \cdot 40 = 100 \, 800 \, \text{kg}$
- $P_{uy} = K'_y \cdot f'_c \cdot A_g = 0,68 \cdot 280 \cdot 50 \cdot 40 = 380 \, 800 \, \text{kg}$

Carga axial de resistencia de la columna:

- $P'_{o} = 0,85 * f'_{c} * A_{g} + A_{s} * f_{y}$
- $P'_{o} = (0,85 * 280 * 50 * 40) + (40 * 4 200) = 644,000 \text{ kg}$

Carga de resistencia de la columna:

- $P'_{u} = \frac{1}{\frac{1}{P_{ux}} + \frac{1}{P_{uy}} + \frac{1}{P'_{o}}} = \frac{1}{\frac{1}{100 800} + \frac{1}{380 800} + \frac{1}{644,00}} = 90 959,61 \text{ kg}$
- $P'_{u} = 90,96 \text{ ton}$
- $P'_{u} > P_{u} = 90,96 > 89,11$

Como  $p'_{u} > p_{u}$  el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si no fuera asa se debe aumentar el acero hasta que cumpla.

- Acero transversal

Es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos para resistir los esfuerzos de corte. También, en zona sísmica como lo es Guatemala, debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la columna. Esto aumenta el refuerzo de ruptura del concreto; además, permite una deformación unitaria mayor del elemento

Según el ACI 318S-08 21.6.4.1. para la longitud de confinamiento ( $L_{o}$ ), no debe ser mayo:

- Luz libre = 9,4m
- Altura del elemento = 0,5 m

- 1/6 luz libre = 1,56
- 0,45 m

El código ACI 318S-08 requiere que el área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares,  $A_{sh}$ , no deben ser menor que la requerida por las siguientes ecuaciones:

$$A_{sh} = 0,3 \frac{S \cdot b_c \cdot f_c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

Para asegurar una capacidad adecuada de curvatura a flexión en las regiones de fluencia por esta razón se utilizarán:

$$A_{sh} = 0,09 \left( \frac{S \cdot b_c \cdot f_c}{f_y} \right)$$

Donde:

- $S$  = espaciamiento medidos centro a centro.
- $bc$  = dimensión transversal del núcleo de la columna medida entre los bordes externos del refuerzo transversal (cm):  $bc = B_{col} - (2 \cdot \text{recubrimiento})$ .
- $bc = 40 - (2 \cdot 4) = 32 \text{ cm}$
- $A_{sh} = 0,09 \cdot ((s \cdot 32 \cdot 280) / (4 \cdot 200)) = 0,192$

Usando número 4  $A_s = 1,27 \text{ cm}^2$ ,  $A_{sh} = 2 \cdot 1,27 = 2,54 \text{ cm}^2$

$$0,192 \cdot s = 2,54 \text{ cm}^2$$

$$S = 13,23 \text{ cm}$$

Por modulación la separación de los estribos cerrados de confinamiento medidos de centro a centro es de 15 cm.

El código ACI 318S-08, en la sección 21.6.4.3, requiere que la separación de refuerzos transversal no debe exceder la menor de:

- $\frac{1}{4}$  dimensión mínima del elemento
- 6 veces el diámetro del refuerzo longitudinal
- $S_o = 10 + (35-hx) / 3$

Donde:

- $hx$  = es la separación máxima entre ramas de estribos cerrados de confinamiento y ganchos suplementarios en toda la cara de la columna.

El valor  $S_o$ . no debe ser mayor de 15 centímetros ni se necesita tomarlo menor de 10 centímetros.

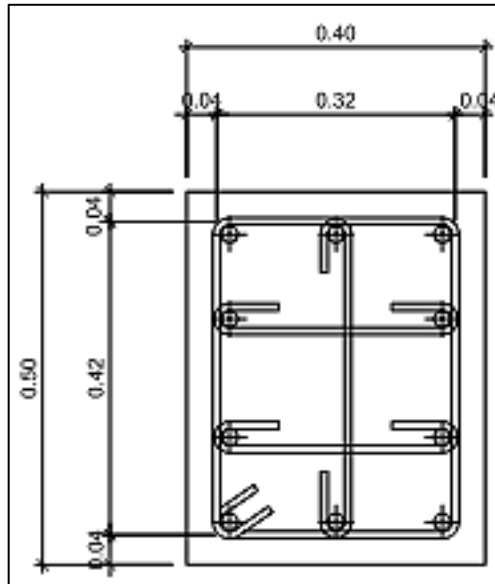
$$40/4 = 10 \text{ cm}$$

$$6*2,86 = 17,16 \text{ cm}$$

$$S_o = 10+(35-40) / 3 = 8,33 \text{ cm}$$

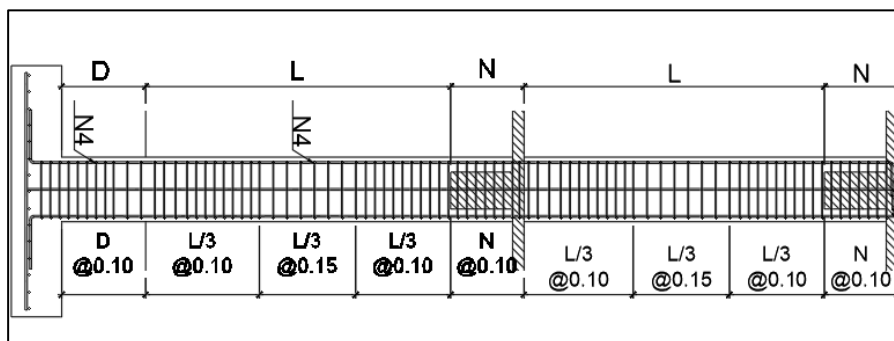
Entonces, se utiliza lo siguiente: estribos núm. 4 @ 10 cm dentro de la longitud de confinamiento.

Figura 28. **Detalle armado de columna**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Figura 29. **Detalle distribución de estribos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

#### 2.1.3.4. Diseño de cimentaciones

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir y a transferir las cargas de la estructura tanto propia como externas al suelo. Según el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y sus costos, se determina el tipo de cimentación.

Datos:

- $M_x = 20\,528,24 \text{ kg}\cdot\text{m}$
- $M_y = 17\,348,89 \text{ kg}\cdot\text{m}$
- $V_s = 32,72 \text{ ton}/\text{m}^2$
- $Y_s = 1,5 \text{ ton}/\text{m}^3$
- $D_f = 0,8 \text{ m}$
- $F_{cu} = 3,02$

La carga axial viene dada por la carga axial que soporta la columna, dados en el diseño de columnas.

$$P_u = 89\,105,92 \text{ kg}$$

- Cálculo de las cargas de trabajo

- $P^t = p_u/F_{cu} = 89\,105,92/3,02 = 29\,505,27 \text{ kg} = 29,51 \text{ ton}$
- $M_{tx} = M_x/F_{cu} = 20\,528,24/3,02 = 6\,797,43 \text{ kg}\cdot\text{m} = 6,80 \text{ ton}\cdot\text{m}$
- $M_{ty} = M_y/F_{cu} = 17\,348,89/3,02 = 5\,744,67 \text{ kg}\cdot\text{m} = 5,74 \text{ ton}\cdot\text{m}$

Predimensionamiento de área de la zapata:

- $Az = 1,5 \cdot P_t / V_s = 1,5 \cdot 29,51 / 49,08 = 1,35 \text{ m}^2$

Se propone utilizar dimensiones aproximadas:

- $Az = 1,7 \cdot 1,7 = 2,89 \text{ m}^2$

- Chequeo de presión sobre el suelo

Se debe tomar en cuenta que no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte. La zapata transmite verticalmente al suelo por medio de la superficie en contacto con este, aplicando una presión cuyo valor se define por la siguiente expresión:

$$q = P_{total} / Az \pm M_{tx} / S_x \pm M_{ty} / S_y$$

Donde:

- $s_x, s_y = (1/6) \cdot b \cdot h^2 = (1/6) \cdot 1,7 \cdot 1,7^2 = 1,1883333 \text{ m}^3$ .
- $P_{suelo} = Az \cdot d_f \cdot \gamma_s = 2,89 \cdot 0,8 \cdot 1,5 = 3\,468 \text{ ton}$ .
- $P_{col} = \text{sección col} \cdot h_{col} \cdot \gamma_{concreto} = (0,4 \cdot 0,5) \cdot 3,4 \cdot 2,4 = 1\,632 \text{ ton}$ .
- $P_{zapata} = Az \cdot \text{espesor asumido} \cdot \gamma_{concreto} = 2,89 \cdot 0,4 \cdot 2,4 = 2,7744 \text{ ton}$ .
- $P_{total} = P_{trabajo} + P_{suelo} + P_{col} + P_{zapata} = 29,51 + 3\,468 + 2\,774 + 1\,632 = 37,38 \text{ ton}$ .

- $q_{max} = (37,38/2,89) + (6,80/1,18833) + (5,74/1,8833) = 23,48 \text{ ton/m}^2$ .
- $q_{min} = (37,38/2,89) - (6,80/1,18833) - (5,74/1,8833) = 2,379 \text{ ton/m}^2$ .

$q_{max}$  cumple al no ser mayor que  $v_s$ , y  $q_{min}$  cumple, no existen presión de tensión.

- Presión última

Como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida en forma variable, pero para cada efecto de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio.

$$q_u = q_{max} * F_{cu}$$

$$q_u = 23,48 * 3,02 = 70,93 \text{ ton/m}^2$$

Espesor de zapata:  $t = 0,40$

- Chequeo de corte simple

La falla de la zapata por esfuerzo por cortante ocurre a una distancia  $d$  (peralte) del borde de la columna; por lo que se compara en ese límite, si el corte resistente es mayor que el actuante.

Asumiendo varilla núm. 5, el  $\Phi$  de la varilla sería de 1,59 cm.

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

$$d = 40 - 7,5 - 1,59/2 = 31,705 \text{ cm}$$

$$V_{act} = q_u * A$$



$$V_{act} = 70,93 * (1,7/2 - 0,4/2 - 31,705/100) * 1,7 = 40,15 \text{ ton}$$

$$V_r = 0,53 * \emptyset * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_r = (0,53 * 0,85 * \sqrt{280}) * 170 * 31,705 / 1000$$

$$V_r = 40,63 \text{ ton}$$

$V_r > V_{act}$  = si chequea

- Chequeo de corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurren la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna.

Calculando  $a'$  y  $b'$ , en donde:  $a'$  y  $b'$  = lado de columna +  $d$ .

- $a' = 40 + 31,705 = 71,705 \text{ cm}$
- $b' = 50 + 31,705 = 81,705 \text{ cm}$

$$V_{act} = A * q_u$$

$$V_{act} = (1,7 * 1,7 - 0,71705 * 0,81705) * 70,93 = 163,44 \text{ ton}$$

$$V_r = 0,53 * \emptyset * (1 + \frac{2}{\beta}) * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

Donde:

- $b_o = \text{perímetro de sección crítica de punzonamiento} = (2 * 71,05) + (2 * 81,705) = 306,82 \text{ cm}$

- $\gamma = 1$ , concreto de peso normal, ver sección del ACI318S-11, cap. 8.6.
- $B = 1$ .

$$V_r = 0,53 * 0,75 * \left(1 + \frac{2}{1}\right) * \sqrt{(280) * 306,82 * 31\,705} = 194\,110,41 \text{ kg}$$

$$V_r = 194,11 \text{ ton}$$

$$V_r > V_{act} = \text{si chequea}$$

- Diseño de refuerzo

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata; por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos. Esto se hace de la manera siguiente:

Momento último: este se define tomando la losa en voladizo con la ecuación:

$$M_u = q_u * L^2 / 2 = 70,93 * 0,65^2 / 2 = 14,98 \text{ ton/m}$$

Donde:

- $L$  = es la distancia del rostro de la columna al borde de la zapata.

Área de acero: el área de acero se define por la siguiente expresión:

$$A_s = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - (M_u * b) / (0,003825 * f'c)}) * 0,85 * (f'c) / f_y$$

$$A_s = (170 * 31,70 \sqrt{((170 * 31,70)^2 - (14,98 * 170) / (0,003825 * 280))}) * 0,85 * (280) / 200$$

$$A_s = 12,77 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}A_{smin} &= 14,1 \cdot b \cdot d / f_y \\A_{smin} &= 14,1 \cdot 170 \cdot 31,705 / 4 \cdot 200 \\A_{smin} &= 18,09 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Usar  $A_{smin}$  debido a que es mayor al requerido = 18,09 cm<sup>2</sup>

El espaciamiento entre varilla de refuerzo está definido por:

$$\begin{aligned}S &= A_v \cdot b / A_s \\S &= 2 \cdot 170 / 26,60 = 18,79\end{aligned}$$

Por lo tanto, la zapata quedara armada con varilla núm. 5 @ 15 cm en ambos sentidos.

#### **2.1.3.5. Diseño de gradas**

Una escalera tiene que ser cómoda y segura, dependiendo de la relación de los pañuelos; es decir, la relación de huella (C) y contrahuella (H), cumpliendo con los siguientes criterios:

- Relación de comodidad
  - $C < 20 \text{ cm}$
  - $H > C$
  - $2C + H < 64 \text{ cm}$  (valores cercanos)
  - $C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$
  - $C \cdot H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$

Para determinar el número de escalones se utiliza:

$$H/C_{\max}$$

$$H/C_{\max} = 3,4/0,18 = 18,88 = 19 \text{ escalones}$$

$$C = 18 \text{ cm} < 20 \text{ cm}; H = 30 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2 \cdot 18 + 30 = 66 \text{ cm}$$

$$C + H = 18 + 30 = 48 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 475 \text{ cm}^2$$

Como todo chequeo, se tienen 19 contrahuellas de 18 cm, 18 huellas de 30 cm.

- Espesor de losa

$$t = l_n/24 \quad l_n = \text{altura de piso}$$

$$t = 3,4/30 = 0,113 \text{ m}$$

$$t = 0,10 \text{ m}$$

- Integración de cargas

Carga muerta (CM):  $Y \text{ concreto} \cdot (A_{\text{esc}} + A_{\text{losa}} + A_{\text{descanso}})$

$$CM = 4200 \cdot [ (0,18 \cdot 0,3) / 2 + 0,1(\sqrt{0,18^2 + 0,3^2}) + (0,10 \cdot 2) ] = 1\,100,34 \text{ kg/m}$$

Carga viva (CV): como se detalla en las cargas vivas que da el AGIES, para la escalera es de 500 kg/m

$$\text{Carga última (W): } 1,2(CM) + 1,6(CV)$$

$$W = 1,2(100,34) + 1,6(500) = 2120,408 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de los momentos
  - $M(+)=wL^2/12 = ((2120,48)*(3,7)^2) /12 = 2419,03 \text{ kg/m}^2$
  - $M(-)=wL^2/14 = ((2120,48)*(3,7)^2) /14 = 2073,45 \text{ kg/m}^2$
  
- Cálculo de cortantes
  - $V_{\text{apoyo}} = 3/8 WL = (3/8) *(2120,40) (3,7) = 2942,08 \text{ kg}$
  - $V_{\text{empo}} = 5/8 WL = (3/8) *(2120,40) (3,7) = 4903,44 \text{ kg}$
  
- Chequeo al corte

Se diseña con una franja unitaria de 100 centímetros, de la manera siguiente:

El recubrimiento (r) mínimo considerado es 2 centímetros. Se propone utilizar refuerzo núm. 3 ( $\emptyset = 0,95$  centímetros;  $A_s = 0,71$  centímetros cuadrados.)

Peralte de la cama inferior (momento negativo):

$$d(-)=t - r - \emptyset /2 = 10 - 2 - 0,95/2 = 7,52 \text{ cm}$$

Peralte de la cama superior (momento positivo):

$$d(+)=d(-) - \emptyset = 7,52 - 0,95 = 6,57 \text{ cm}$$

Cálculo de la resistencia del concreto a corte:

11.2.1.1

$$V_c = 0,53 \lambda \sqrt{f'_c} b x d = 0,53 \times 1 \times \sqrt{280} \times 100 \times 7.52$$

Eq. (11-3)

$$V_c = 6\,673,61 \text{ kg}$$

9.3.2.3

$$\phi V_c = 0,75 \times 6\,673,61 = 5\,005,21 \text{ kg}$$

Eq. (8.6.1)

Como  $\phi V_c$  es mayor que los valores de cortante en los apoyos de la losa, el concreto es capaz de resistir el cortante inducido por las cargas.

- Diseño a flexión

$$A_{smin} = 14,1 \times b \times d / f_y$$

$$A_{smin} = 14,1 \times 100 \times (10-3,5-0,148) = 2,13 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento máximo permitido para el refuerzo a flexión en cualquiera de las camas del armado no debe ser mayor a:

$$S_{max} \leq 2t = 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

Espaciamiento del refuerzo a flexión:

El espaciamiento requerido por el refuerzo mínimo (por retracción y temperatura) es, por regla de tres:

$$\frac{1,72 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}^2} = \frac{0,71 \text{ cm}^2(\text{núm.3})}{S} \quad s = 41,28 \text{ cm} > S_{max}$$

Nótese que el espaciamiento requerido es mayor al espaciamiento máximo. El área de acero suministrada al colocar refuerzo a flexión núm. 3 con espaciamiento máximo es, por regla de tres:

$$\frac{A_s}{100 \text{ cm}^2} = \frac{0,71 \text{ cm}^2(\text{núm. 3})}{20 \text{ cm}} \quad A_s = 3,55 \text{ cm}^2 > A_{s\text{min}}$$

- Determinación del refuerzo a flexión:

Utilizando la ecuación genérica siguiente para el refuerzo a flexión requerido ( $A_s$ ), se obtiene las áreas de acero indicadas.

$$A_s = [ b x d - \sqrt{(b x d)^2 - (M_u x b) / (0,003825 x f'c)} ] x (\emptyset x f'c) / f_y$$

$$M_{\text{max}} = 2\,419,032 \text{ kg/ m}^2 \quad M_{\text{min}} = 2\,073,456 \text{ kg/ m}^2$$

$$A_{s(+)} = 9,580 \text{ cm}^2 \quad A_{s(-)} = 8,049 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo requerido por momento máximo:

Es espaciamiento requerido por el esfuerzo es, por regla de tres:

$$\frac{9.580 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0.71 \text{ cm}^2(\text{NO.3})}{s} \quad A_s = 7.41 \text{ cm} < A_{s\text{max}}$$

Se coloca refuerzo a flexión núm. 3 con espaciamiento de 20 centímetros.

- Refuerzo requerido por momento en el empotramiento:

El espaciamiento requerido por el esfuerzo es, por regla de tres:

$$\frac{8,049 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2(\text{núm. 3})}{s} \quad A_s = 8,82 \text{ cm} < A_{s\text{max}}$$

Se coloca refuerzo a flexión núm. 3 con espaciamiento de 10 centímetros.

#### **2.1.4. Instalaciones**

Las instalaciones que, regularmente se colocan en los edificios 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 económica de mantenimiento
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

##### **2.1.4.1. Eléctrica**

La instalación eléctrica fue diseñada con base en modelos utilizados en edificios similares al del presente proyecto; tratan de cumplir con la iluminación correcta para las diferentes áreas y procurando dejar suficientes tomas de electricidad para los estudiantes y maestros.

Se diseñó tanto fuerza como iluminación y se optó por dejar 2 tablero de distribución en cada nivel. Se proponen 9 circuitos para iluminación y 7 para



fuerza en cada piso del edificio; los tableros serán de 12 polos monofásicos 120/240V. El alambre de la instalación es calibre 12; las lámparas son: lámparas 4 x 4 de cuatro tubos, con difusor acrílico, 6 ojos de huey led, 75 watts, 1 reflectores doble 120°, 100 watts, exterior con detector de movimiento, 2 lámparas tipo led, 120°, vidrio templado. Los tomacorrientes en su mayoría son dobles de 120 V, tomacorrientes a 0,4 del nivel del piso y tomacorrientes en el cielo. (todos los detalles de la misma pueden encontrarse en los respectivos planos constructivos adjuntos a este trabajo).

El amperaje está dado por la siguiente expresión:

- $I = P/V$

Done:

- $I =$  corriente (A)
- $P =$  potencia (watts)
- $V =$  Voltios (V)

A continuación, se realiza el cálculo del circuito B de iluminación y el circuito A de fuerza.

Circuito B de iluminación: cuenta con 12 iluminarias de 4 x 40 W y 1 reflector doble de 100 W las cuales utilizarán 2020 W de potencia.

- $I = P/V = 2020/120 V$
- $I = 16,83 A$

Circuito A de fuerza: consiste de 5 tomacorrientes las cuales consumirán 180 w cada uno, para un total de 900 W en todo el circuito.

- $I = P/V = 900/120 \text{ V}$
- $I = 7,5 \text{ A}$

Las siguientes tablas muestran los flipones que serán utilizados y el calibre del cable en cada circuito.

Tabla XXXI. **Circuitos de iluminación**

Iluminación					
Circuito	Potencia (watts)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Flipón (A)	Conductor
Nivel 1 y 2					
A	940	120	7,833333333	15	12 AWG, TW
B	2 020	120	16,83	30	12 AWG, TW
C	640	120	5,333333333	15	12 AWG, TW
D	790	120	6,583333333	15	12 AWG, TW
E	1 440	120	12	30	12 AWG, TW
F	640	120	5,333333333	15	12 AWG, TW
G	840	120	7	15	12 AWG, TW
H	640	120	5,333333333	15	12 AWG, TW
I	960	120	8	15	12 AWG, TW

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Circuitos de fuerza**

Iluminación					
Circuito	Potencia (watts)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Flipon (A)	Conductor
NIVEL 1 Y 2					
A	900	120	7,5	15	12 AWG, TW
B	720	120	6	15	12 AWG, TW
C	720	120	6	15	12 AWG, TW
E	540	120	4,5	15	12 AWG, TW
D	720	120	6	15	12 AWG, TW
F	720	120	6	15	12 AWG, TW
G	900	120	7,5	15	12 AWG, TW

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.4.2. Sanitarias**

Son una parte importante porque en ellas se transportan todas las aguas negras provenientes de los aparatos sanitarios. Para el diseño se determinan los diámetros necesarios para las descargas y pendientes necesarias para el traslado de las mismas.

Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenaje se necesita definir un concepto que se conoce como unidad de descarga, que constituye la referencia para definir las descargas de todos los demás muebles, accesorios y aparatos sanitarios.

Según el uso de las instalaciones sanitarias se pueden clasificar en tres clases:

- 1ra. clase: uso privado en viviendas, cuartos de baño privado, hoteles de uso familiar de pocas personas.
- 2da. clase: de uso semipúblico, utilizado en oficinas, fábricas, entre otros, donde el uso es solamente por las personas del edificio ocupado.
- 3era. clase: de uso público, donde no existe límites de número de personas que puedan usarlo.

Tabla XXXIII. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	----	----	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	----	4	4	----	2	2

Fuente: RODRIGUEZ SOZA, Luis. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 71.

La tabla anterior fue utilizada para las derivaciones en diámetro de 4 pulgadas para inodoros, 2 pulgadas para lavamanos y mingitorios.

Para el cálculo de la tubería colectora, que sirva para evacuar las aguas negras, se utiliza la siguiente tabla:

Tabla XXXIV. **Diámetros de las derivadas en colector**

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	pulg.	Derivación horizontal s=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
32	1 ½	1	1	1	1
38	1 ½	2	2	2	2
50	2	4	5	6	8
63	2 ½	10	12	15	18
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280
150	6	264	330	440	580

Fuente: RODRIGUEZ SOZA, Luis. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 71.

Tomado en cuenta que existen 44 puntos de descarga que se unirán a la tubería colectora, se asigna un diámetro de 4 pulgadas con una pendiente de 2,5 % lo cual permite un número máximo de descargas de 96 unidades.

#### 2.1.4.3. Pluvial

En el edificio de la escuela se diseñó la evacuación de precipitación pluvial que cae sobre techos, patios, zonas pavimentadas, entre otros. La solución comprende la instalación de tubería, accesorios y cajas de registro.

El diámetro de la tubería a utilizar será calculado según el caudal a evacuar, para ello se usará la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

- Q = caudal en metros cúbicos por segundo
- C = coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de lluvia en milímetros por hora
- A = área a considerar en hectáreas

$$I = \frac{4\,604}{t + 24}$$

Donde:

- t = tiempo de concentración (20 años)

$$I = \frac{4\,604}{20 + 24} = 104,63 \text{ mm/hr}$$

Según datos 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 techo.

$$Q = \frac{0,95 * 104,63 * 0,070}{360} = 0,00193 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la tubería se calcula con la siguiente expresión:

$$\phi = \left( \frac{691\,000 * Q * n}{\frac{1}{2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

- Q = caudal requerido  $m^3/s$
- n = coeficiente de rugosidad
- s = pendiente

$$\phi = \left( \frac{691\,000 * 0,00193 * 0,009}{0,025 \frac{1}{2}} \right)^{3/8} = 5,06 \text{ cm} = 2 \text{ pulgadas}$$

Se utiliza una bajada de agua pluvial de tubo PVC de 3 pulgada.

#### **2.1.4.4. Agua potable**

El sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios depende del uso del edificio, del área, las costumbres y los hábitos de sus ocupantes, de uso de medidores, así como del sistema de distribución que sea adoptado.

El diseño hidráulico del edificio es creado mediante 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 del aparato según una tabla se calcula cuanto consume en L/s según unidades Hunter.

Tabla XXXV. **Unidades de gasto**

Artefacto	Cantidad	Núm. Hunter	UH
Inodoro	15	3	45
Lavamanos	17	1	17
Urinario	8	3	24
Ducha	2	4	8
Total			94

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al método para un UH de 94 corresponde un caudal de 1,62 l/s, el cálculo de diámetro de la tubería es por medio de la siguiente ecuación.

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Donde:

- D = diámetro.
- V = Velocidad, se recomienda utilizar velocidades de 1 a 1,5 m/s para garantizar que el sistema funcione adecuadamente.
- Q = caudal.
- $D = (4 * 0,00162) / (3,1416 * 1,5) = 0,03708 \text{ m} = 1,45 \text{ pul. Se usará } 1 \frac{1}{2} \text{ “}$

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultaneo de los aparatos disminuye. El gasto obtenido por este método es tal



que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado; por lo tanto, se utilizará un diámetro de  $1\frac{1}{2}$  " para este edificio.

Se concluye que se utilizara tubería de  $\frac{1}{2}$  " para los artefactos sanitarios, tubería de  $\frac{3}{4}$  " para ramales intermedios y de  $1\frac{1}{2}$  " para ramales principales, todos de PVC.

#### **2.1.5. Planos constructivos**

Constituyen junto al presupuesto los parámetros más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto; los planos realizados son: planta arquitectónica, acotada, planta de armado de techo, fachadas, secciones más detalles, cimentaciones, instalaciones hidráulicas y sanitarias y por último instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza). Se pueden encontrar en el apéndice.

#### **2.1.6. Presupuesto del proyecto**

En el presupuesto del edificio se especifican los renglones que se deben realizar para el proyecto; los precios de materiales corresponden a proveedores de la región, los precios de mano de obra también son los utilizados en el casco del municipio.

Tabla XXXVI. Cálculo del total del material

ITEM	Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Subtotal	Total, renglones
<b>1.000</b>	<b>Preliminares generales</b>					<b>Q 18,600.00</b>
1.010	Instalaciones provisionales	M2	36,00	350,00	Q 12 600,00	
1.020	Equipos e insumos	Unidad	1,00	6 000,00	Q 6 000,00	
<b>1.100</b>	<b>Movimiento de tierras</b>					<b>Q 54 625,00</b>
1.110	Limpieza y demoliciones	M2	225,00	75,00	Q 16 875,00	
1.120	Corte, carga y acarreo	M3	100,00	65,00	Q 6 500,00	
1.130	Rellenos compactados	M3	125,00	250,00	Q 31 250,00	
<b>2.000</b>	<b>Cimentación</b>					<b>Q 274 730,14</b>
2.010	Trazo	M2	550,75	6,00	Q 3 304,50	
2.020	Zapatas	M3	37,31	3 850,00	Q 143 643,50	
2.030	Cimiento corrido	M3	23,31	4 300,00	Q 100 219,46	
2.040	Solera de humedad	M3	6,99	3 942,00	Q 27 562,68	
<b>3.000</b>	<b>Estructura</b>					<b>Q 1 645 974,57</b>
3.010	Columnas estructurales	M3	21,74	4 800,00	Q 104 328,00	
3.020	Muros estructurales	M2	887,88	469,26	Q 416 646,57	
3.030	Losa	M2	755,00	1 190,00	Q 898 450,00	
3.040	Bordillo sobre losa	MI	168,00	225,00	Q 37 800,00	
3.050	Definición de pañuelos para bajadas pluviales	M2	755,00	250,00	Q 188 750,00	
<b>4.000</b>	<b>Instalaciones</b>					<b>Q 295 570,53</b>
4.010	Instalaciones hidráulicas	Unidad	31,00	420,64	Q 13 039,84	
4.020	Unidades de drenajes sanitario	Unidad	27,00	1 150,00	Q 31 050,00	
4.030	Fosa séptica	M3	12,00	2 025,00	Q 24 300,00	
4.040	Unidades de bajadas pluviales	MI	75,00	580,00	Q 43 500,00	
4.050	Inodoros	Unidad	8,00	1 254,19	Q 10 033,52	
4.060	Lavamanos	Unidad	8,00	1 312,71	Q 10 501,68	
4.070	Mingitorios	Unidad	4,00	2 517,70	Q 10 070,80	
4.080	Pila	Unidad	1,00	1 550,00	Q 1 550,00	
4.090	Tinaco	Unidad	1,00	3 825,00	Q 3 825,00	
4.100	Cisterna de 12 m3	M3	12,00	2 025,00	Q 24 300,00	
4.110	Bomba de 1 caballo de fuerza	Unidad	1,00	3 900,00	Q 3 900,00	
4.120	Tanque hidroneumático de 90 litros	U	1,00	4 050,00	Q 4 050,00	
4.130	Divisiones de block en baños	M2	17,00	620,57	Q 10 549,69	
4.140	Unidades de fuerza	Unidad	31,00	425,00	Q 13 175,00	
4.150	Unidades de iluminación	Unidad	64,00	475,00	Q 30 400,00	
4.160	Acometida eléctrica	Unidad	1,00	4 500,00	Q 4 500,00	
4.170	Caja de flipones	Unidad	1,00	4 500,00	Q 4 500,00	
4.180	Lámparas de 4x4	Unidad	59,00	875,00	Q 51 625,00	
4.190	Reflectores dobles	U	2,00	350,00	Q 700,00	
<b>5.000</b>	<b>Acabados</b>					<b>Q 425 849,29</b>
5.010	Aplicación de repellos en muros y cielos	M2	2 264,40	45,00	Q 101 897,82	
5.020	Construcción de bases de pisos internos	M2	550,75	225,00	Q 123 918,75	
5.030	Aplicación de acabado final en paredes y cielos	M2	2 264,40	45,00	Q 101 897,82	
5.040	Suministro y aplicación de pintura en cielos y paredes	M2	2 264,40	25,00	Q 56 609,90	
5.050	Impermeabilización de losa final	M2	755,00	55,00	Q 41 525,00	
<b>6.000</b>	<b>Piso y azulejos</b>					<b>Q 145 057,50</b>
6.010	Suministro e instalación de cerámico	M2	550,75	210,00	Q 115 657,50	
6.030	Suministro e instalación de azulejos cerámico	M2	140,00	210,00	Q 29 400,00	
<b>7.000</b>	<b>Puertas y ventanas</b>					<b>Q 102 925,00</b>
6.040	Suministro e instalación de puerta tipo 1	Unidad	1,00	3 500,00	Q 3 500,00	
7.010	Suministro e instalación de puerta tipo 2	Unidad	7,00	2 925,00	Q 20 475,00	
7.020	Suministro e instalación de puerta tipo 3	Unidad	3,00	2 200,00	Q 6 600,00	
7.030	Suministro e instalación de puerta tipo 4	Unidad	4,00	2 200,00	Q 8 800,00	
7.030	Suministro e instalación de puerta tipo 5	Unidad	2,00	1 900,00	Q 3 800,00	
7.040	Suministro e instalación de puerta tipo 6	Unidad	6,00	1 500,00	Q 9 000,00	
7.050	Ventana de PVC blanco	M2	35,00	1 450,00	Q 50 750,00	
<b>8.000</b>	<b>Otros trabajos</b>					<b>Q 365 510,48</b>

Continuación de la tabla XXXVI.

8.010	Rampa área de juegos	M2	16,40	275,00	Q 4 510,00	
8.020	Baranda metálica	MI	10,12	540,00	Q 5 464,80	
8.030	Rótulos identificación de aulas, oficinas, baños, entre otros.	Unidad	9,00	335,16	Q 3 016,44	
8.040	Unidades de bocinas	Unidad	5,00	525,00	Q 2 625,00	
8.050	Unidades de timbres + intercomunicador	Unidad	1,00	3 329,24	Q 3 329,24	
8.060	Conexión de compu oficinas	Unidad	5,00	525,00	Q 2 625,00	
8.070	Suministro e instalación de juegos para el jardín de niños	M2	129,00	350,00	Q 45 150,00	
8.080	Butacas para auditorio	Unidad	84,00	2 560,00	Q 215 040,00	
8.090	Adoquinamiento de área frontal en fachada	M2	155,00	450,00	Q 69 750,00	
8.100	Letras acrílicas nombre de la escuela	Unidad	1,00	14 000	Q 14 000,00	
<b>Valor total proyecto</b>					<b>Q 3 328 842,50</b>	
M2 de construcción					755,00	
<b>Valor por M2</b>					<b>Q 4 409,06</b>	

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.7. Cronograma de ejecución

A continuación, se presenta el cronograma de actividades por semana.

Tabla XXXVII. Cronograma de actividades por semana

CRONOGRAMA		SEMANAS																													
No.	DESCRIPCION DE RENGLON	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
1	PRELIMINARES GENERALES	■																													
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	■	■	■																											
3	CIMENTACION		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	ESTRUCTURA					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	INSTALACIONES																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6	ACABADOS																									■	■	■	■	■	■
7	PISO Y AZULEJOS																														
8	PUERTAS Y VENTANAS																														
9	OTROS TRABAJOS																														
10	ENTREGA FINAL																														

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.8. Evaluación de impacto ambiental**

Es el procedimiento tecnoadministrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno; en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptar, rechazar o modificar.

- Impacto ambiental de la construcción de edificaciones:

Dentro de las actividades industriales, la construcción, junto con la industria asociada es la mayor consumidora, 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 infraestructura 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 provienen, 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 operaciones; 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 periodo de construcción de las edificaciones, sino en su utilización diaria durante su vida útil.

A continuación, se presenta un formato de evaluación de impacto ambiental (EIA), un listado que clasifica en orden un estudio ambiental sencillo y eficaz que se debe presentar ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MAR); se llenarán algunas casillas, otras serán llenadas en el momento que se entregue papelería al ministerio (ver formulario en anexos).

## **2.2. Diseño de un sistema de drenaje sanitario la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, zona 12 del municipio de Villa Nueva, Guatemala**

A continuación, se describe el diseño de un sistema de drenaje sanitario la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, zona 12 del municipio de Villa Nueva, Guatemala.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El diseño de drenaje en la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, municipio de Villa Nueva; esta comunidad cuenta con los servicios de agua potable y energía eléctrica, pero no cuenta con el sistema de drenaje, razón por la cual se desarrolla el diseño del mismo de 2,3 kilómetros de longitud.

Las calles de terracería que presenta el lugar, definen el sistema de drenaje que ha de utilizarse para la evacuación de aguas residuales. Un sistema combinado implicaría el uso de tragantes para agua de lluvia, ocasionando que la arena, tierra y otros materiales que son arrastrados por el agua superficial entren a la tubería, que ocasiona obstrucciones. El mantenimiento sería caro, por la limpieza frecuente que debería realizarse. Dadas las circunstancias mencionadas, el sistema que mejor se adapta a la situación, es el drenaje sanitario, con el cual, se eliminarían las aguas negras a flor de tierra, que causan problemas a los habitantes de la aldea, por el mal olor, la proliferación de insectos y la transmisión de enfermedades gastrointestinales.

### **2.2.2. Levantamiento topográfico**

En la realización del levantamiento topográfico del área a drenar, no solo se tomó en cuenta el área edificada en la actualidad, también, las que en un futuro pueden contribuir al sistema; incluye la localización exacta de todas las calles y zonas con o sin edificación; edificios, carreteras, todos los pavimentos, anotando su clase y estado; parques públicos, campos de deporte y toda aquella estructura natural y artificiales que guarden relación con el problema de resolver e influyan en los diseños.

### **2.2.2.1. Planimetría**

La planimetría se utiliza para localizar la red de drenaje dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico se utilizó una estación total marca Topcon, modelo GTS 263 W.

### **2.2.2.2. Altimetría**

Se utiliza para brindar elevación a los puntos de la planimetría. La estación total, previamente mencionada, utiliza un método de nivelación geométrica o directa compuesta; determina el desnivel existente entre puntos de cada estación y aquellos intermedios respecto a un punto referencial, mediante visuales horizontales hacia los prismas que se ubican en posición vertical sobre los puntos radiados.

### **2.2.3. Periodo de diseño**

Se define como período de diseño al tiempo de funcionamiento eficiente y adecuado del sistema diseñado. Para definir el período de diseño de este sistema se ha tomado en cuenta factores como vida útil de los materiales, factibilidad económica del diseño y crecimiento poblacional.

El período de diseño para el sistema de drenaje sanitario de la comunidad unidos 8 de marzo es de 30 años.

#### 2.2.4. Población tributaria

En un diseño de drenaje sanitario es muy importante conocer la población del lugar, ya que es la que tributará las aguas negras al sistema.

La población actual de diseño para las 160 casas del proyecto se estimó tomando un promedio de 6 habitantes por casa, lo cual da un total de 960 personas.

Conociendo la población actual, se proyectó mediante el método geométrico, que así a conocer la población tributaria en el periodo de diseño del proyecto.

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

Donde:

- Pf = población final
- Po = población inicial
- r = tasa de crecimiento
- n = período de diseño

La población futura se estableció utilizando una tasa de crecimiento de población del 3,1 por ciento anual, según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística.

$$Pf = 960 * (1 + 0,031)^{30}$$

$$Pf = 2\ 399$$



## **2.2.5. Determinación de caudales**

A continuación, se describe la determinación de caudales.

### **2.2.5.1. Dotación**

Se conoce como dotación a la cantidad de agua en litros por habitante al día, que será destinada para el uso o consumo de la población. Se utiliza una dotación de 200 l/hab/día debido a que la municipalidad de Villa Nueva tiene establecida ese dato.

### **2.2.5.2. Factor de retorno**

Es el porcentaje de agua que después de ser utilizada se devuelve al drenaje; como se mencionó anteriormente está en función de las costumbres sociales de la población. Dicho factor debe estar entre los siguientes valores.

$$0,70 \leq FDR \leq 0,85$$

Para el cálculo del caudal domiciliar de este proyecto se determinó que se utilizará un FDR de 0,85.

### **2.2.5.3. Caudal domiciliar**

Es el aporte de aguas servidas o desechos, provenientes de las viviendas ubicadas en el área tributaria de cada tramo en diseño. El caudal domiciliar está relacionado con la dotación y el factor de retorno del proyecto. Este está dado en litros por segundo y se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot.} * \text{N. Hab.} * \text{F. R.}}{86\ 400}$$

Donde:

- $Q_{\text{dom}}$  = caudal domiciliar (l/s)
- Dot. = dotación (l/hab/día)
- N.Hab. = número de habitantes que tributan en el tramo
- F.R. = factor de retorno

#### **2.2.5.4. Caudal comercial e industrial**

Es el agua de desechos de la actividad producida de las industrias, como plantas procesadoras de alimentos, licoreras, plantas procesadoras de materia prima, entre otros. En este diseño se desprecia este caudal por la razón de que no existe ninguna industria en la comunidad.

#### **2.2.5.5. Caudal de conexiones ilícitas**

Es el aporte de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de conexiones erradas de bajantes de tejados y patios. Existen varios métodos para calcular dicho caudal.

Para calcular el caudal se basó según lo establecido en los reglamentos generales para el diseño de alcantarillas y drenajes de Unepar - Infom, es posible representar este caudal como el 10 % del caudal domiciliar. Debido a que se planea construir un sistema de alcantarillado pluvial, las conexiones ilícitas deberán ser reducidas considerablemente.

$$Q_{ci} = 0,10 * Q_{Dom}$$

### 2.2.5.6. Caudal de infiltración

Es considerado como el flujo que se infiltra o penetra a través de la tubería, juntas entre tuberías y conexiones a pozos de visita y demás estructuras.

El Infom establece que para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, debe tomarse en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad y el tipo de tuberías.

Tabla XXXVIII. **Factor de infiltración**

Tipo de tubería	Factor de infiltración
PVC	0,010
Cemento	0,0025

Fuente: INFOM. *Factor de infiltración para tubería PVC.* p. 10.

El caudal de infiltración se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{inf} = \frac{F.I * \left( \frac{L_{tuberia} + (\#casa * \#hab)}{1\ 000} \right)}{86\ 400}$$

### 2.2.5.7. Caudal sanitario

Se define como sumatoria del caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal de conexiones ilícitas y caudal de infiltración. Se utiliza para determinar el factor de caudal medio.

$$Q_s = \sum Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

#### **2.2.5.8. Factor de caudal medio**

Este factor se determina mediante la suma de los caudales que intervienen en el sistema (caudal sanitario), dividido entre la población que tributa en determinado período de diseño.

El factor de caudal medio, debe situarse entre los rangos de 0,002 y 0,005 según parámetros de la DGOP. Si este da un valor menor se tomará el valor mínimo de 0,002; y si en dado casi fuera mayor, se tomará máximo de 0,005 considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos.

$$FQM = \frac{Q_s}{N.Habitantes}$$

Donde:

- $Q_s$  = caudal sanitario (l/s)
- FQM = factor de caudal medio

#### **2.2.5.9. Factor de Harmon**

También, llamado factor de flujo instantáneo es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en la hora pico; es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P}/1\ 000}$$

Donde:

- FH = es el factor de Harmon
- P = es la cantidad de habitantes expresado en miles

#### **2.2.5.10. Caudal de diseño**

Caudal de diseño es el caudal de aguas sanitarias para el cual se capacitará y diseñará cada tramo que conforma el sistema de drenaje. Este caudal es determinado mediante la multiplicación del factor de caudal medio, por el factor de Hormon y número de habitantes que tributan en cierto tramo del diseño.

Es importante calcular el caudal de diseño para la actualidad y para el futuro en el período de diseño, ya que se deben cumplir velocidades y tirantes mínimas y máximas, para el funcionamiento adecuado del sistema. Este caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q_{\text{diseño}} = F.H. * FQM * \text{Núm. habitates}$$

Donde:

- F.H. = factor de Harmon
- FQM = factor de caudal medio

## **2.2.6. Diseño de la red**

A continuación, se describe el diseño de la red.

### **2.2.6.1. Parámetros de diseño**

Para el diseño del proyecto de drenaje sanitario se tomó criterios de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal (Infom), Empagua y los parámetros brindados por la municipalidad de Villa Nueva.

### **2.2.6.2. Diseño de secciones de pendientes**

Para el diseño de los sistemas de drenajes sanitario se debe determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena de la tubería a utilizar.

Se utiliza la ecuación de Manning para canales abiertos y cerrados, para realizar dicho cálculo.

$$V = \frac{0,003429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- $V$  = velocidad del flujo a sección llena (m/s)
- $D$  = diámetro interno de la tubería (pulgadas)
- $N$  = coeficiente de rugosidad de Manning
- $S$  = pendiente de la tubería

### 2.2.6.3. Velocidades de diseño recomendadas

Las velocidades en el flujo están en función de la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y la clase de tubería utilizada. La velocidad se determina por medio de la ecuación de Manning y las relaciones hidráulicas  $v/V$ , donde  $v$  es la velocidad del flujo y  $V$  es la velocidad del flujo a sección llena.

Las velocidades en el flujo deben tener un máximo y mínimo, lo cual evita la generación de erosiones y sedimentos en la tubería.

Tabla XXXIX. **Velocidades mínimas y máximas según tipo de tubería**

Tipo de alcantarillado	Tubería PVC		Tubería de cemento	
	Vel. mínima	Vel. máxima	Vel. mínima	Vel. máxima
Sanitario	0,6 m/s	4 m/s	0,6 m/s	3 m/s

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.4. Diámetro mínimo de tubería

El diámetro mínimo de tubería para alcantarillados sanitario es 6" de diámetro para PVC y de 8" para tubería de concreto

Para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de cemento es de 6" y de 4" para PVC.

El proyecto de alcantarillado se diseñó con tubería PVC debido a que fue solicitado por la municipalidad de Villa Nueva.

Tabla XL. **Diámetros mínimos**

<b>Tipo de tubería</b>	<b>Alcantarillado sanitario</b>
PVC	6"
Cemento	8"

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.6.5. Pendientes**

Es recomendado que la pendiente de la tubería sea la misma del terreno, para evitar costos excesivos de excavación y acarreo, la pendiente estará en función de que cumpla con las relaciones hidráulicas y velocidades permitidas.

En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 4 plg, 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 su corriente.

En áreas donde la pendiente del terreno es mínima se recomienda acumular mayor cantidad de caudales para generar mayor velocidad.

### **2.2.6.6. Relaciones hidráulicas**

Donde:

- Q: es el caudal en metros cúbicos por segundo
- A: es el área de la sección en metros cuadrados
- Rh: es el radio hidráulico
- S: la pendiente de la tubería en metro sobre metro
- n: es el coeficiente de rugosidad



Con el fin de reducir el tiempo en el cálculo se utilizó la tabla XXXIV, obtenida del Infom.

Tabla XLI. Relaciones hidráulicas

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
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

Continuación de la tabla XLI.

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: Infom. *Documentos de referencias*. <http://www.infom.gob.gt/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

### 2.2.6.7. Ancho de zanja

Para la instalación de tuberías se debe conocer que ancho de zanja se utilizará, el cual está en función del diámetro de tubería. Se utiliza para poder determinar cuánto será la excavación para su instalación.

Tabla XLII. Ancho de zanja

Ø Tubería	Ancho
6	0,60
8	0,60
10	0,65
12	0,70
14	0,75
15	0,75
16	0,80
18	0,85
20	0,90
22	1,00
24	1,00
26	1,20
28	1,20
30	1,30
36	1,35
40	1,40
42	1,45
50	1,60
60	1,95

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.8. Profundidad mínima de tubería

La profundidad se determina en función de las cotas invert. Se debe chequear que la tubería tenga un recubrimiento mínimo y adecuado para no ser dañada por el paso de vehículos y peatones. Para determinar la profundidad mínima ver las tablas XXXVI y XXXVII, según el tipo de la tubería.

Tabla XLIII. **Profundidad mínima tubería PVC**

Diámetros	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
<b>Tránsito liviano</b>	60 cms	60 cms	90 cms	90 cms	90 cms	90 cms	90 cms	100 cms	100 cms	120 cms
<b>Tránsito pesado</b>	90 cms	90 cms	90 cms	110 cms	110 cms	120 cms	120 cms	120 cms	140 cms	140 cms

Fuente: Norma ASTM F-949. *Tubería para alcantarillado*. p. 2.

Tabla XLIV. **Profundidad mínima tubería cemento**

Diámetros	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
<b>Tránsito liviano</b>	117 cms	122 cms	128 cms	134 cms	140 cms	149 cms	165 cms	170 cms	175 cms	180 cms
<b>Tránsito pesado</b>	137 cms	142 cms	148 cms	154 cms	160 cms	169 cms	185 cms	200 cms	205 cms	215 cms

Fuente: Infom. *Documentos de referencias*. <http://www.infom.gob.gt/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

### 2.2.6.9. Cotas invert

Es la distancia que existe entre el nivel del terreno natural y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recibimiento mínimo necesario de la tubería. Por lo tanto, las cotas invert se calculan con base en la pendiente del terreno y la distancia entre pozos.

Tipos de casos:

- Diámetro de tubería de entrada y el de tubería de salida son iguales

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, a 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

- Diámetro de tubería de entrada y el de tubería de salida no son iguales

Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, debajo de la cota invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.

### **2.2.7. Obras y accesorios**

A continuación, se describen las obras y accesorios.

#### **2.2.7.1. Pozos de visita**

Son elementos que forman parte del alcantarillado y cuyo propósito es servir como medios de inspección y limpieza.

Se recomienda ubicar pozos en los siguientes casos:

- En tramos iniciales
- En cambios de diámetro de tubería
- En cambios de pendiente
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En separaciones no mayores de 100 m

Los diámetros de los pozos de visita serán diseñados en función del diámetro de la tubería utilizada.

En este caso para los pozos se utilizará tubería de concreto reforzado de 36 pulgadas, porque las calles de este lugar son muy angostas, los pozos de

visita tradicionales no caben, ya que como en este asentamiento los habitantes se establecieron sin hacer algún estudio o planificación previa, por lo cual las casas están demasiado cerca.

#### **2.2.7.2. Tubería secundaria**

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

#### **2.2.7.3. Caja o candela**

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

#### **2.2.7.4. Disipador de energía**

Los disipadores de energía son elementos que generan una pérdida importante de energía cinética en el flujo y mermar la erosión que esta podría ocasionar al impactar con la estructura. Son empleados en tramos con alta pendiente longitudinal.

Dependiendo de la diferencia entre la cota invert de entrada con cota invert de salida, se define si es necesario colocar un artefacto de disipación y de que tipo.

Para este caso se usará colchones de agua de 20 cm en cada pozo de visita, para evitar la erosión del mismo.

### 2.2.8. Cálculo de un tramo del sistema de alcantarillado sanitario

- Cálculo del tramo del PV 8 – PV 9
  - Cota inicial (CI) = 102,44 m
  - Cota final (CF) = 102 m
  - Distancia horizontal (DH) = 13,9 m
  
- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S \% = \frac{(CI - CF)}{D.H} \times 100 = \frac{(102,44 - 102)}{13,9} \times 100 = 3,16 \%$$

- Población de diseño
  - Viviendas del tramo anterior = 0
  - Viviendas del tramo actual = 2
  - 6 habitantes por casa

$$\# \text{ de habitantes} = 2 * 6 = 12$$

$$Pf = Pa (1 + R)^T$$
$$Pf = 12 (1 + 0,0347)^{30}$$

$$Pf = 33,38 \text{ hab}$$

- Pa = 12 habitantes
  - R = 3,47 %
  - T = 30 años
  - Población futura = 34 habitantes
- Integración de caudales
    - Caudal domiciliar

Para el caudal domiciliar en este caso se utilizó un FRD de 0,85 y una dotación de 200 Lt/hab/día, ya que es el valor que la municipalidad de Villa Nueva determinó que se utilizará.

$$Q_{Dom} = \frac{Dot \times \#hab \times FDR}{86\ 400}$$

$$Q_{Dom} = \frac{200 \times 34 \times 0,85}{86\ 400}$$

$$Q_{Dom} = 0,067 \text{ lt/s}$$

- Dotación = 200 lts/hab/día
  - Factor de retorno = 0,85
  - # habitantes = 34 hab
  - Q Dom = 0,067 lt/s
- Caudal de infiltración

Para el caudal de infiltración como se utilizó tubería de PVC, se utilizará el factor de infiltración de 12 000.



- Ltuberia = 13,9 m
- # casa = casas a conectarse = 2
- # habitantes = 12

$$Q_{Dom} = \frac{F.I * \left( \frac{Ltuberia + (\#casa * \#hab)}{1000} \right)}{86400}$$

$$Q_{Dom} = \frac{12000 * \left( \frac{13,9 + (2 * 12)}{1000} \right)}{86400}$$

$$Q_{Dom} = 0,00703 \text{ lts/seg}$$

- Caudal de conexiones ilícitas

En este caso para el diseño del drenaje sanitario se utilizó el parámetro de diseño del Infom.

- Factor de infom = 0,10
- Qdom = 0,067 lt/s

$$Q_{CI} = 0,010 \times Q_{DOM}$$

$$Q_{CI} = 0,010 \times 0,067$$

$$Q_{CI} = 0,00067 \text{ Lt/s}$$

- Caudal comercial y caudal industrial

Para este diseño de drenaje sanitario el caudal comercial e industrial fue nulo, ya que no existen comercios ni industrias cercanos al sistema.

- Caudal sanitario

Se toma la sumatoria del caudal domiciliario, caudal de infiltración y caudal de conexiones ilícitas.

$$Q_s = \sum Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

$$Q_s = 0,067 \frac{lt}{s} + 0,00703 \frac{lt}{s} + 0,007 \frac{lt}{s} + 0 \frac{lt}{s} + 0 \frac{lt}{s}$$

$$Q_s = 0,08 \frac{lt}{s}$$

- Factor de caudal medio

$$fqm = \frac{Q_s}{\#hab. futuro}$$

$$fqm = \frac{0,08lt/s}{34 hab}$$

$$fqm = 0,0024$$

- Factor de Harmon

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{34/1\ 000}}{4 + \sqrt{34/1\ 000}}$$

$$FH = 4,35$$

- Caudal de diseño

$$Qd = \#hab \times fqm \times FH$$

$$Qd = 34 \times 0,0024 \times 4,35$$

$$Qd = 0,35 \text{ lt/}$$

- Diseño hidráulico
  - Diámetro de tubería 6"
  - Pendiente de tubería propuesta = 0,34 %
- Velocidad a sección llena

$$V = \left( \frac{0,03429}{0,01} \right) \times D^{2/3} \times s^{1/2}$$

$$V = \left( \frac{0,03429}{0,01} \right) \times 6^{2/3} \times 0,034^{1/2}$$

$$V = 2,09 \frac{m}{s}$$

- Capacidad a sección llena

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \times 0,1524^2}{4}$$

$$A = 0,018 \text{ m}^2$$

○ D = 0,1524

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2,09 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,018 \text{ m}^2 * 1000$$

$$Q = 38,08 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,35 \text{ l/s}}{38,08 \text{ l/s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,00919$$

Como  $q < Q$ , de las tablas de relaciones hidráulicas se obtiene los siguientes valores (ver tabla XXXIV).

$$\frac{v}{V} = 0,311 \text{ y } \frac{d}{D} = 0,67$$

- Velocidad de diseño

$$v = 0,311 \times 2,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 0,648 \frac{m}{s}$$

Este drenaje a un período de diseño de 30 años, su velocidad estaría dentro de lo permitido, por lo tanto, cumple.

$$0,60 \text{ m/s} \leq 0,648 \text{ m/s} \leq 4 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,087$$

$$0,10 \leq 0,087 \leq 0,75$$

La altura del tirante hidráulico no cumple en algunos tramos del alcantarillado, esto es porque en el lugar donde se realiza el alcantarillado es un asentamiento; por lo cual la estimación de la población y el crecimiento de esta es difícil de calcular, se podría arreglar usando tubería de menor diámetro, pero el diámetro mínimo a utilizar es de 6".

- Cotas invert
  - Cota invert de salida del PV8
    - CIS = 101,44
  - Cota invert de entrada al PV 9
    - CIE =  $101,44 - (13,9 \times 0,034 \%) / 100 = 100,97 \text{ m}$

La diferencia entre altura entre la cota invert de entrada a la tubería del PV8 a la cota invert de salida a la tubería de PV9 es de 0,47; por lo tanto, si se utiliza artefacto disipador, ya que:

$$0,3 \text{ m} \leq 0,47 \leq 0,75 \text{ m}$$

Se colocará un colchón.

- Profundidad del pozo de visita
  - PV 8
    - Cota invert de salida= 101,44 m
    - Cota de terreno inicial= 102,44 m
    - Altura de pozo= 101,44 – 102,44 = 1 m = 1,2 m
  - PV 9
    - Cota invert de salida= 100,87 m
    - Cota de terreno inicial= 102 m
    - Altura de pozo= 102 – 100,87 = 1,13 m = 1,33 m
- Excavación

$$Ex = \left( \frac{\text{prof de pozo inicial} + \text{pro de pozo final}}{2} \right) \times \text{Ancho de zanja} \times Dh$$

$$Ex = \left( \frac{1,20 \text{ m} + 1,33 \text{ m}}{2} \right) \times 0,60 \text{ m} \times 13,9 \text{ m}$$

$$Ex = 10,55 \text{ m}^3$$

- Relleno

$$Relleno = Exc - \left( \frac{\pi}{4} x D^2 x 0,0254 \right) x Dh$$

$$Relleno = 10,55 m^3 - \left( \frac{\pi}{4} x (6 * 0,0254)^2 \right) x 13,9 m$$

$$Relleno = 10,29 m^3$$

### **2.2.9. Desfogue**

El sistema de alcantarillado sanitario desembocara a una planta de tratamiento ya existente.

### **2.2.10. Tabla drenaje sanitario**

El diseño del drenaje sanitario se puede entrar en el apéndice 2 de este trabajo de graduación.

### **2.2.11. Planos finales**

El drenaje sanitario consta de 13 planos los cuales se puede encontrar en el apéndice de este trabajo de graduación.

- Plano curvas de nivel
- Plano densidad de vivienda
- Plano planta general
- Plano perfil 1
- Plano perfil 2

- Plano perfil 3
- Plano perfil 4 y 5
- Plano perfil 6 y 7
- Plano perfil 8 y 9
- Plano perfil 10 y 11
- Plano perfil 12 y 13
- Plano perfil 14 y 15
- Plano detalles

### 2.2.12. Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto de alcantarillado sanitario.

Tabla XLV. Presupuesto de alcantarillado sanitario

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		COSTO RENGLON	
<b>1.00</b>	<b>OBRA GRIS</b>						
1.01	construccion de pozo de altura 1.35 metros	Unidad	44.00	Q	2,564.54	Q	112,839.82
1.02	construccion de pozo de altura 1.60 metros	Unidad	4.00	Q	3,229.70	Q	12,918.79
1.03	construccion de candela de 10 pulgadas	Unidad	160.00	Q	547.58	Q	87,612.93
<b>SUB TOTAL</b>						<b>Q</b>	<b>213,371.53</b>
<b>2.00</b>	<b>INSTALACION DE TUBERIA</b>						
2.01	instalacion de tuberia 4"	m	320.00	Q	310.02	Q	99,207.12
2.02	instalacion de tuberia de 6"	m	918.00	Q	373.73	Q	343,080.61
2.03	instalacion de tuberia de 8"	m	90.00	Q	952.37	Q	85,713.35
						Q	-
<b>SUB TOTAL</b>						<b>Q</b>	<b>528,001.09</b>
						<b>Q</b>	<b>741,372.62</b>

En letras:

Seiscientos treinta y seis mil setecientos dieciseis  
quetzales con cuarenta y tres centavos

Fuente: elaboración propia.



### 2.2.13. Cronograma de actividades por semana

A continuación, se presenta el cronograma de actividades por semana.

Tabla XLVI. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA		SEMANAS																																
No.	DESCRIPCION DE RENGLON	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			
1	Preliminares generales	■	■																															
2	Topografía			■	■																													
3	Demolicion de pavimento existente					■	■	■	■	■																								
4	Istalacion tubería PVC Ø6"										■	■	■	■	■	■	■																	
5	Istalacion tubería PVC Ø8"																■	■																
6	Construccion pozos de visita										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											
7	Construccion de candelas																							■	■	■	■	■	■	■	■			
8	Istalacion tubería PVC Ø4"																																	
9	Relleno con selecto																																	
10	restauracion del pavimento																																	

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.14. Estudio de impacto ambiental

Es el análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar.

Los proyectos de drenaje sanitario son por lo regular beneficiosos para el medio ambiente, pero en ocasiones no lo son ya que realizan sin tomar en consideración el tratamiento de las aguas que conducen y estas son evacuadas al medio ambiente contaminándolo, este no es el caso del proyecto que está en mención ya que este si cuenta con el debido tratamiento de las aguas negras y colabora con el medio ambiente para su cuidado.

Actualmente, se han visto afectados los ríos que rodean a la comunidad, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjones que van a dar al río; por lo que la población está teniendo una participación negativa para el ambiente.

A continuación, se presenta un formato de evaluación de impacto ambiental (EIA), un listado que clasifica en orden un estudio ambiental sencillo y eficaz que se debe presentar ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MAR); se llenara algunas casillas, otras serán llenadas en el momento que se entregue papelería al ministerio. (ver formulario en anexos)

## CONCLUSIONES

1. Con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, en la comunidad Unidos 8 de Marzo, Mezquital, se reducirá la contaminación al ambiente, así como de enfermedades gastrointestinales, ocasionadas por las aguas residuales.
2. La construcción de la escuela primaria brinda un lugar adecuado para el desarrollo y aprendizaje de los niños, al ofrecerles infraestructura en buen estado.
3. La escuela primaria fue diseñada con base en las características que se requieren con base en el código ACI y AGIES, para un área sísmica; garantiza la resistencia de la estructura a movimientos de este tipo.
4. Los proyectos desarrollados son factibles económicamente, debido a que son obras de primera necesidad para el municipio, por lo que la inversión que se requiere puede ser financiada por distintas entidades de carácter gubernamental.
5. Los proyectos no son amenazas para el ambiente; causa únicamente molestias a la hora de su elaboración; pero estos problemas son fácilmente tratables.



## RECOMENDACIONES

1. Dar mantenimiento al drenaje sanitario cada fin de temporada de lluvia para garantizar que este trabaje adecuadamente los 30 años de diseño, revisando los pozos de visita y verificando que el agua no se estanque y que no haya obstrucciones.
2. Orientar y hacer conciencia a todos los vecinos, ya que pueden obstruir el paso de los liquitos dentro de la tubería con objetos de volumen mayor, además de los caudales de conexión ilícitas,
3. La estructura de la escuela deberá tener su mantenimiento cada 6 meses, siendo estas inspecciones a la válvulas, chorros, cableado eléctrico y pintura a la estructura, mantenimiento preventivo.
4. Garantizar la supervisión de los trabajos, por parte de un profesional durante el proceso de construcción.
5. Durante la construcción de los proyectos se deberá regar el suelo para evitar el levantamiento de polvo, trabajar durante el día, esto para evitar molestias a los vecinos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. Comité ACI 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-11)*. Estados Unidos: ACI, 2011. 508 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 28 p.
3. BRAJA M., Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4ta ed. California: Thomson, 1999. 862 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Manual para el diseño de alcantarillado*. Guatemala: Infom, 2001. 65 p.
5. LÓPEZ TZUL, Yoselin Elvira. *Diseño de edificio de dos niveles con parqueo en sótano de mercado municipal No.2 para Palín, Escuintla*. Trabajo de graduación de ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 106 p.





# APÉNDICE

## Apéndice 1. **Planos**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.





**SIMBOLOGIA**

	UBICACIÓN DEL TERRENO
---	-----------------------

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

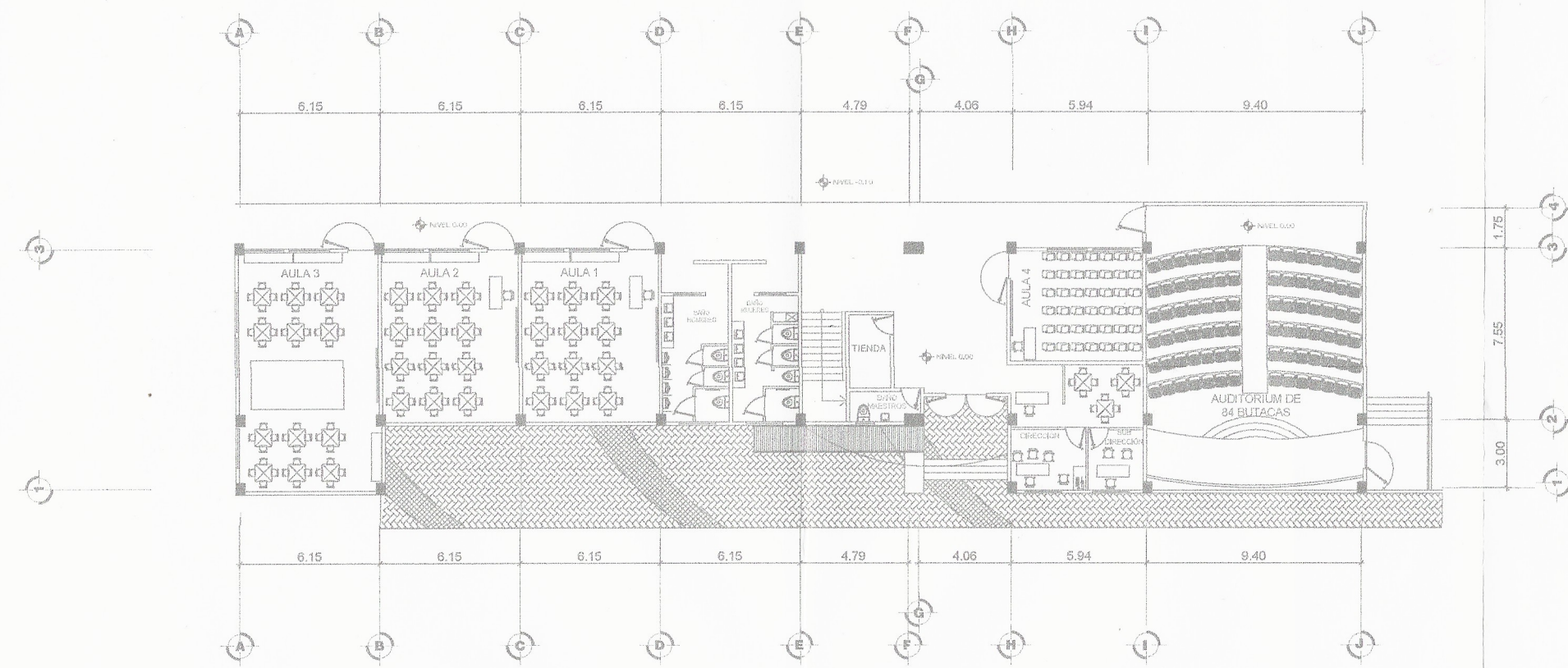
**PLANO DE LOCALIZACION**  
 ESC: 1/2000

			
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA			
PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA			
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	CONTRATO: PLANO DE LOCALIZACION	INDICADA	HOJA
DISEÑO: ING. ALBERTO BARRERA	FECHA: 04	1	
ELABORADO: ING. ALBERTO BARRERA	FECHA: 04	14	



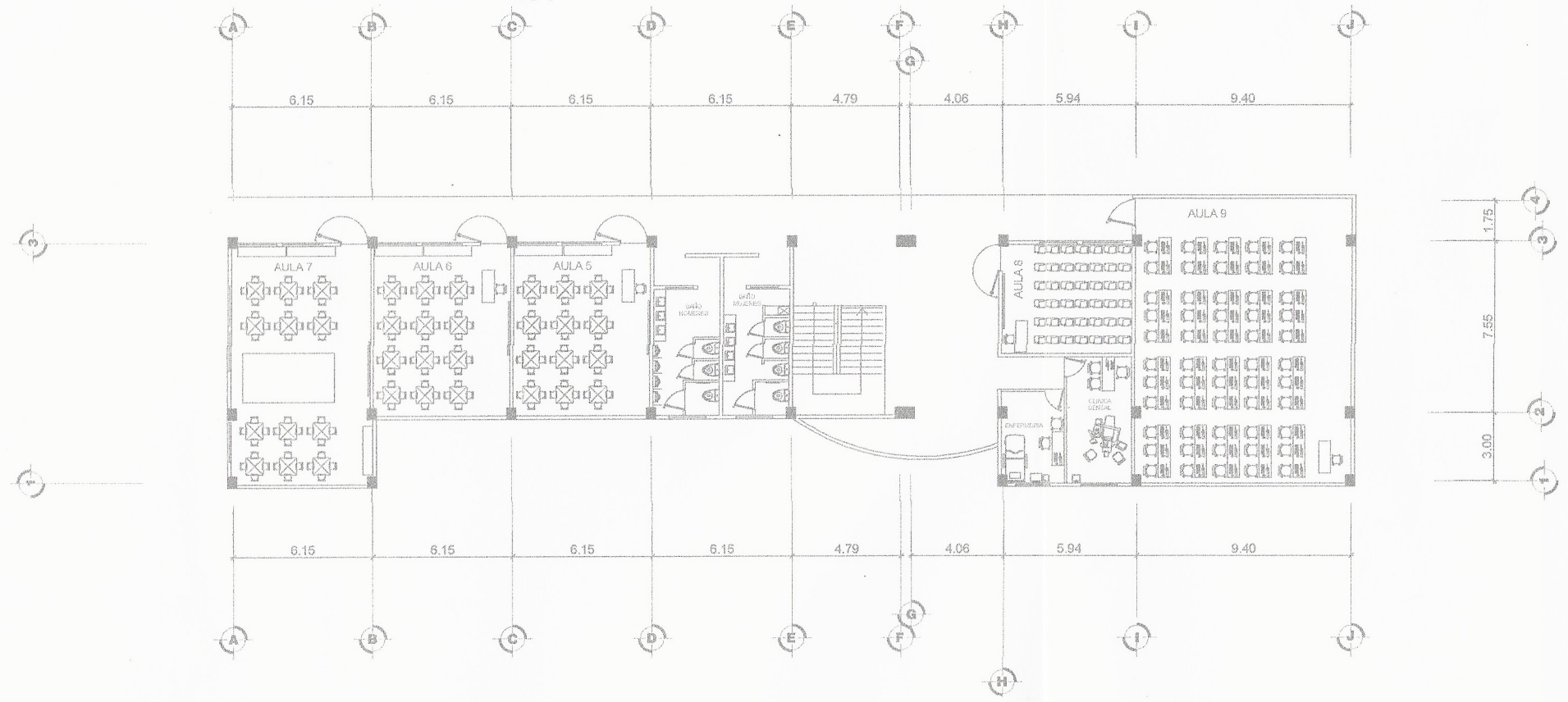






### PLANO AMUEBLADO NIVEL 1

ESC: 1/125



### PLANO AMUEBLADO NIVEL 2

ESC: 1/125

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO  
ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA  
NUEVA

PROFESOR  
ING. ALFREDO BARRERA

CONTRATO  
PLANO DE AMUEBLADO NIVEL 1 Y 2

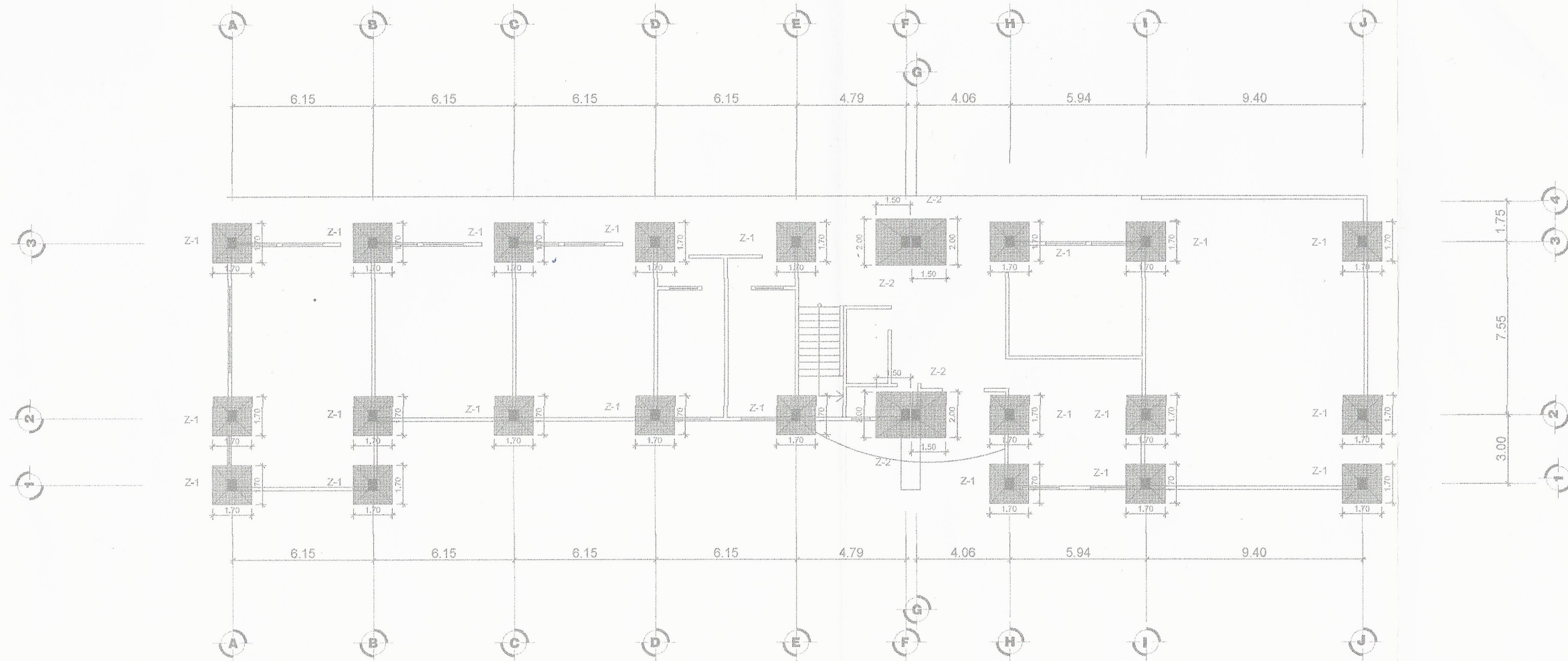
INDICADA  
FOLIO 04  
FOLIO 03

ING. ALFREDO BARRERA

JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ  
CAPRIN 20112087

INDICADA  
FOLIO 14

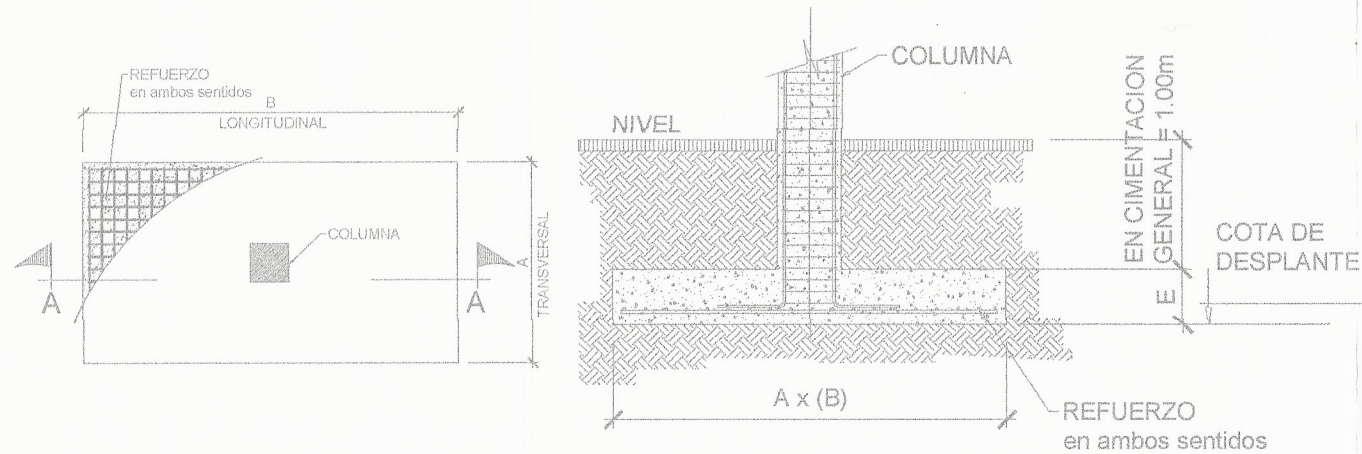




**PLANTA DE CIMIENTO**

ESC: 1/100

PLANILLA DE ZAPATAS				
TIPO	A	B	E	REFUERZO
Z-1	1.70	1.70	0.40	N5@0.15 AMBOS SENTIDOS
Z-2	2	1.5	0.40	N6@0.10 AMBOS SENTIDOS

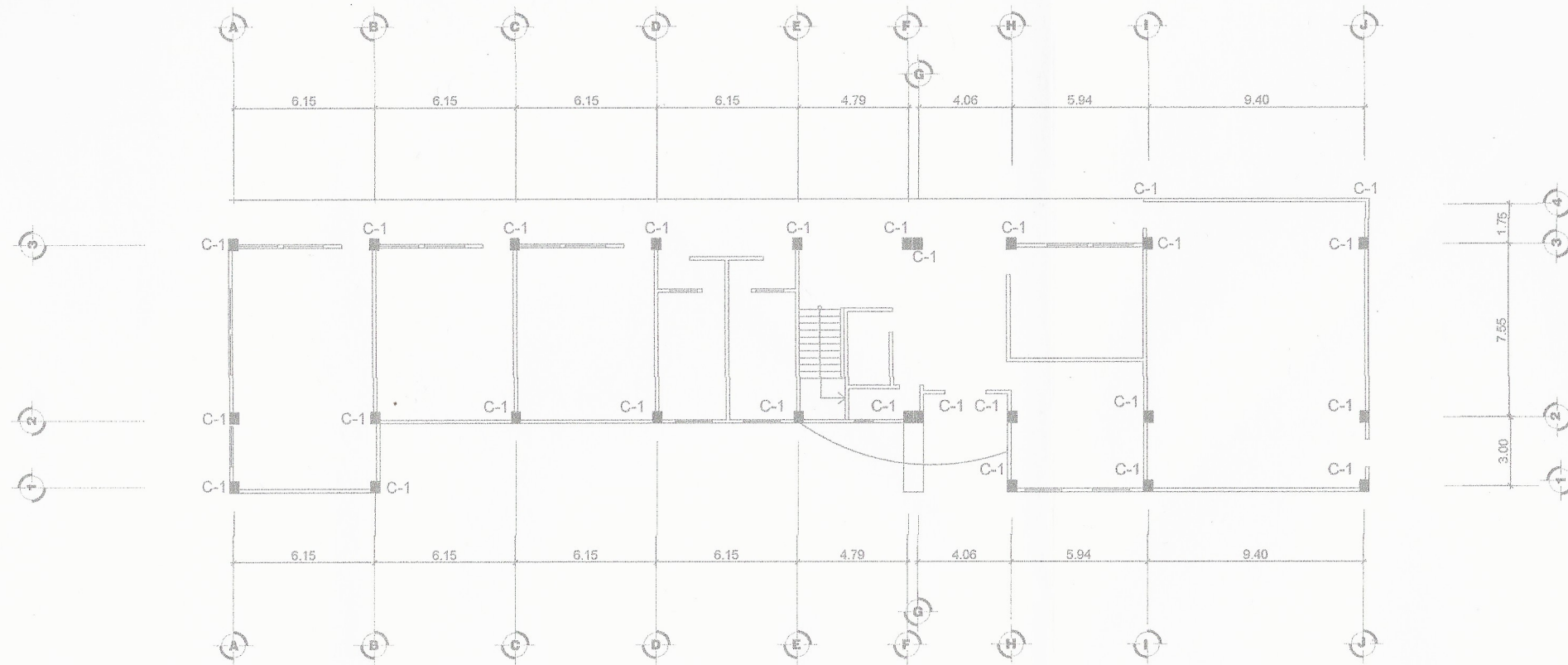


**DETALLES DE ZAPATA**

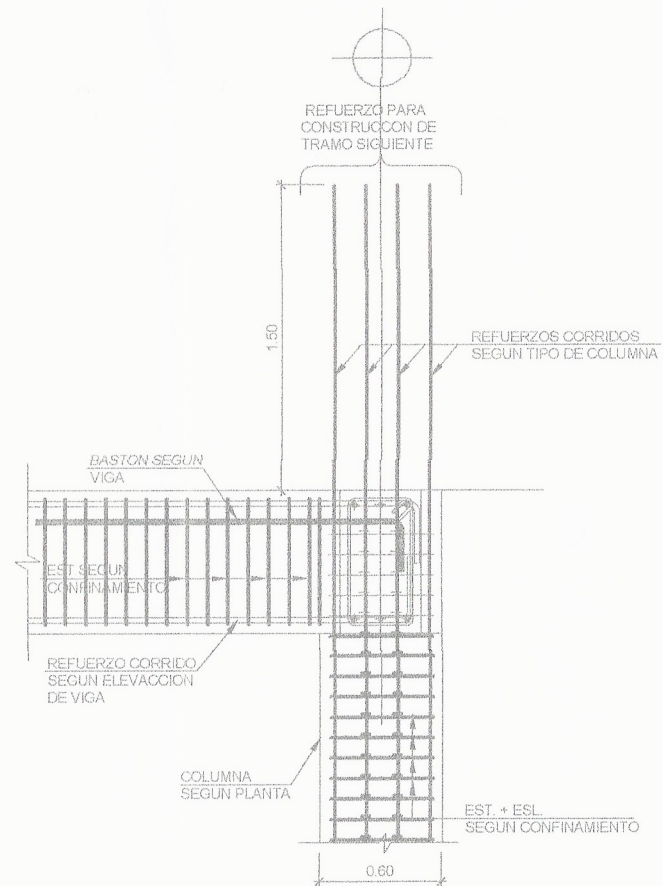
ESC: 1/40

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPIO DE VILLA NUEVA			
PROYECTO ESCUELA PRIMARIA TECUM URBAN, BARCELA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA			
PROYECTISTA ING. ALFREDO BARBERA	PROYECTISTA PLANTA CIMENTACION	INDICADA 04	HOJA 04
ING. ALFREDO BARBERA	ING. ALFREDO BARBERA GONZALEZ	FECHA 2011-2017	HOJA 14

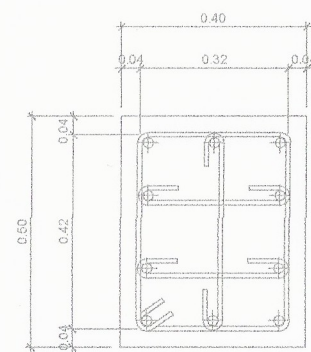




**PLANTA DE COLUMNAS**  
 ESC: 1/125



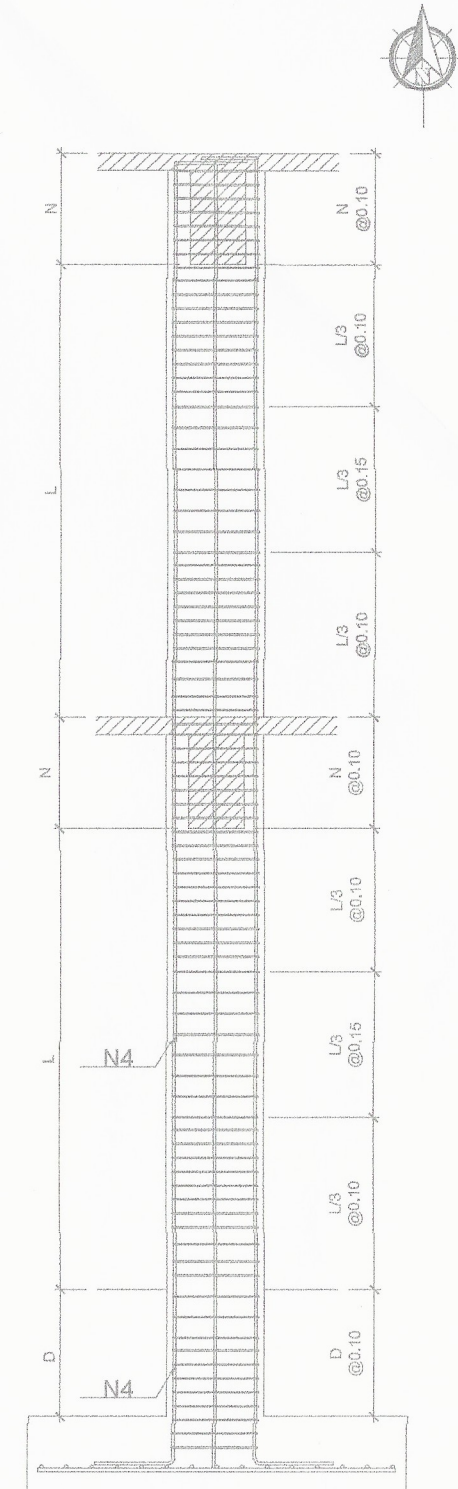
**DETALLE TIPICO**  
 PARA CONSTRUCCION DE TRAMO SIGUIENTE DE COLUMNAS ESCALA 1/20



REFUERZO:  
 10 N6  
 VER ELEVACION DE COLUMNA  
 DISTRIBUCION DE ESTRIBOS N4 + ES LABONES N4

CONCRETO 4,000 PSI

**COLUMNNA C-1**  
 DE NIVEL 1 & NIVEL 2 ESCALA 1/10



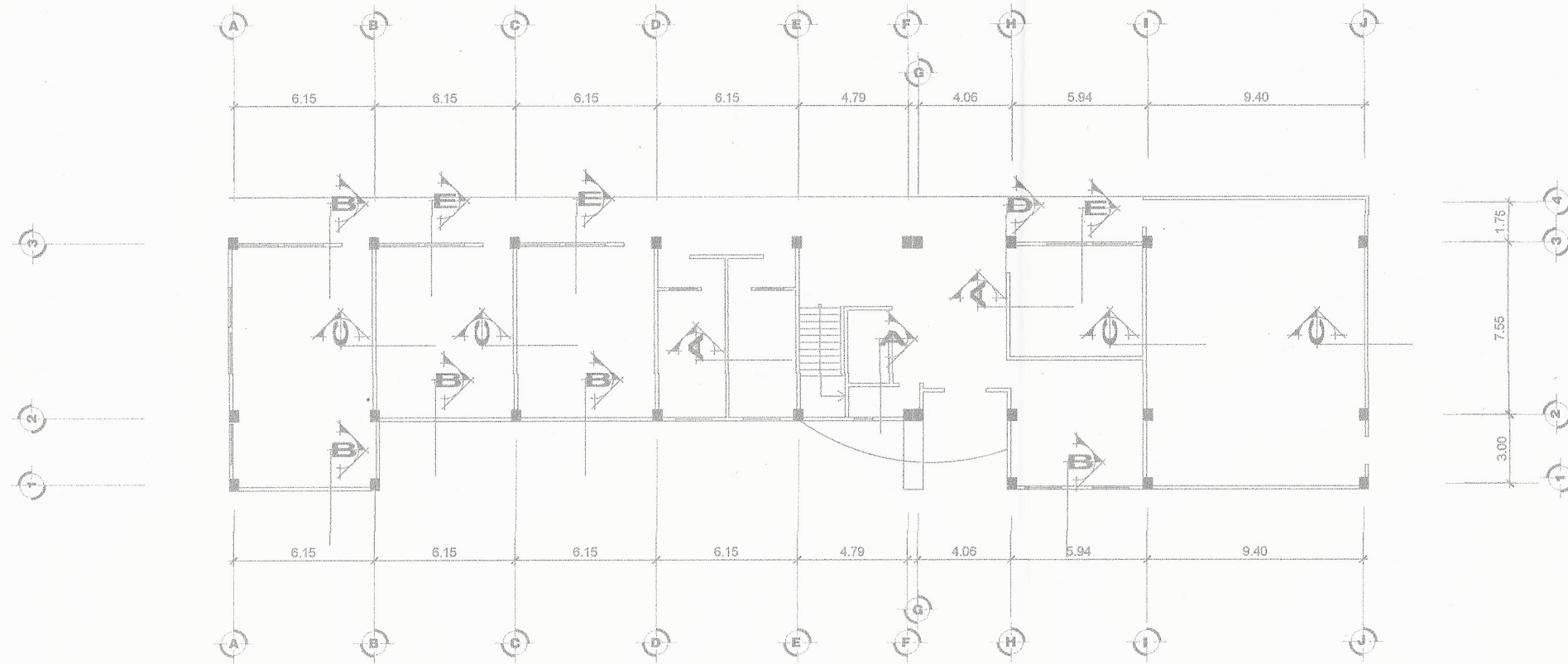
**DISTRIBUCION DE ESTRIBOS & ESL.**  
 ELEVACION DE COLUMNAS ESCALA 1/25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE VILLAHERRA  
 PROYECTO  
 ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

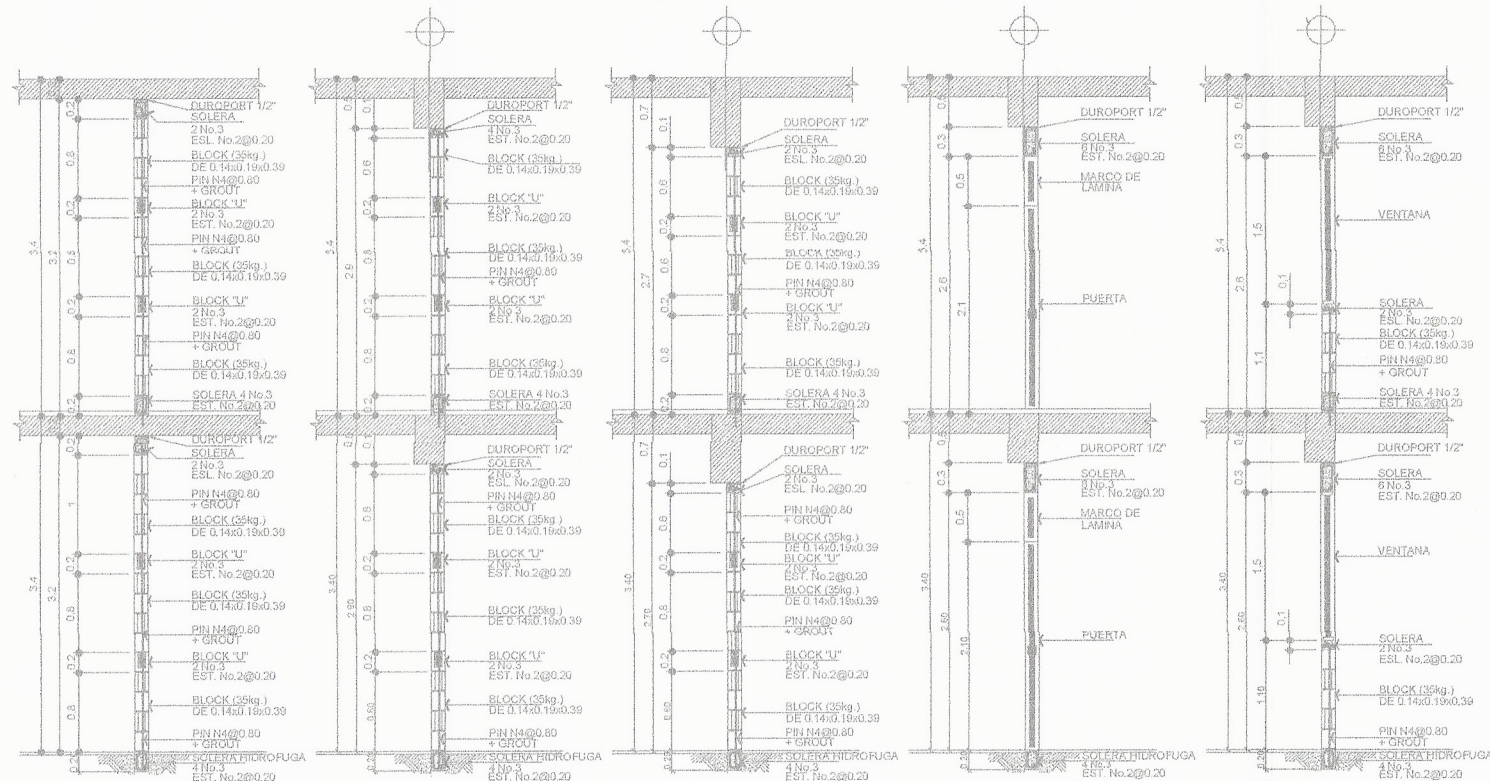
PROYECTISTA ING. ALFREDO BARRERA	CONSEJERO ING. ALFREDO BARRERA	INDICADA 04	FECHA 05
ING. ALFREDO BARRERA LLAGA	ING. ALFREDO BARRERA GONZALEZ		14





**PLANTA DE UBICACION DE MUROS**

ESC. 1/125



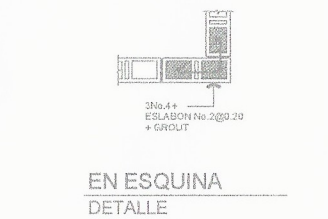
SECCION "A"  
MURO INTERIOR ESCALA 1/40

SECCION "B"  
MURO INTERIOR ESCALA 1/40

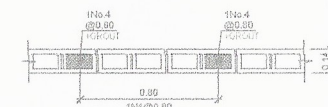
SECCION "C"  
MURO INTERIOR ESCALA 1/40

SECCION "D"  
MURO INTERIOR ESCALA 1/40

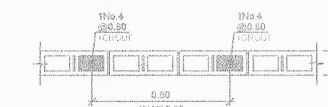
SECCION "E"  
MURO INTERIOR ESCALA 1/40



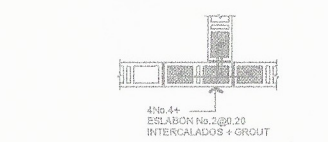
EN ESQUINA  
DETALLE



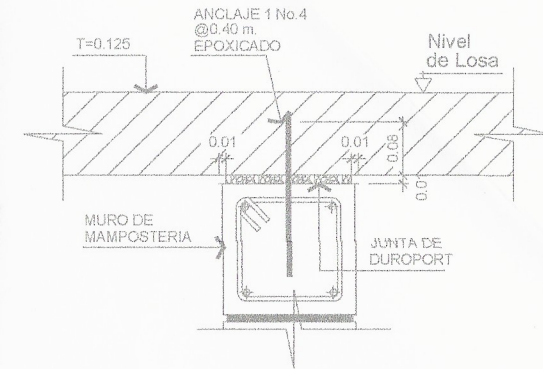
MURO MAMPOSTERIA INTERIOR  
BLOCK 35 Kg.



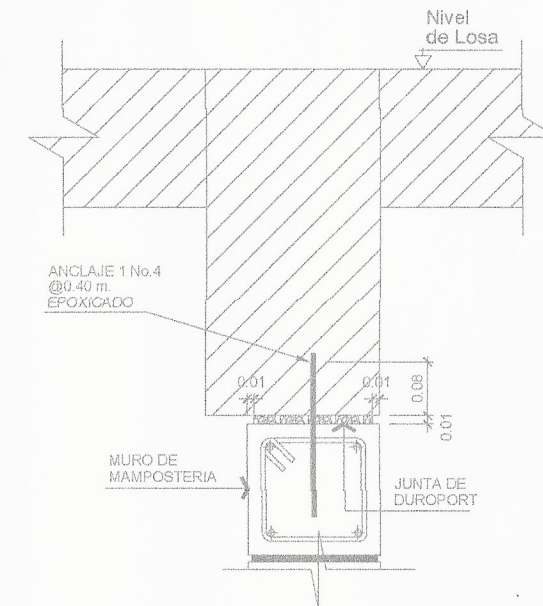
MURO MAMPOSTERIA EXTERIOR  
BLOCK 35 Kg.



EN UNION  
DETALLE



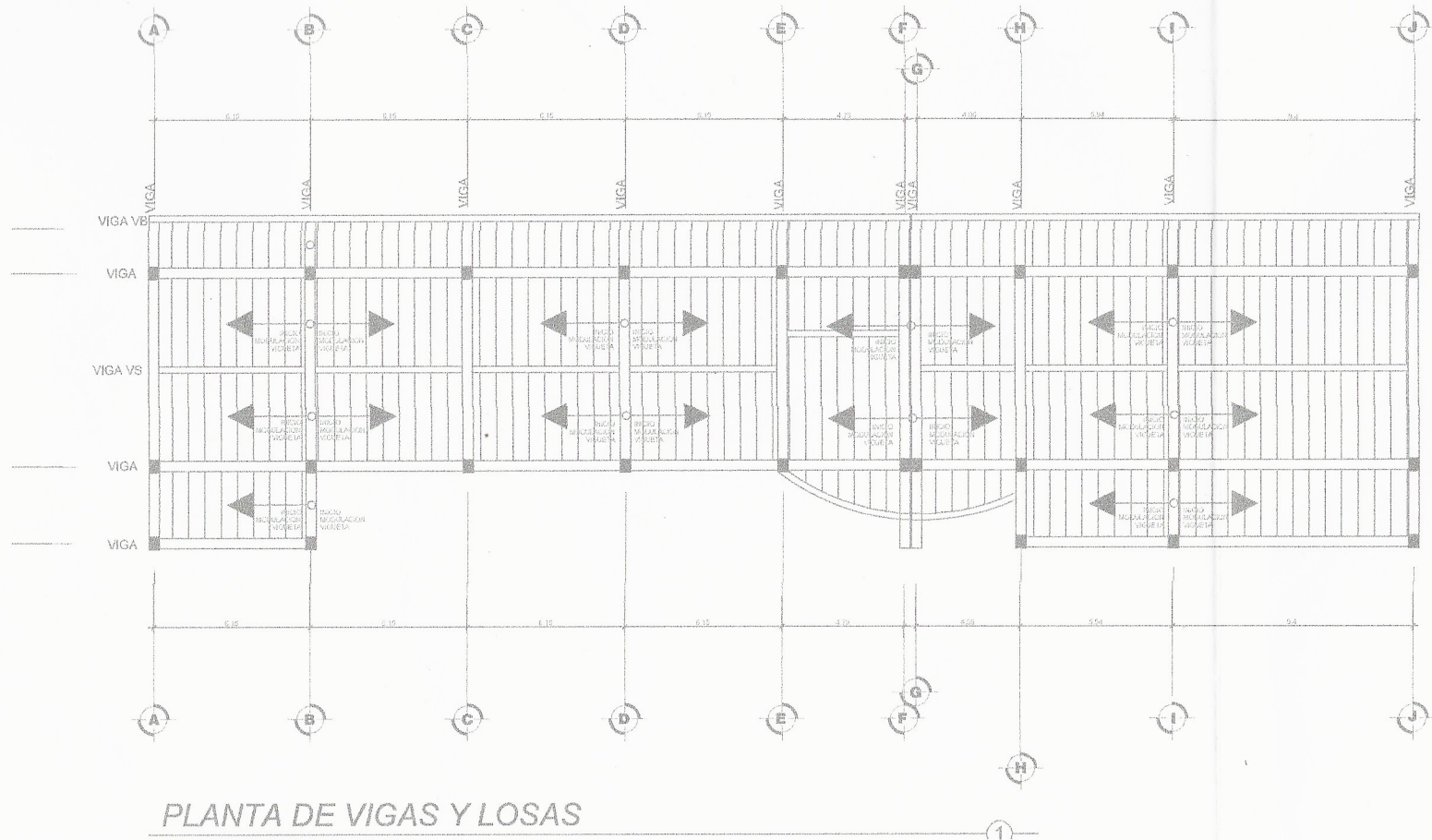
DETALLE DE ANCLAJE  
A LOSA



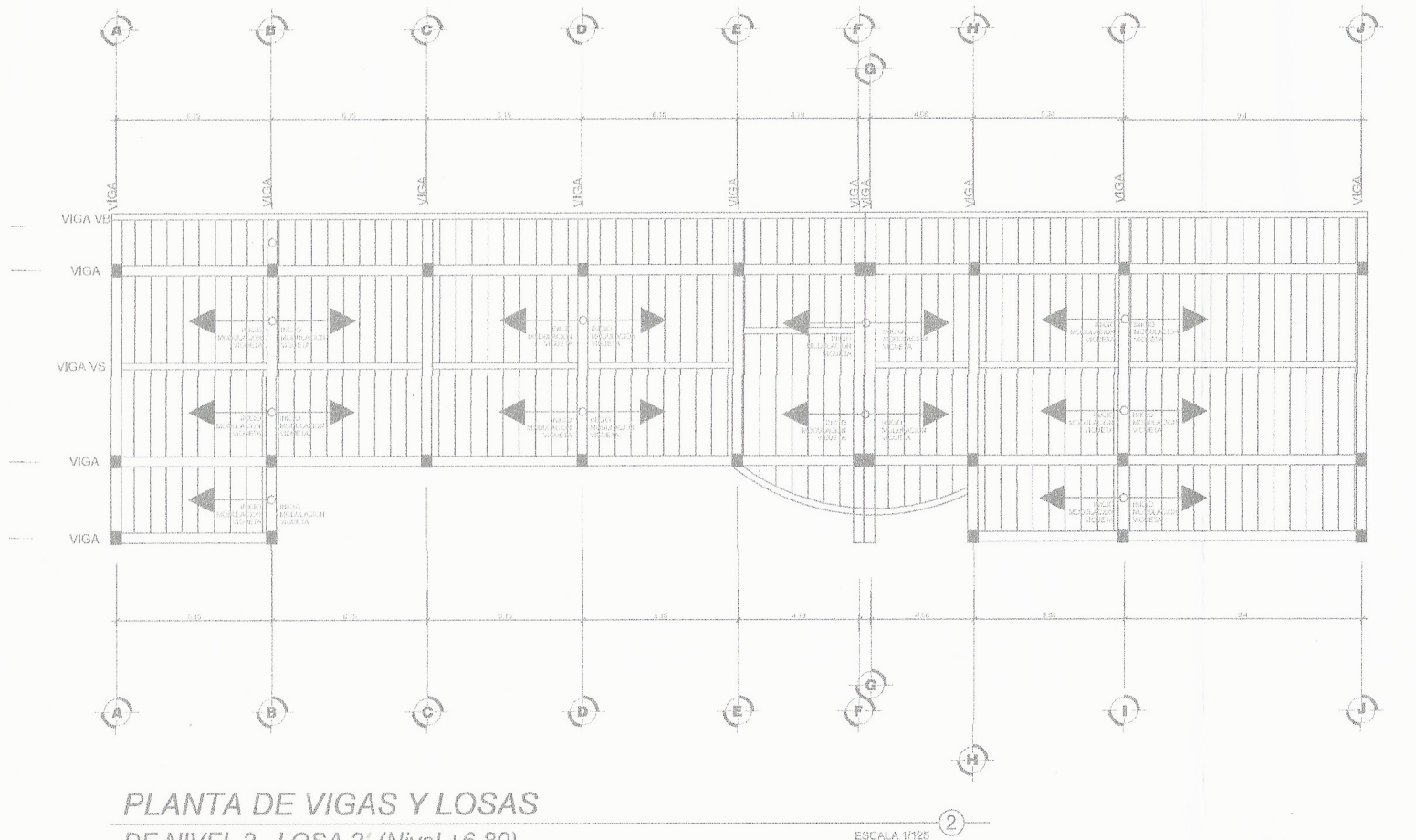
DETALLE DE ANCLAJE  
A VIGA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MAYORALDIA DE VILLA NUEVA			
PROYECTO ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA			
PROFESOR ING. ALFREDO BARRERA	COMISIONADO CORTES DE MUROS	INDICADA 04	HOJA 06
PROYECTISTA ING. ALFREDO BARRERA	INGENIERO EN JEFE ING. ALFREDO BARRERA GONZALEZ	FECHA 04/05/2011	HOJA 14



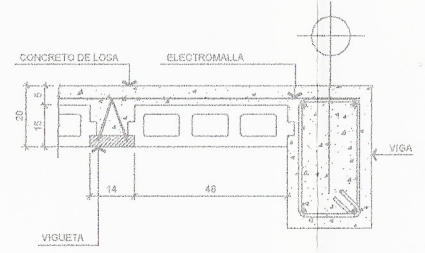
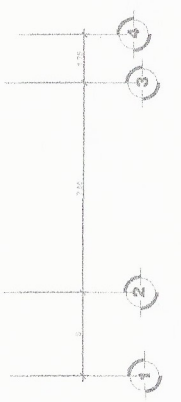
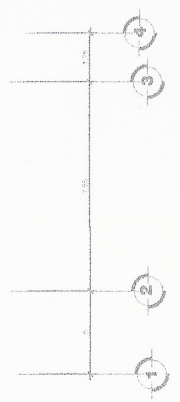


PLANTA DE VIGAS Y LOSAS



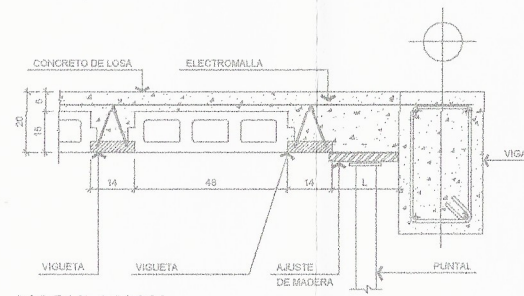
PLANTA DE VIGAS Y LOSAS  
DE NIVEL 2, LOSA 2' (Nivel +6.80)

ESCALA 1/125



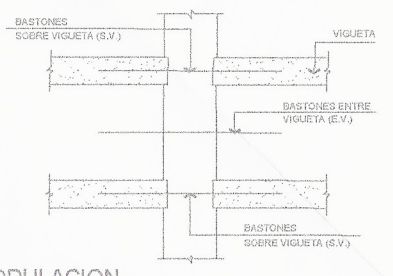
MODULACION

INICIO DE LOSA ESCALA 1/100



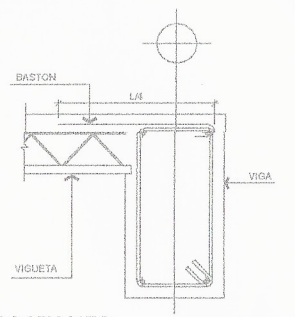
MODULACION

REMATE DE LOSA ESCALA 1/100



MODULACION

BASTONES ESCALA 1/100



BASTONES

EN VIGA LATERAL ESCALA 1/100

SIMBOLOGIA	
	INDICA VACIO EN LOSA
	INDICA UBICACION DE VIGAS
	INDICA LOSA PREFABRICADA Y SENTIDO DE VIGUETAS. DISEÑO FINAL POR PROVEEDOR

**NOTA**

LA LOSA ES DE VIGUETAS PREFABRICADAS, EL DISEÑO DE LAS VIGUETAS ES PROPORCIONADA POR EL PROVEEDOR. ASI COMO SU DISTRIBUCION Y EL DISEÑO Y ARMADO DE LOSA.



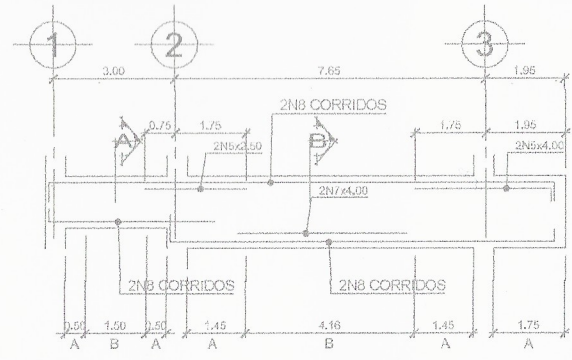
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

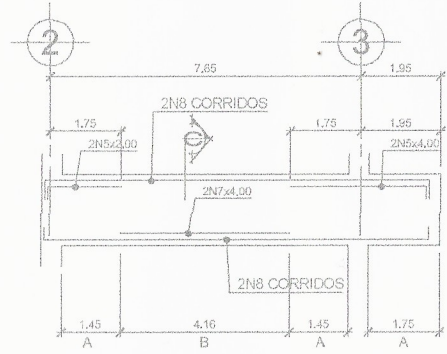
PROYECTO:  
ESUELA PRIMARIA TECUM UMAN, BARGENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

PROYECTANTE: ING. ALFREDO BARRERA	ESTUDIOS: PLANTA DE VIGAS & LOSAS, DETALLES DE LOSA	INDICADA: 04	FOLIO: 07
REVISOR: ING. ALFREDO BARRERA	PROYECTANTE: ING. ALFREDO BARRERA	FECHA: 07/07/2007	FOLIO: 14

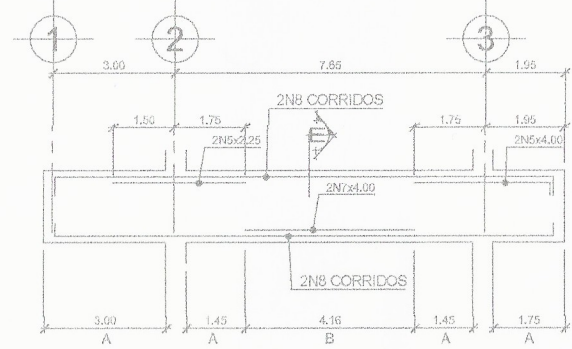




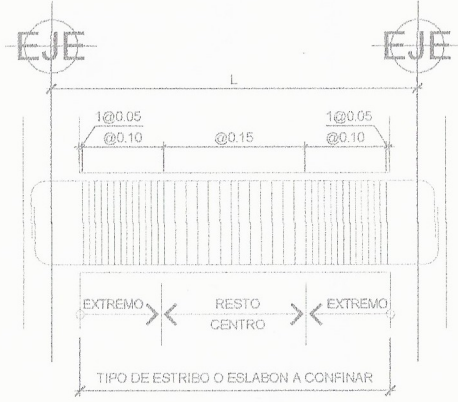
VIGA V-1 EJE A-B-H-I-J  
DE NIVEL 1, LOSA 1 (Nivel +3.40) ESCALA 1/65



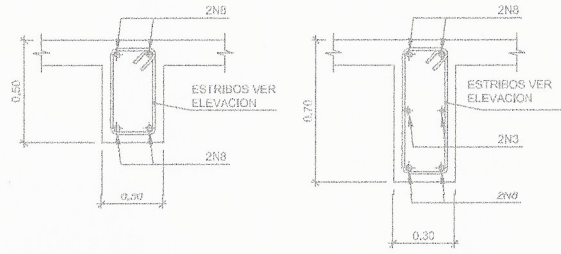
VIGA V-2 EJE C-D-E  
DE NIVEL 1, LOSA 1 (Nivel +3.40) ESCALA VERTICAL 1/75



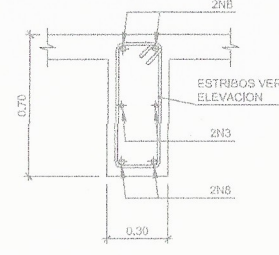
VIGA V-3 EJE F-G  
DE NIVEL 1, LOSA 1 (Nivel +3.40) ESCALA VERTICAL 1/75



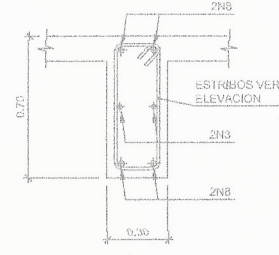
ELEVACION TIPICA  
DETALLE DE CONFINAMIENTO ESCALA 1/75  
DE ESTRIBOS SEGUN PLANILLA



SECCION A ESCALA 1/75  
SECCION B ESCALA 1/75



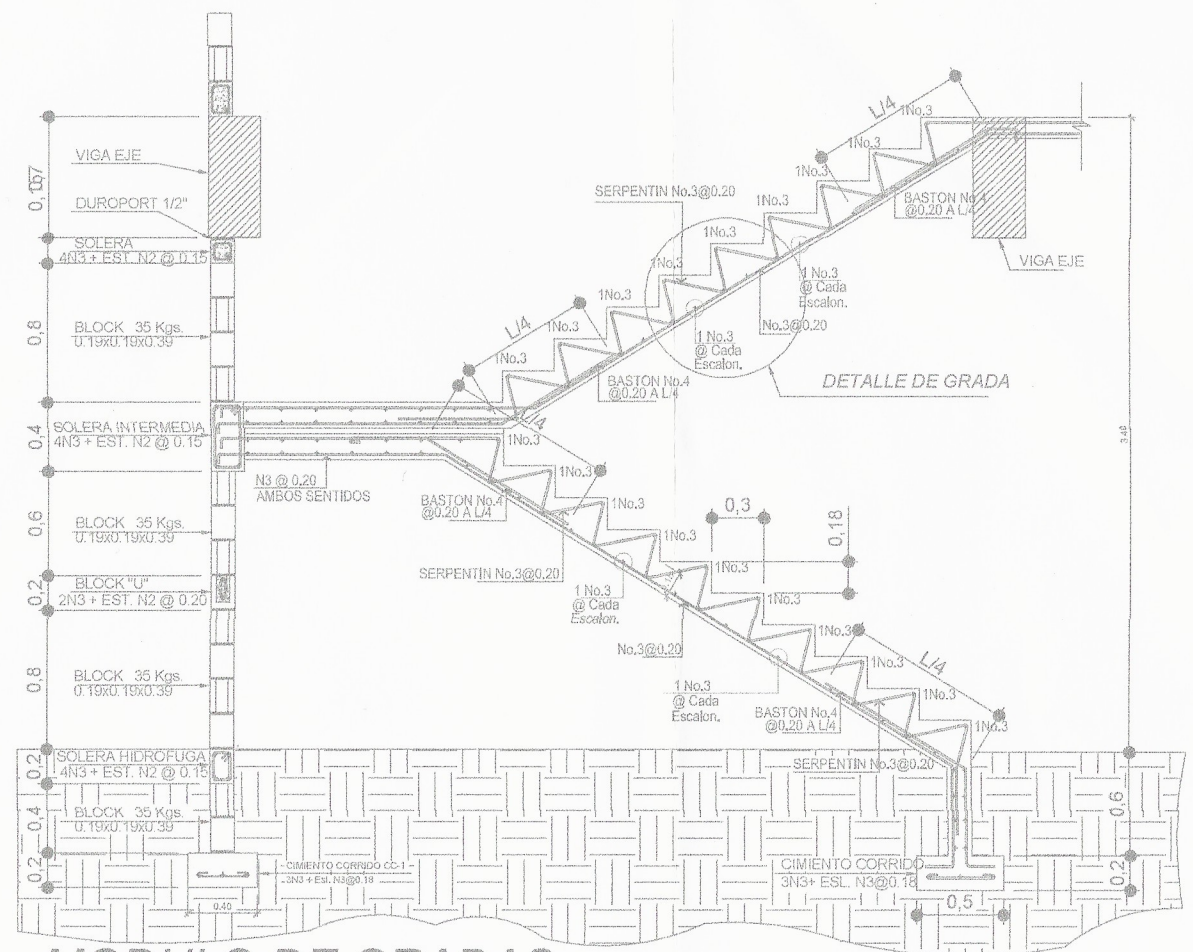
SECCION C ESCALA 1/75



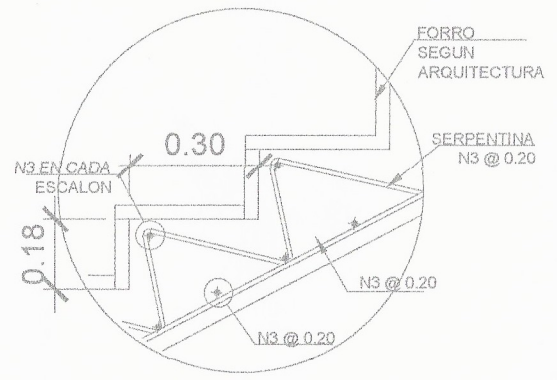
SECCION E ESCALA 1/75

PLANILLA DE ESTRIBOS	
TIPO	REFUERZO
A	N3 : 1@0.05, RESTO@0.10mts.
B	N3 : @0.15mts.

PLANILLA DE CONFINAMIENTO DE ESTRIBOS ESCALA 1/75



MODULO DE GRADAS DETALLE ESCALA 1/20



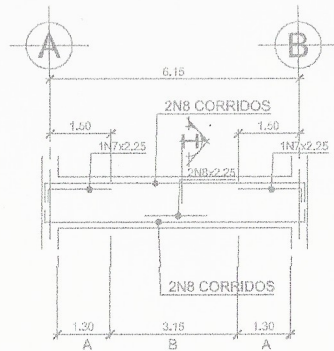
DETALLE DE GRADAS ESCALA 1/5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

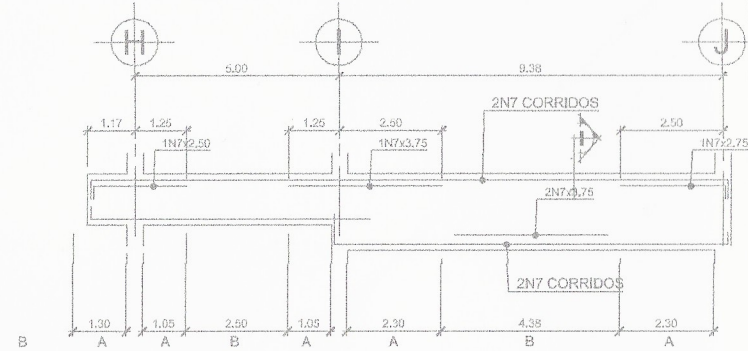
PROFESOR: ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

PROYECTADO: JOSÉ ALFREDO BARRERA	CONTROLO: DETALLES DE VIGAS 1 & DETALLES GRADAS NIVEL 1 & 2	INDICADA: 08
REVISADO: JOSÉ ALFREDO BARRERA		04
ING. ALFREDO ALVARADO VILLAGA	JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ	14





VIGA V-4 EJE 1  
DE NIVEL 1, LOSA 1 (Nivel +3.40)



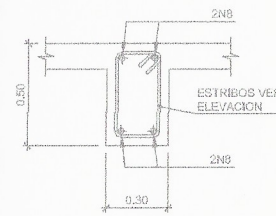
ESCALA VERTICAL 1/85

SECCION H

ESCALA 1/85

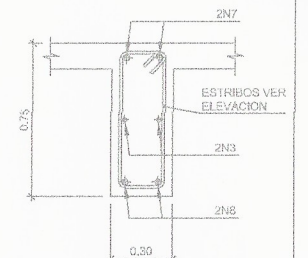
SECCION I

ESCALA 1/85



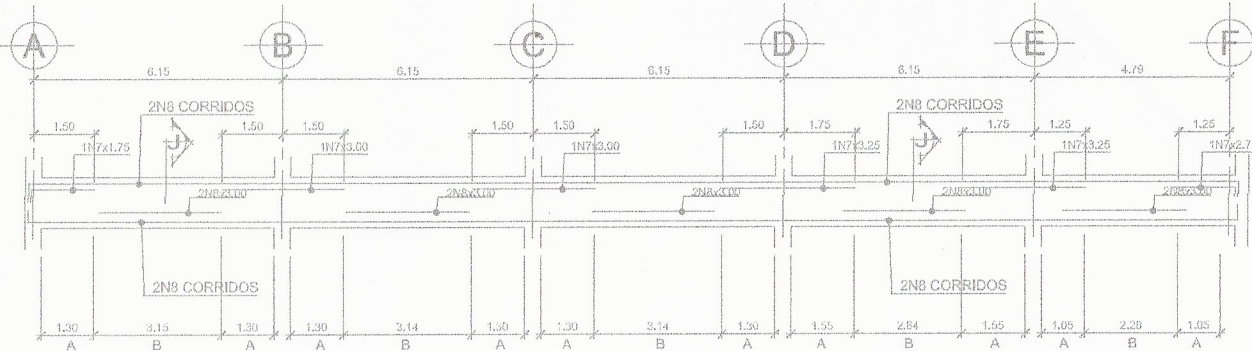
SECCION J

ESCALA 1/85



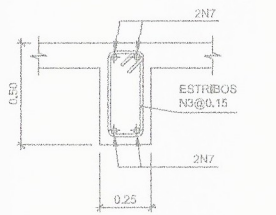
SECCION K

ESCALA 1/85



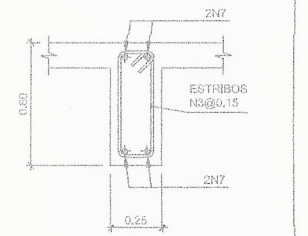
VIGA V-5 EJE 2-3  
DE NIVEL 1, LOSA 1 (Nivel +3.40)

ESCALA VERTICAL 1/85



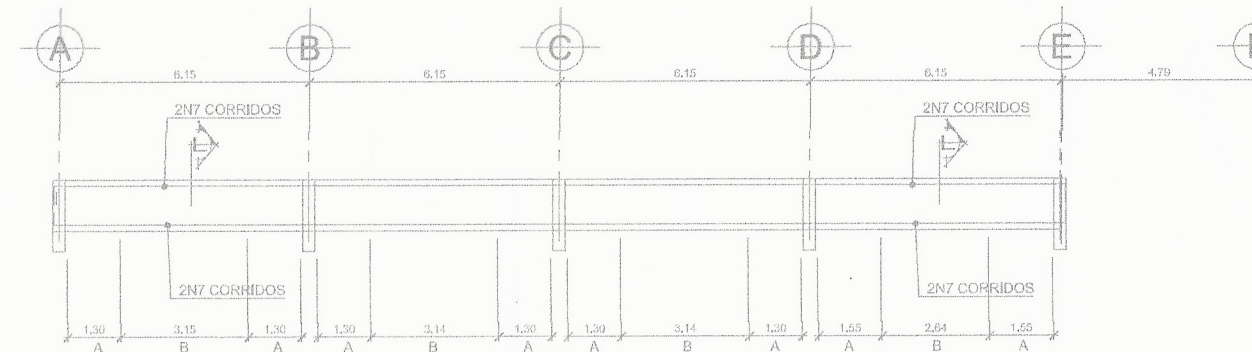
SECCION L

ESCALA 1/85



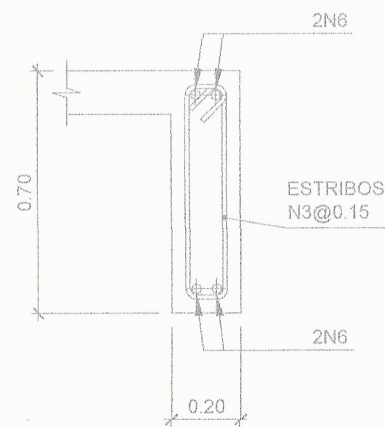
SECCION M

ESCALA 1/85



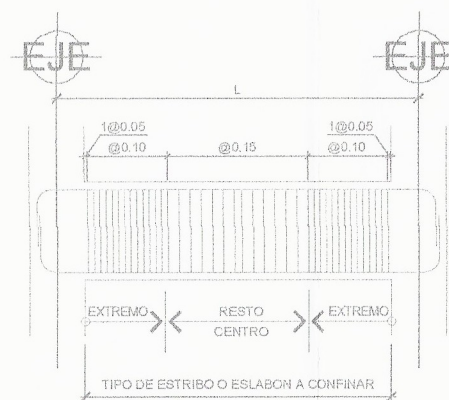
VIGA VS-1  
DE NIVEL 1, LOSA 1 (Nivel +3.40)

ESCALA VERTICAL 1/85



VIGA VB-1

ESCALA 1/50



ELEVACION TIPICA  
DETALLE DE CONFINAMIENTO  
DE ESTRIBOS SEGUN PLANILLA

ESCALA 1/75

PLANILLA DE ESTRIBOS

TIPO	REFUERZO
A	N3 : 1@0.05, RESTO@0.10mts.
B	N3 : @0.15mts.

PLANILLA  
DE CONFINAMIENTO  
DE ESTRIBOS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO  
ESCUELA PRIMARIA TECUJ UMAN, BARGENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA  
NUEVA

PROFESOR  
JOSÉ ALFREDO BARRERA

OBJETIVO  
DETALLES DE VIGAS 2  
NIVEL 1 & 2

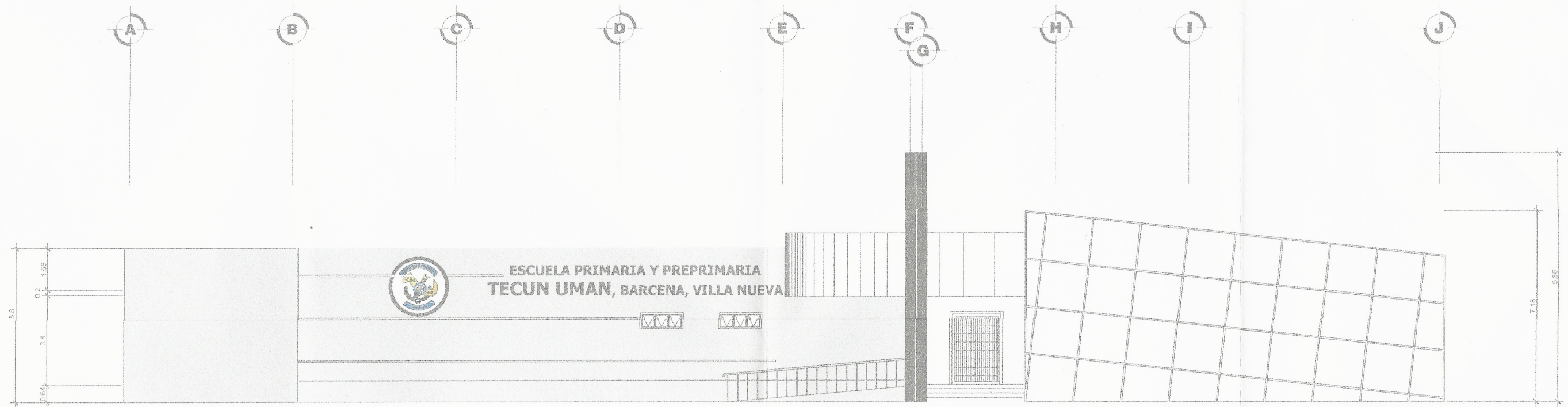
INDICADA  
PÁG. 04  
FOLIO 9

PROFESOR  
ING. ALFREDO ARRIVILLA PAGA

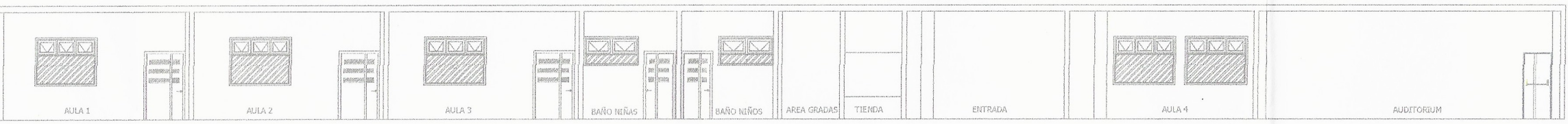
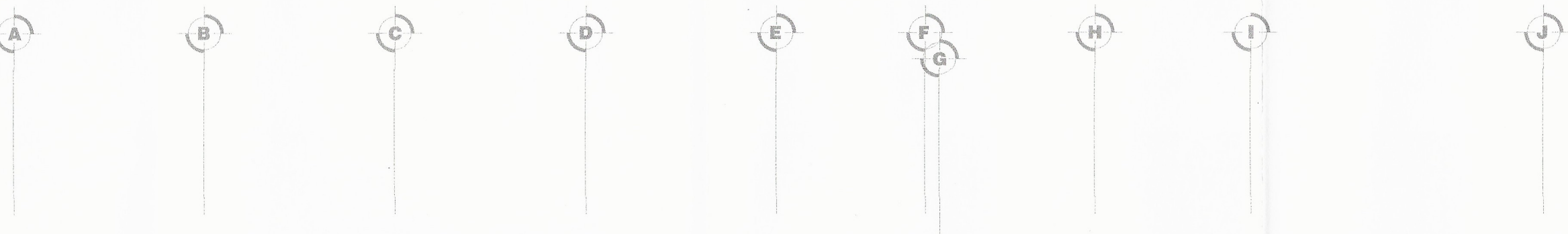
PROFESOR  
JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ

FECHA  
MARZO 2013  
FOLIO 14





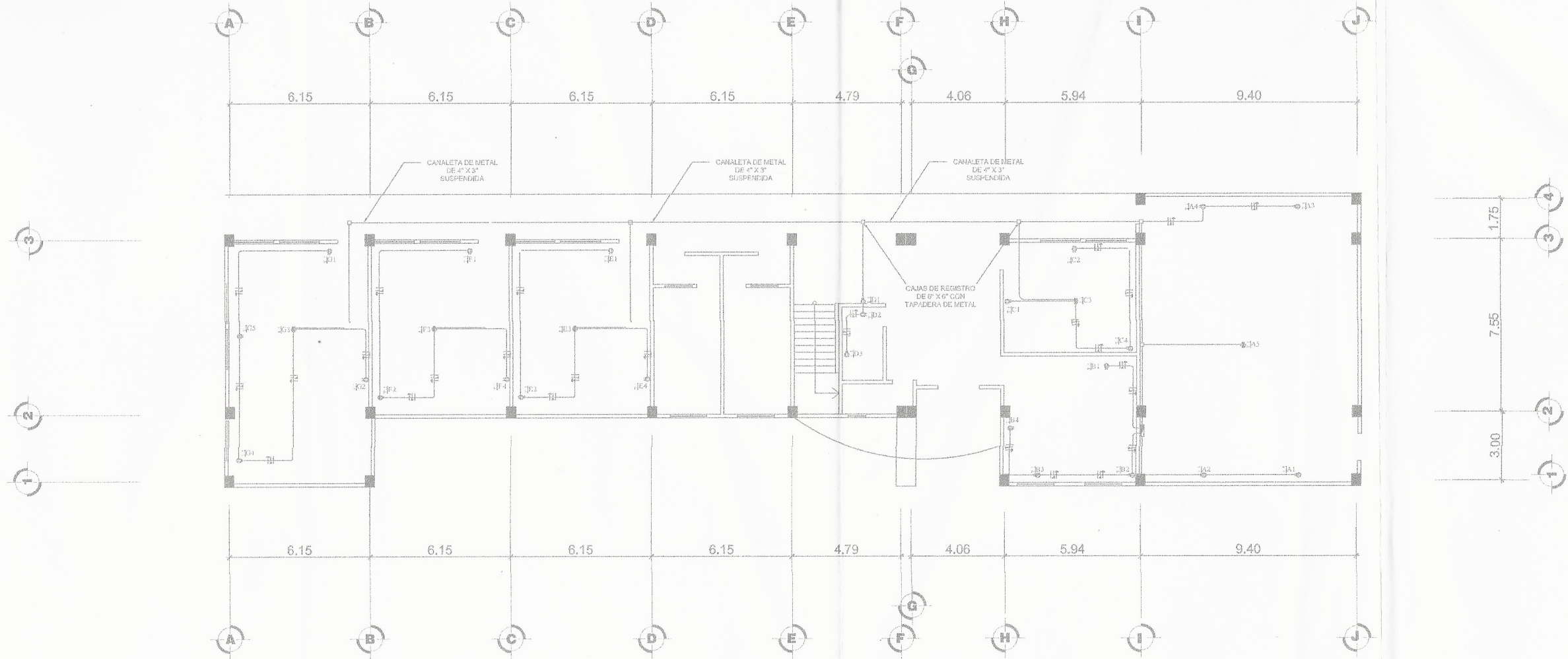
**FACHADA PRINCIPAL**  
ESC: 1/75



**SECCION A - A'**  
ESC: 1/75

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	
	PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA	
PROFESOR: ING. ALFREDO BARRERA	CONSEJERO: ING. ALFREDO BARRERA	INDICADA 10
COLABORADOR: ING. ALFREDO BARRERA	FACHADA Y SECCIÓN	PARA 04
ING. ALFREDO BARRERA	ING. ALFREDO BARRERA GONZALEZ	FECHA 14





**PLANTA DE ILUMINACION**  
ESC: 1/100

TABLERO T1		
TIPO UNIDAD	CANTIDAD	ALTURA
T1A	5	EL TOMA A5 EMPOTRADOS A LOSA, EL RESTO A h= 0.40 DEL NIVEL DE PISO
T1B	4	TOMAS A h= 0.40 DEL NIVEL DE PISO
T1C	4	EL TOMA C3 EMPOTRADOS A LOSA, EL RESTO A h= 0.40 DEL NIVEL DE PISO
T1D	3	TOMAS A h= 0.40 DEL NIVEL DE PISO
T1E	4	EL TOMA E3 EMPOTRADO A LOSA, EL RESTO A h= 0.40 DEL NIVEL DE PISO
T1F	4	EL TOMA F3 EMPOTRADO A LOSA, EL RESTO A h= 0.40 DEL NIVEL DE PISO
T1G	5	EL TOMA G3 EMPOTRADO A LOSA, EL RESTO A h= 0.40 DEL NIVEL DE PISO
TOTAL UNIDADES	29	

CANTIDAD DE UNIDADES ELECTRICAS	
DESCRIPCION	CANTIDAD
TOMACORRIENTES A 0.40 DE NIVEL DE PISO	24 UNIDADES
TOMACORRIENTES EN CIELO	5 UNIDADES

SIMBOLOGIA ELECTRICA/FUERZA			
SIMBOLO	SIGNIFICADO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO		TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO		TABLERO DE DISTRIBUCION H=1.70 S.N.P.T.
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW O INDICADO		CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø1 1/2" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		CAJA RH
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 2" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED		POLARIZACIÓN A TIERRA

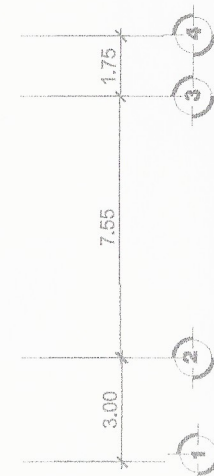
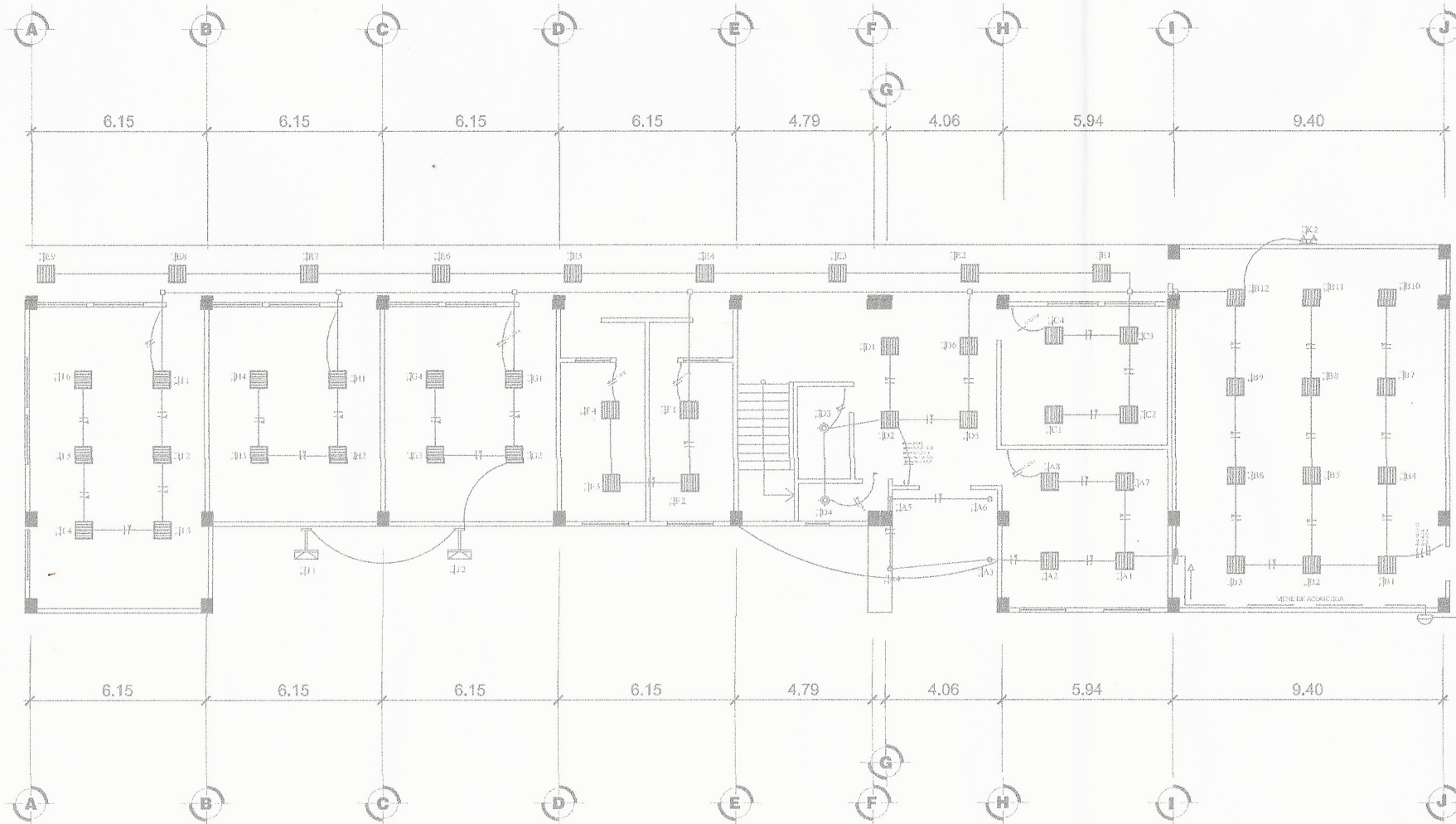
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAR, BARGENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

ING. ALFREDO BARRERA	PLANO DE INSTALACIONES ELECTRICAS/FUERZA	INDICADA	HOJA
ING. ALFREDO BARRERA		04	11
ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	JOSE ALFREDO BARRERA GONZALEZ		14





**PLANTA DE ILUMINACION**  
ESC: 1/100

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LAMPARA de 4'X 4' de CUATRO TUBOS, CON DIFUSOR ACRILICO,
	OJO DE HUEY LED, 75 WATTS, FIJO EXTERIOR
	PLAFONERA, PARA FOCO DE 100 WATTS
	REFLECTOR DOBLE 120°, 100 WATTS, EXTERIOR CON DETECTOR DE MOVIMIENTO
	LAMPARA TIPO LED, 120°, VIDRIO TEMPLADO 30,000 HORAS, 287 mm X 235 mm X 140 mm
	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
	LÍNEA NEUTRAL CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN BLANCO
	LÍNEA DE PUENTE CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN AMARILLO
	LÍNEA VIVA CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN NEGRO
	LÍNEA DE RETORNO CABLE AWG No. 12 FORRO TIPO THHN AZUL
	TUBO ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO
	INTERRUPTOR 3w H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTISTA:  
ESCUELA PRIMARIA TECUM UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

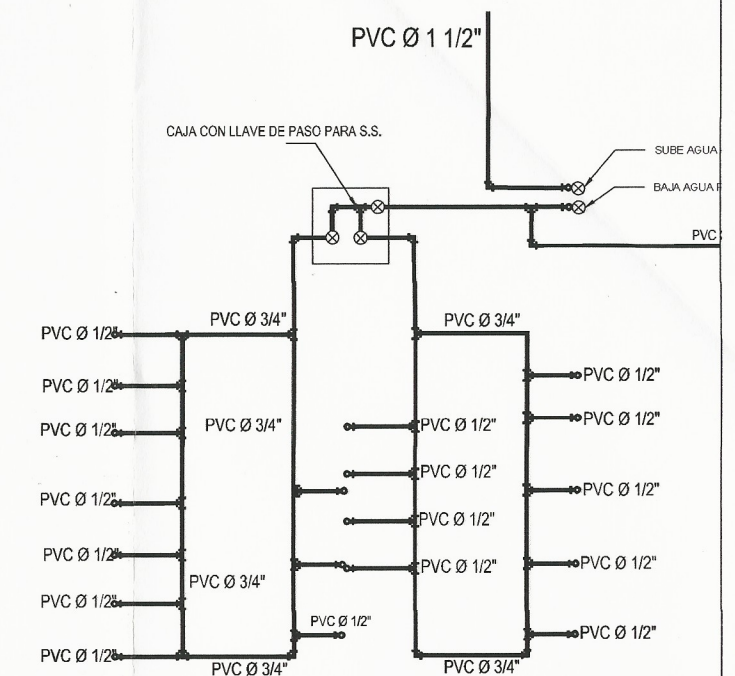
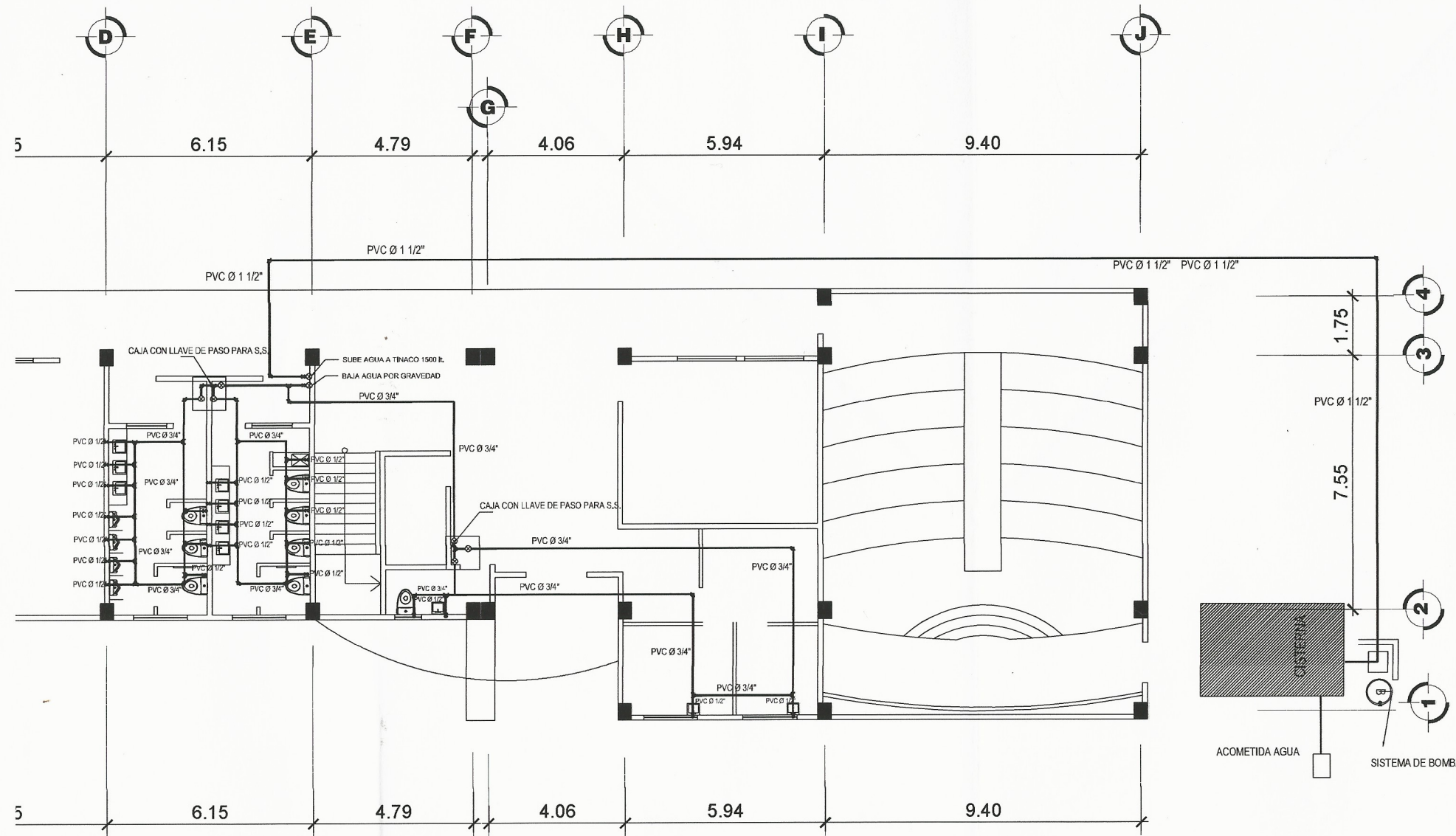
CONTRATO:  
PLANO INSTALACIONES ELECTRICAS / ILUMINACION

INDICADA: 12  
CANTIDAD: 04

ING. ALFREDO ARRIVILLA  
ING. ALFREDO D. ALFREDO GONZALEZ

14





**MODULO DE BAÑOS**  
ESC: 1/50

**PLANTA DE AGUA POTABLE**  
ESC: 1/75

SIMBOLOGIA/NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE

	CODO HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	TEE HORIZONTAL PVC DIAMETRO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	CODO VERTICAL PVC DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO
	LLAVE DE GLOBO DE ACUERDO A DIAMETRO DE TUBERIA INDICADO, CON CAJA DE CONCRETO
	TUBERIA PVC NORMA SDR 41, 100 PSI
<b>PVC Ø</b>	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA DE AGUA POTABLE
	TUBERIA PVC INSTALACIÓN AEREA NORMA SDR 41, 100 PSI
	BOMBA HIDRONEUMÁTICA
	REDUCIDOR PVC DEACUERDO A DIAMETRO INDICADO.
	TANQUE CISTERNA MAS BOMBA HIDRONEUMÁTICA Y CALENTADOR DE AGUA
	INDICA ACOMETIDA PRINCIPAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
ESUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

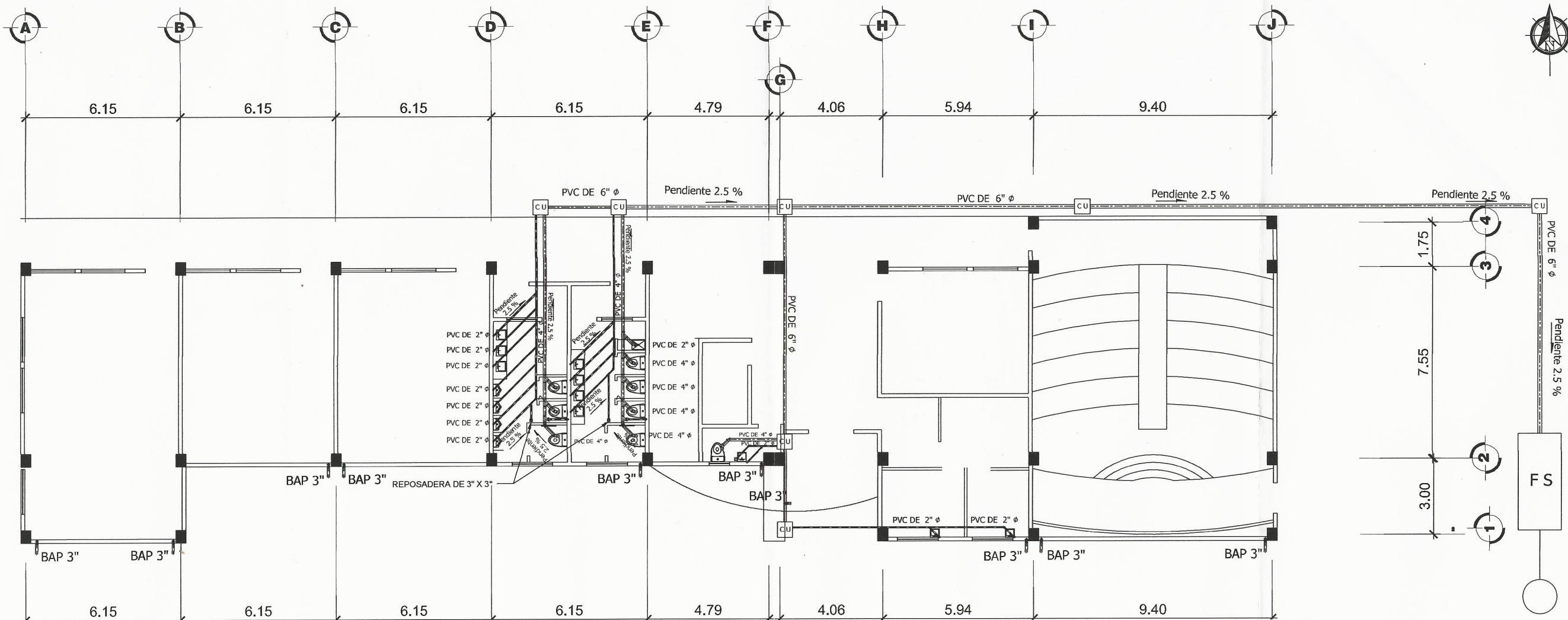
ALUMNO: JOSE ALFREDO BARRERA	CONTENIDO: PLANO AGUA POTABLE	SEÑAL INDICADA	HOJA
DISEÑO: JOSE ALFREDO BARRERA		04	13
ING. ALFREDO ARROYO LAGA	DIENNO DE INGENIERIA JOSE ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ		HOJA 14

CARNET: 2011-22767

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

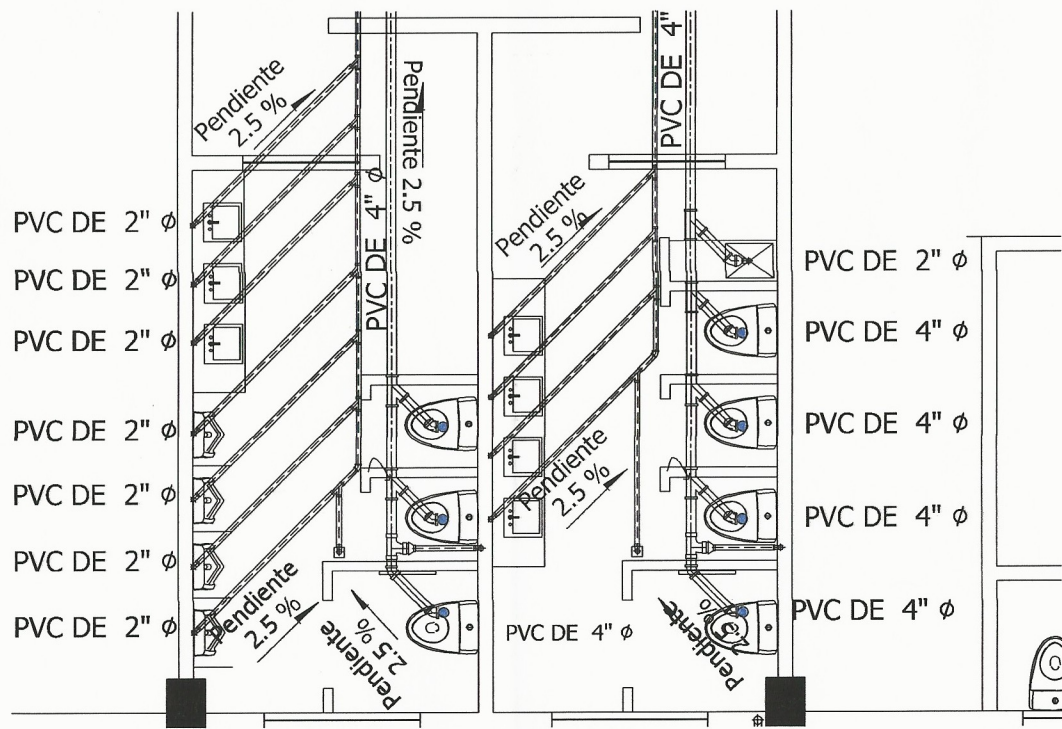
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT





**PLANTA DE DRENAJES Y PLUVIALES**

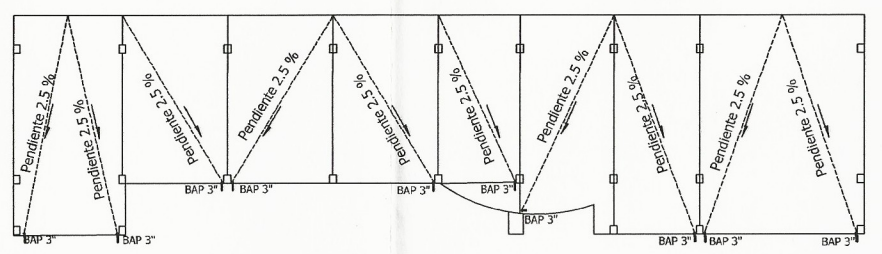
ESC: 1/100



**MODULO DE BAÑOS**

ESC: 1/25

SIMBOLOGIA DE DRENAJE	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA P.V.C. PARA DRENAJE Ø INDICADO
	TUBERIA P.V.C. Ø INDICADO EMPOTRADA EN LOSA
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	CODO P.V.C. A 45° EN POSICION HORIZONTAL
	REDUCTOR P.V.C. DE Ø 4" A 2"
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION VERTICAL
	TEE SANITARIA P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	YEE SIMPLE P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	REPOSADERA
	INDICA PENDIENTE 1.5 % Y DIRECCION DE FLUJO
	BAJAN AGUAS PLUVIALES
	BAJAN AGUAS GRISAS
	BAJAN AGUAS NEGRAS
	CAJA UNIFICADORA
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA TRAMPA GRASA



**PLANTA DE TECHOS (PAÑUELOS)**

ESC: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

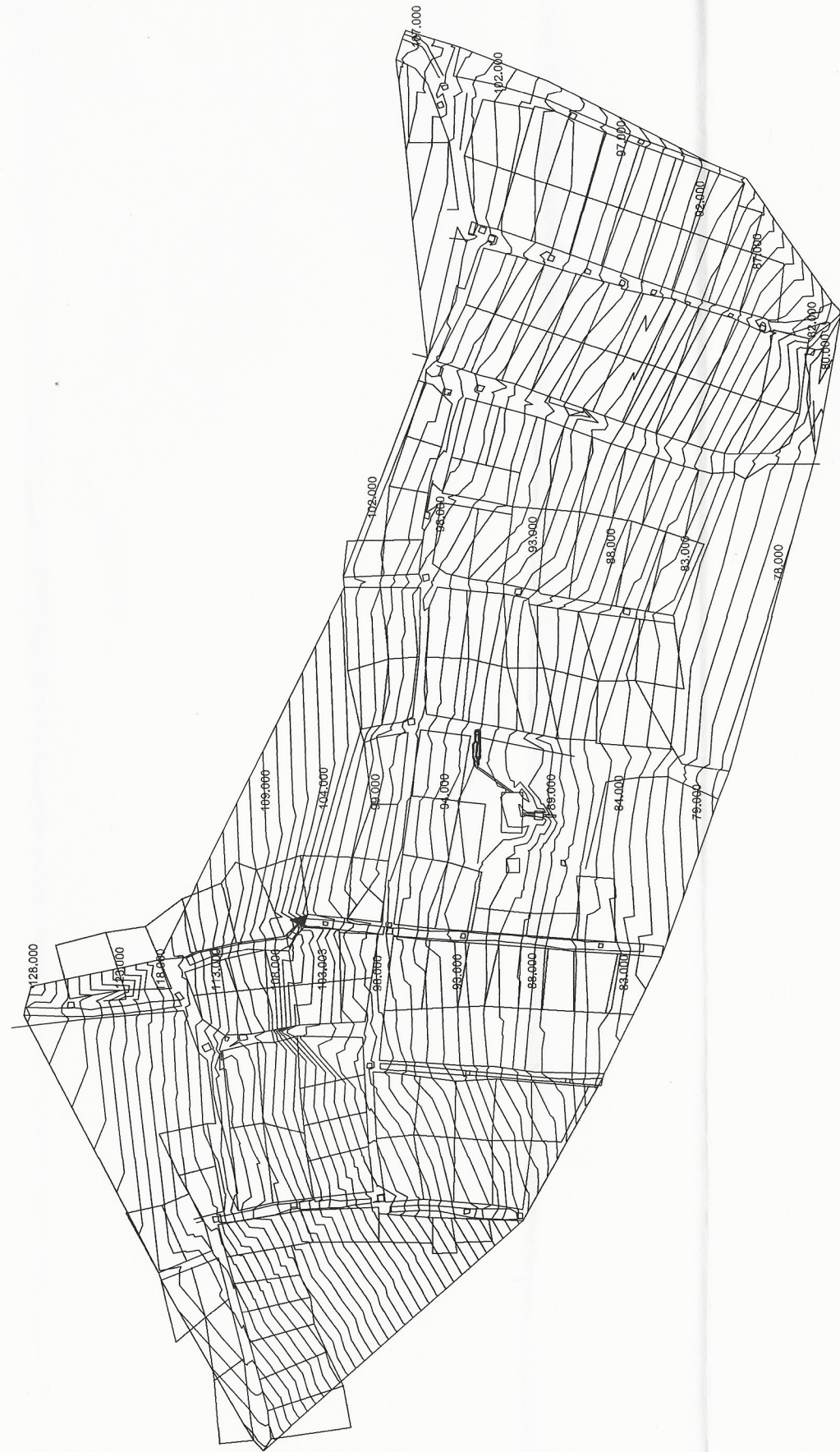
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
ESCUELA PRIMARIA TECUN UMAN, BARCENA ZONA 3, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA

CALCULO: JOSÉ ALFREDO BARRERA	CONTENIDO: PLANO AGUA POTABLE	FECHA INDICADA: ZONA: 04	HOJA: 14
DISEÑO: JOSÉ ALFREDO BARRERA	ING. ALFREDO ABRIVILLAGA	DIENCO DE INGENIERIA: JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ	HOJA: 14

CARNET: 2011-22787





**PLANO DE LOCALIZACION**

ESC: 1/450

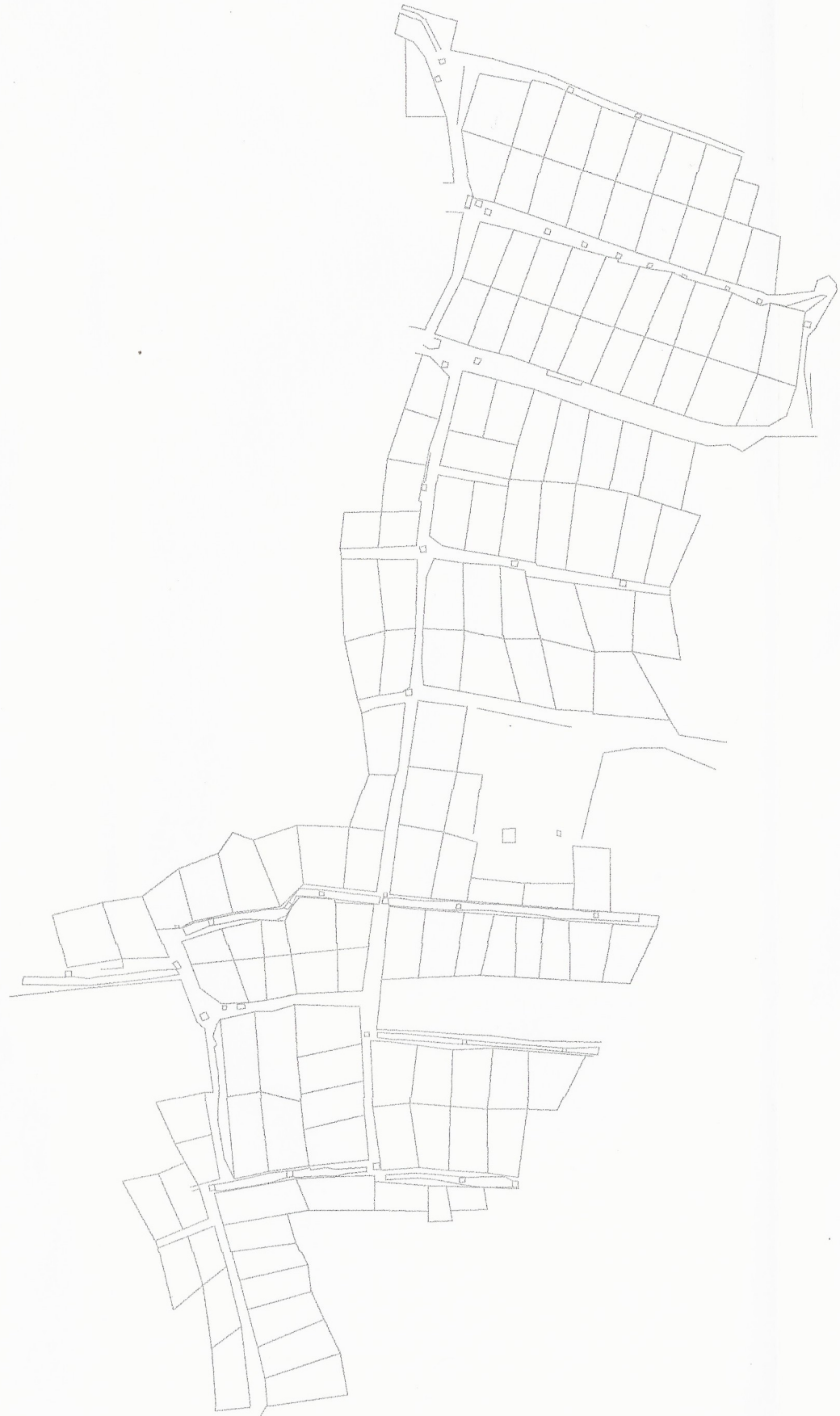


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
 DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA  
 12, VILLA NUEVA

CALCULO: JOSÉ ALFREDO BARRERA	CONTENIDO: PLANTA CURVAS DE NIVEL	FECHA: INDICADA	HOJA: 1
DISEÑO: JOSÉ ALFREDO BARRERA		EDICION: 12	
AUTORIZADO: ING. ALFREDO ARRILLAGA	DISEÑO DE INGENIERIA: JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ	FECHA:	HOJA: 13



**PLANO DENSIDAD DE VIVIENDA**

ESC: 1/450



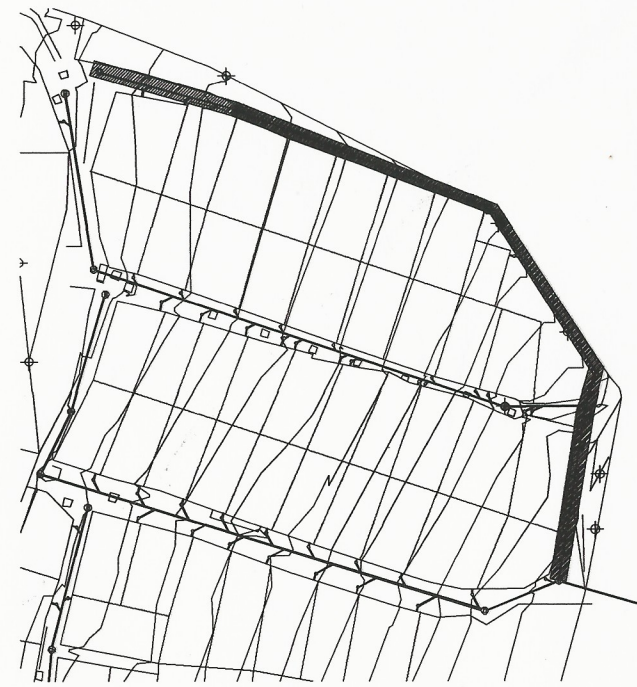
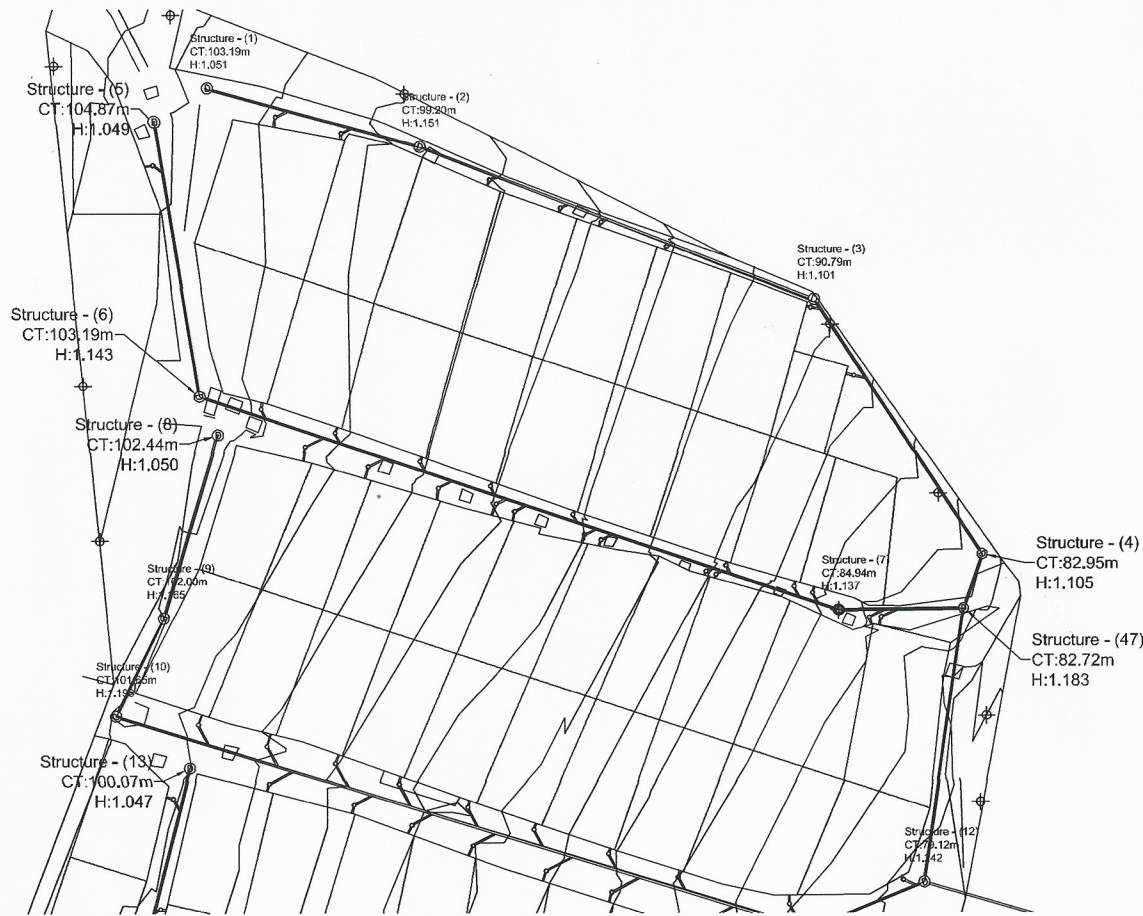
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA  
 PROYECTO  
 DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA  
 12, VILLA NUEVA

AUTOR JOSE ALFREDO BARRERA	TITULO PLANO DENSIDAD DE VIVIENDA	FORMA INDICADA	HOJA 2
DISEÑO JOSE ALFREDO BARRERA		DIA 12	HOJA 2
ING. ALFREDO VILLAGA	JOSE ALFREDO BARRERA GONZALEZ <small>GRABADO 2011-02-07</small>	DIA 13	HOJA 13







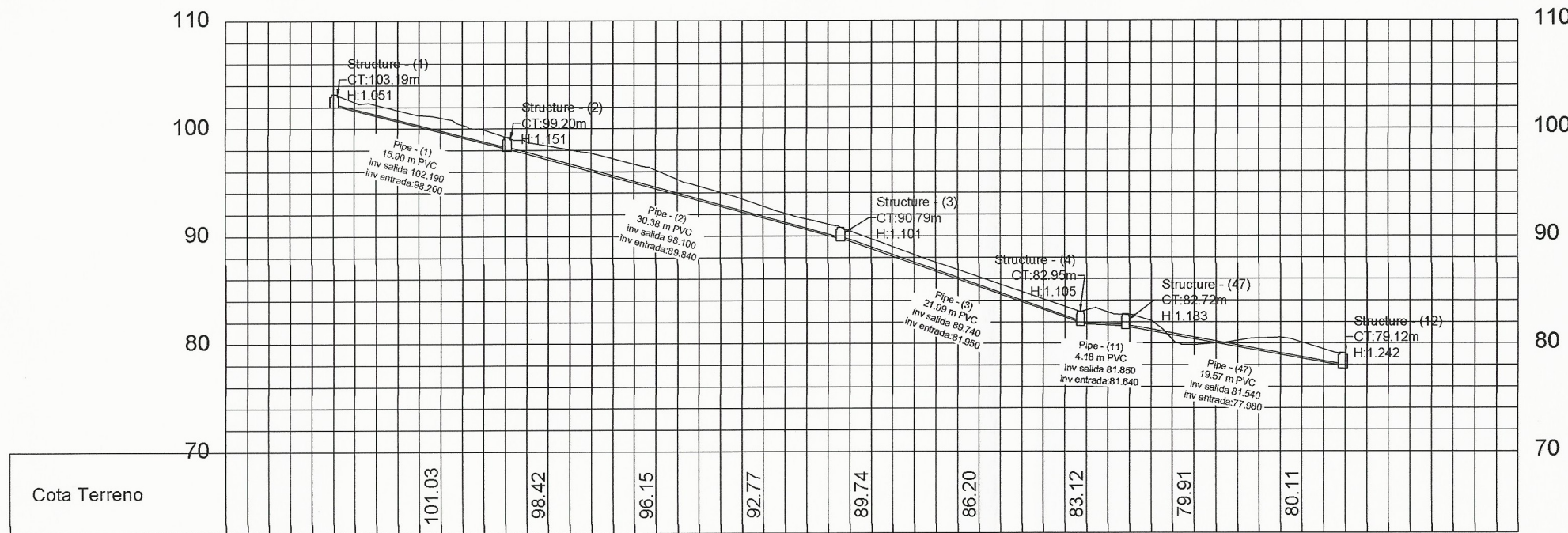


**PLANTA DE REFERENCIA**

**PLANTA PDV-1 A PDV-12**

ESC: 1/200

**1 (Perfil)**



**PERFIL PDV-1 A PDV-12**

ESC: 1/250

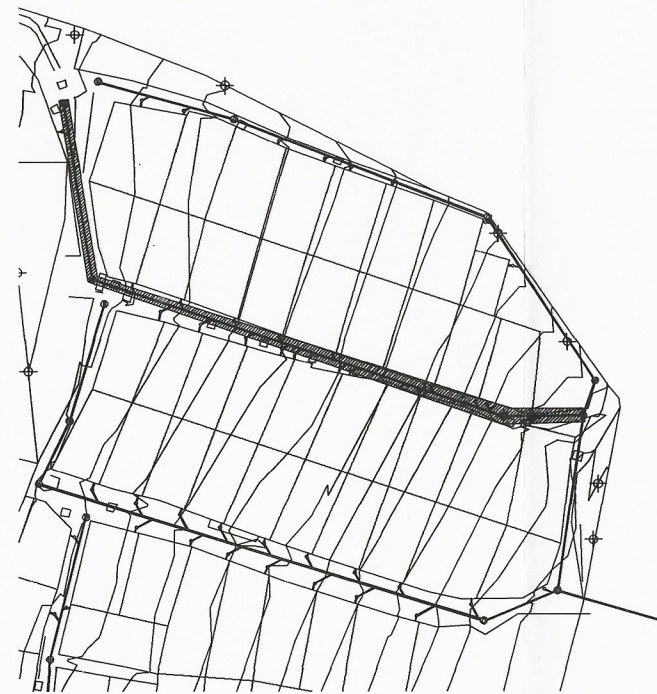
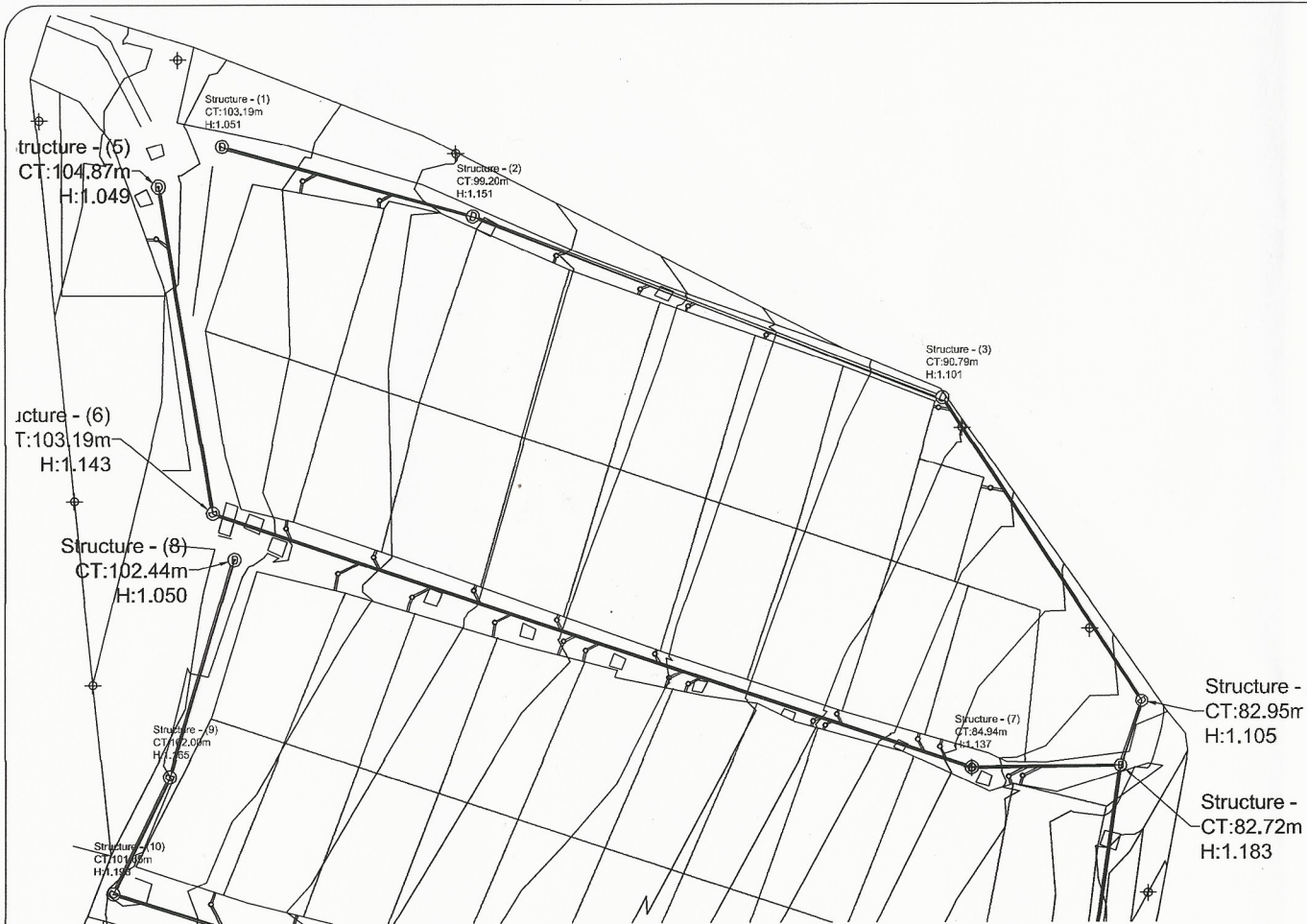
NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA SANITARIO
	CONEXION DOMICILIAR
	DOMICILIO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA  
 PROYECTO:  
 DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA  
 12, VILLA NUEVA

CALCULO: JOSE ALFREDO BARRERA	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL PDV-1 A PDV-12	ESCALA INDICADA: 12	HORA: 04
DISEÑO: JOSE ALFREDO BARRERA	DISEÑO DE INGENIERIA: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	FECHA:	HORA: 13



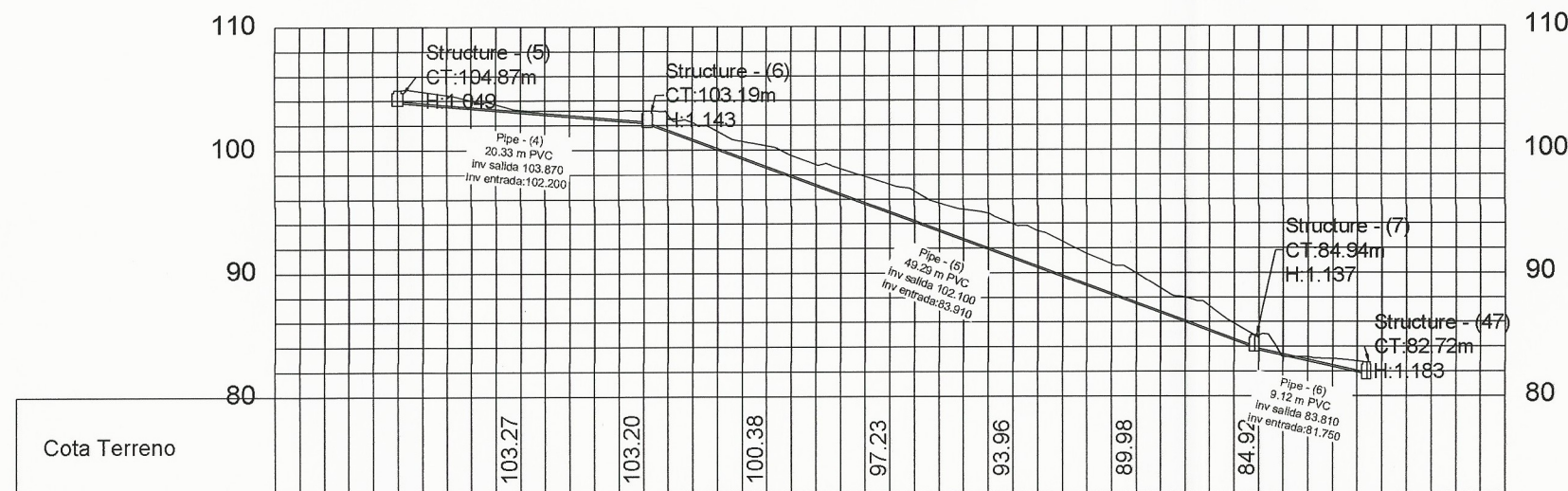


**PLANTA DE REFERENCIA**

**PLANTA PDV-5 A PDV-47**

ESC: 1/200

**2 (Perfil)**



**PERFIL PDV-5 A PDV-47**

ESC: 1/250

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
□	POZO DE VISITA SANITARIO
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL,ZONA  
12, VILLA NUEVA

CALCULO:  
ING. ALFREDO BARRERA

CONTENIDO:  
PLANTA + PERFIL PDV-5 A PDV-47

ESCALA INDICADA:  
FOJA: 05

DISEÑO:  
ING. ALFREDO BARRERA

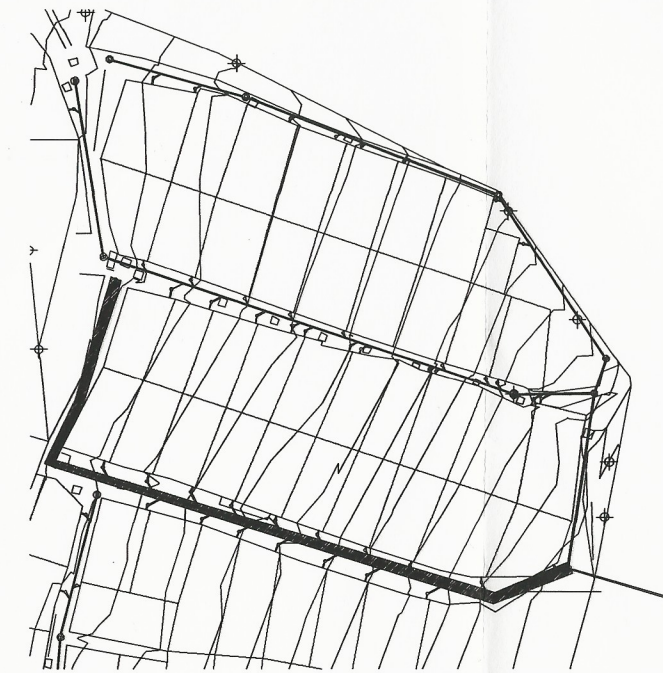
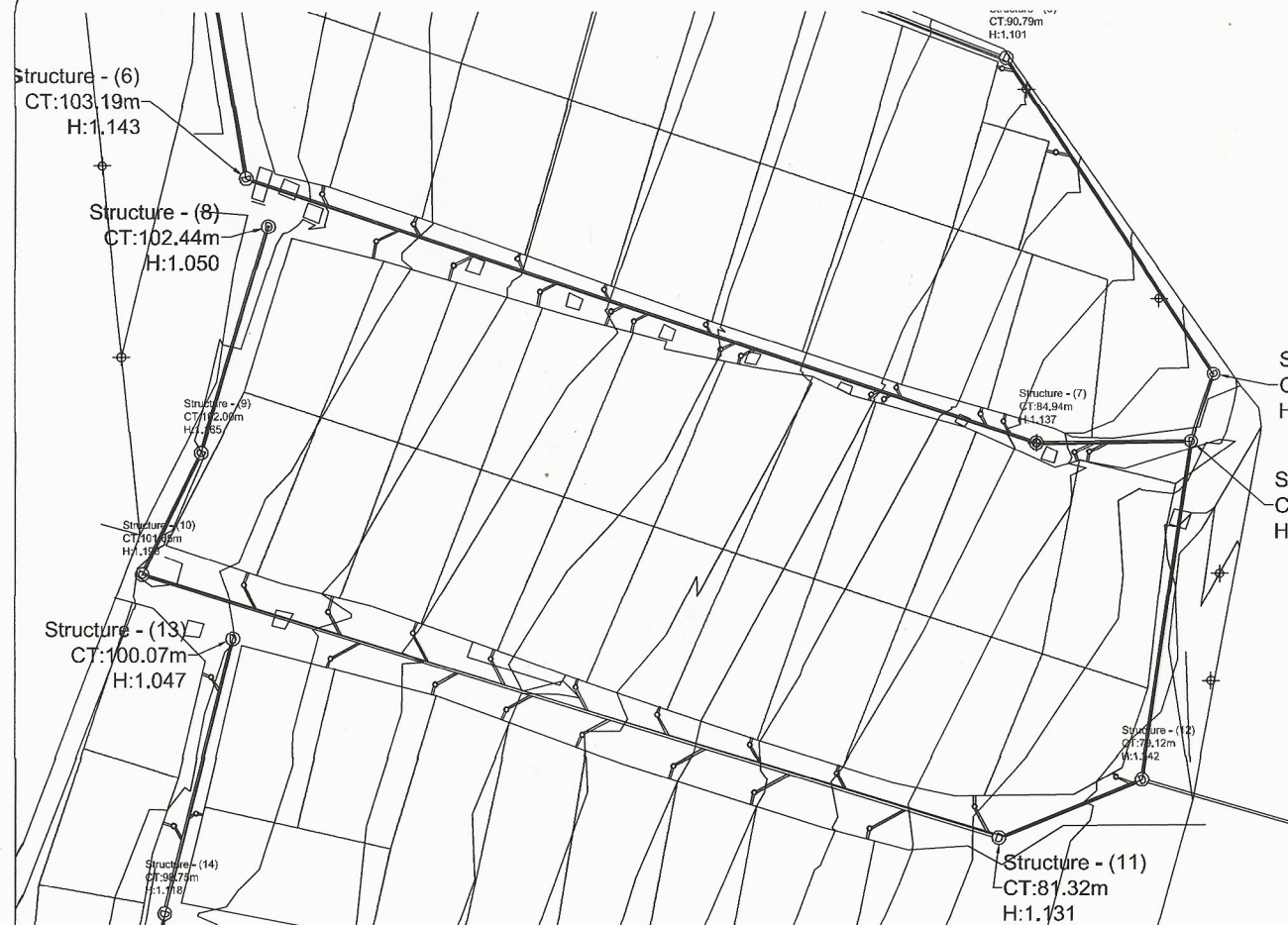
ESCALA:  
FOJA: 12

ING. ALFREDO ARRIVILLAGA

ING. ALFREDO BARRERA GONZALEZ  
CARNET: 2011-22787

ESCALA:  
FOJA: 13



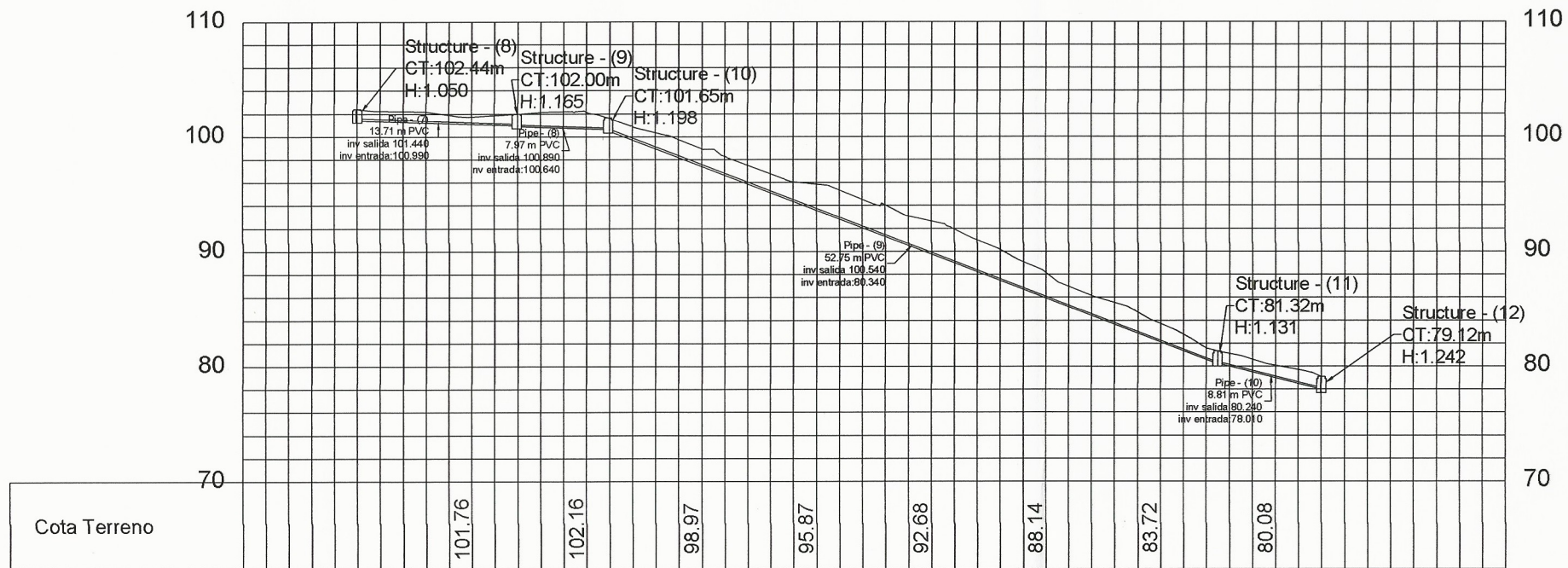


**PLANTA DE REFERENCIA**

**PLANTA PDV-8 A PDV-12**

ESC: 1/200

**3 (Perfil)**



**PERFIL PDV-8 A PDV-12**

ESC: 1/250

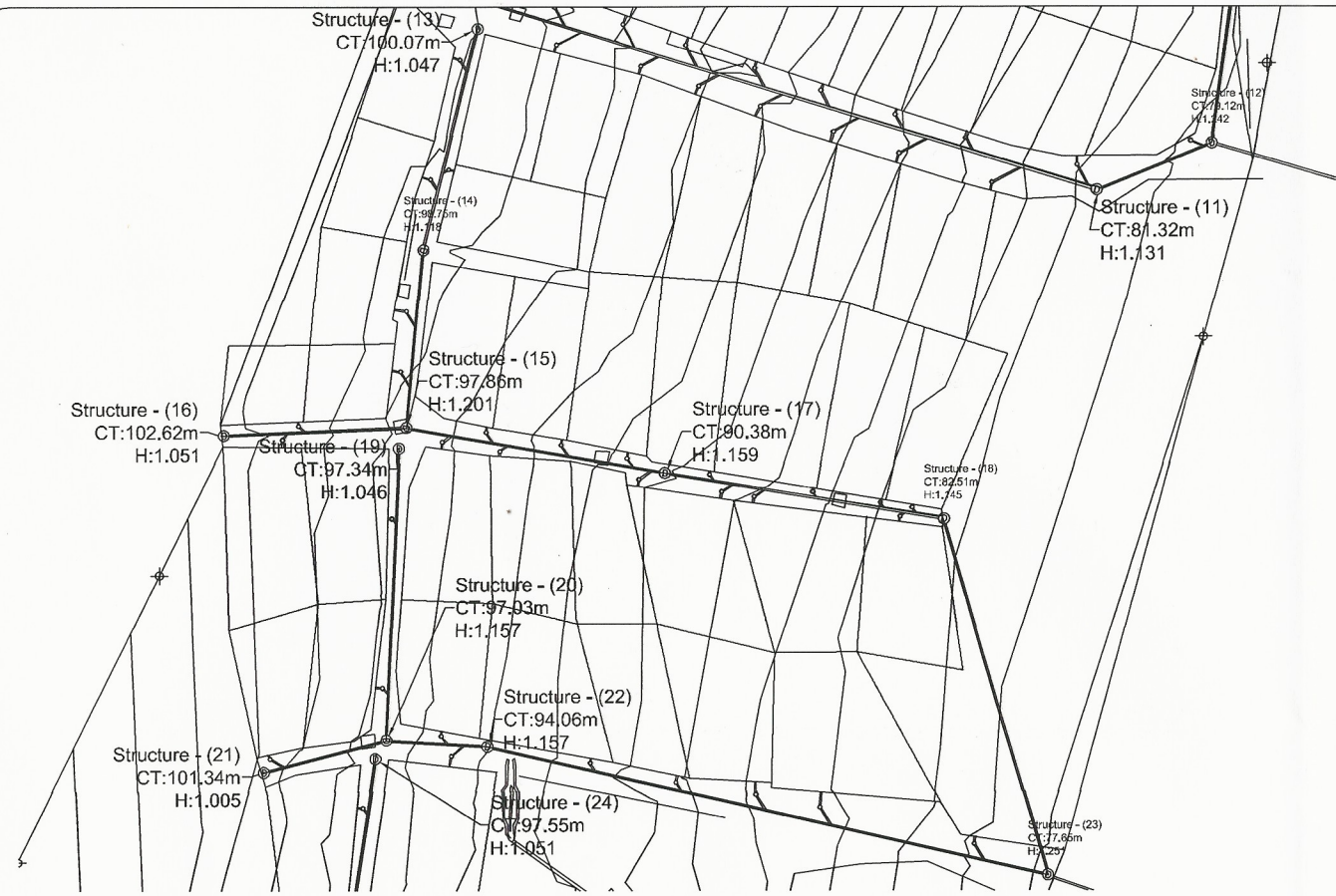
NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
□	POZO DE VISITA SANITARIO
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO



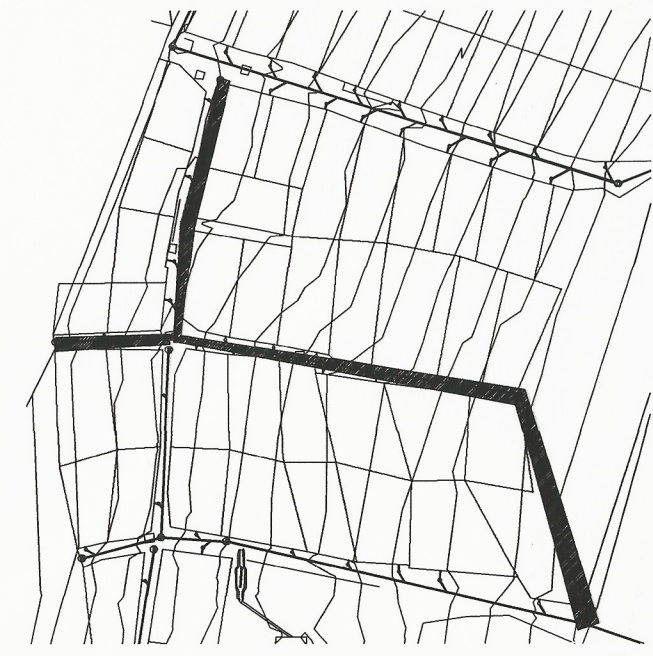
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

CALCULO: JOSE ALFREDO BARRERA	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL PDV-8 A PDV-12	ESCALA INDICADA: 1:2	HOJA: 06
DISEÑO: JOSE ALFREDO BARRERA	ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	FECHA: 12	HOJA: 13





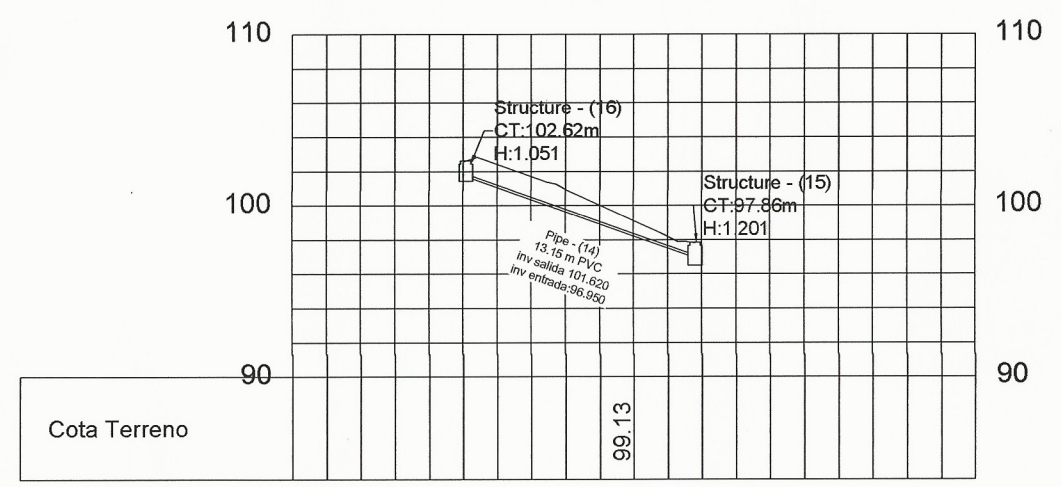
**PLANTA PDV-16 A PDV-15 Y PDV-13 A PDV-23**  
 ESC: 1/200



**PLANTA DE REFERENCIA**

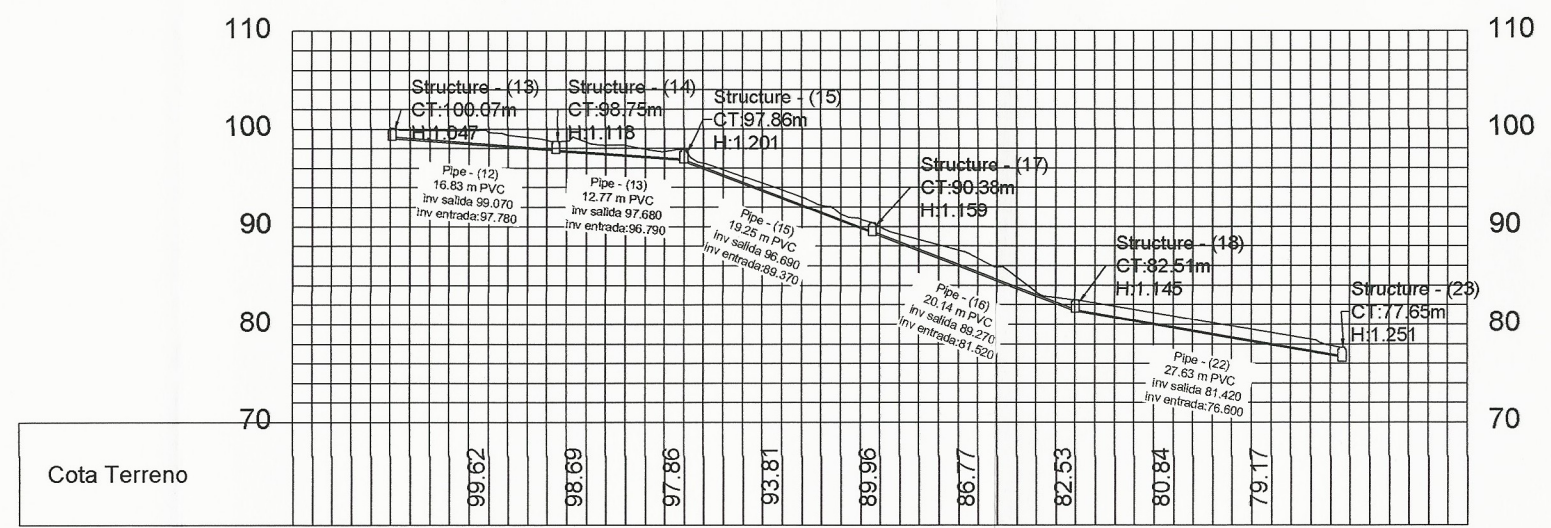
NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
□	POZO DE VISITA SANITARIO
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO

**4 (Perfil)**



**PERFIL PDV-16 A PDV-15**  
 ESC: 1/250

**5 (Perfil)**



**PERFIL PDV-13 A PDV-23**  
 ESC: 1/350

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

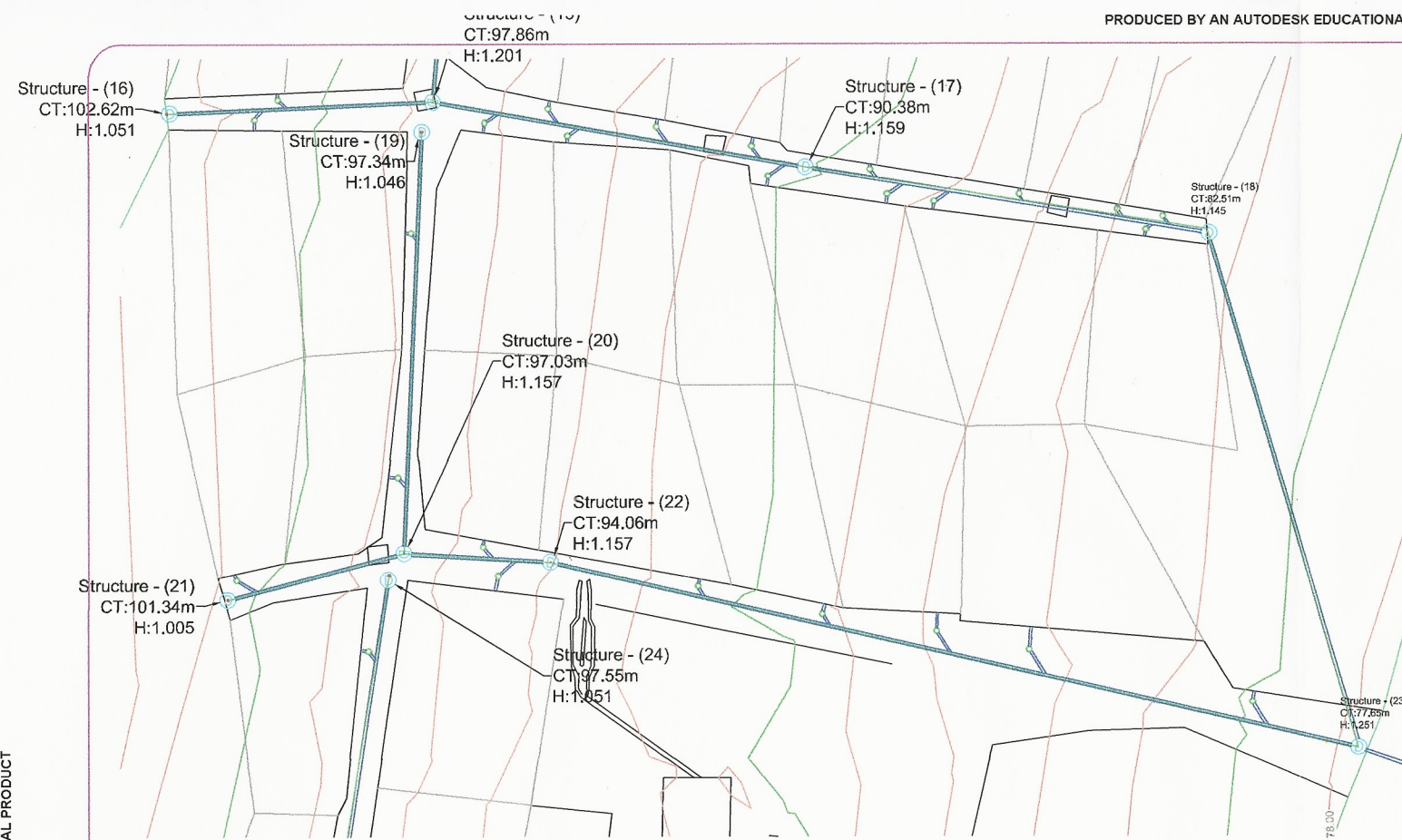
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
 DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA

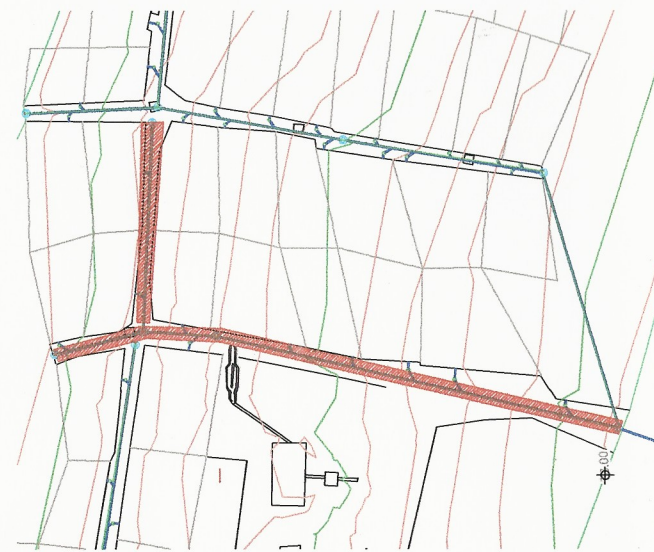
CALCULO: JOSE ALFREDO BARRERA	CONTRIBUCION: PLANTA + PERFIL PDV-16 A PDV-15	SECCION INDICADA: 07
DISEÑO: JOSE ALFREDO BARRERA	PLANTA + PERFIL PDV-13 A PDV-23	FOHO: 12
ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	ING. ALFREDO BARRERA GONZALEZ CARNET: 2011-2297	FOHO: 13





**PLANTA PDV-19 A PDV-20 Y PDV-21 A PDV-23**

ESC: 1/200



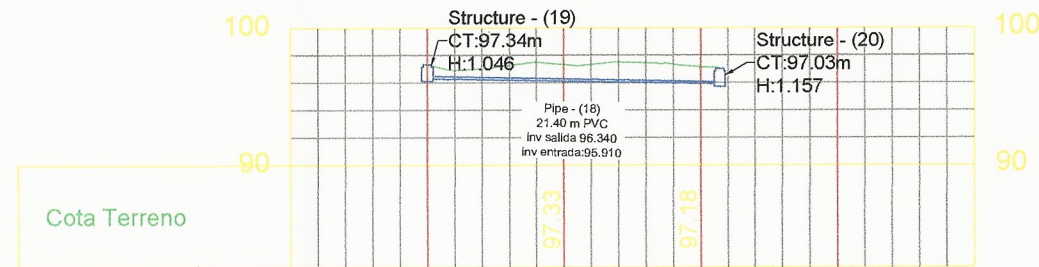
**PLANTA DE REFERENCIA**

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA SANITARIO
	CONEXION DOMICILIAR
	DOMICILIO

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

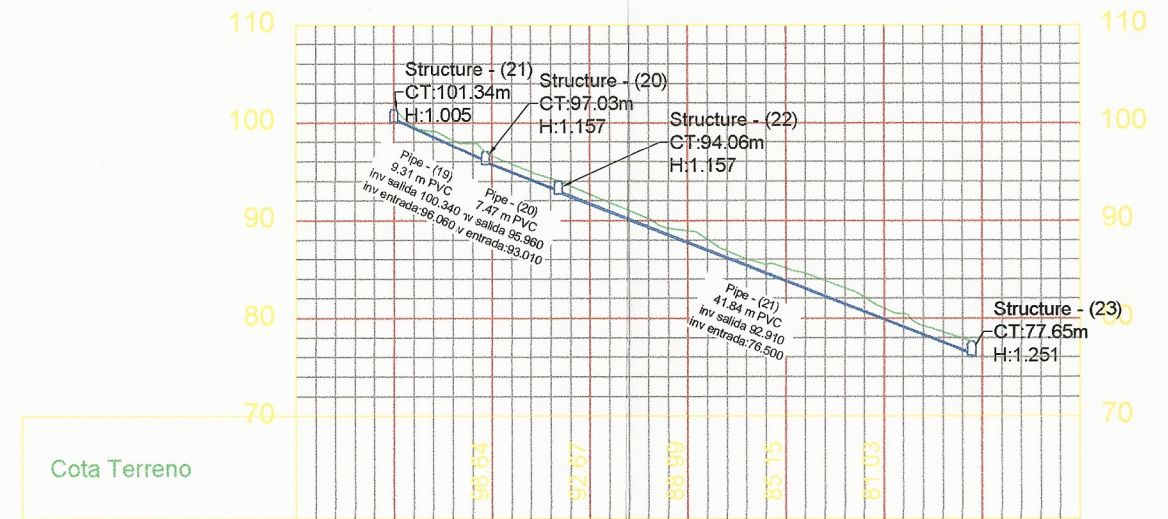
**6 (Perfil)**



**PERFIL PDV-19 A PDV-20**

ESC: 1/250

**7 (Perfil)**



**PERFIL PDV-21 A PDV-23**

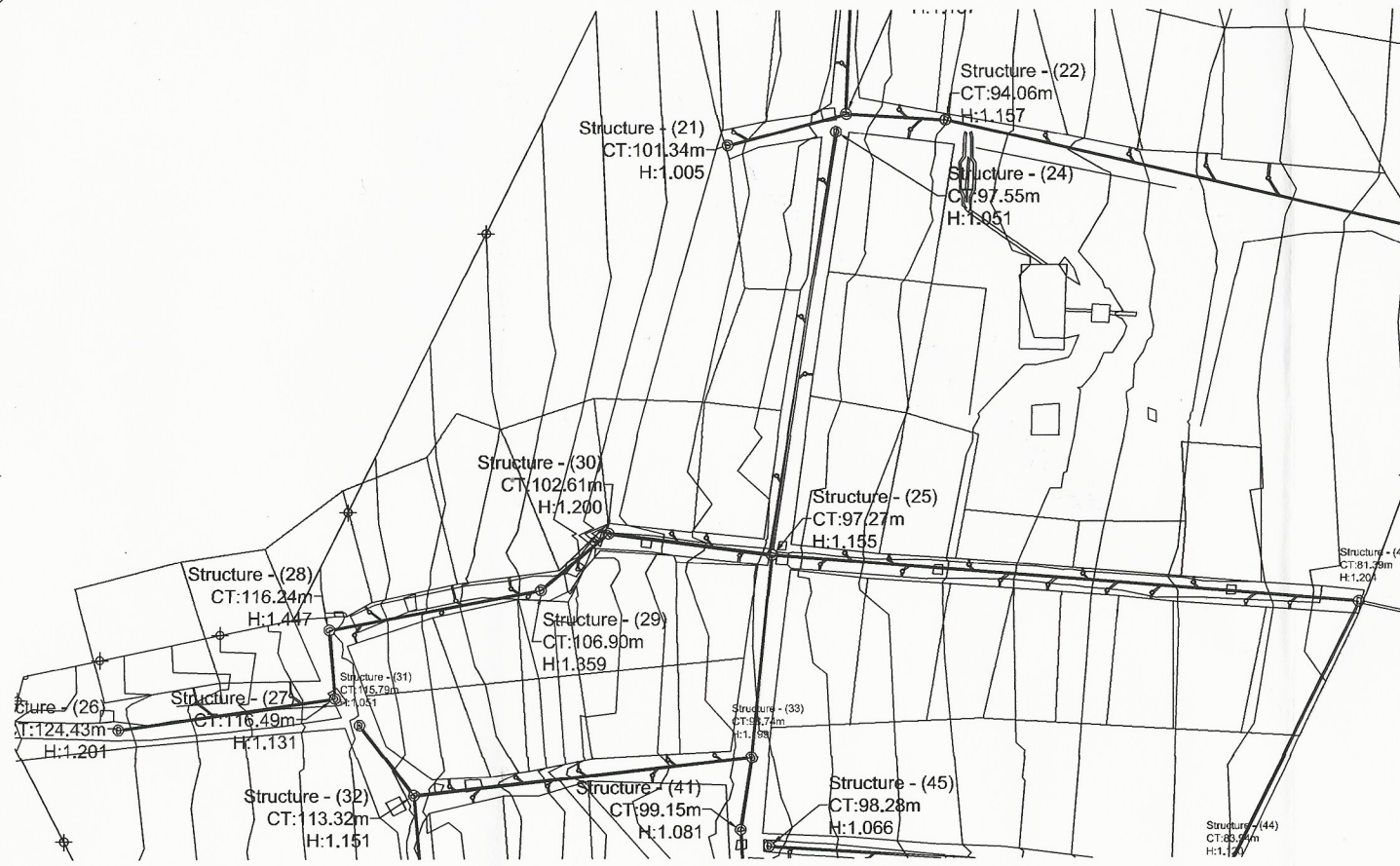
ESC: 1/350



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA  
PROYECTO  
DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL,ZONA  
12, VILLA NUEVA

CALCULO JOSE ALFREDO BARBERA	CONFIRMO PLANTA + PERFIL PDV-16 A PDV-15 PLANTA + PERFIL PDV-13 A PDV-23	FECHA INDICADA 12	HOJA 08
DIRIGIDO JOSE ALFREDO BARBERA	SENO DE INGENIERIA ING. ALFREDO CARRIVILLAGA	FECHA 13	HOJA 13



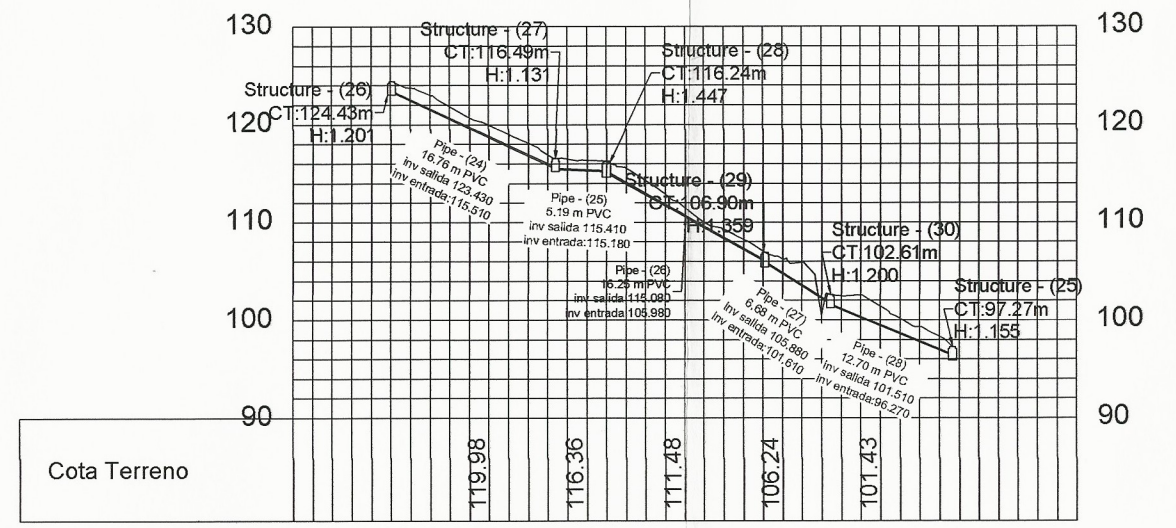
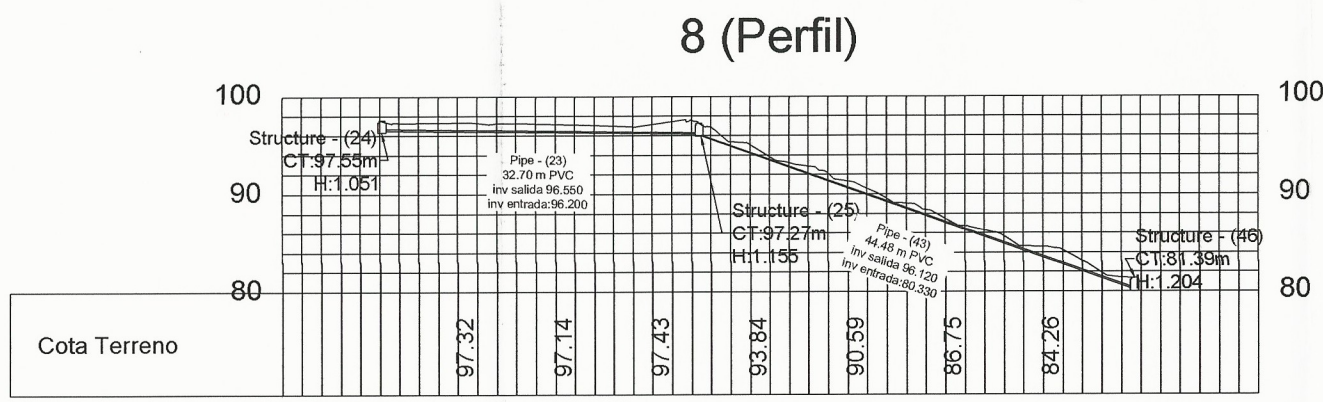


NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
□	POZO DE VISITA SANITARIO
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO

**PLANTA DE REFERENCIA**

**PLANTA PDV-24 A PDV-46 Y PDV-26 A PDV-25**  
 ESC: 1/200

**9 (Perfil)**



**PERFIL PDV-26 A PDV-25**  
 ESC: 1/350

**PERFIL PDV-24 A PDV-46**  
 ESC: 1/350

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA			
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA			
FACULTAD: ING. ALFREDO BARRERA	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL PDV-24 A PDV-46 PLANTA + PERFIL PDV-26 A PDV-25	SECCION INDICADA: ZONA 12	HOJA: 09
INGENIERO: ING. ALFREDO BARRERA	DISEÑO INGENIERIA: ING. ALFREDO BARRERA GONZALEZ CARNET: 2011-22787	FECHA:	HOJA: 13

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

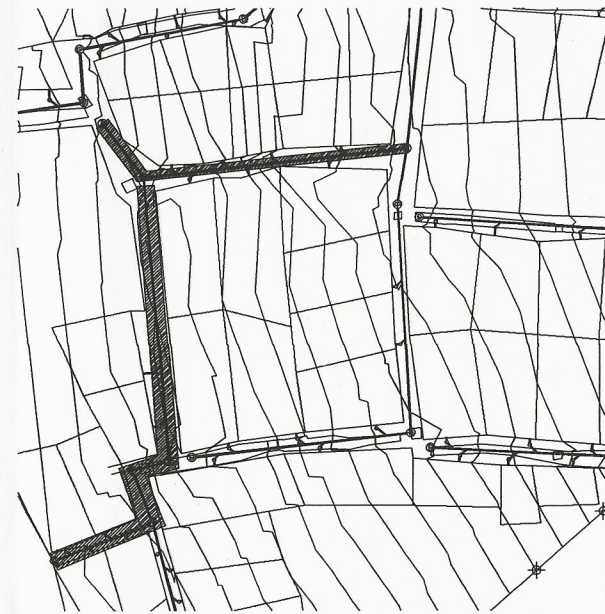
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT





**PLANTA PDV-31 A PDV-33 Y PDV-36 A PDV-32**

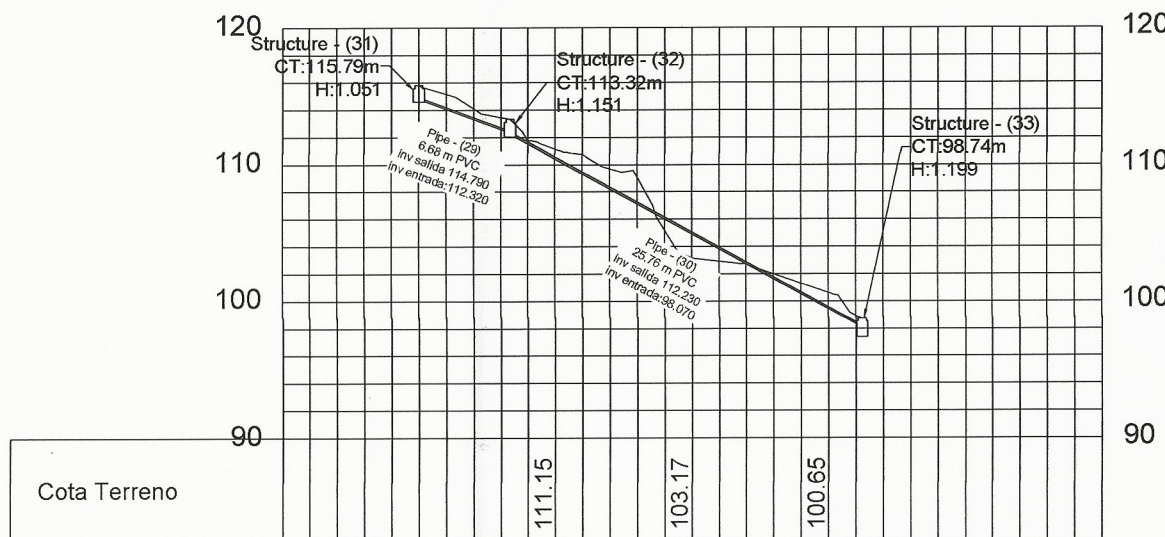
ESC: 1/200



**PLANTA DE REFERENCIA**

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
□	POZO DE VISITA SANITARIO
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO

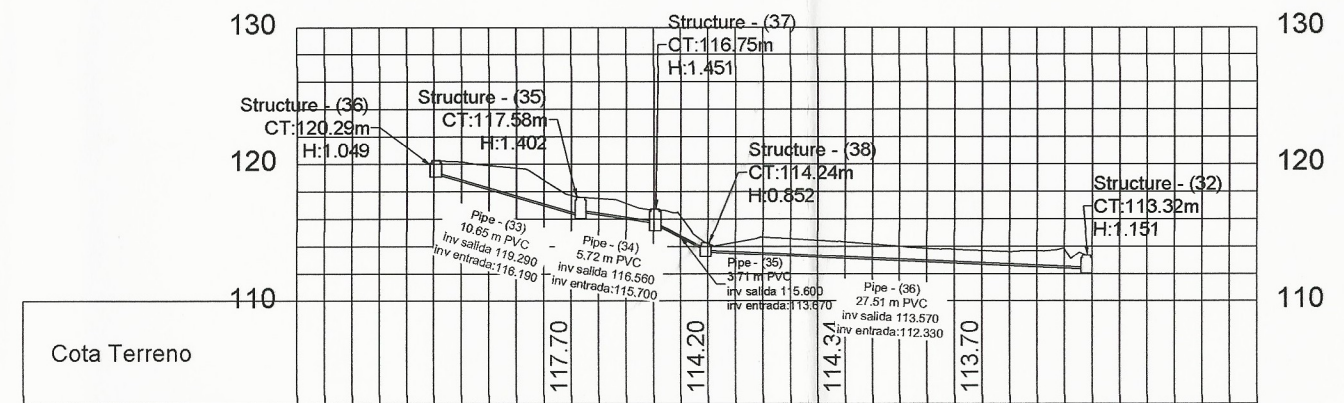
**10 (Perfil)**



**PERFIL PDV-31 A PDV-33**

ESC: 1/250

**11 (Perfil)**



**PERFIL PDV-36 A PDV-32**

ESC: 1/250



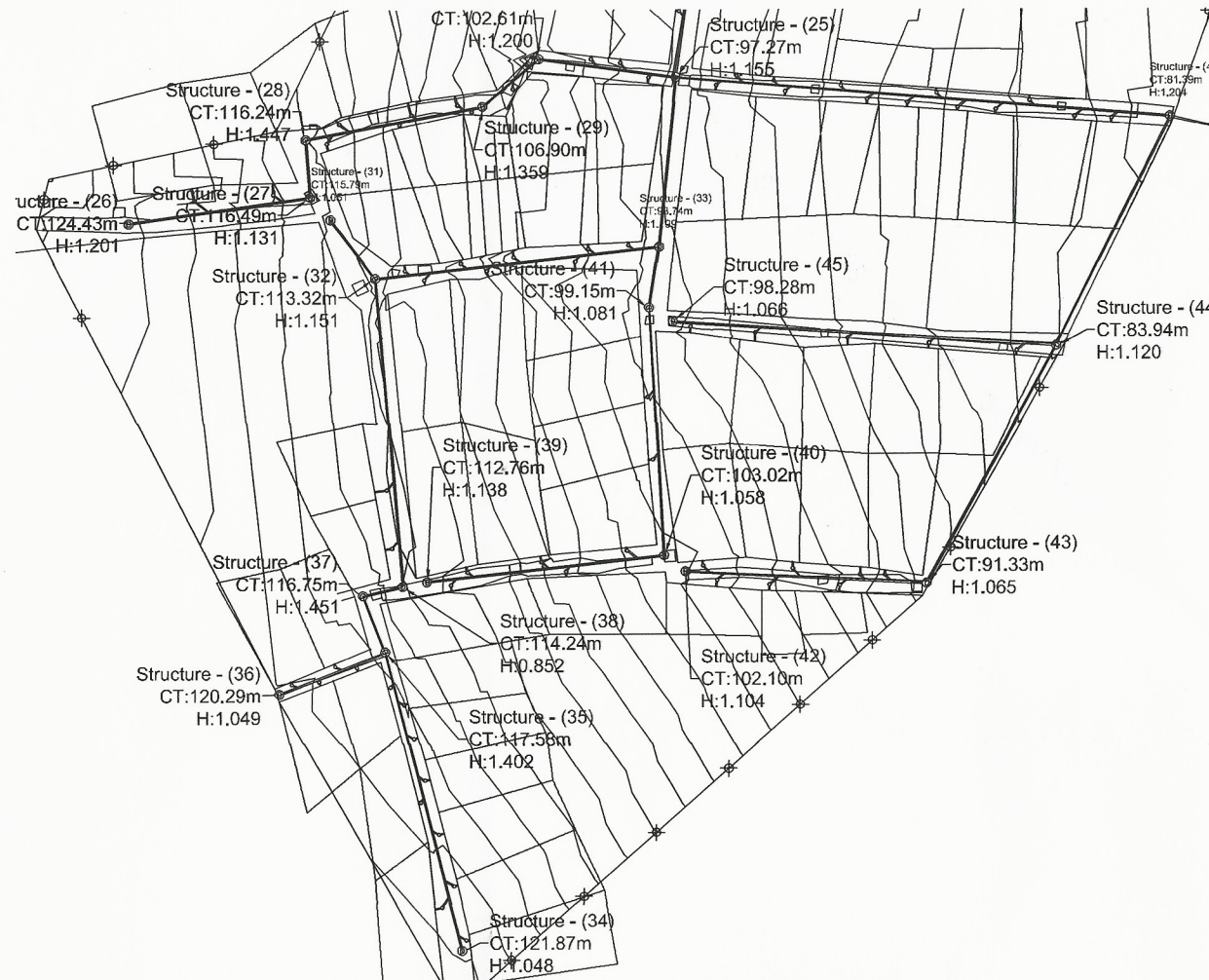
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO  
DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA

CALCULO JOSE ALFREDO BARRERA	CONTENIDO PLANTA + PERFIL PDV-31 A PDV-33 PLANTA + PERFIL PDV-36 A PDV-32	ESCALA INDICADA 12	HORA 10
DISEÑO JOSE ALFREDO BARRERA			
ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	ING. JOSE ALFREDO BARRERA GONZALEZ CARNET: 2911-2287		13

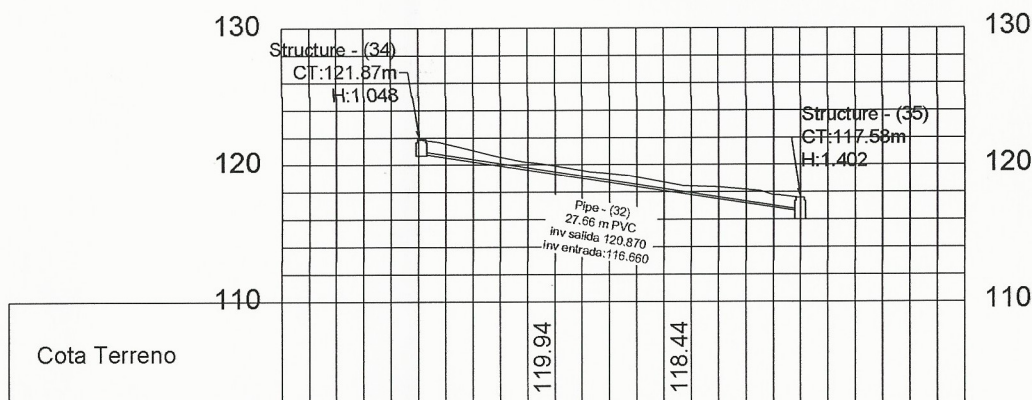




**PLANTA PDV-34 A PDV-35 Y PDV-39 A PDV-25**

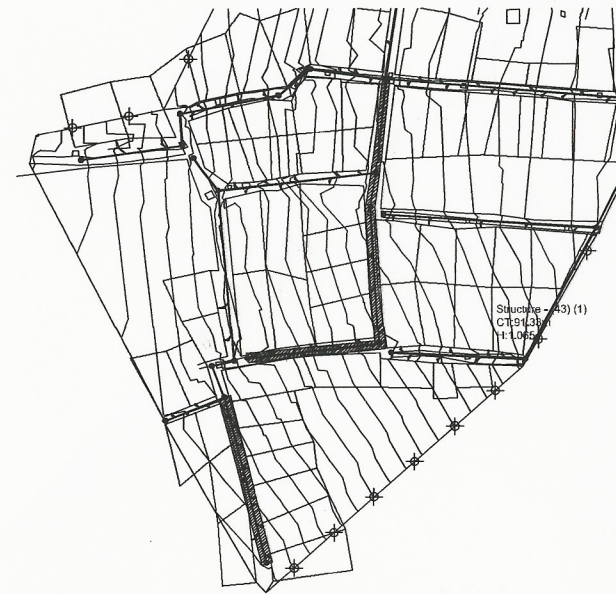
ESC: 1/200

12 (Perfil)



**PERFIL PDV-34 A PDV-35**

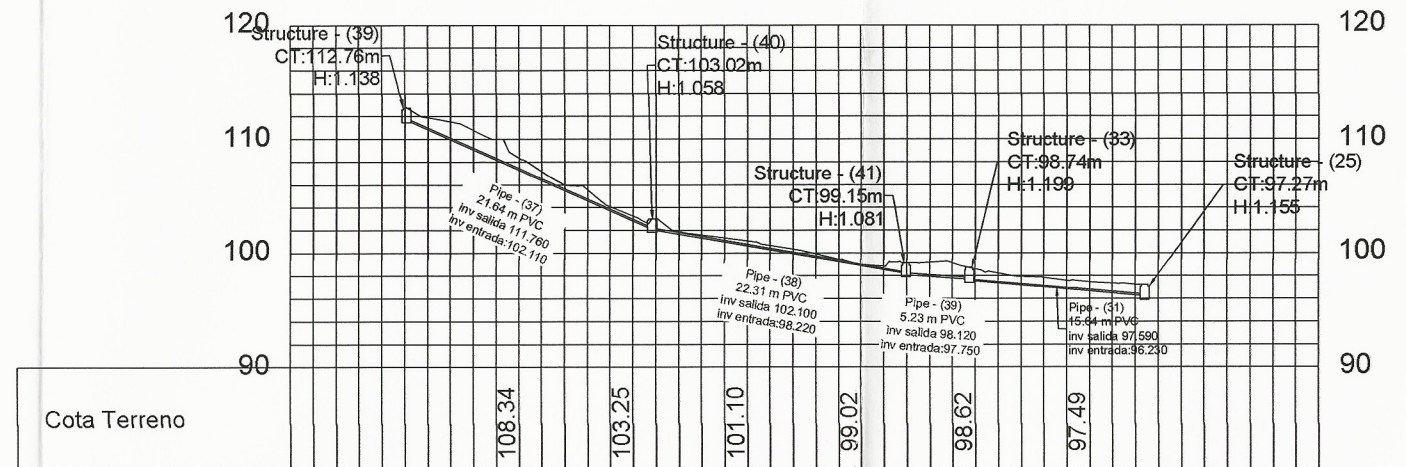
ESC: 1/250



**PLANTA DE REFERENCIA**

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
□	POZO DE VISITA SANITARIO
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO

13 (Perfil)



**PERFIL PDV-39 A PDV-25**

ESC: 1/300

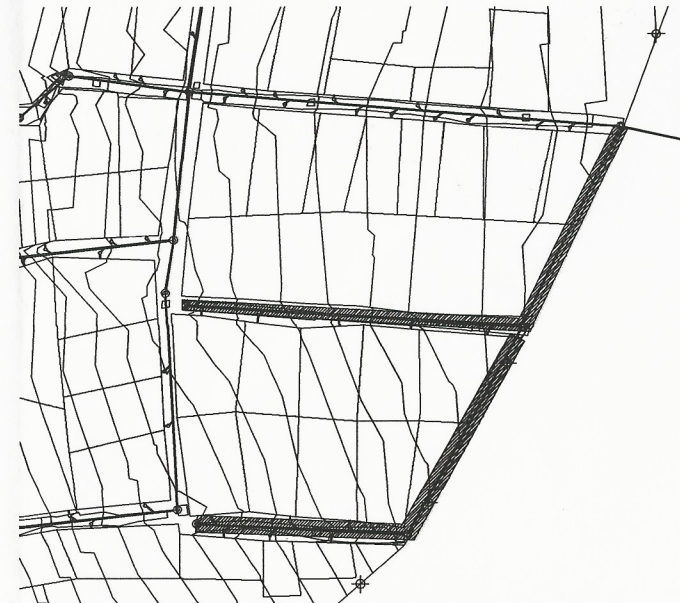
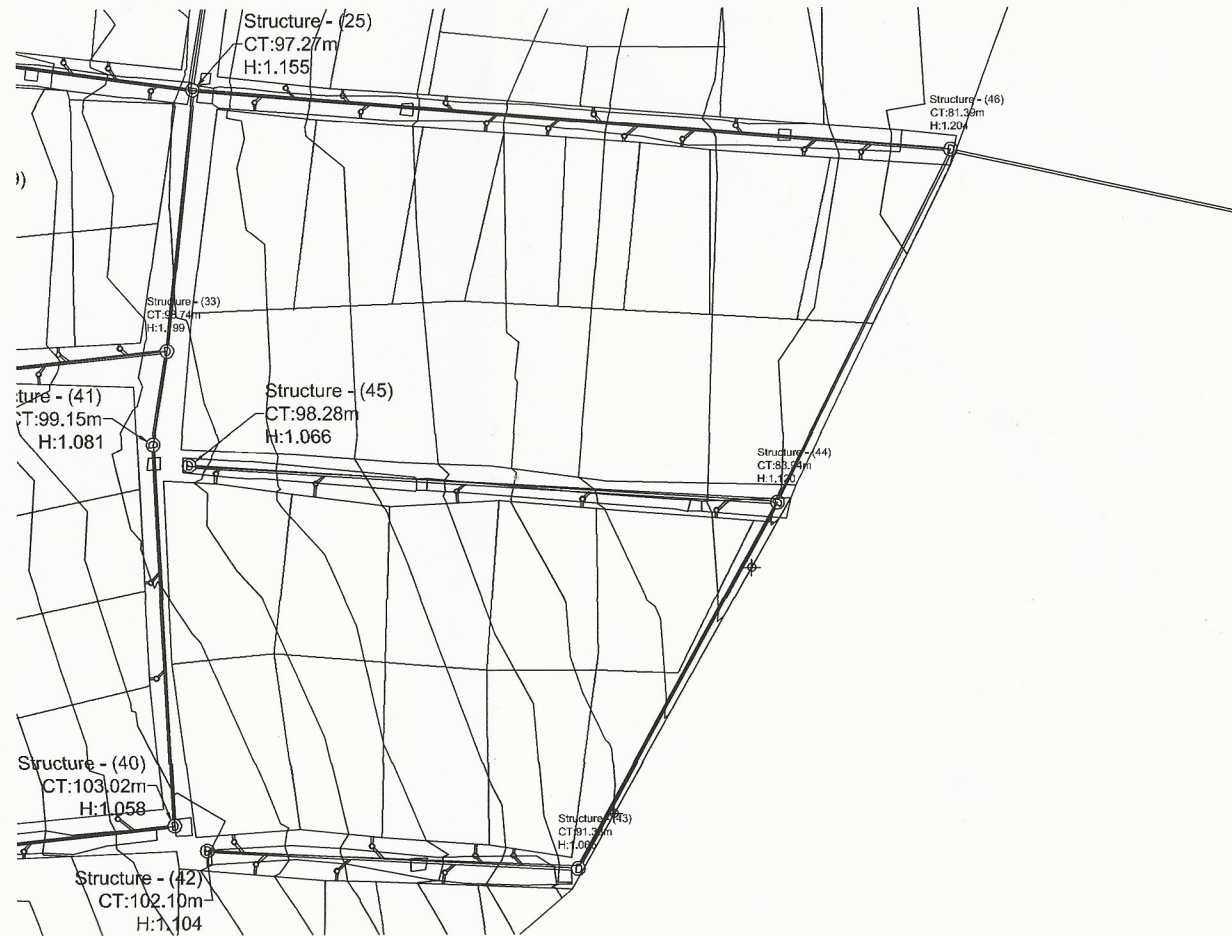
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA 12, VILLA NUEVA

CALCULO: JOSÉ ALFREDO BARRERA	DISEÑO: JOSÉ ALFREDO BARRERA	REVISADO: JOSÉ ALFREDO BARRERA	FECHA: 12	HOJA: 11
ING. ALFREDO ARRIVALLAGA		JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ CARNET: 2011-22787		HOJA: 13





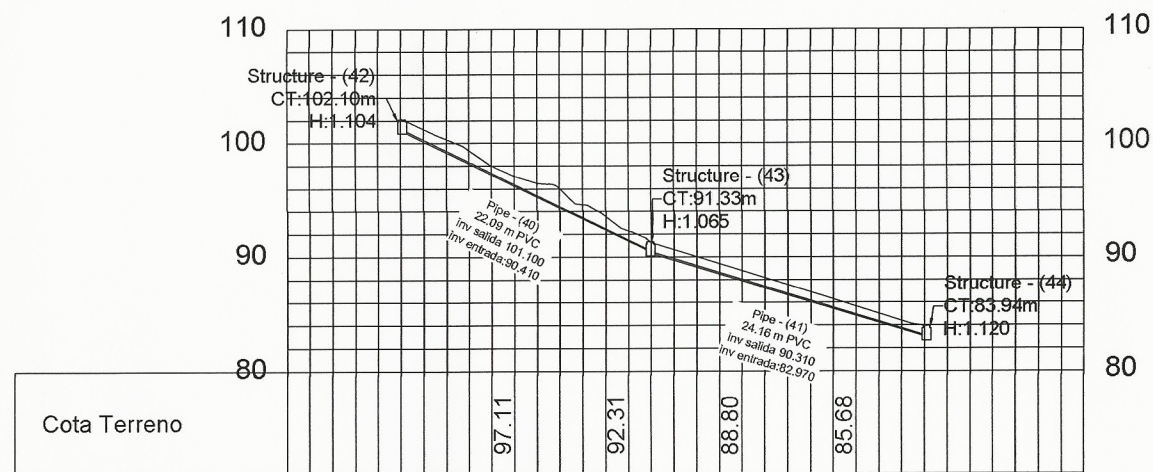
**PLANTA DE REFERENCIA**

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
INV entrada	COTA INVERT ENTRADA
INV salida	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA SANITARIO
	CONEXION DOMICILIAR
	DOMICILIO

**PLANTA PDV-42 A PDV-44 Y PDV-45 A PDV-46**

ESC: 1/200

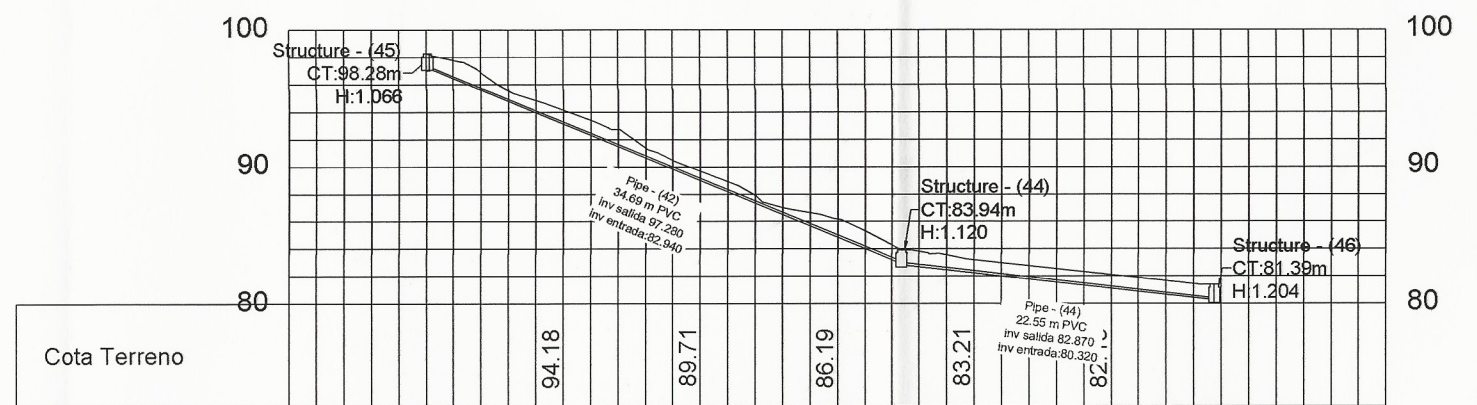
**14 (Perfil)**



**PERFIL PDV-42 A PDV-44**

ESC: 1/300

**15 (Perfil)**



**PERFIL PDV-45 A PDV-46**

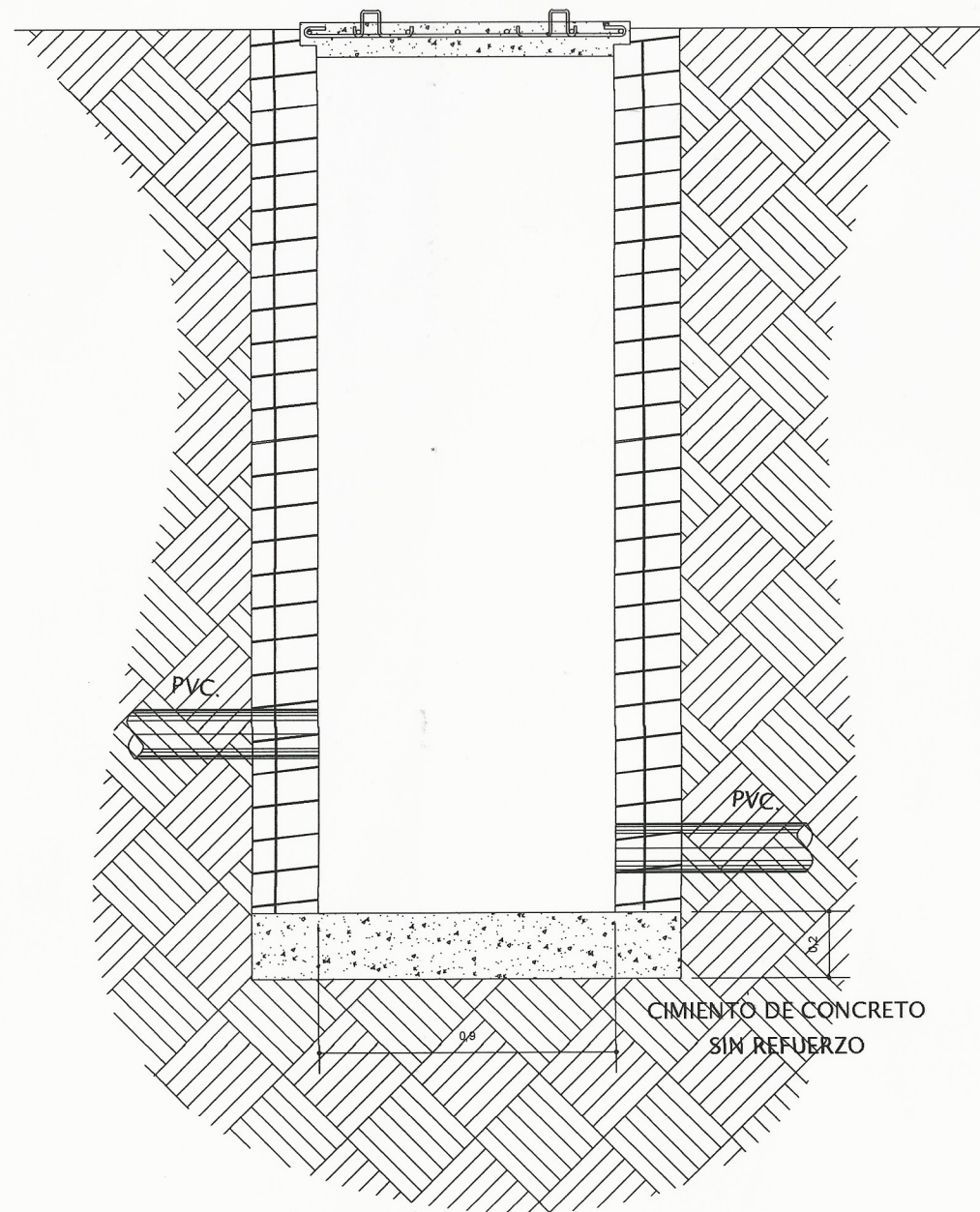
ESC: 1/300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA  
PROYECTO:  
DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA  
12, VILLA NUEVA

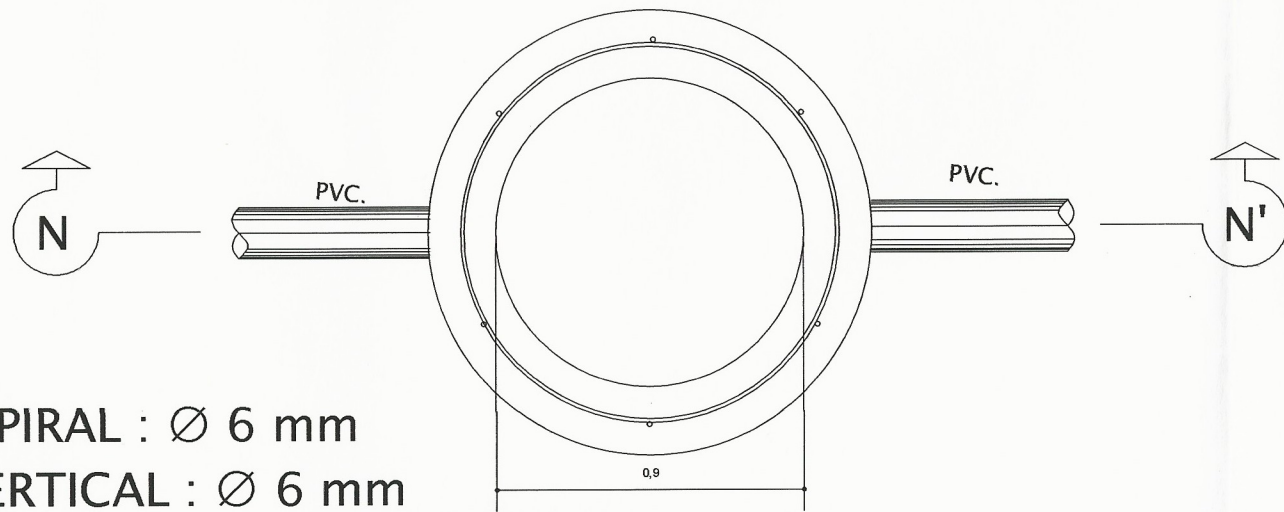
CALCULO: JOSE ALFREDO BARRERA	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL PDV-42 A PDV-44 PLANTA + PERFIL PDV-45 A PDV-46	ESCALA: INDICADA	HORA: 12
DISEÑO: JOSE ALFREDO BARRERA		FECHA: 12	HORA: 12
ING. ALFREDO ARRIVALLAGA	ING. ALFREDO BARRERA GONZALEZ CARNET: 2011-22767	FECHA: 13	HORA: 13





**SECCION POZO**

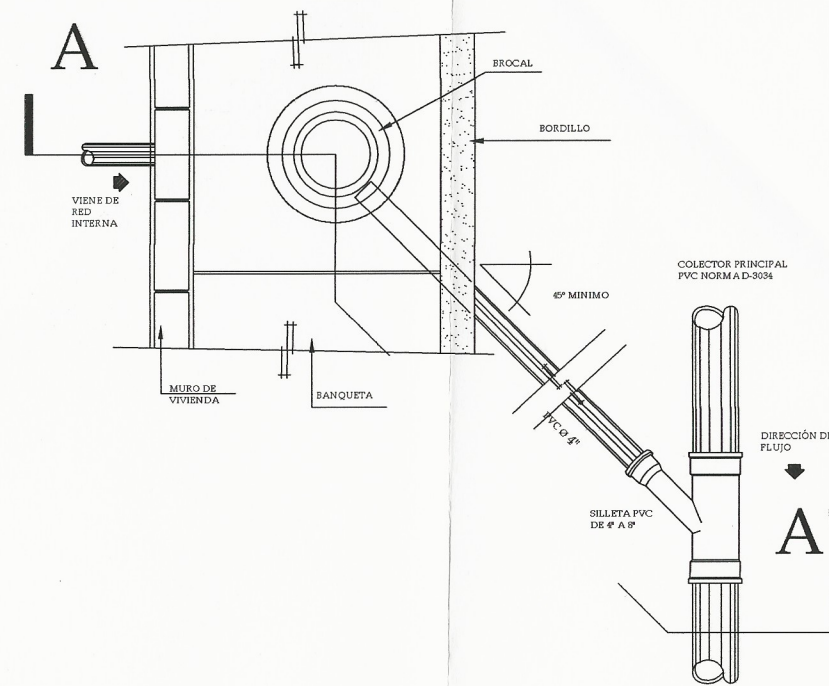
ESC: 1/10



ESPIRAL :  $\varnothing$  6 mm  
 VERTICAL :  $\varnothing$  6 mm

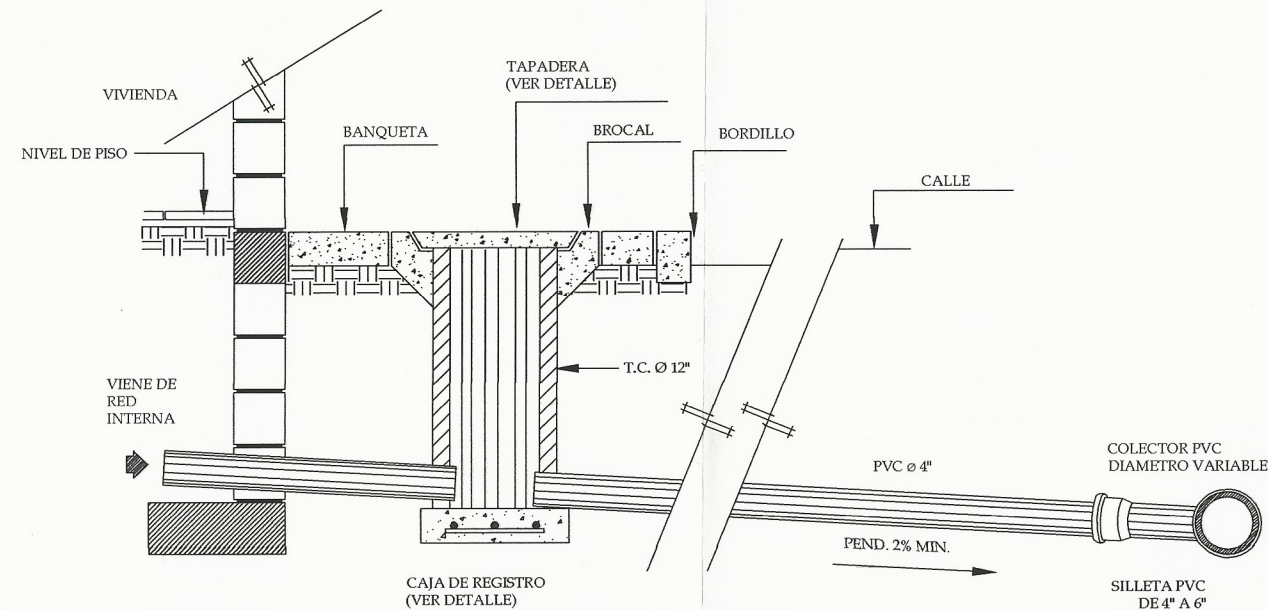
**PLANTA POZO**

ESC: 1/10



**PLANTA ACOMETIDA DRENAJE SANITARIO**

ESC: 1/75



**SECCION A-A'**

ESC: 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:  
 DRENAJE SANITARIO EN COMUNIDAD UNIDOS 8 DE MARZO, MEZQUITAL, ZONA  
 12, VILLA NUEVA

CALCULO:  
 JOSÉ ALFREDO BARRERA

CONTENIDO:  
 DETALLES

FECHA INDICADA

12

HORA

13

ING. ALFREDO ARRIVILLAGA

DISEÑO DE INGENIERIA

FECHA

HORA

13

JOSÉ ALFREDO BARRERA GONZÁLEZ  
 CARNET: 2011-22787









DE PV	A PV	COT. TERRENO		DH (m)	S (%)	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		Odom (L/s)		Qinf (L/s)	Qilicidas (L/s)	Q sanitario (L/s)		Fact. Q media		FACT. HARM		Q diseño (L/s)		Ø (In.)	PENDIENTE	AREA TUBERIA	AREA TUBERIA	SECC. LLENA		REL. q/Q FUTURO	Relacion v/v	Velocidad v(m/s)	chequeo velocidad	Tirante d/D	Verificar d/D	COTAS INVERT		DE PV	A PV	ALTURA DE COTA		ANCHO ZANJA (m)	ALTURA PROMEDIO DE ZANJA (m)	EXCAVACION (m3)	DST. DE DISEÑO	Unidades de tubo a utilizar
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	Act.	Fut.			Act. Utilizar	Fut.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)					CI, SALIDA (m)	CI, ENTRADA (m)							CI, SALIDA (m)	CI, ENTRADA (m)									
24	25	97.55	97.27	32.0	0.88	3	3	18	51	0.035	0.100	0.01194	0.01	0.06	0.12	0.0032	0.0024	4.39	4.31	0.25	0.53	6	1.0	0.018	1.13	20.65	0.0256659	0.426	0.482	correcto	0.11	correcto	96.55	96.23	24	25	1.00	1.04	0.6	1.020	19.56	31.063598	6	
26	27	124.43	116.49	16.3	48.64	2	2	12	34	0.024	0.067	0.00560	0.007	0.04	0.08	0.003	0.0023	4.41	4.35	0.16	0.34	6	48.5	0.018	7.89	143.84	0.0023637	0.204	1.605	correcto	0.035	Revisar Ø	123.43	115.51	26	27	1.00	0.98	0.6	0.988	9.68	17.241493	3	
27	28	116.49	116.24	5.2	4.82	1	3	18	51	0.035	0.100	0.00322	0.01	0.05	0.11	0.0027	0.0022	4.39	4.31	0.21	0.48	6	4.4	0.018	2.37	43.32	0.0110803	0.331	0.786	correcto	0.074	Revisar Ø	115.41	115.19	27	28	1.08	1.05	0.6	1.066	3.32	4.2930196	1	
28	29	116.24	106.9	16.3	57.47	5	8	48	134	0.094	0.264	0.03559	0.026	0.16	0.33	0.0033	0.0024	4.32	4.21	0.68	1.35	6	56.0	0.018	8.47	154.56	0.0087345	0.308	2.506	correcto	0.066	Revisar Ø	115.09	105.98	28	29	1.15	0.92	0.6	1.035	10.09	17.72566	3	
29	30	106.9	102.61	6.7	64.17	1	9	54	151	0.106	0.297	0.00843	0.03	0.14	0.34	0.0027	0.0022	4.31	4.19	0.63	1.39	6	64.0	0.018	9.06	165.23	0.0084125	0.305	2.758	correcto	0.065	Revisar Ø	105.88	101.61	29	30	1.02	1.00	0.6	1.010	4.05	7.0368716	2	
30	25	102.61	97.27	12.5	42.70	2	11	66	184	0.130	0.362	0.02007	0.036	0.19	0.42	0.0028	0.0023	4.29	4.16	0.79	1.76	6	41.9	0.018	7.33	133.69	0.0131648	0.348	2.551	correcto	0.08	Revisar Ø	101.51	96.27	30	25	1.10	1.00	0.6	1.054	7.91	12.659417	3	
31	32	115.79	113.32	6.7	36.98	2	2	12	34	0.024	0.067	0.00426	0.007	0.03	0.08	0.0029	0.0023	4.41	4.35	0.15	0.34	6	37.0	0.018	6.88	125.59	0.0027072	0.215	1.479	correcto	0.038	Revisar Ø	114.79	112.32	31	32	1.00	1.15	0.6	1.075	4.31	6.2220292	2	
36	35	120.29	117.58	9.8	27.60	3	3	18	51	0.035	0.100	0.00886	0.01	0.05	0.12	0.003	0.0023	4.39	4.31	0.24	0.51	6	27.5	0.018	5.94	108.31	0.0047087	0.254	1.505	correcto	0.049	Revisar Ø	119.29	116.59	36	35	1.00	1.00	0.6	1.000	5.89	9.2835149	2	
34	35	121.87	117.58	27.2	15.79	9	9	54	151	0.106	0.297	0.07127	0.03	0.21	0.40	0.0038	0.0026	4.31	4.19	0.88	1.64	6	15.5	0.018	4.46	81.31	0.0201697	0.396	1.765	correcto	0.098	Revisar Ø	120.87	116.66	34	35	1.00	0.92	0.6	0.961	15.67	26.59849	5	
35	37	117.58	116.75	5.7	14.50	2	14	84	234	0.165	0.460	0.02413	0.046	0.24	0.53	0.0028	0.0023	4.26	4.12	1	2.22	6	15.0	0.018	4.39	79.99	0.0277535	0.436	1.911	correcto	0.114	correcto	116.56	115.70	35	37	1.02	1.05	0.6	1.036	3.56	4.8880368	1	
37	38	116.75	114.24	3.7	67.71	2	16	96	268	0.189	0.527	0.02718	0.053	0.27	0.61	0.0028	0.0023	4.25	4.1	1.14	2.53	6	52.0	0.018	8.16	148.93	0.0169878	0.375	3.063	correcto	0.09	Revisar Ø	115.60	113.67	37	38	1.15	0.57	0.6	0.859	1.91	3.2782347	1	
38	32	114.24	113.32	27.5	3.34	3	19	114	318	0.224	0.626	0.05132	0.063	0.34	0.74	0.003	0.0023	4.23	4.07	1.45	2.98	6	4.5	0.018	2.40	43.81	0.068021	0.570	1.368	correcto	0.176	correcto	113.57	112.33	38	32	0.67	0.99	0.6	0.827	13.65	26.636839	5	
32	33	113.32	98.74	25.8	56.60	4	23	138	384	0.272	0.756	0.08024	0.076	0.43	0.91	0.0031	0.0024	4.2	4.03	1.8	3.71	6	55.0	0.018	8.40	153.17	0.0242215	0.419	3.516	correcto	0.107	correcto	112.23	98.07	32	33	1.09	0.90	0.6	0.993	15.35	28.500288	5	
39	40	112.76	103.021	21.2	45.92	4	4	24	67	0.047	0.132	0.01628	0.013	0.08	0.16	0.0032	0.0024	4.37	4.29	0.34	0.69	6	45.5	0.018	7.64	139.32	0.0049526	0.257	1.962	correcto	0.05	Revisar Ø	111.76	102.11	39	40	1.00	0.91	0.6	0.955	12.15	22.399005	4	
40	41	103.02	99.15	21.3	17.34	3	7	42	117	0.083	0.230	0.02060	0.023	0.13	0.27	0.003	0.0023	4.33	4.22	0.55	1.14	6	17.0	0.018	4.67	85.16	0.0133866	0.348	1.625	correcto	0.08	correcto	102.01	98.22	40	41	1.01	0.93	0.6	0.971	13.00	21.733126	4	
41	33	99.15	98.74	5.2	7.84	1	8	48	134	0.094	0.264	0.00739	0.026	0.13	0.30	0.0027	0.0022	4.32	4.21	0.56	1.24	6	7.0	0.018	3.00	54.64	0.022694	0.411	1.232	correcto	0.104	correcto	98.12	97.75	41	33	1.03	1.00	0.6	1.016	3.19	4.3407929	1	
33	25	98.74	97.27	15.6	9.40	2	33	198	551	0.390	1.084	0.05717	0.108	0.55	1.25	0.0028	0.0023	4.15	3.95	2.3	5.01	6	8.7	0.018	3.34	60.92	0.082239	0.602	2.011	correcto	0.193	correcto	97.59	96.23	33	25	1.15	1.04	0.6	1.094	10.26	14.796067	3	
25	46	97.27	81.39	44.5	35.70	12	45	270	752	0.531	1.480	0.45618	0.148	1.14	2.08	0.0042	0.0028	4.1	3.88	4.65	8.17	8	35.5	0.032	8.17	265.02	0.0308279	0.450	3.677	correcto	0.12	correcto	96.12	80.33	25	46	1.15	0.83	0.6	0.989	26.40	46.298591	8	
45	44	98.28	83.94	34.3	41.84	6	6	36	101	0.071	0.199	0.03476	0.02	0.13	0.25	0.0035	0.0025	4.34	4.24	0.55	1.07	6	41.8	0.018	7.32	133.59	0.0080096	0.298	2.185	correcto	0.063	Revisar Ø	97.28	82.94	45	44	1.00	1.00	0.6	1.000	20.57	36.255731	7	
42	43	102.1	91.33	21.2	50.86	7	7	42	117	0.083	0.230	0.04377	0.023	0.15	0.30	0.0036	0.0025	4.33	4.22	0.65	1.23	6	50.5	0.018	8.05	146.77	0.0083805	0.301	2.426	correcto	0.064	Revisar Ø	101.10	90.41	42	43	1.00	0.92	0.6	0.962	12.23	22.824148	4	
43	44	91.33	83.94	24.0	30.73	1	8	48	134	0.094	0.264	0.01001	0.026	0.13	0.30	0.0027	0.0022	4.32	4.21	0.56	1.24	6	30.5	0.018	6.25	114.06	0.0108715	0.328	2.052	correcto	0.073	Revisar Ø	90.31	82.97	43	44	1.02	0.97	0.6	0.997	14.38	24.241664	5	
44	46	83.94	81.39	22.9	11.16	1	15	90	251	0.177	0.494	0.01567	0.049	0.24	0.56	0.0027	0.0022	4.26	4.11	1.04	2.27	6	11.2	0.018	3.78	68.99	0.0329033	0.459	1.737	correcto	0.124	correcto	82.87	80.32	44	46	1.07	1.07	0.6	1.069	14.66	22.097809	4	





Continuación del anexo 1.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono	2289-1100	Correo electrónico:
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <b>OBLIGATORIAMENTE</b> indicar el municipio y departamento)		
Especificar Coordenadas Geográficas		Mezquital, Zona 12, Villa nueva, Guatemala
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <b>OBLIGATORIAMENTE</b> indicar el municipio y departamento)		
		5a. Avenida 4-55, Villa Nueva, Guatemala
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo		
		Msc. Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
<b>II. INFORMACIÓN GENERAL</b>		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
<b>II.1 Etapa de Construcción</b>	<b>Operación</b>	<b>Abandono</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades a realizar                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpia y chapeo</li> <li>2. Trazo y estaqueado</li> <li>3. Zanjeo</li> <li>4. Retiro de material</li> <li>5. Fundición cemento corrido</li> <li>6. Levantado de muros</li> <li>7. Fundición moquetas y soleras</li> <li>8. Colocación de techo</li> <li>9. Fundición de piso</li> <li>10. Acabados</li> <li>11. Fundición de cancha</li> <li>12. Detalles de cancha</li> </ol> </li> <li>• Insumos necesarios                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> <li>3. Combustibles</li> <li>4. Aceites</li> <li>5. Refrigerantes</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Camiones de volteo</li> <li>2. Compactadores de mano</li> <li>3. Rodos vibratorios</li> <li>4. Compactadores vibratorios</li> </ol> </li> <li>• Otros de relevancia                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rodegas</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades o procesos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de calidad</li> <li>2. Limpiezas programadas</li> <li>3. Mantenimiento</li> </ol> </li> <li>• Materia prima e insumos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Camiones</li> </ol> </li> <li>• Productos y Subproductos (bienes y servicios)                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Servicio de limpieza municipal</li> </ol> </li> <li>• Horario de Trabajo                             <p style="margin-left: 20px;">8 horas</p> </li> <li>• Otros de relevancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones a tomar en caso de cierre                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resguardo del material</li> <li>2. Reunión con autoridades locales y municipales.</li> <li>3. Diseño de escuela con mejoras y propuestas.</li> </ol> </li> </ul>
<b>II.3. Área</b>		
a) Área total de terreno en metros cuadrados:		1785.2
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados:		685.5
Área total de construcción en metros cuadrados:		7755

Continuación del anexo 1.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN																		
<p><u>II.4. Actividades colindantes al proyecto:</u></p> <table border="0"> <tr> <td>NORTE</td> <td>Viviendas y Cultivos</td> <td>SUR</td> <td>Escuela antigua</td> </tr> <tr> <td>ESTE</td> <td>Viviendas y cultivos</td> <td>OESTE</td> <td>Carretera</td> </tr> </table> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th>DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Viviendas</td> <td>Norte y Este</td> <td>10m</td> </tr> <tr> <td>Cultivos</td> <td>Norte y Este</td> <td>5m</td> </tr> </tbody> </table>				NORTE	Viviendas y Cultivos	SUR	Escuela antigua	ESTE	Viviendas y cultivos	OESTE	Carretera	DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Viviendas	Norte y Este	10m	Cultivos	Norte y Este	5m
NORTE	Viviendas y Cultivos	SUR	Escuela antigua																	
ESTE	Viviendas y cultivos	OESTE	Carretera																	
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																		
Viviendas	Norte y Este	10m																		
Cultivos	Norte y Este	5m																		
<p><u>II.5. Dirección del viento:</u></p> <p style="text-align: center;">Noreste Suroeste</p>																				
<p><u>II.6. En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</u></p> <p>a) inundación ( )      b) explosión ( )      c) deslizamientos ( )</p> <p>d) derrame de combustible ( )      e) fuga de combustible ( )      d) incendio ( )      e) Otro ( )</p> <p>Detalle la información: No aplica.</p>																				
<p><u>II.7. Datos laborales</u></p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X)    Nocturna ( )    Mixta ( )      Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada      15-25      Total empleados      25</p>																				
<p><u>II.8. USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</u></p> <p style="text-align: center;">Sí</p>																				

Continuación del anexo 1.

INSTRUCCIONES				PARA USO INTERNO DEL MARN			
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad (metros cúbicos día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	1000 lt/día	Municipalidad	Excavación, fundición y compactación		Pipas
	Pozo	No					
	Agua especial	Si	150 lt/día	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	50 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	60 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	5 botes	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles	No					
Refrigerantes		Si	15 Galones	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p> <p><b>III. IMPACTO AL AIRE</b></p> <p><b>GASES Y PARTICULAS</b></p> <p>III.1. Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? <u>Aumentar la información e indicar la fuente de donde se generan?</u></p> <p>Si, generados por el movimiento de suelo al momento de excavación y del transporte del mismo hasta su disposición final.</p> <p><b>MITIGACION</b></p> <p>III.2. ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p><u>Constante riego al suelo para evitar partículas en el aire y protección de los camiones de volteo con lonas a la hora del transporte.</u></p>							

Continuación del anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<b>RUIDO Y VIBRACIONES</b>	
<p>III.3. Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p>	No
<p>III.4. En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p>	Maquinaria, equipo y vehículos
<p>III.5. ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Se generarán ruidos no mayores a 70 dB, por lo que es recomendado la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.</p>	
<b>OLORES</b>	
<p>III.6. Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p>	No
<p>III.7. Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p>	No aplica
<b>IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</b>	
<b>AGUAS RESIDUALES</b>	
<b>CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>	
<p>IV.1. Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado</p> <p>Este proyecto no genera agua residual.</p> <p>IV.2. Indicar el número de servicios sanitarios</p> <p>No aplica, porque se usaran servicios sanitarios existentes.</p>	

Continuación del anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<p>IV.3. Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento  b) Capacidad  <b>c) Operación y mantenimiento</b>  d) Caudal a tratar  e) Etc.</p>	
<b>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<p>IV.4. Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p style="text-align: center;">Si hubiese se guiaría hacia colector principal.</p>	
<b>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</b>	
<p>IV.5. Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p style="text-align: center;">El terreno absorbe el agua proveniente de las lluvias.</p>	
<b>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</b>	
<b>DESECHOS SÓLIDOS</b>	
<b>VOLUMEN DE DESECHOS</b>	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios, genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día _____</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día _____</p>	
<p>V.2. Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p style="text-align: center;">Plástico, papel, ripio, restos de material no utilizado y orgánicos.</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>V.4. Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>V.5. Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p style="text-align: center;">Servicio recolector de basura municipal.</p>	
<p>V.6. Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p style="text-align: center;">No</p>	
<p>V.7. Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p style="text-align: center;">Basurero municipal</p>	

Continuación del anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<b>VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</b>	
<b>CONSUMO</b>	
VI.1. Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes)      250kW/mes	
VI. 2. Forma de suministro de energía	
a) Sistema público	
b) Sistema privado      Empresa Eléctrica de Guatemala EEGSA	
c) generación propia	
VI.3. Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI ( )      NO ( X )	
VI.4. Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?  Utilizar energía eléctrica solamente en las horas de trabajo.	
<b>VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)</b>	
VII.1. En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros _____	
No aplica	
Especificar información: _____	
VII.2. La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3. Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área?      SI ( )      NO ( X ) Por qué?  Las actividades se encuentran en un espacio en el cual no afecta la biodiversidad del área.	
<b>VIII. TRANSPORTE</b>	
VIII.1. En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos      2 vehículos	
b) Tipo de vehículo      Pickup doble cabina y tracción	
c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa      Dentro de instalaciones de escuela, 15 m <sup>2</sup> .	
d) Horario de circulación vehicular      El sitio no se encuentra en calles o avenidas de circulación.	
e) Vías alternas      No aplica	
<b>IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJISTICOS</b>	
<b>ASPECTOS CULTURALES</b>	
IX.1. En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál?  No	



Continuación del anexo 1.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p><b>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</b></p> <p>IX.2. Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p><b>ASPECTOS SOCIAL</b></p> <p>IX.3. En algún momento se han recibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa por parte del vecindario? SI ( ) NO ( X )</p> <p>IX.4. Qué tipo de molestias?</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p> <p>IX.5. Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p><b>PAISAJE</b></p> <p>IX.6. Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? <u>Explicar por qué?</u></p> <p style="text-align: center;">Si se verá afectado el paisaje de la zona, solamente durante la etapa de construcción.</p>	
<p><b>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b></p> <p>X.1. Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas:</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>X.3. riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p style="text-align: center;">Ninguna actividad representa riesgo ya que las mismas son estrictamente supervisadas.</p>	
<p><b>Equipo de protección personal</b></p> <p>X.4. Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI ( X ) NO ( )</p> <p>X.5. Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p style="text-align: center;">Casco protector, botas punta de acero y chalecos reflectivos.</p>	
<p>X.6. ¿Qué medidas ha realizado, ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben de estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, por esto se dará a conocer el uso de mascarillas. Para evitar molestias se realizan las actividades en los horarios del día, 8 horas al día.</p> <p>A los trabajadores se les dará información sobre seguridad industrial a cargo de personal competente, así como equipo de protección proporcionado, y se señalará el área de la obra.</p>	

Fuente: MARN. Estudio de evaluación de impacto ambiental. <http://www.marn.gob.gt/>. Consulta: junio de 2019.



Continuación del anexo 2.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono	2289-1100	Correo electrónico:
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <b>OBLIGATORIAMENTE</b> indicar el municipio y departamento)		
Mazquital, zona 12, villa Nueva, Guatemala		
Especificar Coordenadas Geográficas		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <b>OBLIGATORIAMENTE</b> indicar el municipio y departamento)		
5a. Avenida 4-55, Villa Nueva, Guatemala		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo		
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades a realizar                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trazo y Estaqueado</li> <li>2. Zanjeo</li> <li>3. Retiro de material</li> <li>4. Colocación de tubería</li> <li>5. Levantado de Pozos</li> <li>6. Colocación conexiones domiciliarias</li> <li>7. Relleno lateral, inicial y final en tubería</li> </ol> </li> <li>• Insumos necesarios                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> <li>3. Combustibles</li> <li>4. Aceites</li> <li>5. Refrigerantes</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retroexcavadora</li> <li>2. Camiones de volteo</li> <li>3. Compactadores de mano</li> <li>4. Rodos vibratorios</li> <li>5. Compactadores vibratorios</li> </ol> </li> <li>• Otros de relevancia                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baños portátiles</li> <li>2. Bodegas</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades o procesos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pruebas de estanqueidad</li> <li>2. Limpieza candela y pozos de visita.</li> <li>3. Mantenimiento de pozos.</li> <li>4. Prohibir conexiones domiciliarias.</li> </ol> </li> <li>• Materia prima e insumos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Camiones</li> </ol> </li> <li>• Productos y Subproductos (bienes y servicios)                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Servicio de limpieza municipal</li> </ol> </li> <li>• Horario de Trabajo                             <p style="text-align: center;">8 horas</p> </li> <li>• Otros de relevancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones a tomar en caso de cierre                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrega de planos hidráulicos al casco urbano.</li> <li>2. Reunión con autoridades locales y municipales.</li> <li>3. Diseño de nuevo sistema para el manejo de aguas residuales ordinarias.</li> </ol> </li> </ul>
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: Área total de construcción en metros cuadrados:		

Continuación del anexo 2.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN																	
<p>II.4. Actividades colindantes al proyecto:</p> <table border="0"> <tr> <td>NORTE</td> <td>Carretera</td> <td>SUR</td> <td>Viviendas y cultivo</td> </tr> <tr> <td>ESTE</td> <td>Vivienda y cultivos</td> <td>OESTE</td> <td>Viviendas y cultivos</td> </tr> </table> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th>DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Viviendas</td> <td>Este y Oeste</td> <td>3m</td> </tr> <tr> <td>Cultivos</td> <td>Este y Oeste</td> <td>3m</td> </tr> </tbody> </table>			NORTE	Carretera	SUR	Viviendas y cultivo	ESTE	Vivienda y cultivos	OESTE	Viviendas y cultivos	DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Viviendas	Este y Oeste	3m	Cultivos	Este y Oeste	3m
NORTE	Carretera	SUR	Viviendas y cultivo																
ESTE	Vivienda y cultivos	OESTE	Viviendas y cultivos																
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																	
Viviendas	Este y Oeste	3m																	
Cultivos	Este y Oeste	3m																	
<p>II.5. Dirección del viento:</p> <p style="text-align: center;">Noreste Suroeste</p>																			
<p>II.6 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación ( )      b) explosión ( )      c) deslizamientos ( )</p> <p>d) derrame de combustible ( )      e) fuga de combustible ( )      d) Incendio ( )      e) Otro ( )</p> <p>Detalle la información: No aplica.</p>																			
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X)    Nocturna ( )    Mixta ( )    Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada      10-20      Total empleados      20</p>																			
<p>II.8. USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p style="text-align: center;">Sí</p>																			

Continuación del anexo 2.

INSTRUCCIONES					PARA USO INTERNO DEL MARN		
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad (metros día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	1000 lt/día	Municipalidad	Excavación, fundición y compactación		Pipas
	Pozo	No					
	Agua especial	Si	120 lt/día	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	40 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	50 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	5 botes	Privado	Maquinaria		Cajas
	No solubles	No					
Refrigerantes		Si	18 Galones	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							
<b>III. IMPACTO AL AIRE</b>							
<b>GASES Y PARTICULAS</b>							
<p>III.1. Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Si, generados por el movimiento de suelo al momento de excavación y del transporte del mismo hasta su disposición final.</p>							
<p>MITIGACION</p> <p>III.2. ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>Constante riego al suelo para evitar partículas en el aire y protección de los camiones de volteo con lonas a la hora del transporte.</p>							

Continuación del anexo 2.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<b>RUIDO Y VIBRACIONES</b>	
<p>III.3. Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p style="text-align: right;">Si</p>	
<p>III.4. En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Maquinaria, equipo y vehículos</p>	
<p>III.5. ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p style="text-align: center;">Se generarán ruidos no mayores a 70 dB, por lo que es recomendado la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.</p>	
<b>OLORES</b>	
<p>III.6. Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p style="text-align: center;">No</p>	
<p>III.7. Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="text-align: right;">No aplica</p>	
<b>IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</b>	
<b>AGUAS RESIDUALES</b>	
<b>CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>	
<p>IV.1. Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y <del>Re-uso</del> de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <b>Ordinarias</b> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado</p> <p>No aplica ya que se utilizarán inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana, durante la ejecución del proyecto a cargo de un servicio privado.</p>	
<p>IV.2. Indicar el número de servicios sanitarios</p> <p style="text-align: center;">4 inodoros portátiles</p>	

Continuación del anexo 2.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<p>IV.3. Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento</p> <p>b) Capacidad</p> <p>c) Operación y mantenimiento</p> <p>d) Caudal a tratar</p> <p>e) Etc.</p>	
<b>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<p>IV.4. Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p style="text-align: center;">Desfogue existente, que conduce hacia tratamiento.</p>	
<b>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</b>	
<p>IV.5. Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Existe un drenaje pluvial paralelo al sistema de drenaje sanitario.</p>	
<b>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</b>	
<b>DESECHOS SÓLIDOS</b>	
<b>VOLUMEN DE DESECHOS</b>	
<p>V.1 Especificar el volumen de desechos o desperdicios, para la actividad desarrollada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p>	
<p>V.2. Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p style="text-align: center;">Plástico, papel y orgánicos.</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>V.4. Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>V.5. Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>V.6. Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p style="text-align: center;">No</p>	
<p>V.7. Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p style="text-align: center;">Basurero municipal</p>	



Continuación del anexo 2.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<b>VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</b>	
<b>CONSUMO</b>	
VI.1. Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/h, o kW/mes)	250kW/mes
VI. 2. Forma de suministro de energía	
a) Sistema público	
b) Sistema privado	Empresa Eléctrica de Guatemala EEGSA
c) generación propia	
VI.3. Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	
	SI ( ) NO ( X )
VI.4. Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
	Utilizar energía eléctrica solamente en las horas de trabajo.
<b>VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)</b>	
VII.1. En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros _____	
	No aplica
Especificar información _____	
VII.2. La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
	No
VII.3. Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI ( ) NO ( X ) Por qué?	
<b>VIII. TRANSPORTE</b>	
VIII.1. En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos	3 vehículos
b) Tipo de vehículo	Pickup doble cabina y tracción
c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa	Casco urbano, 20 m <sup>2</sup> .
d) Horario de circulación vehicular	El sitio no se encuentra en calles o avenidas de circulación.
e) Vías alternas	No aplica
<b>IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJISTICOS</b>	
<b>ASPECTOS CULTURALES</b>	
IX.1. En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál?	
	Indígena

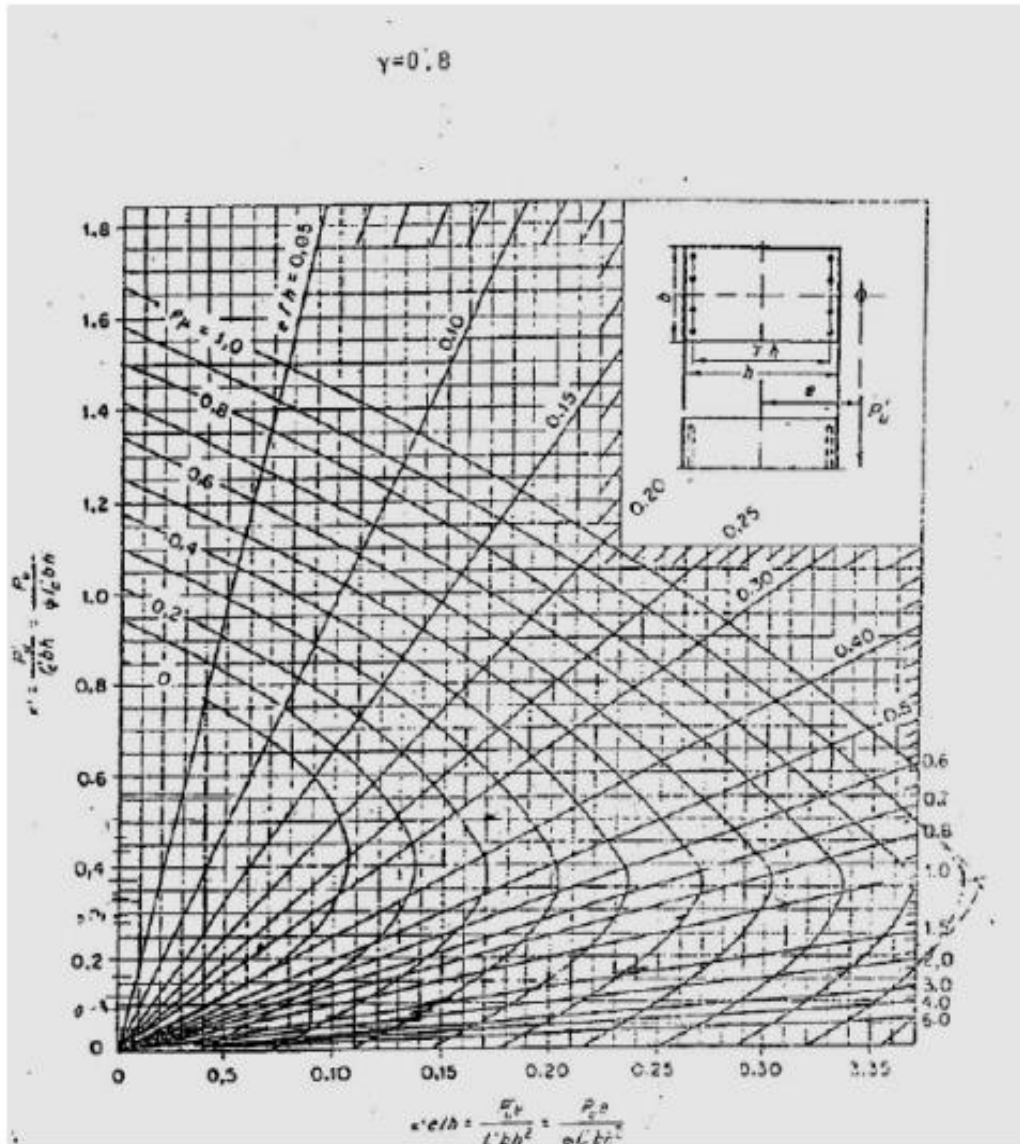
Continuación del anexo 2.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p><b>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</b></p> <p>IX.2. Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada No aplica</p>	
<p><b>ASPECTOS SOCIAL</b></p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa por parte del vecindario? SI ( ) NO ( X )</p> <p>IX.4. ¿Qué tipo de molestias? No aplica</p> <p>IX.5. ¿Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica</p>	
<p><b>PAISAJE</b></p> <p>IX.6. Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? <u>Explicar por qué?</u></p> <p>Si se verá afectado el paisaje de la zona, solamente durante la etapa de construcción.</p>	
<p><b>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b></p> <p>X.1. Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: No aplica</p>	
<p>X.2. riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Ninguna actividad representa riesgo ya que las mismas son estrictamente supervisadas.</p>	
<p><b>Equipo de protección personal</b></p> <p>X.4. Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI ( X ) NO ( )</p> <p>X.5. Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco protector, botas punta de acero y chalecos reflectivos.</p>	
<p>X.6. ¿Qué medidas ha realizado, ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben de estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, por esto se dará a conocer el uso de mascarillas. Para evitar molestias se realizarán las actividades en los horarios del día, 8 horas al día. A los trabajadores se les dará información sobre seguridad industrial a cargo de personal competente, así como equipo de protección proporcionado.</p>	

Fuente: Fuente: MARN. Estudio de evaluación de impacto ambiental. <http://www.marn.gob.gt/>.

Consulta: junio de 2019.

Anexo 3. Diagrama de iteración para columna rectangular



Fuente: ACI. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14)*.

[https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf). Consulta: junio de 2019.

