



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

**DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA
MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA
COSTA CUCA, QUETZALTENANGO.**

Héctor Enrique Rodríguez Castro
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

HÉCTOR ENRIQUE RODRÍGUEZ CASTRO

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

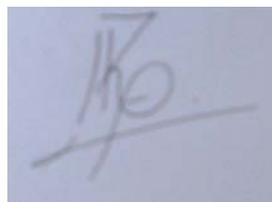
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Inga. Mayra García de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 16 de octubre de 2007.



Héctor Enrique Rodríguez Castro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 23 de enero de 2009.
Ref.EPS.DOC.68.01.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Héctor Enrique Rodríguez Castro** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No **200130451**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO”**.

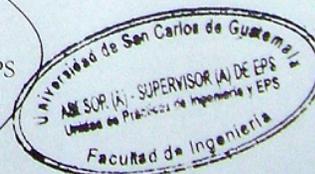
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Dad y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de enero de 2009.
Ref.EPS.D.45.01.09

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

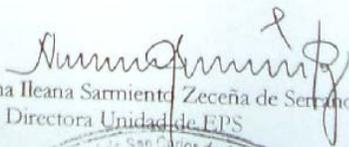
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor Enrique Rodríguez Castro**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Juan Merck Cos**.

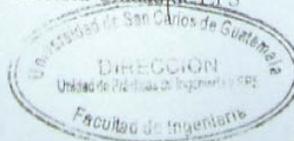
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



NISZ/ra



Guatemala,
29 de enero de 2009

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

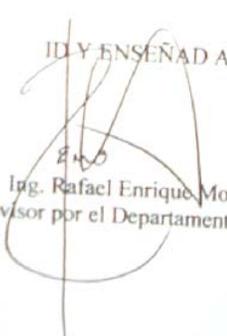
Estimado Ing. Samuels,

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Enrique Rodríguez Castro, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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 ENSEÑADA A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
18 de febrero de 2009

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

Estimado Ing. Samuels,

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Enrique Rodríguez Castro, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras

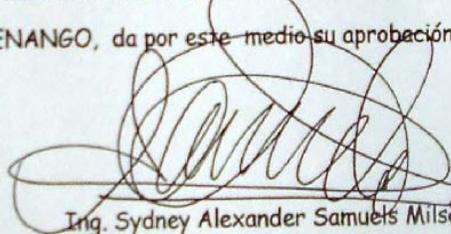


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Héctor Enrique Rodríguez Castro, titulado DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, marzo 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.042.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, MUNICIPIO DE GÉNOVA, COSTA CUCA, QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Enrique Rodríguez Castro**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, marzo de 2009



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Dios, por toda la bondad y misericordia hacia mi persona y llevarme con bien por el camino de la vida.

Mi tía María Castro y su esposo Henry Tschinkel, por el apoyo moral y económico que me han dado, pero sobre todo por su amistad incondicional y por creer siempre en mí.

La corporación municipal de Génova Costa Cuca 2004 – 2008, por toda la ayuda prestada y confianza depositada en mi persona.

Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Ingeniería, por albergarme todos estos años en sus aulas y darme conocimientos invaluable.

Mi asesor Ing. Juan Merck Cos, por todo el apoyo técnico que me ha prestado para el desarrollo de este trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por estar siempre en mi vida y darme la sabiduría para encontrar los caminos de la vida que me han llevado hasta donde hoy estoy.
- Mis abuelos** Marcelino Castro y María Escobar, por el cariño que me han dado durante toda mi vida, y por contribuir siempre en mi educación.
- Mi abuela** Berta Rodríguez (q.e.p.d.), por ser mi ejemplo de lucha, perseverancia, humildad y responsabilidad en la vida, sobre todo por regalarme su amor y sembrar en mi el amor y respeto hacia Dios.
- Mis padres** Carlos Rodríguez y Alba Castro de Rodríguez, por todo el esfuerzo y constancia que han puesto para sacarme adelante, sobre todo por apoyarme incondicionalmente en las decisiones que he tomado.
- Mi hermano** Roberto Rodríguez, por todos los momentos que compartimos en nuestra niñez.
- Mi hermano** Alex Tschinkel Castro, gracias por mostrarme la vida de un modo distinto y darme el ejemplo de lucha y de derribar los obstáculos que la vida nos pone, te quiero mucho.
- Mis tíos** Con cariño, en especial a Mario Rodríguez.
- Mi amigo** Melvin Leonel Gonzáles Pérez (q.e.p.d.), por todos los buenos y malos momentos que compartimos en el camino de la vida, que donde quiera que estés hoy, festejes y compartas esta meta alcanzada conmigo, se te va a extrañar siempre.
- Mis amigos** Ex acólitos: Mario, Eduardo, Mayra, Julio, Moisés, Octavio e Irma, por una vida llena de alegría y buenos momentos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de Génova Costa Cuca	
1.1.1 Reseña histórica	1
1.1.2 Localización geográfica	2
1.1.3 Accesos y comunicaciones	3
1.1.4 Topografía del lugar	3
1.1.5 Aspectos climáticos	3
1.1.6 Actividades y servicios públicos	4
1.1.7 Autoridades y servicios públicos	5
1.1.8 Generalidades	7
1.1.9 Censo anterior de población	7
1.1.10 Censo actual de población	8
1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal del municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango	8
1.2.1 Descripción de las necesidades	8
1.2.2 Priorización de las necesidades	10

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de edificio escolar de dos niveles en la

cabecera municipal	11
2.1.1 Descripción del proyecto	11
2.1.2 Investigación preliminar	12
2.1.2.1 Capacidad del edificio a diseñar	12
2.1.2.2 Terreno disponible	12
2.1.2.3 Estudio de suelos por el método de ensayo compresión triaxial	13
2.1.2.4 Distribución de ambientes	15
2.1.2.5 Altura del edificio	15
2.1.2.6 Diseño arquitectónico	16
2.1.2.7 Ubicación del edificio en el terreno	16
2.1.3 Análisis estructural	17
2.1.3.1 Predimensionamiento estructural	17
2.1.3.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles	21
2.1.3.3 Cargas aplicadas a los marcos dúctiles	23
2.1.3.4 Cargas verticales en marcos dúctiles	23
2.1.3.5 Cargas horizontales en marcos dúctiles	26
2.1.3.6 Análisis de marcos dúctiles aplicando software ETABS y comparación de resultados con el método de Kani	42
2.1.3.6.1 Momento último por envolvente de momentos	49
2.1.3.6.2 Diagramas de corte	53
2.1.4 Diseño estructural	56
2.1.4.1 Losas	56
2.1.4.2 Vigas	67
2.1.4.3 Columnas	72

2.2.4.2.8 Caudal de diseño	107
2.2.4.2.9 Diseño de secciones y pendientes	108
2.2.4.2.10 Velocidades máximas y mínimas	109
2.2.4.2.11 Cotas invert	110
2.2.4.2.12 Diámetros de las tuberías	111
2.2.4.2.13 Profundidad de tuberías	111
2.2.4.2.14 Pozos de visita	112
2.2.4.2.15 Conexiones domiciliarias	112
2.2.4.2.16 Ejemplo de diseño de un tramo de tubería	113
2.2.4.2.17 Plan de operación y mantenimiento del sistema	119
2.2.5 Tratamiento de aguas servidas	120
2.2.5.1 Diseño de fosa séptica	120
2.2.6 Elaboración de planos	123
2.2.7 presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	123
2.2.8 Estudio de impacto ambiental	124
2.2.9 Valuación socio – económica	125
2.2.9.1 Valor presente neto	125
2.2.9.2 Tasa interna de retorno	125
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFÍA	131
ANEXOS	133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de Génova Costa Cuca, escala 1:50,000	2
2	Área Tributaria	19
3	Marco dúctil, sección longitudinal	22
4	Marco dúctil, sección transversal	22
5	Planta de escuela	28
6	Planta de distribución de áreas tributarias en marcos	31
7	Carga muerta y carga viva marco 2, eje X	32
8	Carga muerta y carga viva marco B, eje Y	33
9	Carga por sismo marco 2, eje X	41
10	Carga por sismo marco B, eje Y	42
11	Diagrama de momentos por carga muerta en vigas marco 2, eje X	43
12	Diagrama de momentos por carga muerta en columnas marco 2, Eje X	44
13	Diagrama de momento por carga viva en vigas marco 2, eje X	44
14	Diagrama de momento por carga viva en columnas marco 2, eje X	45
15	Diagrama de momento por carga de sismo en vigas marco 2, eje X	45
16	Diagrama de momento por carga de sismo en columnas marco 2, eje X	46
17	Diagrama de momentos por carga muerta en vigas marco B, eje Y	46

18	Diagrama de momentos por carga muerta en columnas marco B, Eje Y	47
19	Diagrama de momento por carga viva en vigas marco B, eje Y	47
20	Diagrama de momento por carga viva en columnas marco 2, eje X	48
21	Diagrama de momento por carga de sismo en vigas marco 2, eje X	48
22	Diagrama de momento por carga de sismo en columnas marco 2, eje X	49
23	Envolvente de momentos en vigas marco 2, eje X	51
24	Envolvente de momentos en columnas marco 2, eje X	51
25	Envolvente de momentos en vigas marco B, eje Y	52
26	Envolvente de momentos en columnas marco B, eje Y	52
27	Envolvente de corte en vigas marco 2, eje X	54
28	Envolvente de corte en columnas marco 2, eje X	54
29	Envolvente de corte en vigas marco B, eje Y	55
30	Envolvente de corte en columnas marco B, eje Y	55
31	Planta de losas primer nivel	56
32	Diagrama de momentos balanceados de losas de entre piso	63
33	Secciones transversales de viga	70
34	Sección longitudinal de viga	72
35	Sección transversal de columna primer nivel	81
36	Detalle longitudinal de columna	82
37	Corte simple en zapata	85
38	Corte punzonante en zapata	86
39	Detalle de zapata	89
40	Sección de zapata	89

41	Planta módulo de gradas	92
42	Tramo de tubería PV14 a PV15	118
43	Zonificación sísmica en Guatemala	133
44	Valor K_x y K_y para diseño de columna	135
45	Estudio de suelos ensayo compresión triaxial	137

TABLAS

I	Censo de habitación Génova 1994	8
II	Censo de habitación Génova 2002	8
III	Servicios públicos necesarios en la cabecera municipal	10
IV	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	15
V	Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas	17
VI	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	24
VII	Cálculo de centro de rigidez	38
VIII	Fuerza por marco segundo nivel por torsión sentido X-X	39
IX	Fuerza por marco primer nivel por torsión sentido X-X	39
X	Determinación de rigidez multiplicado por brazo	40
XI	Momento de losas de entrepiso	60
XII	Área de acero y espaciamiento para momentos mayores a 987.68 kg – m	65
XIII	Presupuesto de edificio escolar	96
XIV	Costo alcantarillado sanitario	123
XV	Método SEAOC, factor Z para sismos	133
XVI	Cálculo hidráulico, sistema de alcantarillado sanitario	141
XVII	Cálculo hidráulico, sistema de alcantarillado sanitario	143
XVIII	Cálculo hidráulico, sistema de alcantarillado sanitario	145

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
At	Área tributaria
Av	Área de la varilla
a/A	Relación de áreas
C	Coeficiente de escorrentía
CM	Centro de masa
CU	Carga última
D	Diámetro de la tubería
d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
d/D	Relación de diámetros
e	Excentricidad
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo elasticidad del acero
f'c	Resistencia última del concreto
Fcu	Factor de carga última
Fy	Esfuerzo del fluencia para el acero
F.H.	Factor de Harmond
h	Altura
Hv	Altura de la viga
Ha	Hectárea
I	Inercia
I	Intensidad de lluvia
Km	Kilómetros
long.	Longitud

Lts/hab/día	Litros por habitante por día
Lts/seg.	Litros por segundo
m	Metro
m	Relación entre lado corto y lado largo en losas
mm./hora	Milímetro por hora
M	Momento
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
MB	Momento balanceado
Mcm	Momento de carga muerta
Mcv	Momento por carga viva
Mu	Momento último
m/seg.	Metros por segundo
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
n	Coefficiente de rugosidad
P	Carga puntual
P	Población
P´t	Carga de trabajo
P.V.	Pozo de visita
P.V.C.	Cloruro de polivinilo
psi	Libras por pulgada cuadrada
p.p.m.	Partes por millón
q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
q	Caudal real a sección parcialmente llena
q_{inf}	caudal de infiltración
q_{dis actual}	Caudal de diseño actual
q_{dis futuro}	Caudal de diseño futuro
q_{dom.}	Caudal domiciliar

q_{com.}	Caudal comercial
q_{ind.}	Caudal industrial
Q	Caudal a sección llena
q/Q	Relación de caudales
Rec	Recubrimiento
S	Fuerza de sismo
S	Pendiente
Ton	Tonelada
v	Velocidad de flujo dentro de la alcantarilla
V	Velocidad del flujo a sección llena
v/V	Relación de velocidades
W	Peso
W_c	Peso específico del concreto
W_m	Carga muerta distribuida
%	Por ciento
”	Segundos o pulgadas
’	Minutos
o	Grados

GLOSARIO

Aguas residuales	Son las aguas que una vez utilizadas son retiradas de una vivienda, comercio o industria, tienen una relación directa con el caudal que ingresa, ya que una menor parte es consumida en diversos usos.
Alcantarillado Sanitario	Es el conjunto de obras accesorias y tuberías o conductos cerrados, que normalmente trabajan como canales, a través de los cuales corren las aguas negras.
Área de acero mínima	Cantidad de acero mínima, determinado por la sección y límite de fluencia.
Caudal	Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.
Candela domiciliar	Receptor de aguas residuales provenientes del interior de las viviendas y las conduce al sistema de drenaje.
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.

Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento.
Caudal Comercial	Es el volumen de aguas negras que se desechan de los comercios.
Caudal doméstico	Es el caudal de aguas negras o residuales que se desechan de las viviendas.
Caudal de infiltración	Es el caudal de agua subterránea que se infiltra en la tubería.
Cimiento corrido	Es el que se construye debajo de un muro y soporta el peso del mismo.
Colector	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población al lugar de desfogue.
Columna	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Colector principal	Sucesión de tramos que, partiendo de la descarga, siguen la dirección de los gastos mayores.

Colector Secundario	Sucesión de tramos que, partiendo del colector principal siguen la dirección de los gastos mayores.
Columna esbelta	Es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional, debido a las deformaciones transversales.
Concreto reforzado	Concreto que contiene el refuerzo adecuado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde la candela hasta el colector principal.
Confinamiento	El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo del mismo.
Cota Invert	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
Densidad de vivienda	Es la relación que existe entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Vertido de las aguas provenientes de un colector principal, las que deben estar tratadas, en un cuerpo receptor.

Dotación	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante por día.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante y amarra el acero longitudinal de un elemento.
Excentricidad	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Factor de caudal medio	Es la relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación directa con la población. El factor de Harmond no es constante para todo el sistema, sino por el contrario varía para cada tramo de acuerdo al número de habitantes acumulados de dicho tramo. Por lo tanto, el valor del factor de Harmond de flujo actual es diferente al factor de flujo futuro.
Factor de retorno	Porcentaje de agua que después de ser utilizada, retorna al sistema de drenaje o alcantarillado.

Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.
Marco de concreto rígido	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Momento negativo	Es el momento al que están siendo sometido los extremos de las vigas. Si el acero corrido no cubre dicho momento, se pone acero extra llamado bastón.
Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de acero.
Pendiente	Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal diseñada para que el agua que conducen las tuberías se desplacen libremente a través de ella haciendo uso de la fuerza de gravedad, la cual en alcantarillados cumple con especificaciones establecidas.

Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
Solera	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste el esfuerzo.
Zapata	Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

RESUMEN

Este trabajo de graduación está conformado por las fases de investigación y servicio técnico profesional.

En la fase investigación se realizó la monografía y el diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango.

En la fase del servicio técnico profesional se desarrolló el diseño de un edificio escolar de dos niveles, y de un sistema de alcantarillado sanitario, que dará servicio a dos comunidades dentro del casco urbano, las cuales son barrio Nueva Italia y colonia Robles.

El edificio escolar se diseñó por medio del sistema de marcos espaciales dúctiles, unidos con nudos rígidos, losa tradicional y muros de mampostería de block pómez.

El alcantarillado sanitario tiene una longitud de 3.17 kilómetros distribuidos en 57 tramos, 58 pozos de visita y 226 conexiones domiciliarias, la tubería utilizada es de PVC (norma ASTM F-949), así también se incorporó un tratamiento primario a base de fosa séptica.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el diseño del edificio escolar de dos niveles en la cabecera municipal y el sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Nueva Italia y colonia Robles, municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango.

Específicos:

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico de las necesidades en cuanto a servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal del municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango.
2. Capacitar a los integrantes del Consejo de Desarrollo Comunitario y Comité promejoramiento Comunitario del barrio Nueva Italia y colonia Robles, sobre aspectos de mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de comunidades de Guatemala presentan grandes problemas para satisfacer las necesidades de las personas que en ellas habitan, uno de los cuales lo constituye la falta de apoyo técnico que tienen las municipalidades para desarrollar proyectos de infraestructura y servicios básicos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Tal es el caso del municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango, que presenta una serie de necesidades, sobre todo en el área de infraestructura (edificio escolar) y servicios básicos y saneamiento (alcantarillado sanitario).

Por lo que este trabajo de graduación contiene la propuesta de solución a la problemática planteada, desarrollando para el efecto el diseño de un edificio escolar de dos niveles en la cabecera municipal y el sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Nueva Italia y colonia Robles.

Finalmente, se adjuntan los planos y presupuestos correspondientes.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de Génova Costa Cuca

1.1.1 Reseña histórica

El municipio de Génova, departamento de Quetzaltenango, fue fundado por Acuerdo Gubernativo de fecha de 21 de julio de 1961. Su origen se remonta a la erupción del volcán Santa María, en el año de 1902, cuando algunos vecinos del municipio de San Martín Chile Verde (actualmente San Martín Sacatepéquez), se establecieron en el lugar llamado Taltute y, siguiendo la costumbre de la época, de cambiar el nombre de los poblados por los del mandatario y de sus familiares, solicitaron que se cambiara el nombre de Taltute por el de Santa Joaquina, en honor de doña Joaquina, madre del entonces presidente Manuel Estrada Cabrera, lo que se efectuó por Acuerdo Gubernativo del 29 de agosto de 1912.

El nombre de Santa Joaquina se conservó, hasta que por medio del Acuerdo Gubernativo del 3 de mayo de 1920, que disponía suprimir de los poblados, el nombre de Estrada Cabrera y de cualquiera de sus familiares, el municipio se denominó Génova.

1.1.2 Localización geográfica

El municipio de Génova se sitúa en la parte sur del departamento de Quetzaltenango, en la Región VI o Región Sur-Occidental del país, con una extensión territorial de 372 kilómetros cuadrados. Se localiza en la latitud $14^{\circ}37'13''$ y en la longitud $91^{\circ}50'05''$, del meridiano de Greenwich, contando con una altitud promedio de 350 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con los municipios de Flores Costa Cuca y Colomba (ambos del departamento de Quetzaltenango); al sur con el municipio de Retalhuleu (Retalhuleu); al este con los municipios de El Asintal (Retalhuleu) y Colomba (Quetzaltenango); al Oeste con los municipios de Coatepeque y Flores Costa Cuca (Quetzaltenango).

Figura 1 Mapa de Génova Costa Cuca, escala 1:50,000



1.1.3 Accesos y comunicaciones

Conforme al diccionario geográfico, el municipio de Génova dista de la ciudad capital 218 kilómetros, de la cabecera departamental 70 kilómetros, vía Colomba y 115 kilómetros vía Retalhuleu, también se comunica con la frontera de México vía Tecún Umán a una distancia de 60 kilómetros, con el municipio de Flores Costa Cuca a 5 kilómetros de distancia, de la cabecera municipal de Coatepeque dista a 22 kilómetros y con el municipio de Colomba 22 kilómetros.

Según la nueva señalización de la carretera, se estableció que el municipio se encuentra a una distancia de 219 kilómetros de la ciudad capital y a 71 de la cabecera departamental vía Colomba.

1.1.4 Topografía del lugar

En el municipio de Génova Costa Cuca, se puede observar una topografía variada, ya que está localizado en la bocacosta del país.

La topografía es plana en un 65 % en la parte baja del municipio, ondulada en un 20%, que se puede observar a 6 kilómetros de distancia de la cabecera municipal, por la ruta nacional 13 y un 15 % inclinada, en la parte alta del municipio, donde está ubicada la cabecera municipal.

1.1.5 Aspectos climáticos

El clima tiene definidas dos épocas en el año, que se marcan con bastante definición.

El invierno con intensas lluvias, de junio a octubre y el verano caluroso de noviembre a mayo, la temperatura media anual oscila entre los 22° y 29° centígrados, según la estación meteorológica de Retalhuleu del Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Que es la más cercana a la cabecera municipal.

No tiene una estación fría bien definida, mas es un poco fresco en las noches y madrugadas de los meses de diciembre a febrero.

1.1.6 Actividades y servicios públicos

La población del municipio de Génova Costa Cuca, según el XI censo de población, realizado en el año 2002, el total de habitantes en edad económicamente activa mayor de siete años eran 23,463, de los cuales únicamente el 23%, aproximadamente, estaban trabajando y el resto estaban desempleados.

Las actividades a las cuales se dedica este pequeño porcentaje de la población en orden de prioridad, son las siguientes: agricultura 4908, comercio 346, industria manufacturera y alimenticia 263, construcción 270, servicios comunales 188 y enseñanza 129.

Dentro de los principales cultivos y áreas cultivadas se tiene: el 30% del territorio está cultivado con café, un 25% con maíz, frijol, arroz y yuca, el 20% con árboles de hule, 10% son potreros con ganado, el 5% está dedicado a las viviendas, y el 10% está cultivado por mango.

Los niveles de producción por cultivo son los siguientes: café: debido al poco cuidado que se le da, solo se produce un quintal por cuerda, maíz de 3 a 4 quintales por cuerda, arroz 4 quintales por cuerda, yuca 10 quintales por cuerda y hule 400 árboles produce un quintal de hule. El café por la caída de su precio, actualmente está siendo sustituido por plátanos, banano o maíz (según el Plan Estratégico de Desarrollo Integral Municipal Participativo Génova Costa Cuca).

Como resultado de la situación crítica que se vive, la población está optando por buscar formas y actividades que le permitan subsistir, como la migración a fincas del estado de Chiapas México, en busca de fuentes de trabajo.

1.1.7 Autoridades y servicios públicos

La organización interna de la corporación municipal, está integrada por el alcalde municipal, cinco concejales y dos síndicos, según el libro de actas de la municipalidad de Génova del año 2004.

También las distintas comunidades del municipio, cuentan con una organización de comités pro-mejoramiento y Consejos Comunitarios de Desarrollo, los cuales son designados, en común acuerdo, por todos los pobladores de las aldeas y caseríos.

Dentro de los servicios públicos con que cuentan están:

Salud: centro de salud, con servicio de lunes a viernes en la cabecera municipal y puestos salud en diversos caseríos y aldeas los cuales funcionan días específicos.

Servicio de agua potable: a este servicio no tienen acceso la mayoría de hogares, la cabecera municipal y los lugares aledaños gozan del mismo así como las aldeas mas grandes de Génova, haciendo un total de 7% aproximadamente del total de la población del municipio, el resto se abastece de pozos artesanales, manantiales o ríos cercanos a las comunidades, cabe resaltar que estos tres últimos medios de abastecimiento, no cuentan con ningún tratamiento de desinfección y purificación.

Servicio de Drenajes: este servicio se presta principalmente en la cabecera municipal, y una sola aldea.

Servicio de Energía Eléctrica: de los 5609 hogares que habían hasta el año 2002, 3614 contaban con este servicio, el resto utiliza paneles solares, gas propano o candelas.

Educación: el municipio de Génova cuenta con varias escuelas, que cubren la mayoría de las aldeas y caseríos, la gran desventaja, para que los niños no puedan utilizar este servicio, radica en la dispersión de las viviendas, las cuales no están concentradas en un área determinada.

Seguridad: dentro de la cabecera municipal, se cuenta con una estación de la Policía Nacional Civil, la cual presta los servicios a todo el municipio.

Urbanización y Transporte: El municipio cuenta con un mercado, el cual funciona todos los días, teniendo un día de plaza a la semana que es donde se consigue gran variedad de productos. Las vías de acceso, a las diferentes comunidades, en un 77% son de terracería, transitables en toda época del año. Con relación al transporte, este es un poco escaso hacia todas las comunidades.

1.1.8 Generalidades

En la cabecera municipal se observó que el 100% de la población es no indígena, como idioma predominante tienen el idioma español, un 58 % de la misma tiene un nivel socioeconómico medio bajo, el 40% es de escasos recursos y tan solo el 2% tiene un nivel socioeconómico medio alto y alto

El municipio cuenta con varias instituciones religiosas, entre las cuales se pueden mencionar la iglesia católica y evangélica.

1.1.9 Censo anterior de población

De acuerdo con los datos del censo de 1994 del Instituto Nacional de Estadística, la población de éste municipio era de 23492 habitantes, 11881 mujeres y 11611 hombres.

**Tabla I. V Censo de habitación y X de población
de Génova, 1994**

	TOTAL	Urbano	Rural
TOTAL	23492	2664	20828
Hombres	11611	1288	10323
Mujeres	11881	1376	10505

1.1.10 Censo actual de población

De acuerdo con el censo realizado en el año 2002, por el INE, la población del municipio de Génova Costa Cuca es de 30,531 habitantes.

**Tabla II. VI Censo de habitación y XI de población
de Génova, 2002**

Total	Hombres	Mujeres	Urbano	Rural
30,531	15,003	15,528	3,444	27,087

1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal del municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango

1.2.1 Descripción de las necesidades

Para lograr una mejor calidad de vida para las personas se requieren de el diseño y construcción de proyectos.

Agua potable: es necesario en el 97 % de las comunidades del área rural porque no existe, a fin de mejorar el sistema existente en la cabecera municipal.

Drenaje de aguas negras: dentro del área rural del municipio, sólo una aldea cuenta con drenaje de aguas negras, por lo que se hace necesario la construcción de drenajes que evacuen las aguas servidas de las viviendas que ayuden a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades.

Energía eléctrica: aproximadamente el 65% de la población cuenta con este servicio, se hace necesario la ampliación y mejoramiento del servicio existente, así como la implementación del alumbrado público en toda el área rural y mejoramiento del servicio en el casco urbano.

Construcción y mejoramiento de edificios escolares: la mayoría de comunidades del municipio cuenta con edificios escolares, no obstante algunos se encuentran en mal estado o son insuficientes en su capacidad para la atención del alumnado, tal es el caso del edificio escolar de nivel primario en la cabecera municipal.

Sistema de recolección de basura: La cabecera municipal cuenta con un sistema de recolección de basura, pero carece de un área donde pueda disponer los desechos sólidos de la cabecera municipal, sin causar daño al ambiente y a las personas que vivan cerca del vertedero, cabe destacar que ninguna de las comunidades del área rural cuenta con un sistema de recolección, ni vertedero común donde se pueda depositar.

Construcción plantas de tratamiento de aguas residuales: para garantizar la higiene, salubridad y protección del medio ambiente, es necesario construir plantas de tratamiento, donde puedan desembocar las aguas negras transportadas por los sistemas de alcantarillado existentes y a construirse.

1.2.2 Priorización e las necesidades

De acuerdo a criterios expuestos, tanto de las autoridades municipales, Cocodes y pobladores, el orden de prioridad de las necesidades es la siguiente:

**Tabla III. Servicios públicos necesarios en la cabecera municipal
Génova Costa Cuca, Quetzaltenango**

NO	SERVICIO
1	Sistema de alcantarillado sanitario en el barrio Nueva Italia y colonia Robles
2	Construcción y mejoramiento de edificio escolar nivel primario de la cabecera municipal
3	Planta de tratamiento de aguas negras
4	Disposición adecuada de desechos sólidos municipales
5	Sistema de abastecimiento de agua potable a las aldeas Canutillo, La Paz, Talzachum, Bolivar, Morelia y Mas adentro.
6	Pavimentación del total de calles del municipio
7	Mejoramiento de alumbrado publico en las calles de la cabecera municipal
8	Mejoramiento de instalaciones del centro de salud.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de edificio escolar de la cabecera municipal

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto a diseñar consiste en un edificio de dos niveles para el funcionamiento de una escuela de nivel primario en la cabecera municipal de Génova Costa Cuca, el cual contará con un total de 6 aulas, distribuidas en dos niveles, 3 en la parte baja del edificio y las otras tres en el segundo nivel, cabe destacar que este edificio solo albergará salones de clase.

La estructura del edificio será a base de marcos espaciales dúctiles, mampostería reforzada y losa tradicional de concreto reforzado, los muros de división serán de mampostería de block pómez, las ventanas serán de metal con vidrio, puertas de metal y el piso será de granito.

2.1.2 Investigación preliminar

2.1.2.1 Capacidad del edificio a diseñar

La distribución de ambientes y características del edificio, se proyectan para albergar a un aproximado de 35 niños por cada aula, lo que hace un total de 210.

2.1.2.2 Terreno disponible

La escuela cuenta con un terreno propio, en el casco urbano de la cabecera municipal, el cual cuenta con los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica y servicio de drenaje sanitario, el terreno tiene forma rectangular y es plano en su totalidad, tiene acceso por medio de una de las calles principales del pueblo.

Tiene un área total de 2,105.02 metros cuadrados y un perímetro de 188.30 metros.

2.1.2.3 Estudio de suelos por el método de ensayo de compresión triaxial

Datos obtenidos del ensayo:

Tipo de ensayo:	No consolidado y no drenado
Descripción del suelo:	Arena limo arcillosa color café oscuro
Dimensión y tipo de probeta:	2.5" X 5.0"
Ángulo de fricción interna:	16.76°
Cohesión:	1.50 ton/m ²
(Ver anexo 1 Ensayo triaxial)	

Datos para encontrar el valor soporte

Base:	2 mts
Largo:	2.50 mts
Peso específico (γ_s):	1.92 ton/m ³
Angulo de fricción interna (θ):	16.76 grados = 0.2925 radianes
Cohesión (Cu):	1.50 ton/m ²
Desplante:	2.00 mts

Factor de flujo de carga = N_q

$$N_q = \frac{e^{(\frac{2}{3}\pi - \theta_{rad}) \tan \theta}}{2 \cos^2(45 - \frac{\theta}{2})} = \frac{e^{(\frac{2}{3}\pi - 0.2925) \tan(0.2925)}}{2 \cos^2(45 - \frac{0.2925}{2})}$$

$$N_q = 5.83$$

Factor de flujo de carga última = N_c

$$N_c = \cot \theta * (N_q - 1) = \cot 0.2925 * (5.83 - 1)$$

$$N_c = 16.04$$

Factor de flujo de $\gamma = N\gamma$

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \theta = 2 * (5.83 + 1) * \tan 0.2925$$

$$N\gamma = 4.11$$

Capacidad portante última = q_o

$$q_o = 0.4 * \gamma_s * B * N\gamma + 1.3 * C * Nc + \gamma_s * D * Nq$$

$$q_o = 0.4 * 1.92 * 2.00 * 4.11 + 1.3 * 1.50 * 16.04 + 1.92 * 2.00 * 5.83$$

$$q_o = 60.00$$

Capacidad portante neta última = q_{on}

$$q_{on} = q_o - \gamma_s * dq \quad dq = \text{profundidad de desplante (2 mts)}$$

$$q_{on} = 60.0 - 1.92 * 2.00$$

$$q_{on} = 56.12$$

Valor soporte del suelo = V_s

$$V_s = \frac{q_{on}}{F.S.} \quad F.S. = \text{Factor de seguridad} = 3$$

$$q_{on} = \frac{56.12}{3}$$

$$q_{on} = 18.72 \text{ ton/m}^2$$

Tomando en cuenta un valor intermedio entre suelos limosos y arcillosos de solidez y densidad mediana de la tabla IV, el suelo en estudio se puede considerar dentro de los parámetros normales de este tipo de suelo, por lo que para efectos de diseño se toma este valor: 18.72 ton/m²

Tabla IV. Valor soporte permisible según el tipo de suelo

Material del suelo	ton/m ²	observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22 - 86	
Suelos gravillosos	107	compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	86	compactados con mas del 10% de grava
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos, con mucha arena
Suelos arenosos	32 - 64	Densos
Arena fina	22 - 43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Jadenón Cabrera, **Guía teórica para el curso de cimentaciones 1**, Pág. 44

2.1.2.4 Distribución de ambientes

Las dimensiones de los ambientes de la escuela y su distribución dentro del edificio, se han previsto de tal manera que sean de fácil ingreso y evacuación de los mismos, comunicados por medio de un pasillo que los dirige a una cancha deportiva o al módulo de escaleras según sea el nivel del edificio donde se encuentren las personas.

2.1.2.5 Altura del edificio

El edificio tendrá en cada nivel una altura de 3.30 metros de piso a cielo, para hacer un total de 6.60 metros de altura.

Además contará con un módulo de escaleras, con muros de mampostería reforzada, que tendrá en la parte inferior de las mismas una altura de 3.30 metros y en la parte superior una altura de 6.40 metros.

2.1.2.6 Diseño arquitectónico

Considerando que el edificio será utilizado única y exclusivamente para albergar en sus aulas a niños que recibirán educación primaria, el diseño arquitectónico consistió en distribuir los ambientes de una forma que sea de fácil acceso y evacuación.

Los criterios arquitectónicos tomados en cuenta son de movilidad y circulación dentro del edificio, así como de ventilación, iluminación y seguridad en el mismo, ya que se dispone de un pasillo de dos metros de ancho en cada nivel, que conecta las aulas de cada uno y en el segundo nivel dirige al módulo de gradas, para una fácil evacuación del segundo piso en caso de emergencia, ambos pasillos y el ingreso al módulo de escaleras están techados, para proteger al alumnado de las inclemencias del tiempo, la baranda del pasillo del segundo nivel, cuenta con una altura de 1.30 metros para mayor seguridad de los estudiantes.

2.1.2.7 Ubicación del edificio en el terreno

El edificio escolar se ubicará en la parte frontal del predio disponible, el cual colinda con una de las calles principales del pueblo, quedando la parte posterior del edificio como fachada a la calle, y la parte frontal hacia adentro comunicando directamente con una cancha deportiva (ver anexo 6 plano 1).

2.1.3 Análisis estructural

2.1.3.1 Predimensionamiento estructural

Predimensionamiento de viga

Para predimensionar el peralte y la base de la viga se puede recurrir a dos formas, una es que el peralte de la viga sea el 8 % de la luz que cubrirá la viga y la base de la misma $\frac{1}{2}$ del peralte.

Otro método es aplicar los criterios del ACI capítulo 9 tabla 9.5 (a) (ver tabla V a continuación).

Tabla V. Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas

	Simplemente apoyada	Espesor Mínimo, h		En voladizo
		Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones			
losas macizas en una dirección	L / 20	L / 24	L / 28	L / 10
vigas o losas nervadas en una dirección	L / 16	L / 18.5	L / 21	L / 8

L = longitud de la viga

Fuente: **Código de diseño de hormigón armado ACI 318-R 99**, pág. 144 tabla 9.5 (a)

Para las dimensiones de la viga se optó por un promedio de los dos métodos.

Peralte

$$\begin{aligned} 1. \quad h_{viga} &= 8\% \text{ Longitud de viga} \\ h_{viga} &= 0.08 * 6.15 \text{ m} = 0.49 \text{ metros} \\ 2. \quad h_{viga} &= \frac{L}{18.5} \\ h_{viga} &= 6.15 \text{ m} / 18.5 = 0.33 \text{ metros} \\ h_{promedio} &= \frac{0.49 + 0.33}{2} = 0.41 \text{ metros} \end{aligned}$$

Base

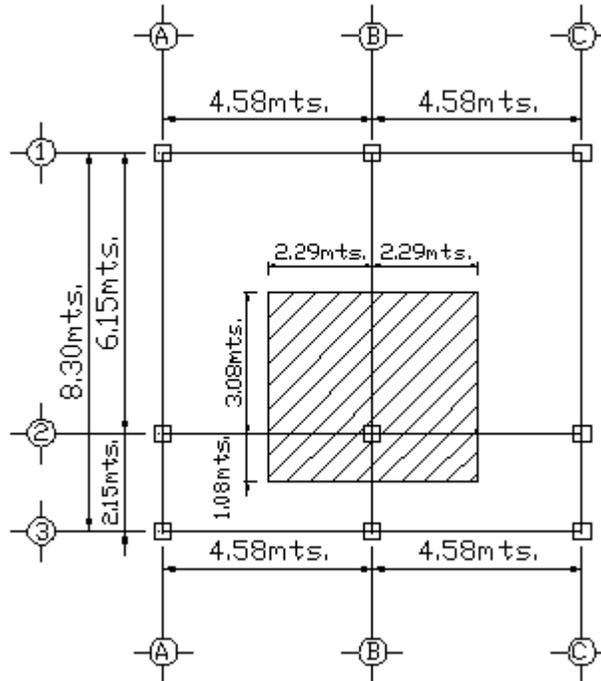
$$b = \frac{h_{promedio}}{2} = \frac{0.41 \text{ m}}{2} = 0.205 \text{ metros}$$

Se propone una sección de viga de 0.25 metros X 0.40 metros

Predimensionamiento de columna

En el predimensionamiento de la columna, se aplicó el capítulo 10 del código de diseño de hormigón armado ACI 318-R 99, el cual sustituye valores en la ecuación de carga puntual (ecuación 10-2 página 165) para obtener el área gruesa de la columna. A continuación se muestra el área tributaria de columna crítica del edificio.

Figura 2. Área tributaria de columna crítica



$$\text{Área tributaria} = (2 * 2.29) * (3.075 + 1.075) = 19.007 \text{ mts}^2$$

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

Conociendo estos datos se obtiene la carga puntual P.

$$P = \text{PesoEsp}_{\text{concreto}} * A_{\text{tributaria}} = 2400 \text{ kg} / \text{m}^2 * 19.007 \text{ m}^2 = 45624 \text{ kg}$$

Este dato se multiplica por dos ya que son dos niveles los del edificio

$$P = 45624 \text{ kg} * 2 = 91248 \text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de carga puntual, se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P = 0.80 [0.85 * f'c (A_g - A_s) + f_y * A_s] \quad \text{despejando para } A_g$$

$$A_g = \left[\frac{P}{0.80 [0.85 * f'c (1 - \rho) + f_y * \rho]} \right]$$

Donde

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

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

$$A_s = \rho * A_g$$

ρ = cuantía de acero = 1%

$$A_g = \left[\frac{91248}{0.80 [0.85 * 210 (1 - 0.01) + 2810 * 0.01]} \right]$$

$$A_g = 556.89 \text{ cm}^2$$

Se propone una sección de 35cm X 35cm = 1225 cm² > 556.89 cm²

Predimensionamiento de losa

Para el predimensionamiento de la losa se utilizó el criterio de perímetro de losa dividido 180, para losas en dos sentidos.

Relación para determinar como trabajará la losa,

$m = a / b < 0.5$ losa trabaja en un sentido

$m = a / b > 0.5$ losa trabaja en dos sentidos

donde a = sentido corto de losa y

b = sentido largo de losa

se calcula para la losa de mayor dimensión del edificio en estudio, con a = 4.58 y b = 6.15

$m = 4.58 / 6.15 = 0.75 > 0.5$ losa trabajará en dos sentidos.

Espesor de losa

$t = \text{perímetro} / 180$

donde $t = \text{espesor de losa}$

$$t = \frac{(4.58 * 2 + 6.15 * 2)}{180} = 0.12 \text{ metros}$$

Como resultado de los cálculos, se propone una losa tradicional en dos sentidos con espesor de 12 centímetros.

Predimensionamiento de zapatas

Los cimientos se diseñaran con zapatas aisladas, ver predimensionamiento de zapatas en la sección 2.1.4.4 diseño de cimientos

2.1.3.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles

El modelo matemático es un gráfico que representa la forma del marco dúctil y la carga que este soporta en su estructura, estos sirven para realizar el análisis estructural, por medio del cual se llegará a obtener valores que servirán para el diseño estructural de los elementos que componen dicho marco.

Por la simetría estructural del edificio, se analizan y diseñan únicamente los marcos críticos de ambos sentidos.

Figura 3. Marco dúctil, sección longitudinal

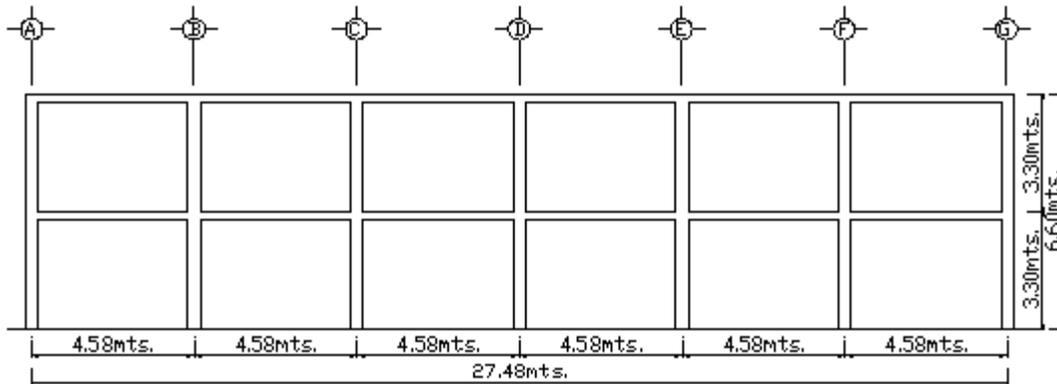
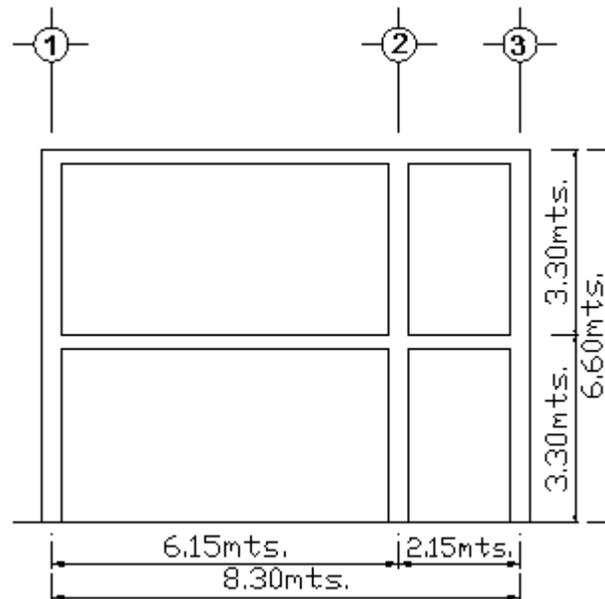


Figura 4. Marco dúctil, sección transversal



2.1.3.3 Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

La estructura de una edificación se encuentra sometida a dos diferentes tipos de cargas, que son las que determinan las dimensiones y el diseño estructural de la misma, siendo estas las cargas verticales, que se dividen en cargas vivas y muertas y las cargas horizontales, que son provocadas por los sismos o fuerzas de la naturaleza.

2.1.3.4 Cargas verticales en marcos dúctiles

Las cargas verticales en una estructura, son todas aquellas que dentro de la misma actúan conforme a la gravedad y perpendiculares a la tierra, haciendo que la estructura, por medio de sus elementos, transporte la misma hacia el suelo, dentro de este tipo de cargas se tienen:

Cargas Vivas

Consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios y cargas de tránsito en puentes. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura no se conocen con precisión.

En la tabla VI, se muestran los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, como lo especifica el código de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y al almacenamiento en general.

Tabla VI. Cargas vivas uniformemente distribuidas

tipo de ocupación	Wv (kg/m²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
zonas de asientos	400
Canchas deportivas	Carga depende de tipo de cancha
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garages	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
corredores de circulación	500
Servicio reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Azotea de concreto con acceso	200
Asoteas sin acceso, horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas mas de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc	50

Fuente: Normas AGIES NR – 2:200, Pág. 28

Cargas muertas:

Las cargas muertas son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Ésta puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material.

Para edificios, los rellenos y acabados de entresijos y el cielo raso pañetado se toman usualmente como cargas muertas, incluyendo una consideración para cargas suspendidas, tales como ductos, aparatos y accesorios de iluminación.

Cargas vivas utilizadas (CV)

Techos = 100 kg/m^2

Aulas = 300 kg/ m^2

Corredores de circulación = 500 kg/ m^2

Cargas muertas utilizadas (CM)

Concreto = $2,400 \text{ Kg/m}^3$

Muros = 150 Kg/m^2

Acabados = 90 Kg/m^2

2.1.3.5 Cargas horizontales en marcos dúctiles

Estas cargas son dinámicas y son producidas principalmente por el viento, impacto o por sismo. En el diseño del edificio escolar, se considerará solamente la fuerza producida por un sismo, ya que el viento en una estructura pesada, no tiene mayor efecto, comúnmente se analiza para estructuras livianas ó cuando la estructura es de grandes alturas.

Simplificando el análisis sísmico, se utilizan estas fuerzas como cargas laterales estáticas, que tendrán el mismo efecto de un sismo.

Fuerzas sísmicas

Los sismos producen cargas sobre una estructura, por medio de la interacción del movimiento del suelo y las características de respuesta de la estructura. Esas cargas resultan de la distorsión en la estructura, causada por el movimiento del suelo y la resistencia lateral de ésta. Sus magnitudes dependen de la cantidad y tipo de aceleraciones del suelo, así como de la masa y rigidez de la estructura.

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas en el edificio que se está analizando, se aplicó el método SEAOC, el cual se describe a continuación.

$$V = ZIKCSW$$

Donde: $ZIKCSW$, son coeficientes que dependen del tipo de estructura, tipo de suelo, importancia de la estructura, intensidad del sismo, zona sísmica, y el peso muerto total de la estructura más el 25% de todas las cargas vivas de diseño.

V = Corte Vasal o corte en la base.

Z = Coeficiente que depende de zona sísmica donde se encuentra el edificio. En este caso se tomo el valor 1, considerando que el municipio de Génova Costa Cuca se localiza dentro de la zona 3, que representa zona de riesgos de daños mayores (Ver anexo 1 mapa y tabla de zonificación sísmica en Guatemala).

W = Peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

I = Este coeficiente depende del uso que se le va a dar a la estructura después de que ocurra el evento. Tiene un rango de $1.10 < I < 1.50$ según sea la importancia. Por ser una escuela de nivel primario y pudiera servir como albergue después del evento, se optó por un valor alto de 1.40.

C = $\frac{1}{15\sqrt{T}}$; se conoce también como el coeficiente sísmico. T es el período fundamental de vibración de la estructura, en segundos;

$T = 0.09 * \frac{h}{\sqrt{b}}$, donde h = altura del edificio y b = base del edificio en dirección paralela a las fuerzas aplicadas. El valor C debe ser menor que 0.12, si resulta mayor se utilizara 0.12.

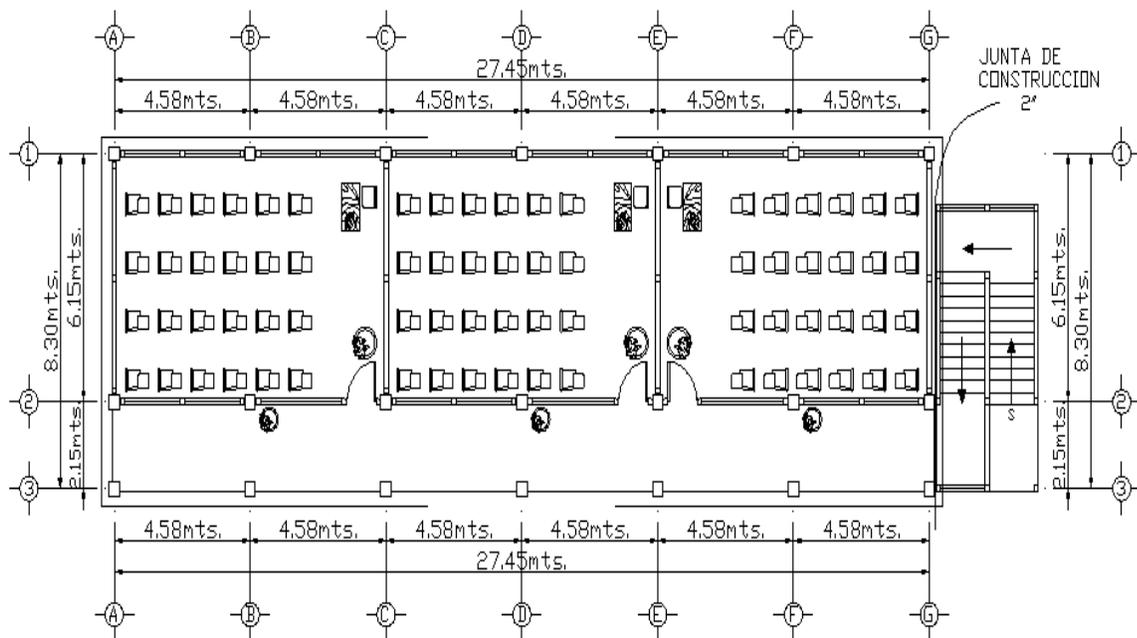
S = Coeficiente que depende del tipo de suelo. Si se desconoce las características del suelo, utilizar 1.5. El producto C*S no debe ser mayor a 0.14, de lo contrario utilizar 0.14.

K= Coeficiente que depende del tipo de estructura, considera la propiedad de absorción de energía inelástica de los marcos resistentes a los momentos, también la redundancia de los marcos, o la segunda línea de defensa, presente en la mayor parte de los marcos completos, aunque no están diseñados para resistir cargas laterales. Los edificios que no poseen, por lo menos, un marco espacial de apoyo de cargas verticales se le asigna un valor alto, $K=0.67$ es el valor sugerido por el Uniform Building Code, para marcos dúctiles con nudos rígidos.

Cálculo del peso de la estructura

Para realizar el cálculo del peso del edificio, se debe de observar la distribución de los elementos estructurales dentro del edificio. En la figura 5 se muestra la planta de la escuela, la cual es igual para ambos niveles.

Figura 5. Planta de escuela



a. Segundo nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.12\text{m} * 228.084\text{m}^2 = 65688.20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.25\text{m} * 0.45\text{m} * (27.48 * 3 + 8.30 * 7) = 37945.80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.35\text{m} * 0.35\text{m} * (21 * 2.85) = 17595.90 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 150 \text{ kg/m}^2 * (1.70\text{m} * 6.15\text{m} * 7 + 1.70\text{m} * 27.48\text{m} * 2) = 24992.55\text{kg}$$

$$W_{\text{vidrio}} = 25 \text{ kg/m}^2 * (1.50\text{m} * 27.48\text{m} * 2) = 2061 \text{ kg}$$

$$\text{Total carga muerta} = 148283.45 \text{ kg}$$

Carga viva

$$W_{\text{cv}} = 228.084\text{m}^2 * 100\text{kg/m}^2 = 22808.40 \text{ kg}$$

Peso total segundo nivel

$$W = W_{\text{cm}} + 0.25W_{\text{cv}}$$

$$W = 148283.45 + 0.25 * 22808.40$$

$$W = 153985.55 \text{ kg}$$

b. Primer nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.12\text{m} * 228.084\text{m}^2 = 65688.20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.25\text{m} * 0.45\text{m} * (27.48 * 3 + 8.30 * 7) = 37945.80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.35\text{m} * 0.35\text{m} * (21 * 2.85) = 17595.90 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 150 \text{ kg/m}^2 * (1.70\text{m} * 6.15\text{m} * 7 + 1.70\text{m} * 27.48\text{m} * 2) = 24992.55\text{kg}$$

$$W_{\text{vidrio}} = 25 \text{ kg/m}^2 * (1.50\text{m} * 27.48\text{m} * 2) = 2061 \text{ kg}$$

$$W_{\text{piso}} = 140 \text{ kg/m}^2 * 228.84\text{m}^2 = 32037.60 \text{ kg}$$

$$\text{Total carga muerta} = 180321.05 \text{ kg}$$

Carga viva

$$W_{cv} = (27.48 \cdot 2.15) \text{m}^2 \cdot 500 \text{kg/m}^2 + (27.48 \cdot 6.15) \text{m}^2 \cdot 300 \text{kg/m}^2 = 80241.60 \text{ kg}$$

Peso total primer nivel

$$W = W_{cm} + 0.25W_{cv}$$

$$W = 180321.05 + 0.25 \cdot 80241.60$$

$$W = 200381.45 \text{ kg}$$

Peso total de la estructura = W_{total}

$$W_{total} = W_{\text{primer nivel}} + W_{\text{segundo nivel}}$$

$$W_{total} = 200,381.45 \text{ kg} + 153,985.55 \text{ kg}$$

$$W_{total} = 354,367.00 \text{ kg}$$

Integración de cargas para los marcos críticos

Cargas vivas (CV)

En techos = 100 kg/m^2

En Aulas = 300 kg/m^2

En Corredores de circulación = 500 kg/m^2

Cargas muertas (CM)

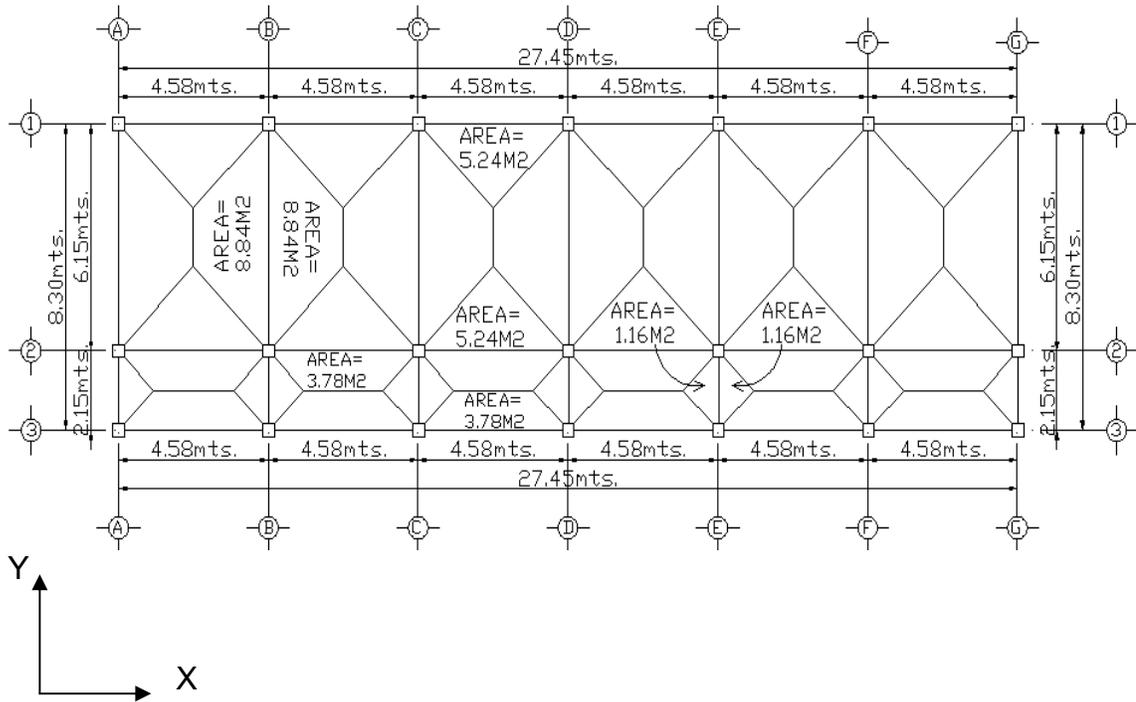
Concreto = 2400 kg/m^3

Muros = 150 kg/m^2

Acabados = 90 kg/m^2

En la figura 6 se muestra la distribución de las áreas tributarias que contribuyen a cada marco, los marcos críticos de la estructura como se podrá observar son: marco 2, en el sentido X – X y el marco B, en el sentido Y – Y.

Figura 6. Distribución de áreas tributarias en marcos



Marco 2 eje X

Segundo nivel

$$CM = W_{losa} + W_{viga} + W_{acabados} + W_{muros}$$

$$W_{losa} = ((5.24m^2 * 0.12m * 2400kg/m^3) / 4.58mts)$$

$$+ ((3.78m^2 * 0.12m * 2400kg/m^3) / 4.58mts) = 566.57 \text{ kg/m}$$

$$W_{sobre \text{ carga}} = ((5.24m^2 + 3.78m^2) * 90kg/m^2) / 4.58mts = 177.05 \text{ kg/m}$$

$$W_{viga} = 0.25m * 0.45m * 2400kg/m^3 = 270 \text{ kg/m}$$

$$CM = 566.57kg/m + 177.05kg/m + 270kg/m = 1013 \text{ kg/m}$$

$$CV = ((5.24m^2 + 3.77m^2) * 100 \text{ kg/m}^2) / 4.58 \text{ mts} = 196.72 \text{ kg/m}$$

Primer nivel

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

$$W_{\text{losa}} = ((5.24\text{m}^2 * 0.12\text{m} * 2400\text{kg/m}^3) / 4.58\text{mts})$$

$$+ ((5.24\text{m}^2 * 0.12\text{m} * 2400\text{kg/m}^3) / 4.58\text{mts}) = 566.57 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{sobre carga}} = ((5.24\text{m}^2 + 3.78\text{m}^2) * 90\text{kg/m}^2) / 4.58\text{mts} = 177.05 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = 0.25\text{m} * 0.45\text{m} * 2400\text{kg/m}^3 = 270 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = 150 \text{ kg/m}^2 * 3.10\text{mts} = 465 \text{ kg/m}$$

$$CM = 566.57\text{kg/m} + 177.05\text{kg/m} + 270\text{kg/m} + 465 \text{ kg/m} = 1478.55 \text{ kg/m}$$

$$CV = ((5.24\text{m}^2 * 300 \text{ kg/m}^2) / 4.58 \text{ mts}) + ((3.78\text{m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2) / 4.58 \text{ mts})$$
$$= 754.80 \text{ kg/m}$$

El mismo procedimiento se aplica a todos los marcos de la estructura del edificio, para integrar las cargas que soportaran.

Figuras 7 y 8 modelos de cargas muerta y viva de la estructura.

Figura 7 . Diagrama de carga muerta y carga viva marco 2, eje X

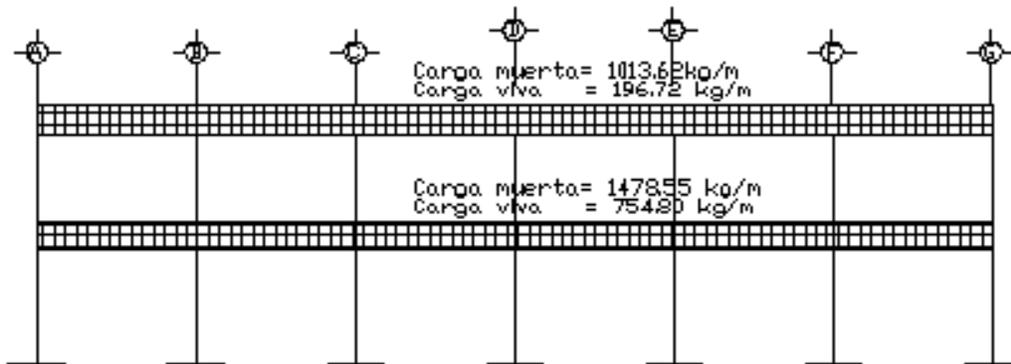
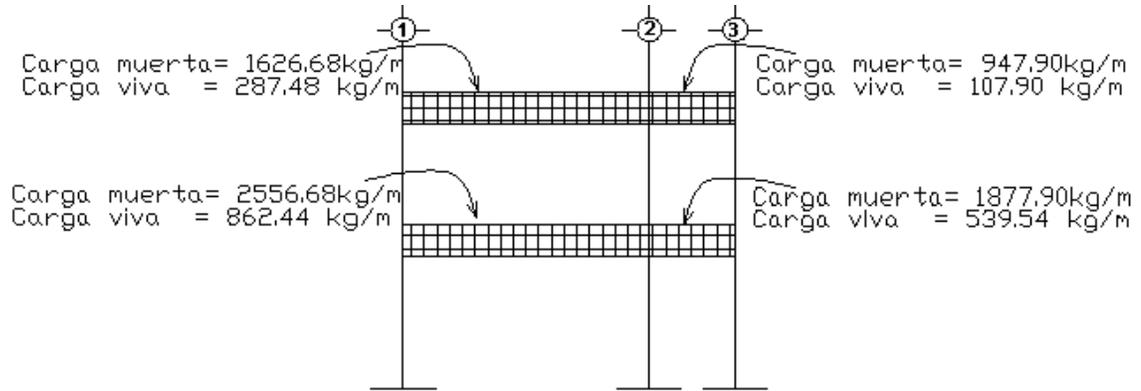


Figura 8. Diagrama de carga viva y carga muerta marco B, eje Y



Cálculo del corte basal (V)

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto del edificio, por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X e Y; con los valores resultantes se diseña el edificio.

Cálculo de coeficiente C

$$T_x = 0.09 * 6.60 / \sqrt{27.48} = 0.113$$

$$C_x = \frac{1}{(15 * \sqrt{0.113})} = 0.20 \rightarrow C_x = 0.12$$

$$T_y = 0.09 * 6.60 / \sqrt{8.30} = 0.206$$

$$C_y = \frac{1}{(15 * \sqrt{0.206})} = 0.15 \rightarrow C_y = 0.12$$

Chequeo $C * S \leq 0.14$

$$C_x * S = 0.12 * 1.50 = 0.18$$

$$C_y * S = 0.12 * 1.50 = 0.18$$

Como ambos productos no cumplen, tomar $C * S = 0.14$

Sustituyendo valores en la fórmula de corte basal.

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

$$V_x = 1.00 * 1.40 * 0.67 * 0.14 * 354367 \text{ kg} = 46535.47 \text{ kg} = 46.54 \text{ ton}$$

$$V_y = 1.00 * 1.40 * 0.67 * 0.14 * 354367 \text{ kg} = 46535.47 \text{ kg} = 46.54 \text{ ton}$$

Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V, es distribuida en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$V = F_t + \sum F_i$$

Donde:

V = corte basal

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = Fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se calcula de acuerdo a las condiciones siguientes.

Si T < 0.25 segundos; F_t = 0

Si T > 0.25 segundos; calcular F_t = 0.07 * T * V

Donde T = período fundamental de la estructura

El valor del corte basal V, es distribuido en los niveles de la estructura, según la fórmula:

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

Donde:

W_i = peso de cada nivel

H_i = altura de cada nivel

La fuerza en la cúspide F_t es igual a 0 en los dos sentidos, ya que T_x y $T_y < 0.25$ como $V_x = V_y$ entonces $F_{ix} = F_{iy}$, por lo que solo se analiza un sentido

Fuerza por nivel

$$F_{2x} = F_{2y} = \frac{(46535.47 - 0) * 153985.55 * 7.50}{153985.55 * 7.50 + 200381.45 * 4.20} = 26918.91 \text{ kg}$$

$$F_{1x} = F_{1y} = \frac{(46535.47 - 0) * 200381.45 * 4.20}{153985.55 * 7.50 + 200381.45 * 4.20} = 19616.57 \text{ kg}$$

Comprobación

$$V_x = V_y = F_t + F_1 + F_2 = 0 + 26918.91 \text{ kg} + 19616.57 \text{ kg} = 46535.48 \text{ kg}$$

Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la simetría estructural, ya que de existir excentricidades entre el centro de rigidez y el centro de masa, la capacidad torsional del edificio se verá afectada, los marcos que tengan una mayor excentricidad experimentarán una fuerza de marco (F_m) mayor, a los que posean menor excentricidad. Por ello, deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas.

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

En este caso los marcos no tienen simetría en el sentido X, por lo que hay torsión en ese lado de la estructura.

Fuerzas por marco sentido X – X

Una forma simplificada de analizar la torsión en las estructuras, consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y la rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez. Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2Ph}{AG}} \quad \text{donde: } I = \frac{1}{12}bh^3 \quad E = 15100\sqrt{f'c} \quad G = 0.40E$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la fórmula siguiente

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1.2Ph}{AG}}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente se utiliza 10,000 kg

h = altura del muro o columna analizada en centímetros

E = módulo de elasticidad del concreto

I = inercia del elemento, en cm^4

A = sección transversal de la columna analizada

G = módulo de rigidez

Cuando el centro de rigidez (CR) no coincide con el centro de masa (CM), se produce excentricidad en la estructura, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura. La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez.

Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco, se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza de torsión F_i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza traslacional).

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

F_m = Fuerza por marco

Para esto se utilizan la siguientes fórmulas:

$$F_i' = \frac{K_m * F_n}{\sum K_m} \quad F_i'' = \frac{e * F_n}{E_i} \quad E_i = \frac{\sum (K_m * d_i)^2}{K_m * d_i}$$

Donde:

K_m = rigidez del marco analizado

$\sum K_m$ = sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga

F_n = fuerza por nivel

E_i = relación entre rigideces y brazo de palanca de cada marco

di = distancia entre el centro de rigidez y el eje de cada marco considerado

e = excentricidad

En el caso del edificio en análisis, se utilizará únicamente la fórmula de voladizo, ya que por ser un edificio de dos niveles solamente, dicha ecuación se puede utilizar en ambos niveles del mismo.

Rigidez de columna para ambos niveles.

$$P = 10,000 \text{ kg}$$

$$E = 15,100 * (210 \text{ kg/cm}^2)^{1/2} = 218819.79$$

$$G = 0.4 * 218819.80 = 87527.6$$

$$I = 1/12 * 35 * 35^3 = 125052.08 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{1}{\frac{10000.00 * 350^3}{12 * 218819.80 * 125052.08} + \frac{1.2 * 10000.00 * 350}{35 * 35 * 87527.60}}$$

$$K = 0.1471$$

$$K_m = 0.1471 * 7 = 1.03$$

Tabla VII. Cálculo de centro de rigidez

Marco	Rigidez (Km)	Brazo (L)	K * L
1	1.03	8.3	8.55
2	1.03	2.15	2.22
3	1.03	0	0
Sumatoria	3.09		10.77

Centro de rigidez (CR)

$$C.R. = \Sigma K * L / \Sigma K_m$$

$$C.R. = 10.77 / 3.09 = 3.49$$

Centro de Masa

$$C.M.x = 8.30 / 2 = 4.15$$

Excentricidad en X = e_x

$$e_x = C.M.x - CR_x = 4.15 - 3.49$$

$$e_x = 0.67$$

$$e_{mín} = 0.05 * b$$

b = lado perpendicular donde actúa la carga

$$e_{mín} = 0.05 * 8.30$$

$$e_{mín} = 0.42$$

Se toma $e_x = 0.67$, por ser mayor que la excentricidad mínima.

**Tabla VIII. Fuerza por marco por torsión segundo nivel,
Sentido X - X**

Marco	Km	Di	Km*Di	(Km*Di) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	1.03	4.81	4.95	24.5	7.95	8711	2268.63	10979.63
2	1.03	-1.34	-1.38	1.9	-28.52	8711	-632.31	8078.69
3	1.03	-3.49	-3.6	12.96	-10.93	8711	-1650.11	7060.89
$\Sigma =$	3.09			39.36				

**Tabla IX. Fuerza por marco por torsión primer nivel,
Sentido X - X**

Marco	Km	Di	Km*Di	(Km*Di) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	1.03	4.81	4.95	24.5	7.95	6538.86	1653.22	8186.08
2	1.03	-1.34	-1.38	1.9	-28.52	6538.86	-460.84	6078.02
3	1.03	-3.49	-3.6	12.96	-10.93	6538.86	-1202.48	5336.38
$\Sigma =$	3.09			39.36				

La fuerza por marco en cada uno de los niveles en el sentido X será la Fm más crítica (mayor), para que cubra todas las cargas sísmicas en todos los marcos.

Fm segundo nivel = 10979.63 kg

Fm primer nivel = 8186.08 kg

Fuerzas por marco sentido Y – Y

En el sentido Y – Y los marcos son simétricos, por lo que no hay excentricidad (e), la fuerza por marco Fm será igual a Fi ' y el valor de K se tomará como 1, para todos los marcos, por tener la misma distancia entre uno y otro (simétricos entre si).

Tabla X. Determinación de rigidez (K) por distancia (L), sentido Y - Y

Marco	K	L	K X L
A	1	0	0
B	1	4.58	4.58
C	1	9.16	9.16
D	1	13.74	13.74
E	1	18.32	18.32
F	1	22.9	22.9
G	1	27.48	27.48
Σ	7		96.18

Centro de rigidez (CR)

$$C.R. = \Sigma K * L / \Sigma Km$$

$$C.R. = 96.18 / 7 = 13.74$$

Centro de Masa

$$C.M.x = 27.48 / 2 = 13.74$$

Excentricidad en X = e_x

$$e_x = C.M.x - CR_x = 13.74 - 13.74$$

$$e_x = 0$$

Se puede observar que en el eje Y – Y no hay torsión, ya que el centro de rigidez y el centro de masa se ubican en el mismo lugar. Por lo que la fuerza por marco será igual a la fuerza F_i' .

Fuerza por marco segundo nivel

$$F_m = F_i' = \frac{1 * 26918.91kg}{7} = 3845.56kg$$

Fuerza por marco primer nivel

$$F_m = F_i' = \frac{1 * 19616.57kg}{7} = 2802.36kg$$

$$F_m \text{ segundo nivel} = 3845.56 \text{ kg}$$

$$F_m \text{ primer nivel} = 2802.36 \text{ kg}$$

Figura 9. Carga de sismo marco 2, eje x

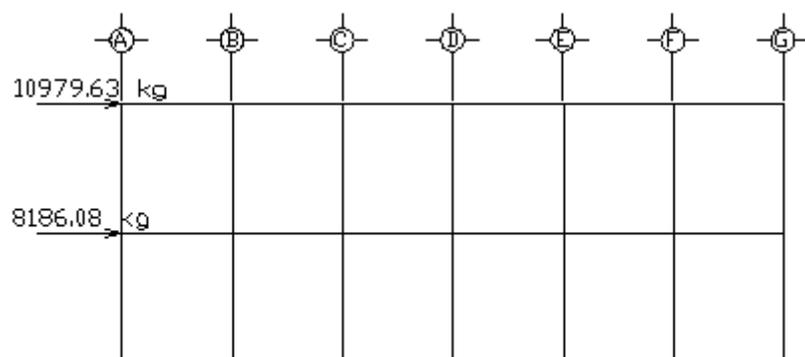
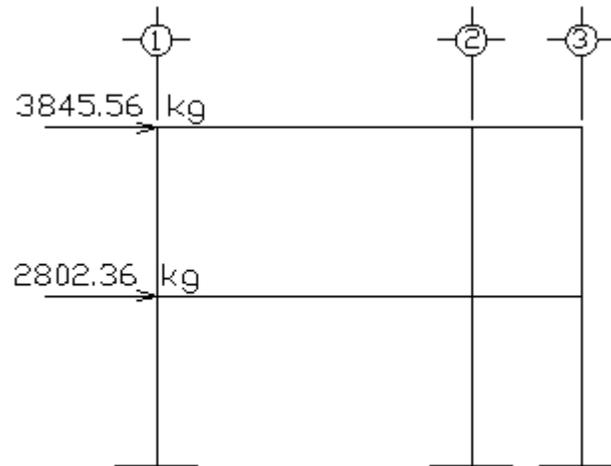


Figura 10. Carga de sismo marco B, eje Y



2.1.3.6 Análisis de marcos dúctiles aplicando software ETABS y comparación de resultados con el método de Kani

Propuesto el tipo de sección que se usará en el análisis y diseño, se procede a la determinación de las cargas que actuarán sobre la estructura, estas producen esfuerzos de corte, flexión, torsión, etc.

En este caso se consideran únicamente las cargas verticales producidas por los entrepisos, que se suponen uniformemente distribuidas sobre vigas y las fuerzas horizontales por sismo.

El análisis de marcos espaciales dúctiles resistentes a momentos, se realizó aplicando el software ETABS V8, a manera de comprobación se analizó la estructura con el método de Kani, llegando a la conclusión de que los resultados variaron en un margen de +/- 2% de un método a otro, para efectos de diseño se tomaron los valores obtenidos a través del método de Kani, por ser resultados mas conservadores, tomando los más críticos en cada sentido

Figura 11. Diagrama de momentos por carga muerta en vigas marco 2, eje X

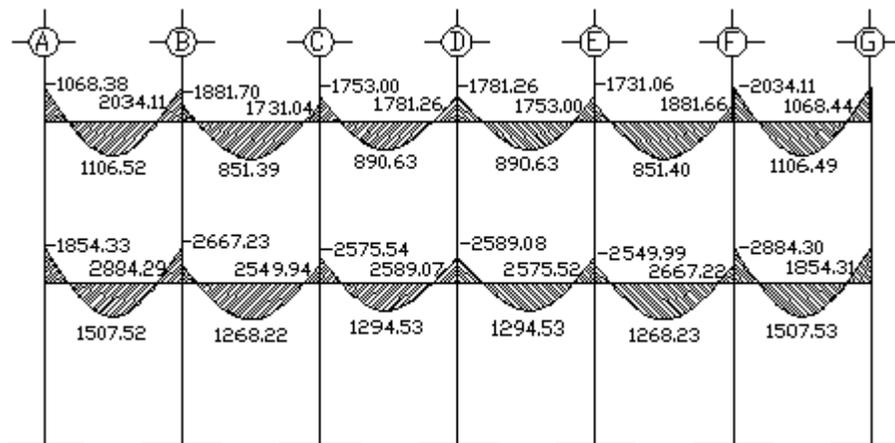


Figura 12. Diagrama de momentos por carga muerta en columnas marco 2, eje X

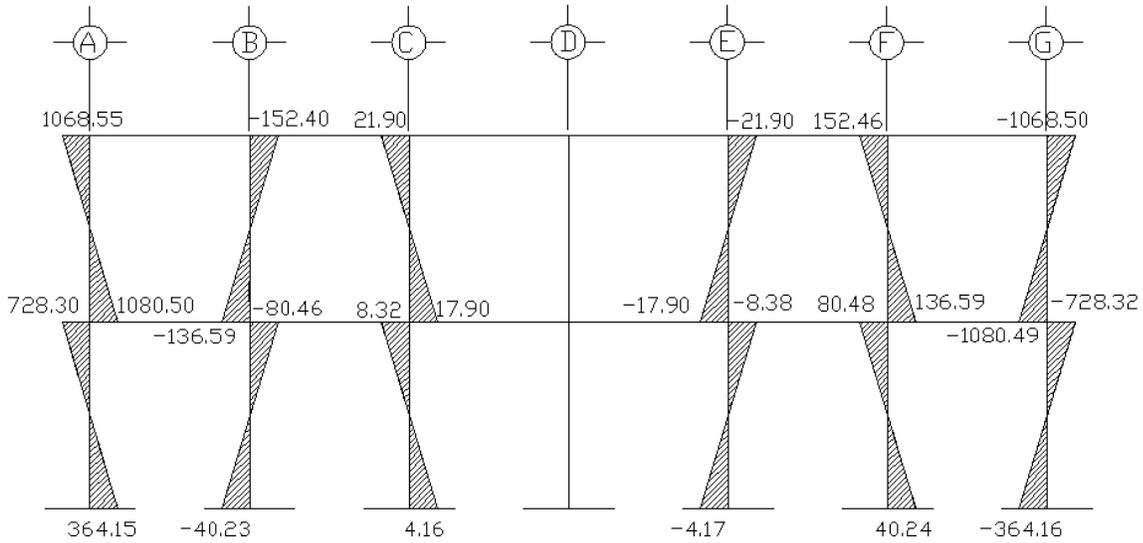


Figura 13. Diagrama de momentos por carga viva en vigas marco 2, eje x

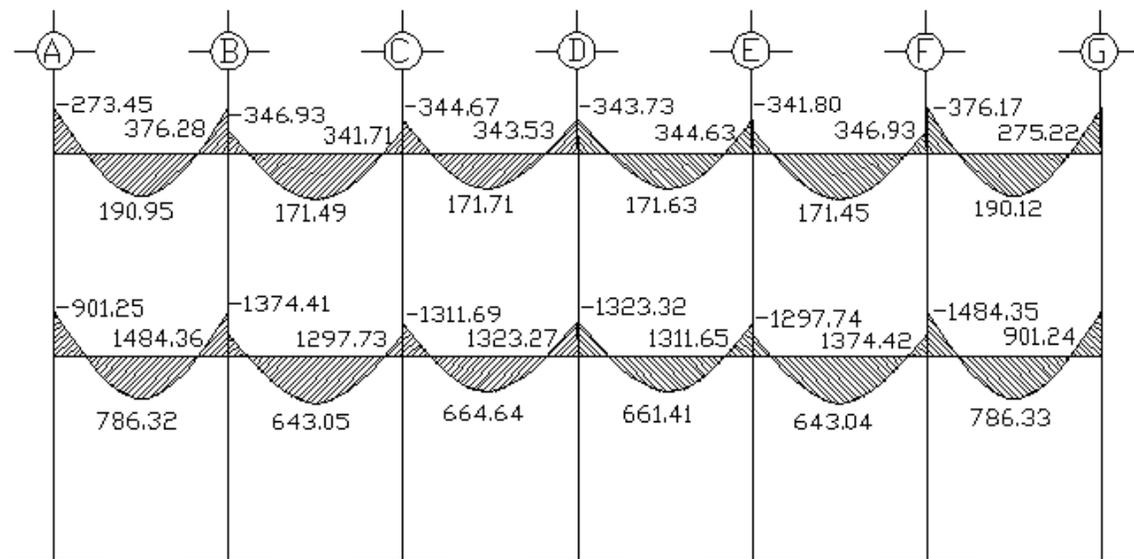


Figura 14. Diagrama de momentos por carga viva en columnas marco 2, eje x

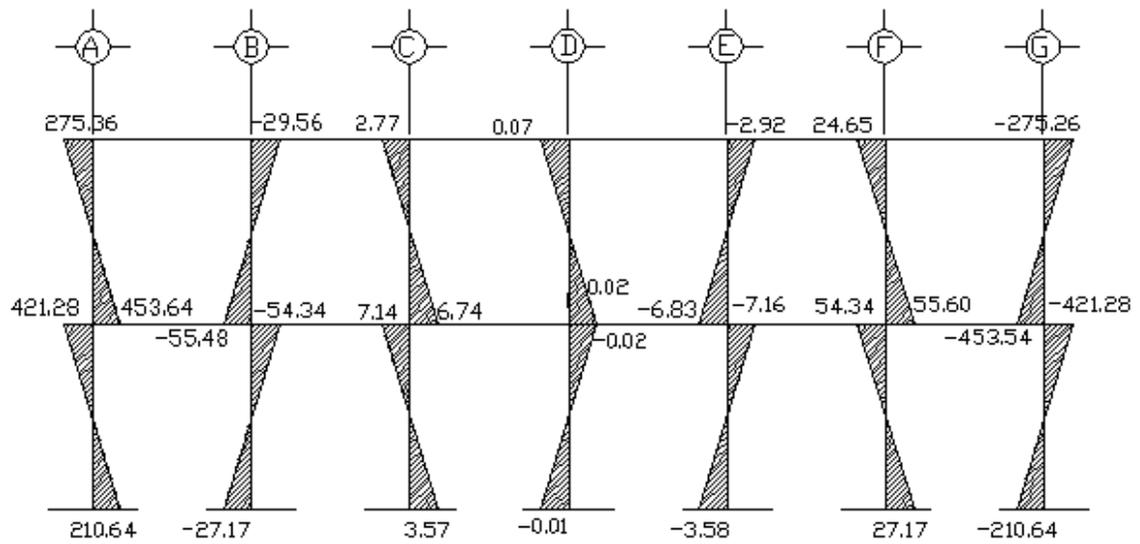


Figura 15. Diagrama de momento por carga de sismo en vigas marco 2, eje X

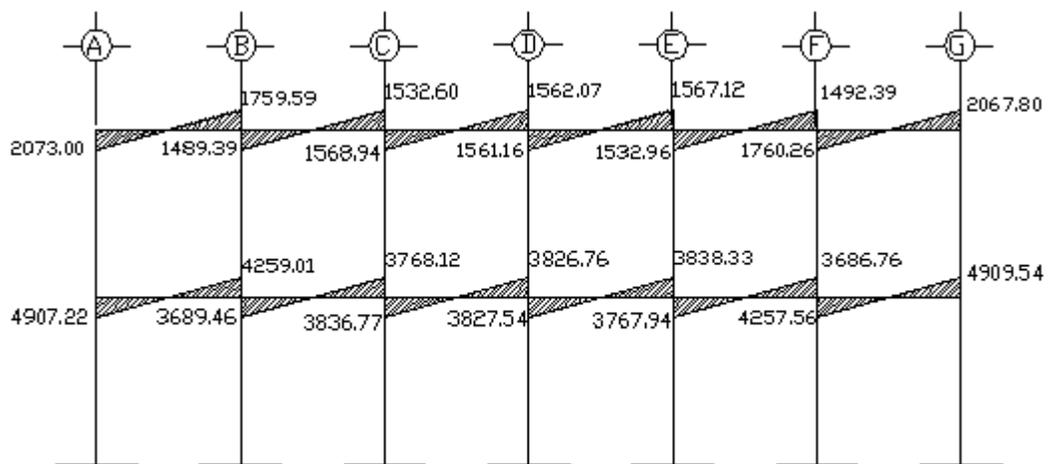


Figura 16. Diagrama de momento por carga de sismo en columnas marco 2, eje X

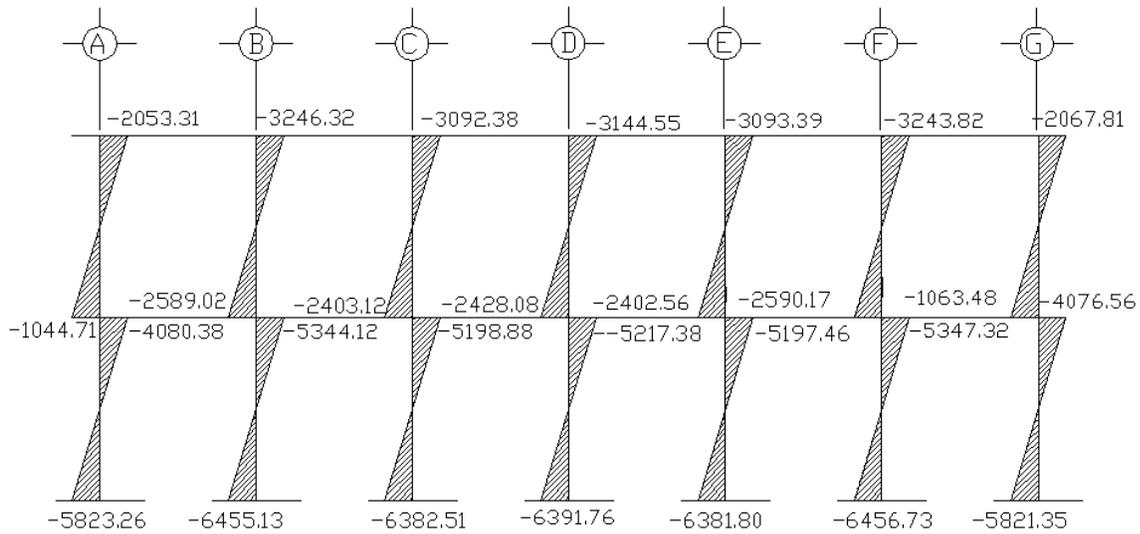


Figura 17. Diagrama de momento por carga muerta en vigas marco B, eje Y

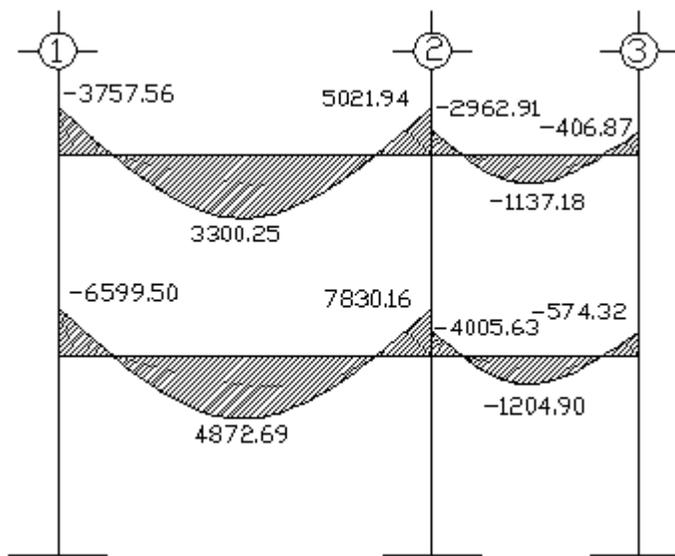


Figura 18. Diagrama de momento por carga muerta en columnas marco B, eje Y

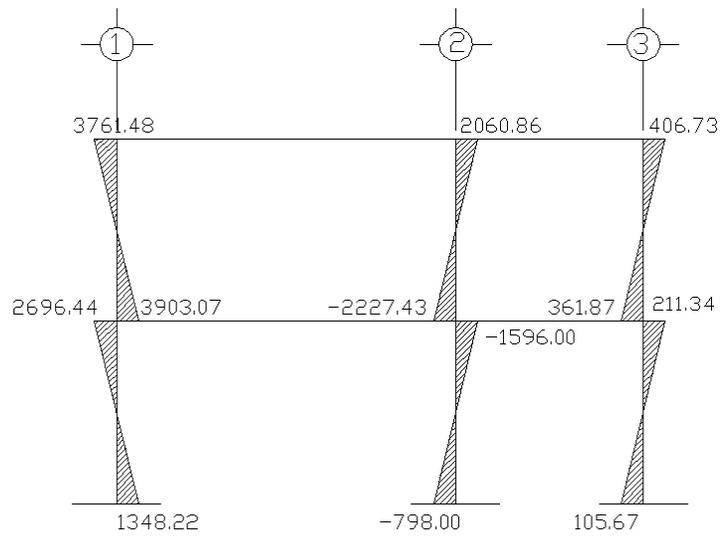


Figura 19. Diagrama de momentos por carga viva en vigas marco B, eje Y

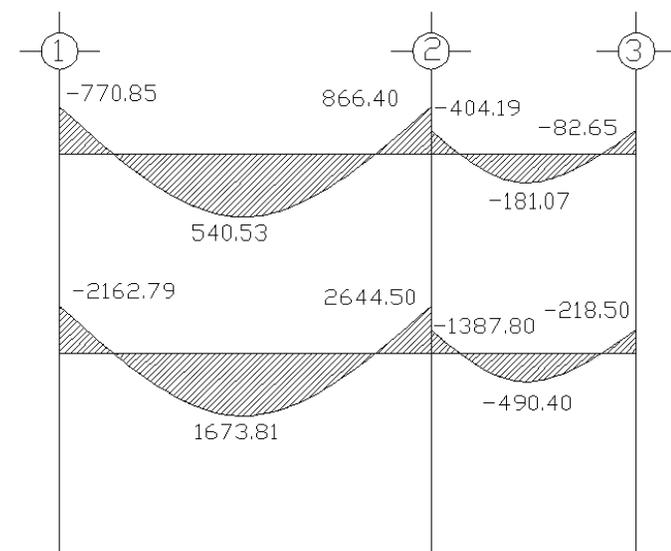


Figura 20. Diagrama de momentos por carga viva en columnas marco B, eje Y

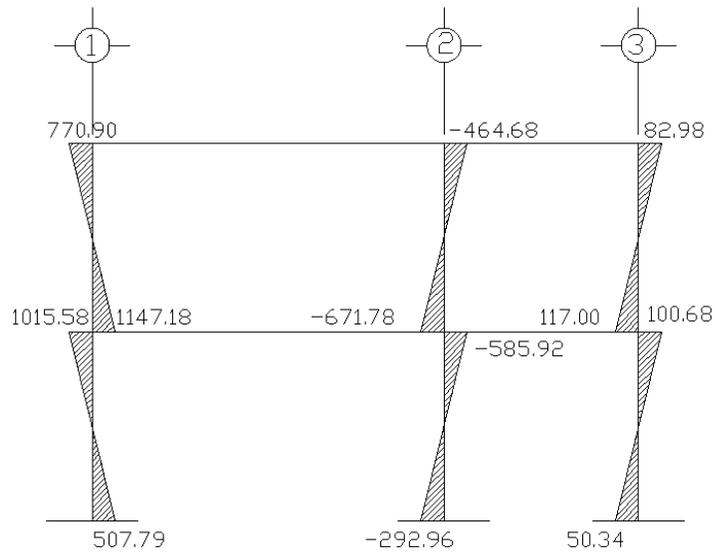


Figura 21. Diagrama de momento por carga de sismo en vigas marco B, eje Y

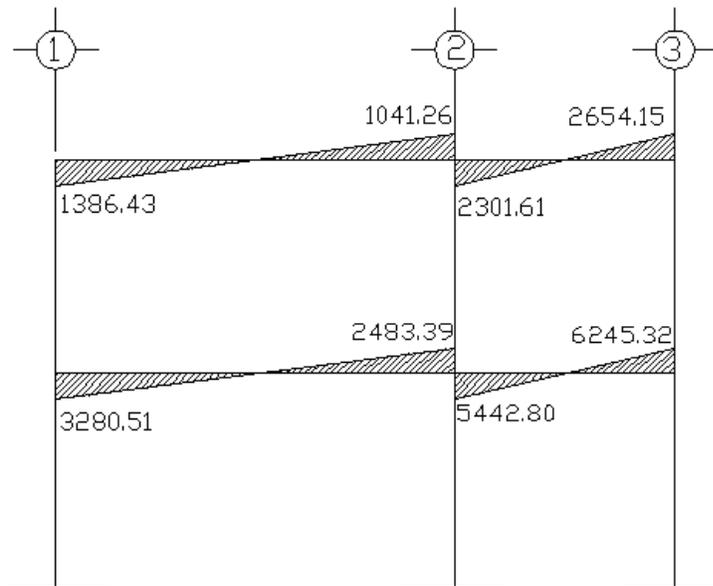
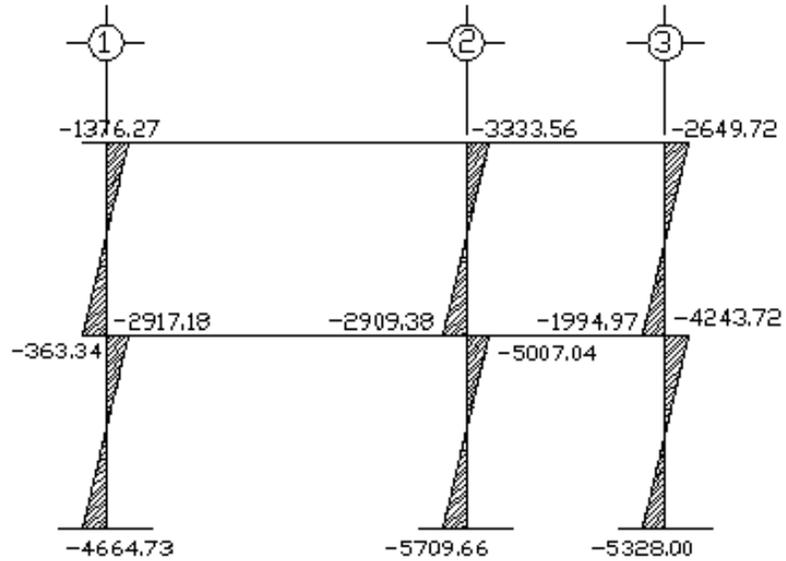


Figura 22. Diagrama de momento por carga de sismo en columnas marco B, eje Y



2.1.3.6.1 Momento último por envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir por la superposición de los efectos de las cargas muerta, viva y de sismo, las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado.

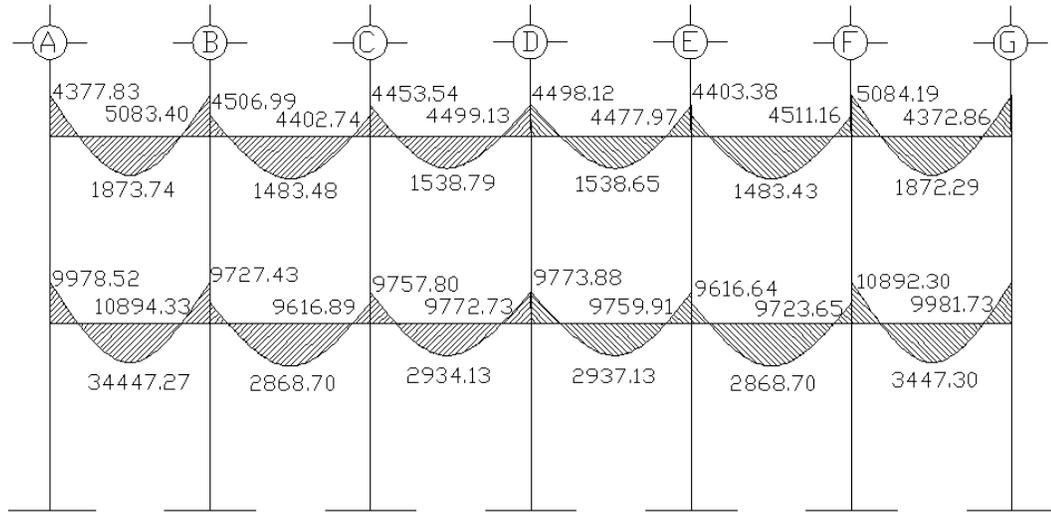
La fuerza de corte y momentos flectores, deben tomarse a rostro para el diseño estructural. Las combinaciones propuestas por el código, son varias pero se tomaran aquellas cuyos valores sean los máximos.

- 1.- $M = 1.4MCM + 1.7MCV$
- 2.- $M = 0.75 (1.4 MCM + 1.7 MCV + 1.87 MS)$
- 3.- $M = 0.75 (1.4 MCM + 1.7 MCV - 1.87 MS)$
- 4.- $M = 0.9MCM + 1.43MS$
- 5.- $M = 0.9MCM - 1.43MS$

En el caso del cálculo de envolventes para el edificio, se comprobó que los valores críticos se encuentran en las combinaciones de las ecuaciones 1 y 2, ya que para el momento positivo en los marcos solo influyen dos cargas las cuales son carga muerta y carga viva, se utiliza para encontrar el momento mayor la ecuación 1 y para los momentos de empotramiento influyen las tres cargas analizadas: carga viva, carga muerta y carga de sismo, por lo que se utiliza la ecuación 2. Ambas ecuaciones dan los mayores momentos en los marcos.

A continuación se presentan los diagramas de envolventes de momentos en vigas y columnas, para ambos sentidos, X y Y.

**Figura 23. Envolvente de momentos en vigas
marco 2, eje X**



**Figura 24. Envolvente de momentos en columnas
marco 2, eje X**

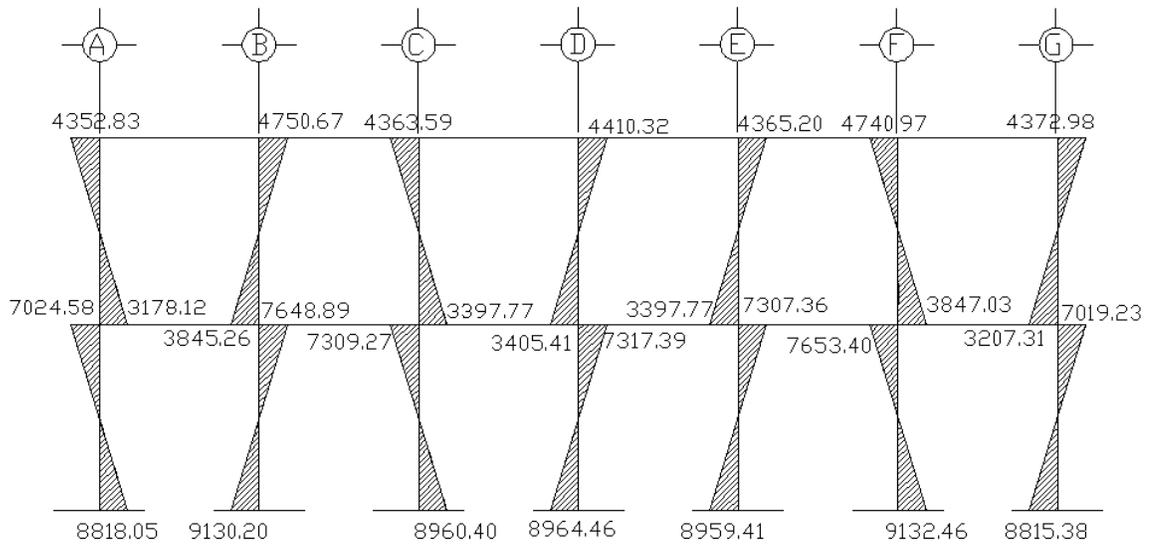


Figura 25. Envolvente de momento en vigas marco B, eje Y

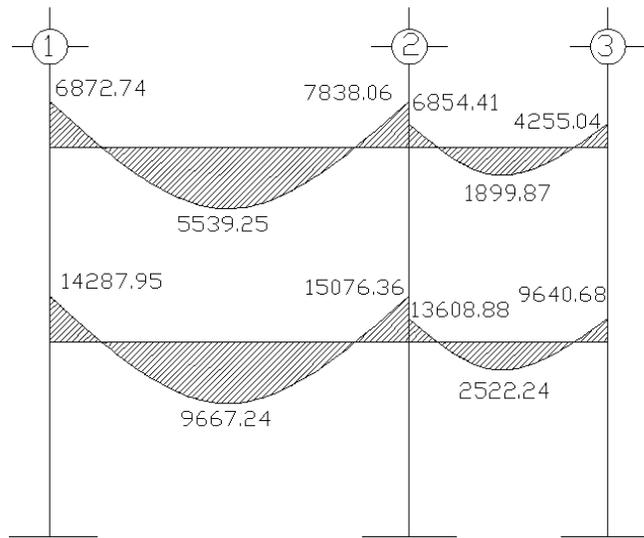
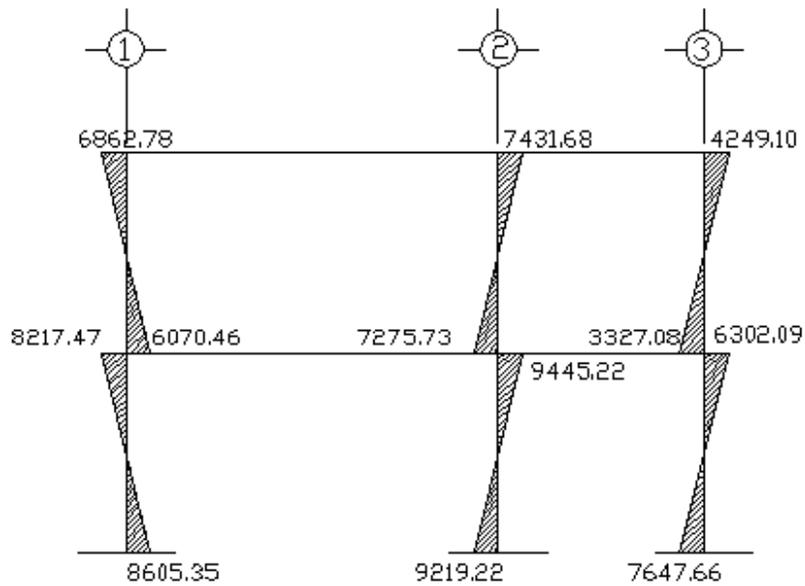


Figura 26. Envolvente de momento en columnas marco B, eje Y



2.1.3.6.2 Diagramas de corte

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes

Corte en vigas

$$V_v = 0.75 * \left[\frac{1.4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1.7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1.87(\sum Ms)}{L} \right]$$

Corte en columnas

$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Cálculo de corte en marcos típicos

Para viga A-B (Segundo Nivel)

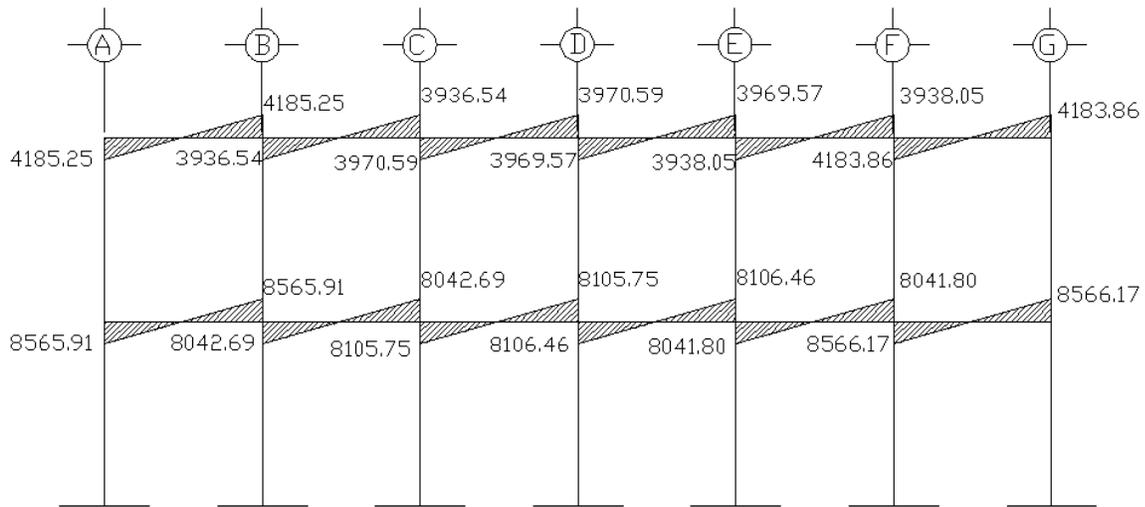
$$V_v = 0.75 * \left[\frac{1.4(1013.62 * 4.58)}{2} + \frac{1.7(196.72 * 4.58)}{2} + \frac{1.87(2073.00 + 1759.59)}{4.58} \right] = 4185.25 \text{ kg}$$

Para columna A (Segundo Nivel)

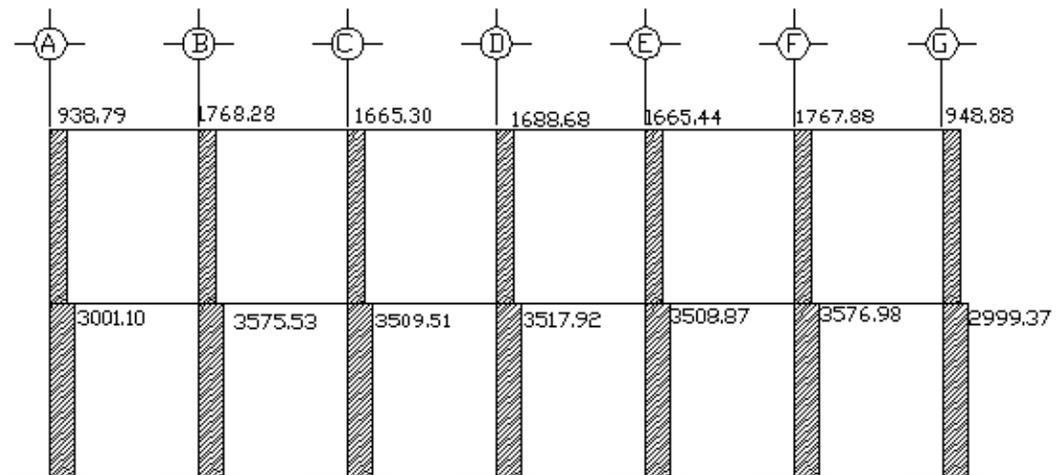
$$V_c = \frac{2053.31 + 1044.71}{3.30} = 938.79 \text{ kg}$$

Las siguientes figuras muestran los diagramas con las envolventes de corte para los marcos, tanto en el sentido X como en el sentido Y.

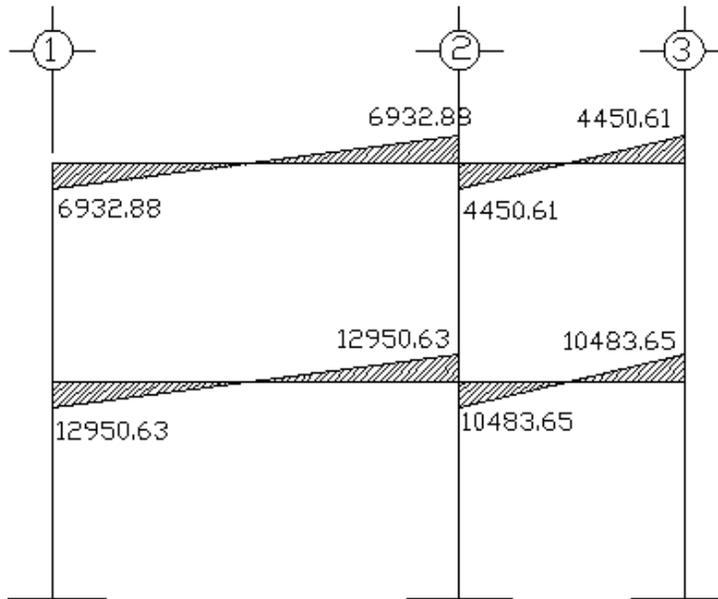
**Figura 27. Envoltente de corte en vigas
marco 2, eje X**



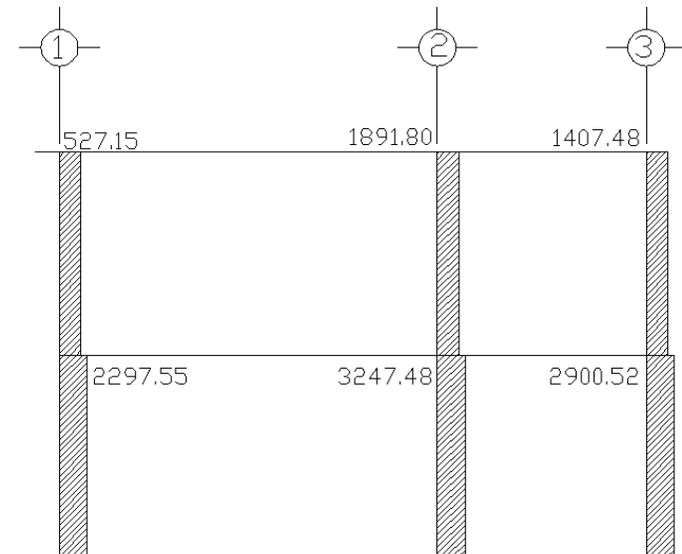
**Figura 28. Envoltente de corte en columnas
marco 2, eje X**



**Figura 29. Envolvente de corte en vigas
marco B, eje Y**



**Figura 30. Envolvente de corte en columnas
marco B, eje Y**



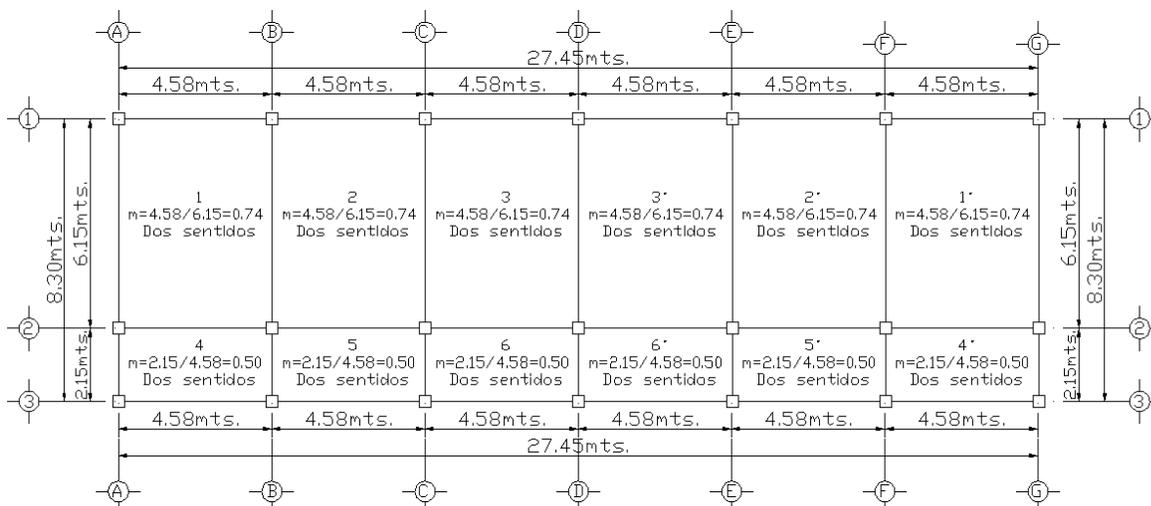
2.1.4 Diseño estructural

2.1.4.1 Losas

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o aproximadamente paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado (se funde, por lo general, en forma monolítica con las vigas), en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural o en forma directa por columnas.

En esta sección se detalla el procedimiento aplicado en el diseño de las losas del edificio escolar, del nivel 1. Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utilizó el método 3 del ACI. La figura 31 contiene la planta de losas del primer nivel.

Figura 31. Planta de losas primer nivel



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

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

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

$$\text{Sobre carga y acabados} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Espesor de losa} = 0.12 \text{ m}$$

Carga vivas utilizadas en diseño de losas

$$\text{Pasillos y corredores} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Aulas} = 200 \text{ kg/m}^2$$

Integración de cargas

Losas 1,2,3,1',2',3'

$$Cv = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$Cm = Cmlosa + S.C.$$

$$= 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.12\text{m} + 90\text{kg/m}^2$$

$$= 378 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1.7 C.V + 1.4 C.M.$$

$$= 1.7 \cdot 200\text{kg/m}^2 + 1.4 \cdot 378\text{kg/m}^2$$

$$= 869.20\text{kg/m}^2$$

Losas 4,5,6,4',5',6'

$$Cv = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$Cm = Cmlosa + S.C.$$

$$= 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.12\text{m} + 90\text{kg/m}^2$$

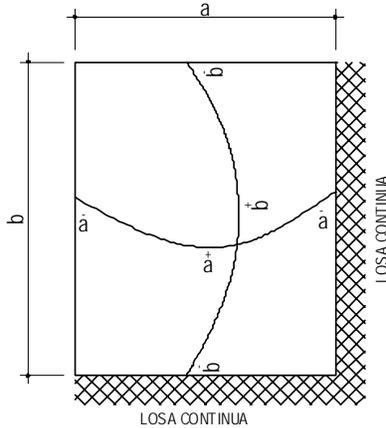
$$= 378 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1.7 C.V + 1.4 C.M.$$

$$= 1.7 \cdot 500\text{kg/m}^2 + 1.4 \cdot 378\text{kg/m}^2$$

$$= 1379.20\text{kg/m}^2$$

Para el cálculo de momentos se utilizarán las siguientes ecuaciones:



$$Ma^- = Ca^-(CUT)(a)^2$$

$$Mb^- = Cb^-(CUT)(b)^2$$

$$Ma^+ = Ca^+(CMU)(a)^2 + Ca^+(CVU)(a)^2$$

$$Mb^+ = Cb^+(CMU)(b)^2 + Cb^+(CVU)(b)^2$$

Donde:

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

$Ca^{+/-}$ $Cb^{+/-}$ = factores dados por relación a/b

Ma^- y Mb^- = momentos negativos en losa

Ma^+ y Mb^+ = momentos positivos en losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+$$

Losa 1.

$$M = a/b = 4.58/6.15 = 0.74 \quad \text{Caso 4}$$

$$Ma^- = Ca^-(CUT)(a)^2$$

$$Ma^- = (0.076) * 869.20 * (4.58)^2 = 1385.68 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = Cb^-(CUT)(b)^2$$

$$Mb^- = (0.024) * 869.20 * (6.15)^2 = 789.01 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = Ca^+(CMU)(a)^2 + Ca^+(CVU)(a)^2$$

$$Ma^+ = (0.043)*529.20*(4.58)^2 + (0.052)*340*(4.58)^2 = 848.19 \text{ Kg.-m}$$

$$Mb^+ = Cb^+(CMU)(b)^2 + Cb^+(CVU)(b)^2$$

$$Mb^+ = (0.013)*529.20*(6.15)^2 + (0.016)*340.00*(6.15)^2 = 280.78 \text{ Kg.-m}$$

Momentos negativos en parte de losa sin continuidad:

$$Ma^- = 1/3*Ma^+ = 1/3*848.19 = 282.73 \text{ Kg. - m}$$

$$Mb^- = 1/3*Mb^+ = 1/3*280.78 = 93.59 \text{ Kg. - m}$$

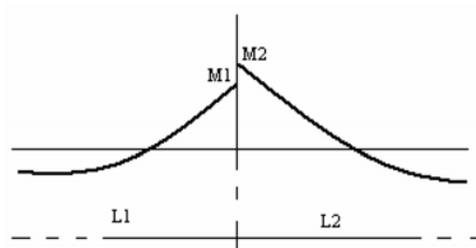
Este procedimiento se aplicó a todas las losas del edificio. La siguiente tabla resume los valores para las losas y sus diferentes casos.

Tabla XI. Cálculo de momentos en losas de entrepiso

Losa	LADO		m=a/b	Caso	Coef. Mom. (-)				Coef. Mom. (+) por CV				Coef. Mom. (+) por CM			
	(a)	(b)			Ca (-)	Cb (-)	Ca (+)	Cb (+)	Ca (+)	Cb (+)	Ca (+)	Cb (+)	Ma (-)	Ma (+)	Mb (-)	Mb (+)
1	4.58	6.15	0.74	4	0.076	0.024	0.052	0.016	0.043	0.013	340	529.2	1385.68	848.2	789.01	280.78
2	4.58	6.15	0.74	9	0.078	0.014	0.046	0.013	0.031	0.007	340	529.2	1422.15	672.2	460.25	307.29
3	4.58	6.15	0.74	9	0.078	0.014	0.046	0.013	0.031	0.007	340	529.2	1422.15	672.2	460.25	307.29
4	2.15	4.58	0.5	4	0.094	0.006	0.077	0.005	0.059	0.004	850	529.2	599.28	446.9	173.58	133.55
5	2.15	4.58	0.5	8	0.089	0.01	0.076	0.005	0.056	0.004	850	529.2	567.41	435.6	289.31	133.55
6	2.15	4.58	0.5	8	0.089	0.01	0.076	0.005	0.056	0.004	850	529.2	567.41	435.6	289.31	133.55

Balance de momentos

Cuando el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, su diferencia se distribuye en proporción a su rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:



Sí $M_2 > M_1$

1. Sí $M_1 > 0.8 * M_2$; entonces, $MB = (M_1 + M_2) / 2$
2. Sí $M_1 < 0.8 * M_2$; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas.

$$K_1 = \frac{1}{L_1} \qquad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

K_1, K_2 = rigideces de losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losas consideradas

D_1, D_2 = factores de distribución de losas a y b

Donde:

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \qquad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

La distribución se efectúa el cálculo de la tabla siguiente

	D1	D2	
	M1	M2	
SUMAR	(M2-M1)*D1	(M2-M1)*D2	RESTAR
	MB	MB	

Donde: MB = Momento balanceado

Balance de momentos en losa 1 y 4

$$M4 = 599.28 \text{ Kg.-m} \qquad L4 = 2.15 \text{ m}$$

$$M1 = 789.01 \text{ Kg.-m} \qquad L1 = 6.15 \text{ m}$$

Chequeando sí $M1 > 0.80 M4$

$$0.80 * 789.01 \text{ Kg.-m} = 631.21 \text{ Kg. -m}$$

Como $M4 < 0.80 M1$, se toma una distribución proporcional a la rigidez de las losas.

$$K4 = \frac{1}{2.15} = 0.47$$

$$K1 = \frac{1}{6.15} = 0.16$$

$$D4 = \frac{0.47}{0.47 + 0.16} = 0.75$$

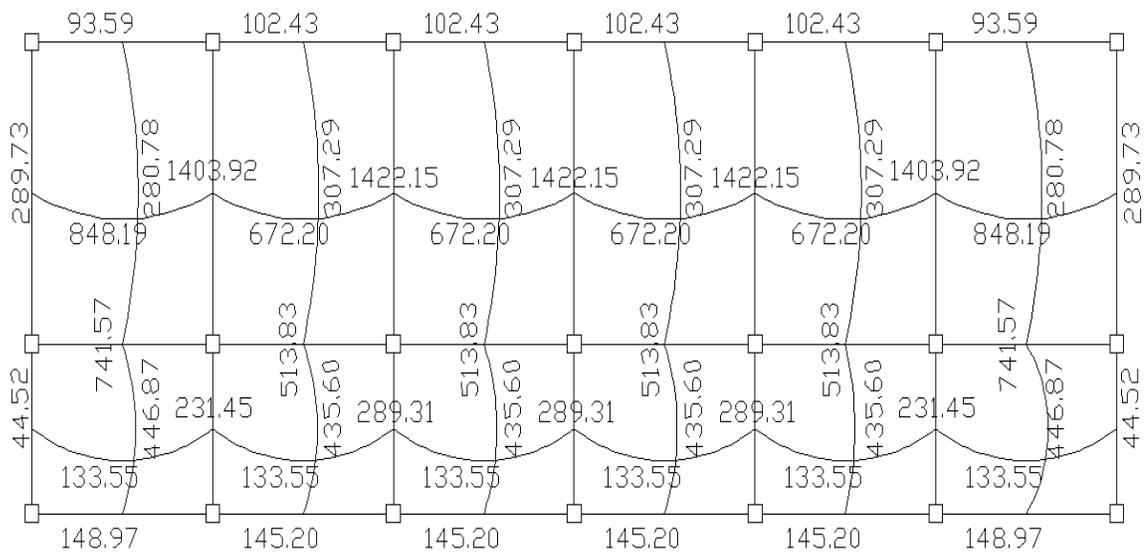
$$D1 = \frac{0.16}{0.47 + 0.16} = 0.25$$

Realizando distribución

	0.75	0.25	
SUMAR	599.25	789.01	RESTAR
	$(789.01-599.25)*0.75$	$(789.01-599.25)*0.25$	
	741.57	741.57	

El procedimiento anterior se aplicó a todas las demás losas de la estructura, en la siguiente figura se muestran los momentos balanceados.

Figura 32. Diagrama de momentos balanceados de losas de entrepiso



Diseño del armado de losa

Primero establecer el acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo. Basado en el Código del ACI 318-99.

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 3000 \text{ psi}$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 40,000 \text{ psi}$$

$$B = 100 \text{ cm (franja para un metro)}$$

$$t = 0.12 \text{ m}$$

Para calcular el acero mínimo:

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

Donde:

$$\rho_{mín} = 14.1 / F_y$$

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

$$t = \text{Espesor de la losa.}$$

$$d = \text{Peralte efectivo.}$$

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = \mathbf{9.0 \text{ cm}}$$

$$A_{smín} = (14.1 / 2810) * 100 * 9.0 = \mathbf{4.52 \text{ cm}^2}$$

Separación para $A_{smín}$ con varillas No. 3

$$4.52 \text{ cm}^2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad S$$

$$S = 15.71 \text{ cm}$$

$$\text{Separación máxima } S_{max} = 2t = 2(12 \text{ cm}) = 24 \text{ cm.}$$

Por lo tanto se usará $S = 15 \text{ cm}$.

Cálculo del momento que resiste el Asmín = 4.52cm²

$$M_{As\ min} = \phi * \left(As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{1.7 * f'c * b} \right) \right)$$

$$M_{As\ min} = 0.9 * (4.52cm^2 * 2810Kg/cm^2 * \left(9.0cm - \frac{4.52cm^2 * 2810Kg/cm^2}{1.7 * 210Kg/cm^2 * 100cm} \right))$$

$$M_{As\ min} = 987.68Kg - m$$

Para los momentos menores a los que resiste el Asmín, se armará la losa a Smax = 15 cm, para momentos mayores se armaran según indique el cálculo.

Propuesta de armado para momentos mayores al que resiste el Asmín.

Tabla XII. Acero y espaciamiento para momentos mayores a 987.68 kg - m

Momentos Negativos	Mom (-)	1403.92 kg-m	As = 6.19 cm ²	S = 11 cms
	Mom (-)	1422.15 kg-m	As = 6.27 cm ²	S = 11 cms

Revisión por corte

El corte debe ser resistido únicamente por el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\max} = \frac{C_u * L}{2} = \frac{869.20 * 6.15}{2} = 2672.18 \text{ Kg}$$

L = lado largo, chequear lado corto de losa crítica.

Cálculo de corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = \phi \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * \sqrt{210} * 100 * 9 = 11085.90 \text{ Kg}$$

Comparar V_r con V_{\max}

Si $V_r > V_{\max}$, el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t .

Como $V_r > V_{\max}$, espesor $t = 0.12 \text{ m}$ es el adecuado.

Losas del segundo nivel

El procedimiento es el mismo al anterior, variando el cálculo de carga viva y carga muerta. Por las cargas que actúan en estas losas, se puede comprobar que los momentos actuantes son un poco menores a la losa de entrepiso, sin embargo, se presenta el caso similar al de esta losa, donde dos momentos negativos no son cubiertos por el acero mínimo, por lo que la losa de techo tendrá el mismo armado de la losa de entrepiso, colocando varillas No. 3 @ 15 y a cada 11cm donde lo requiera. El armado final de las losas se presenta en planos (ver apéndice).

2.1.4.2 Vigas

Son elementos estructurales que transmiten cargas externas de manera transversal, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Soportan el peso de losa y el propio transmitiéndolos a las columnas y muros.

El procedimiento para diseñar vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga entre ejes A y B, del primer nivel. Los datos se obtienen del análisis estructural.

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

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

$$\text{Sección} = 25 * 45 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$E_s = 2.1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$M(-)A = 9978.52 \text{ Kg.} - \text{m}$$

$$M(-)B = 10894.33 \text{ Kg.} - \text{m}$$

$$M(+) = 3447.27 \text{ Kg.} - \text{m}$$

$$V_u = 8565.91 \text{ Kg.} - \text{m}$$

Limites de Acero

$$\text{Fórmulas: } A_s \text{ min} = \frac{14.1}{F_y} b * d \quad A_s \text{ max} = 0.50 * \rho_{bal} * b * d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{2810} * 25 * 41 = 5.14 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c}{f_y} * \frac{6115}{6115 + f_y} = \frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} * \frac{6115}{6115 + 2810} = 0.036$$

$$A_s \text{ max} = 0.50 * 0.037 * 25 * 41 = 18.45 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

$$A_s = \left(b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}} \right) \left(\frac{0.85 * f'c}{F_y} \right)$$

Calculando para M(-)A = 9978.52 Kg.-m

$$A_s = \left(25 * 41 - \sqrt{(25 * 41)^2 - \frac{9978.52 * 25}{0.003825 * 210}} \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) \rightarrow A_s = 10.30 \text{ cm}^2$$

Calculando para M(-)B = 10894.33 Kg.-m

$$A_s = \left(25 * 41 - \sqrt{(25 * 41)^2 - \frac{10894.33 * 25}{0.003825 * 210}} \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) \rightarrow A_s = 11.33 \text{ cm}^2$$

Calculando para M(+) = 3447.27 Kg.-m

$$A_s = \left(25 * 41 - \sqrt{(25 * 41)^2 - \frac{3447.27 * 25}{0.003825 * 210}} \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) \rightarrow A_s = 3.54 \text{ cm}^2$$

Como se puede observar, ninguno de los momento requiere mas acero que el acero máximo, por lo que la sección de la viga y el grado del acero de refuerzo (grado 40) son adecuados.

Para calcular el armado de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318, especificados en el capítulo 21.

a) Cama superior:

Colocar 2 varillas corridas como mínimo

$$\left. \begin{array}{l} As_{\min} = 5.14 \text{ cm}^2 \\ 33\% As(-) \text{ mayor} = 3.74 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \longrightarrow \text{Se coloca el mayor}$$

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 6 = 5.70 cm², si cumple.

Para cubrir los momentos negativos en viga, se cumple el As requerido colocando bastones.

$$M(-)A = 9978.52 \text{ kg} - \text{m} \longrightarrow 2 \text{ varillas corridas No. 6} + 2 \text{ bastones No.6} \\ = 11.40 \text{ cm}^2 \\ \text{(ver sección D, figura 33)}$$

$$M(-)B = 10894.33 \text{ kg} - \text{m} \longrightarrow 2 \text{ varillas corridas No. 6} + 2 \text{ bastones No.6} \\ = 11.40 \text{ cm}^2 \\ \text{(ver sección D, figura 33)}$$

b) Cama inferior:

Colocar 2 varillas corridas como mínimo

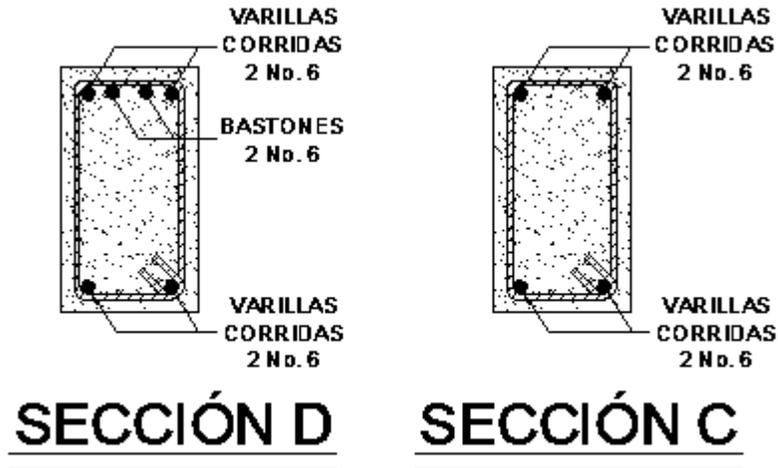
$$\left. \begin{array}{l} As_{\min} = 5.14 \text{ cm}^2 \\ 50\%As(+) = 1.70 \text{ cm}^2 \\ 50\%As(-) \text{ mayor} = 5.67 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \longrightarrow \text{Se coloca el mayor}$$

Armado propuesto

2 varillas corridas No. 6 = 5.70 cm², si cumple ya que el As requerido por el momento positivo es de 3.54 cm².

(ver sección C, figura 33)

Figura 33. Secciones de viga



Cálculo de corte resistente

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 41 = 6691.57 \text{ Kg.}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$ la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{\text{máx.}} = d/2 < 30 \text{ cm.}$

Si $V_r < V_u$ se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

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

En este caso, $V_r = 6691.57 \text{ Kg.} < V_u = 8565.91 \text{ Kg.}$, entonces se utiliza la ecuación anterior, utilizando estribos varilla No.3 de grado 40:

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2810 * 41}{8565.91} = 19.09 \text{ cm}$$

$$S_{\text{máx.}} = d/2 = 41/2 = 20 \text{ cm.}$$

$$S = 19 \text{ cm}$$

El ACI en la sección 21.3.3, determina que deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$ en zona confinada, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.

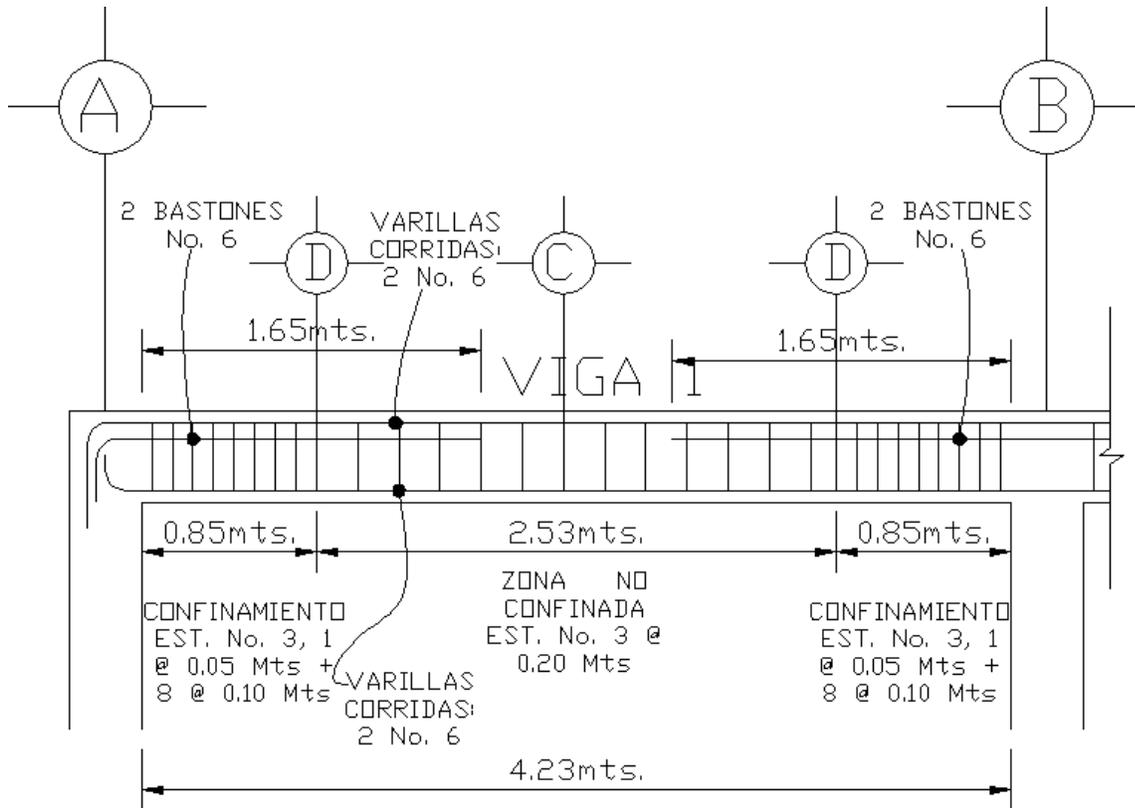
Se debe de cumplir con:

- El primer estribo debe estar situado a no mas de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.
- El espaciamiento máximo de los estribos en zona de confinamiento no debe exceder de :
 1. $d/4 = 10.25$ cm.
 2. $8 \varnothing_{\text{var longitudinal}} = 15.28$ cm.
 3. $24 \varnothing_{\text{var transversal}} = 22.80$ cm.
 4. 30 cm.

La separación de los estribos en zona confinada será de 10 cm. y de 20 cm en zona no confinada, ambos con varilla No. 3.

El armado de estribos para la viga es el siguiente: el primer estribo No. 3 a 0.05m, 8 Estribos No. 3 a 0.10m, en zona confinada en ambos extremos y el resto a 0.20 en zona no confinada. Ver figura 34.

Figura 34. Sección longitudinal de viga



2.1.4.3 Columnas

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

Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se siguió para diseñar las columnas típicas del primer nivel, aplicando el mismo procedimiento de cálculo para las columnas del segundo nivel.

Datos

Sección de columna	= 35cm*35cm	My =	9219.22 Kg. – m
Sección de viga 1	= 25cm*45cm	Mx =	9132.46 Kg. – m
Sección de viga 2	= 25cm*45cm	Vy =	5655.89 Kg.
Longitud de columna	= 3.30 m	Vx =	5084.57 Kg.
Longitud de vigas	= 8.73 m	Área tributaria	= 19.01 m ²
Espesor de losa	= 0.12 m		

Carga Axial: CU = 1.4 CM + 1.7 CV

$$CU_2 = 1.4 (378) + 1.7 (100) = 699.20 \text{ Kg./m}^2$$

$$CU_1 = 1.4 (518) + 1.7 (500) = 1575.20 \text{ Kg./m}^2$$

$$CU = 699.20 + 1575.20 = 2274.40 \text{ Kg./m}^2$$

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{2274.40}{1496.00} = 1.52$$

Carga axial

$$P_u = (A_T * CU) + (PP \text{ vigas} * F_{cu})$$

$$P_u = (19.01 * 2274.40) + (0.25 * 0.45 * 2,400 * 8.73) * 1.52$$

$$P_u = 46819.14 \text{ Kg.}$$

Clasificar las columnas por su esbeltez (E)

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

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (Ψ):

$$\psi = \frac{(\sum K_{col})}{(\sum k_{viga.})}$$

$$K_{(rigidez)} = I/L; \quad \text{Inercia} = I = \frac{b * h^3}{12}, \quad L = \text{Longitud del elemento}$$

$$I_{viga} = \frac{0.25 * 0.45^3}{12} = 0.0019m^4$$

$$I_{col} = \frac{0.35 * 0.35^3}{12} = 0.0013m^4$$

$$K_{viga} = \frac{0.0019}{2.15} + \frac{0.0019}{6.15} = 0.00119$$

$$K_{col} = \frac{0.0013}{3.30} + \frac{0.0013}{3.30} = 0.000787$$

$$\psi = \frac{0.000787}{0.00119} = 0.66$$

Extremo inferior

$$\psi_p = \frac{\psi_a + \psi_b}{2} = 0.33$$

Coeficiente K

$$K = \frac{20 + \psi_p}{20} * \sqrt{1 + \psi_p} \quad \text{para } \psi_p \leq 2$$

$$K = 0.9 * \sqrt{1 + \psi_p} \quad \text{para } \psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 + 0.33}{20} * \sqrt{1 + 0.33} = 1.17$$

Esbeltez de columna

$$E = \frac{k * Lu}{\sigma} \quad \text{donde } \sigma = 0.3 * \text{lado menor para columnas rectangulares}$$

$$E = \frac{1.17 * 3.30}{0.30 * 0.35} = 36.77 > 22 \text{ y } < 100 \quad \text{Por lo tanto es una columna intermedia}$$

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

$$\Psi_p = 0.475$$

$$K = 1.24$$

$$E = 38.97 > 22 \text{ y } < 100$$

También en el sentido X, la columna es intermedia.

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

Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga, cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamiento lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Sentido Y

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = \frac{CMu}{CU} = \frac{1.4 * 896}{2274.40} = 0.55$$

Cálculo del EI total del material

$$Ec = 15,100\sqrt{f'c} \quad Ig = \frac{1}{12} * bh^3$$

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2.5 * (1 + \beta d)}$$

$$EI = \frac{15100\sqrt{210} * (35 * 35^3)}{2.5 * (1 + 0.55) * 12} = 7.06 * 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2 = 706.16 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * 706.16}{(1.17 * 3.30)^2} = 467.52 \text{ Ton}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0.70$ si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{46.82}{0.70 * 467.52}} = 1.17$$

Cálculo de momentos de diseño:

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1.17 * 9219.22 = 10786.94 \text{Kg} - m$$

Sentido X

$$\beta_d = 0.55$$

$$EI = 816.86 \text{T-m}^2$$

$$P_{cr} = 416.22 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1.19$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1.19 * 9132.46 = 10867.63 \text{Kg} - m$$

Cálculo del acero longitudinal por el método BRESLER

Este método consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además, es uno de los métodos más utilizados porque su procedimiento es muy sencillo y produce resultados satisfactorios.

La idea fundamental del método Bresler es aproximar el valor $1/P'u$, que se aproxima por un punto del plano determinado por tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ox$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'oy$). El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Cálculo de límites de acero

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$ en zona sísmica.

$$A_{s\min} = 0.01 (35 \times 35) = 12.25 \text{ cm}^2 \qquad A_{s\max} = 0.06 (35 \times 35) = 73.50 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de $A_{s\min}$.

$$\text{Armado propuesto } 8 \text{ No. } 8 = 8 \times (5.07) = 40.56 \text{ cm}^2$$

- Calculo de valores a utilizar en diagramas

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

1.- Valor de la gráfica

$$Y = X = \frac{H_{nucleo}}{H_{columna}} = \frac{b - 2rec}{h} = \frac{0.35 - 2 \times 0.035}{0.35} = 0.80$$

2.- Valores de la curva:

$$\rho_u = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c A_g} = \frac{40.56 \times 2,810}{0.85 \times 210 \times 1225} = 0.56$$

3.- Excentricidades:

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{10786.63}{46819.14} = 0.23$$

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{10867.63}{46819.14} = 0.23$$

4.- Valor de las diagonales

$$e_y/h_y = 0.23/0.80 = 0.2875$$

$$e_x/h_x = 0.23/0.80 = 0.2875$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes $K'y$ y $K'x$, donde: $K'y = 0.42$ y $K'x = 0.42$, ver gráfica anexo 2.

Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{uy} = K_y * f'_c * b * h = (0.42)(210)(35 * 35) = 108045 \text{ Kg.}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * b * h = (0.42)(210)(35 * 35) = 108045 \text{ Kg.}$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$P'_o = \phi(0.85 * f'_c(A_g - A_s) + A_s * F_y) = 0.70 * (0.85 * 210 * (1225 - 40.56) + 40.56 * 2,810)$$

$$P'_o = 227777.30 \text{ Kg.}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{uy}} + \frac{1}{P'_{ux}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{108045} + \frac{1}{108045} - \frac{1}{227777.30}} = 70818.76 \text{ Kg}$$

$$P'_u > \frac{P_u}{0.70}$$

$$70818.76 \text{ kg} > \frac{P_u}{0.70} = \frac{46819.14}{0.70} = 66884.48 \text{ kg}$$

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

Refuerzo transversal

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, para que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan, su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna.

Se debe chequear V_r con V_u :

Si $V_r > V_u$ se colocan estribos a $S = d / 2$

Si $V_r < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 35 * 32.5 = 7426.02 \text{ Kg}$$

$$V_u = 5655.89 \text{ Kg.}$$

$V_r > V_u$; los estribos se colocaran en zona no confinada a $d/2$

Debe considerarse que la varilla utilizada en este diseño será la No. 3.

Los estribos se colocaran a cada 15 cm con varillas No. 3

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

- $L / 6 = 3.30 / 6 = 0.55 \text{ m}$

- Lado mayor de la columna = 0.35 m

- 48Ø varilla transversal. = 0.45m

- 16Ø varilla longitudinal. = 0.30m

Se tomó como longitud de confinamiento 0.55 m, en ambos extremos de columna.

- Espaciamiento de estribos en zona confinada

Cálculo de la relación volumétrica

$$\rho_s = 0.45 * \left(\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right) \left(\frac{0.85 * f'_c}{f_y} \right) \quad \text{chequear que } \rho_s \geq 0.12 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 * \left(\frac{35^2}{28^2} - 1 \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 0.0161$$

$$\rho_s \geq 0.12 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right) = 0.12 * \left(\frac{210}{2810} \right) = 0.0089$$

Utilizando varillas No. 3 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

$$S_1 = \frac{2A_v}{\rho_s L_n} = \frac{2 * 0.71}{0.0161 * 28} = 3.15 \text{ cm. } \approx 3 \text{ cm}$$

Por tener varillas en las caras de la columna se colocará estribos rotados a 45°, según el código ACI 318, sección 7.10.5.3, esto permitirá colocar los estribos en zona confinada con un espaciamiento de 5 cm.

Ver detalles de columna del primer nivel, figuras 35 y 36.

Figura 35. Sección transversal de columna, primer nivel

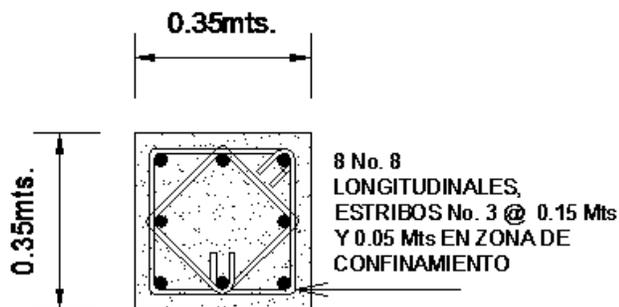
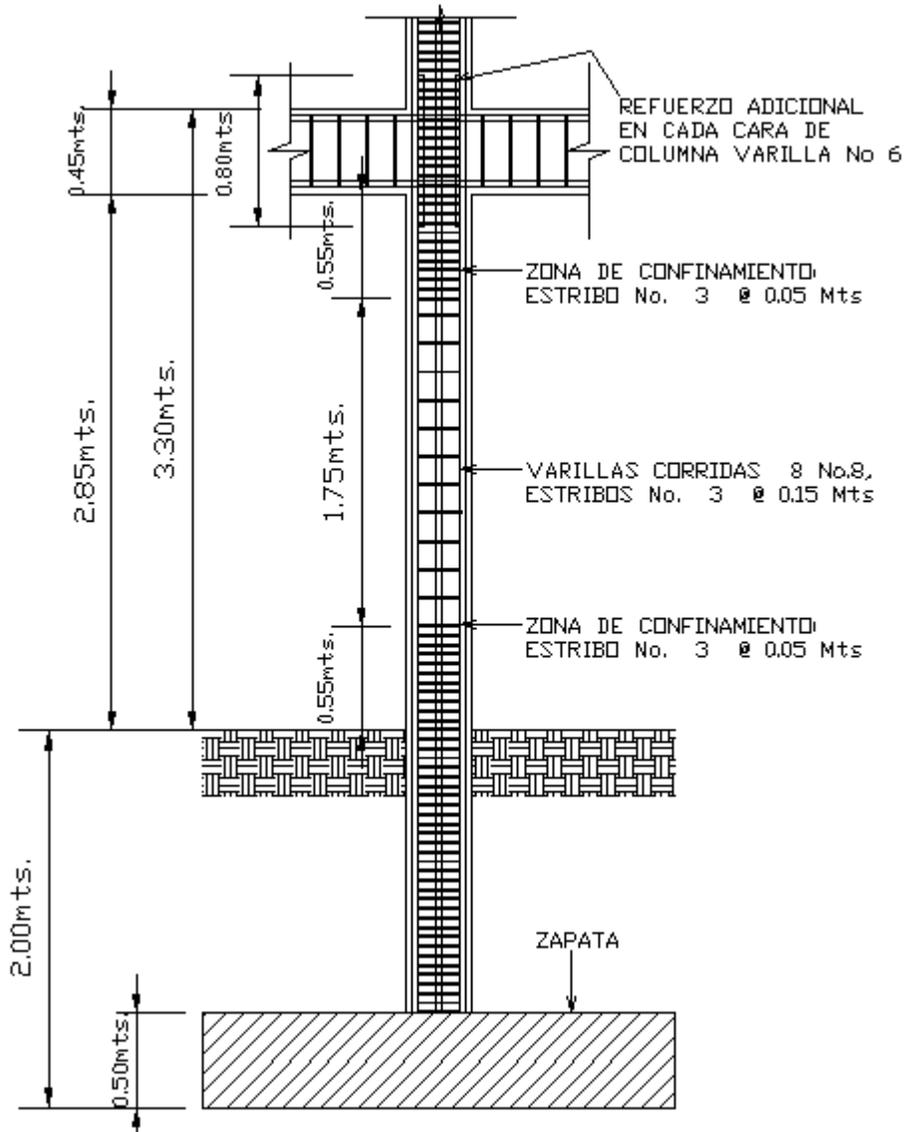


Figura 36. Detalle longitudinal de columna, primer nivel



2.1.4.4 Cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicaciones exteriores a la misma; estos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

En este caso se considera diseñar zapatas concéntricas con forma cuadrada o rectangular, para simplificar el armado y la construcción de las mismas. Los datos para el diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

$$M_x = 9.13 \text{ ton-m}$$

$$M_y = 9.22 \text{ ton-m}$$

$$P_u = 46.82 \text{ ton}$$

$$V_s = 18.72 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.92 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.40 \text{ ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1.52$$

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

$$\text{Desplante } D_f = 2.00 \text{ m}$$

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

Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{46.82}{1.52} = 30.80 \text{ ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{9.13}{1.52} = 6.00 \text{ ton-m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{9.22}{1.52} = 6.07 \text{ ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5 P't}{V_s} = \frac{1.5 * 30.80}{18.72} = 2.47 \text{ m}^2.$$

Se propone usar dimensiones aproximadas de $2.50 * 2.00 = 5.00 \text{ m}^2 > 2.47 \text{ m}^2$

Dimensión de zapatas:

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx} * \bar{x}}{I_y} \pm \frac{M_{ty} * \bar{y}}{I_x}; \quad q < V_s \quad \text{y} \quad q > 0$$

$$P_{cg} = P't + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P_{cg} = 30.80 + (0.35 * 0.35 * 2.00 * 2.4) + (5.00 * 1.50 * 1.92) + (2.4 * 0.50 * 5.00)$$

$$P_{cg} = 51.79 \text{ Ton}$$

$$I_x = 1/12 * b * h^3 = 1/12 * (2.50 * 2.00^3) = 1.66$$

$$I_y = 1/12 * b * h^3 = 1/12 * (2.00 * 2.50^3) = 2.60$$

$$q = \frac{52.03}{5.00} \pm \frac{6.00 * 1.25}{1.66} \pm \frac{6.07 * 1.00}{2.60} = 17.21 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$q_{\text{máx}} = 17.21 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple, no excede el } V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 3.55 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple, sólo esfuerzos por compresión}$$

Por lo tanto las dimensiones de la zapata son correctas

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Sin embargo para efectos de diseño se determina una presión constante; si se quiere tomar un criterio conservador se realiza el diseño con la presión máxima que debe ser afectada por el factor de carga última.

Presión última:

$$q_u = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 17.21 * 1.52 = 26.16 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo

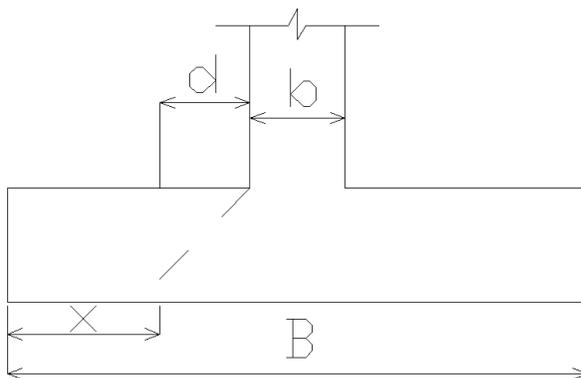
$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{var}/2 \quad \text{con un } t \text{ asumido} = 0.50\text{m}$$

$$d = 0.50 - 0.08 - 1.90/2 \quad d = 41.05 \text{ cm.}$$

Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, ver figura a continuación.

Figura 37. Corte simple en zapata



$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 2.50/2 - 0.35/2 - 0.4105 = 0.66 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Area} \cdot q_u = 2.50 \cdot 0.66 \cdot 26.16 = 43.16 \text{ Ton.}$$

Corte resistente

$$V_r = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 250 \cdot 41.05 / 1000 = 67 \text{ Ton}$$

$$Y = B/2 - b/2 - d$$

$$Y = 2.00/2 - 0.35/2 - 0.4105 = 0.41 \text{ m}$$

Corte actuante

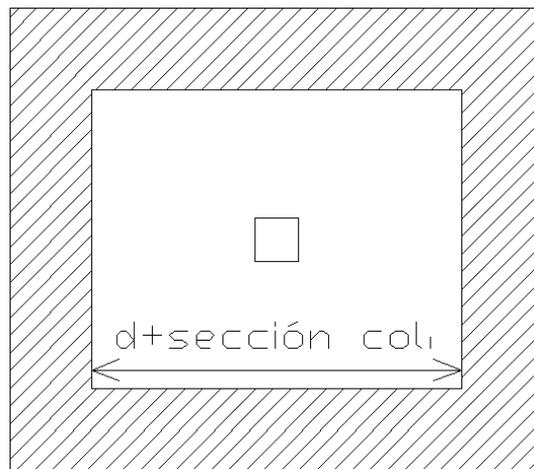
$$V_{act} = \text{Area} \cdot q_u = 2.00 \cdot 0.41 \cdot 25.26 = 20.71 \text{ Ton.}$$

$V_{act} < V_r$, si cumple tanto en el sentido X como en el sentido Y, el peralte propuesto resiste al corte simple

Revisión 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 ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d / 2$ del perímetro de la columna. Ver figura a continuación

Figura 38. Corte punzonante en zapata



Corte actuante por punzonamiento

$$d + \text{sección de columna} = 41.05 + 35.00 = 76.05 \text{ cm.}$$

$$V_{act \text{ pun}} = \text{Área} \cdot q_u = (2.50 \cdot 2.00 - 0.7605 \cdot 0.7605) \cdot 25.26$$

$$V_{act \text{ pun}} = 111.70 \text{ Ton.}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_{r\text{pun}} = \phi * 1.06 * \sqrt{f'c} * b_0 * d = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 344.20 * 41.05 / 1000$$

$$V_r \text{ pun} = 184.48 \text{ ton.}$$

$$b_0 = 4 * (d + 45)$$

$$b_0 = 4 * (41.05 + 45) = 344.20 \text{ cm}$$

$V_{act \text{ pun}} < V_r \text{ pun}$ cumple; el peralte propuesto resiste el corte punzonante

Diseño del 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.

Momento último

Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{2} = \frac{2.25 * 25.26 * (1.075)^2}{2} = 35.30 \text{ ton-m}$$

Donde L: distancia medida del rostro de columna a final de la zapata.

Área de acero

$$A_s = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * 210}}) \frac{0.85 * f'c}{F_y}$$

$$A_s = (250 * 41.05 - \sqrt{(250 * 41.05)^2 - \frac{35300 * 250}{0.003825 * 210}}) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_s = 34.98 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{2810} * 250 * 41.05$$

$$A_{s_{\min}} = 51.49 \text{ cm}^2$$

Ya que A_s requerido es menor al $A_{s_{\min}}$, colocar armado con $A_{s_{\min}}$.

En cama superior colocar $A_{s_{\text{temperatura}}}$

Espaciamiento entre varillas.

Usando varilla # 6

$$\begin{array}{rcl} 51.49 \text{ cm}^2 & \longrightarrow & 250 \text{ cm} \\ 2.85 \text{ cm}^2 & \longrightarrow & S \end{array}$$

$$S = 13.83 \text{ cm.}$$

$$S = 13 \text{ cm.}$$

$A_{s_{\text{temperatura}}}$ cama superior :

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 0.002 * b * d$$

Donde

$$b = \text{base} - 2 * \text{recubrimiento} = 2.50 - 2 * 0.08 = 2.34 \text{ mts}$$

$$d = \text{peralte} - \text{recubrimiento} = 50 - 0.08 = 42 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 0.002 * 234 * 42 = 19.66 \text{ cm}^2$$

Usando varilla # 4

$$\begin{array}{rcl} 19.66 \text{ cm}^2 & \longrightarrow & 234 \text{ cm} \\ 1.27 \text{ cm}^2 & \longrightarrow & S \end{array}$$

$$S = 15.11 \text{ cm.}$$

$$S = 15 \text{ cm.}$$

Colocar varillas No. 6 @ 11 cm en cama inferior y varillas No. 4 @ 15 cm en cama superior, en ambos sentidos para cubrir los dos lados de la zapata. Ver figuras 39 y 40.

Figura 39. Planta de zapata

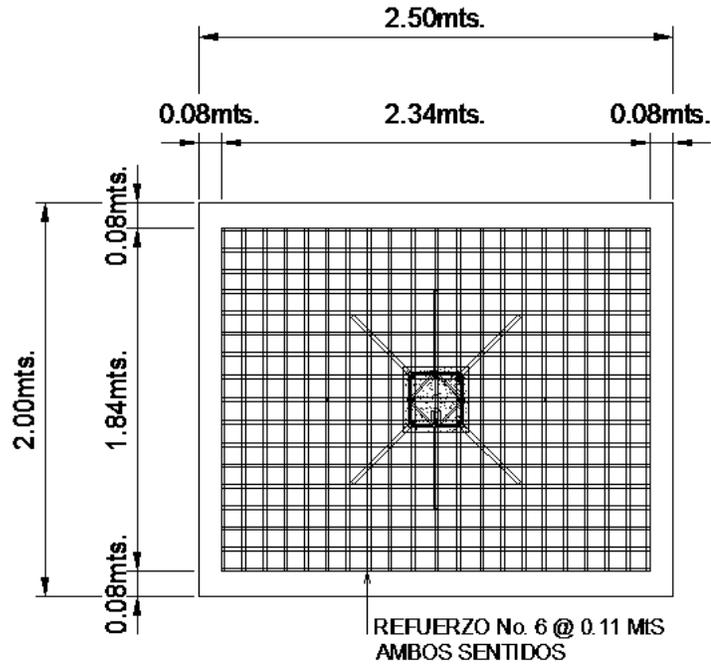
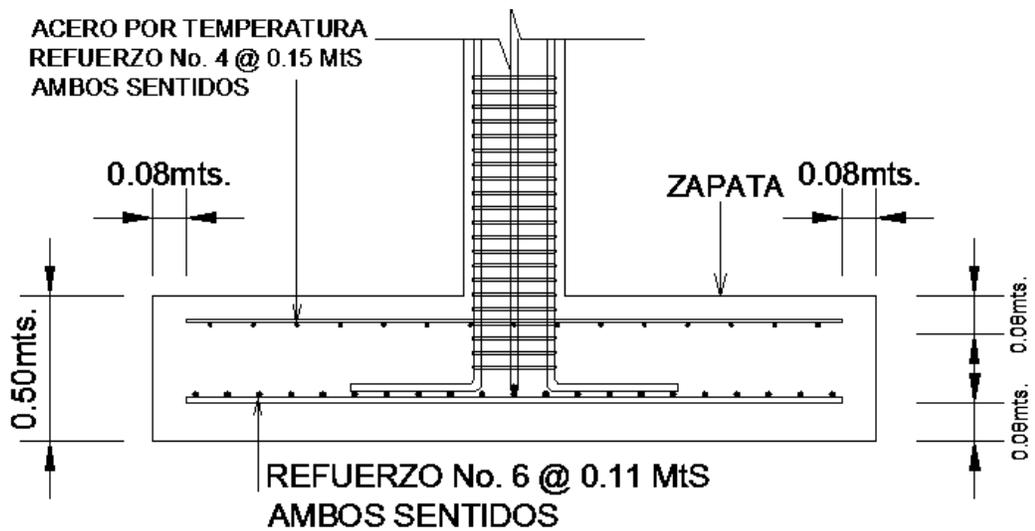


Figura 40. Sección transversal de zapata



2.1.5 Diseño de gradas

La forma y disposición que se le da al módulo de gradas, depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción que se escogerá. En este caso existe un área considerable para la ubicación de las gradas, por lo que el espacio no es un inconveniente para diseñar un módulo de gradas de concreto reforzado.

El que un módulo de gradas sea cómodo y seguro, depende de su relación huella y contrahuella. Las siguientes relaciones garantizan la comodidad y funcionalidad de estas:

- Contrahuella: $C \leq 20$ cm.
- Huella: $H > C$
- $2C + H \leq 64$ cm (valor cercano)
- $C + H = 45$ a 48 cm
- $C * H = 450$ a 500 cm² (valor cercano a límites)

Datos:

Carga viva = 500 kg./m²

$F'c = 210$ kg./m²

$Fy = 2810$ kg./m²

Altura (h) = 3.30 m

Área disponible: 3.45 m x 7.10 m

Procediendo al cálculo en sentido largo (7.10 m), haciendo las gradas en dos tramos, dejando descanso de 1.50 m a la mitad de las mismas y un espacio de 2 m en el ingreso al pasillo del segundo nivel, deja un espacio libre para las gradas de 3.30 metros para cada mitad.

- Asumiendo huella = 30 cm y contrahuella = 15 cm
- Número de huellas = $3.30/0.30 = 11$
- Número de contrahuellas = $H + 1 = 11 + 1 = 12$

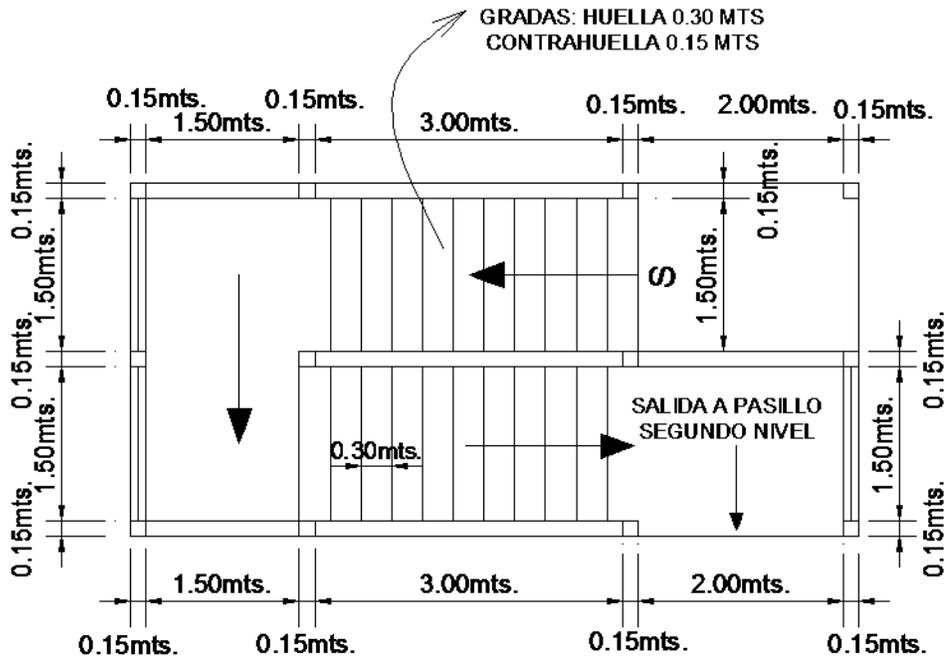
Estos datos son para cada tramo de la escalera, por lo que serán 22 huellas en total.

Chequeando relaciones de comodidad

- $C = 15 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$
- $H = 30 \text{ cm} > C$
- $2*15 + 30 = 60 \text{ cm}$
- $15 + 30 = 45 \text{ cm}$
- $15 * 30 = 450 \text{ cm}^2$

Todas las relaciones analizadas chequean, por lo tanto las dimensiones consideradas son correctas. Ver figura 41.

Figura 41. Planta módulo de gradas



Chequeando altura total desarrollada

$h = 22 \cdot 0.15 = 3.30 \text{ mts}$, Si cubre la altura total solicitada.

Integración de cargas

$$\text{Carga muerta} = 1.4W_c \cdot \left(t + \frac{C}{2} \right) = 1.4 \cdot 2400 \cdot \left(0.13 + \frac{0.15}{2} \right) = 688.80 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 1.7 \cdot 500 = 850 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$W_u = 1538.80 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

Momentos actuantes máximos

$$M(-) = \frac{W_u \cdot l^2}{14} = \frac{1538.80 \cdot 3^2}{14} = 989.22 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(+)=\frac{W_u * l^2}{10} = \frac{1538.80 * 3^2}{10} = 1384.92 Kg - m$$

Cálculo de refuerzo

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

$$d = 10.5 \text{ cm}$$

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

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

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{2810} * 100 * 10.5 = 5.27 \text{ cm}^2$$

$$A_s M (-) = (100 * 10.5 - \sqrt{(100 * 10.5)^2 - \frac{989.22 * 100}{0.003825 * 210}}) (\frac{0.85 * 210}{2810}) = 3.80 \text{ cm}^2$$

$$A_s M (+) = (100 * 10.5 - \sqrt{(100 * 10.5)^2 - \frac{1384.92 * 100}{0.003825 * 210}}) (\frac{0.85 * 210}{2810}) = 5.39 \text{ cm}^2$$

El momento positivo requiere más acero que el mínimo, por lo tanto se colocará un $A_s = 5.50 \text{ cm}^2$ para satisfacer la demanda de acero de ambos momentos, colocando varillas # 3

$$\begin{array}{l} 4.50 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S \end{array}$$

$$S = 12.91 \text{ cm} \approx 12 \text{ cm}$$

$$S_{\text{max}} = 2t = 26 \text{ cm};$$

Se colocarán varillas No.3 a cada 12 cm.

Acero por temperatura

$$A_s(t) = 0.002 * b * t = 0.002 * 100 * 13 = 2.6 \text{ cm}^2$$

$$S = 27.31 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas No.3 a cada 20 cm.

Ver detalle módulo de gradas en apéndice 6, plano No. 12.

2.1.6 Diseño de instalaciones

La escuela cuenta ya con instalaciones hidráulicas y sanitarias en sus instalaciones por lo que este aspecto no se desarrolló en el diseño.

2.1.6.1 Instalaciones eléctricas

La iluminación, se distribuyó en dos circuitos en el primer nivel y dos en el segundo, cada circuito tendrá un máximo de diez unidades (lámparas 2x40 tipo industrial). Las instalaciones de fuerza, cuenta con dos circuitos en el primer nivel y dos en el segundo nivel, con un máximo de diez unidades por circuito.

2.1.7 Elaboración de planos

Para este proyecto se elaboró un juego de planos divididos en tres fases: arquitectura, estructuras e instalaciones.

Los planos elaborados son los siguientes:

- Planta de conjunto
- Planta amoblada
- Planta acotada
- Planta de cimientos y columnas
- Planta de armado de losas
- Detalles de vigas
- Detalles de muros
- Detalle de módulo de gradas
- Planta de acabados
- Planta de instalación eléctrica - iluminación
- Planta de Instalación eléctrica - fuerza
- Secciones
- Fachadas

2.1.8 Presupuesto del edificio escolar

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, aplicando un 20% por costos indirectos. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. El salario de mano de obra calificada y no calificada, se asignó de acuerdo a los que maneja la municipalidad en casos similares.

Tabla XIII. Costo edificio escolar

COSTOS UNITARIOS						
PROYECTO:				EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "CRISTOBAL COLON"		
LOCALIZACION:				GENOVA COSTA CUCA		
MUNICIPIO				GENOVA COSTA CUCA		
DEPARTAMENTO:				QUETZALTENANGO		

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	
1	LIMPIEZA, TRAZO Y NIVELACIÓN	M2	264.97	Q 32.25	Q	8,545.56
2	EXCAVACIÓN	M3	255	Q 57.56	Q	14,679.00
3	ZAPATA TIPO Z-1 (2.50Mts * 2.00Mts * 0.50Mts)	UNIDAD	21	Q 5,964.82	Q	125,261.26
4	ZAPATA TIPO Z-2 (0.65Mts * 0.65Mts * 0.40Mts)	UNIDAD	12	Q 346.17	Q	4,153.99
5	CIMIENTO CORRIDO CC-1	M.L.	73.84	Q 190.01	Q	14,030.57
6	CIMIENTO CORRIDO CC-2	M.L.	29.68	Q 236.18	Q	7,009.91
7	SOLERA DE HUMEDAD	M.L.	103.99	Q 111.24	Q	11,567.80
8	SOLERA INTERMEDIA	M.L.	182.18	Q 80.53	Q	14,670.87
9	SOLERA FINAL	M.L.	147.68	Q 80.53	Q	11,892.60
10	SOLERA INICIAL SEGUNDO NIVEL	M.L.	73.84	Q 80.53	Q	5,946.30
11	SOLERA CORONA	M.L.	22.5	Q 162.86	Q	3,664.36
12	SOLERA TIPO DINTEL	M.L.	49.35	Q 162.86	Q	8,037.16
13	COLUMNA TIPO C-1 (0.35Mts * 0.35Mts * 4.80Mts)	UNIDAD	21	Q 7,671.57	Q	161,102.95
14	COLUMNA TIPO C-3 (0.35Mts * 0.35Mts * 3.30Mts)	UNIDAD	21	Q 4,002.52	Q	84,052.83
15	COLUMNA TIPO C-2 (0.15Mts * 0.15Mts * 3.10Mts)	UNIDAD	64	Q 521.45	Q	33,372.51
16	COLUMNA TIPO C-4 (0.15Mts * 0.15Mts * 2.25Mts)	UNIDAD	6	Q 392.74	Q	2,356.43
17	COLUMNA TIPO C-5 (0.15Mts * 0.15Mts * 1.50Mts)	UNIDAD	12	Q 219.97	Q	2,639.59
18	BAJADA DE AGUA PLUVIAL (0.25Mts * 0.25Mts * 6.60Mts)	UNIDAD	8	Q 2,586.23	Q	20,689.85
19	REMATE DE BARANDA SEGUNDO NIVEL	M.L.	25	Q 104.09	Q	2,602.21
20	LEVANTADO DE MUROS	M2	277.89	Q 135.19	Q	37,568.50
21	VIGA TIPO 1 (0.25Mts * 0.45Mts * 4.23Mts)	UNIDAD	18	Q 3,044.25	Q	54,796.45
22	VIGA TIPO 2 (0.25Mts * 0.45Mts * 6.00Mts)	UNIDAD	7	Q 5,221.49	Q	36,550.40
23	VIGA TIPO 3 (0.25Mts * 0.45Mts * 2Mts)	UNIDAD	7	Q 1,959.83	Q	13,718.81
24	VIGA TIPO 4 (0.25Mts * 0.45Mts * 4.23Mts)	UNIDAD	18	Q 2,509.11	Q	45,163.90
25	VIGA TIPO 5 (0.25Mts * 0.45Mts * 2.00Mts)	UNIDAD	7	Q 1,449.19	Q	10,144.33
26	VIGA TIPO 6 (0.25Mts * 0.45Mts * 6.00Mts)	UNIDAD	7	Q 3,794.21	Q	26,559.47
27	VIGA TIPO 7 (0.15Mts * 0.20Mts * 1.50Mts)	UNIDAD	15	Q 431.19	Q	6,467.79
28	LOSA t = 0.12 Mts	M2	487.16	Q 792.72	Q	386,180.89
29	LOSA t = 0.13 Mts	M2	40.55	Q 760.99	Q	30,858.04
30	PISO GRANITO	M2	455.67	Q 158.11	Q	72,046.90
31	FUNDICIÓN PISO DE CONCRETO	M2	235.26	Q 137.18	Q	32,272.50
32	REPELLO + CERNIDO	M2	277.89	Q 120.25	Q	33,416.83
33	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	GLOBAL	1	Q 26,657.19	Q	26,657.19
34	PUERTAS	UNIDAD	6	Q 2,895.00	Q	17,370.00
35	VENTANAS	M2	57.6	Q 936.00	Q	53,913.60
36	RETIRO MATERIAL SOBRANTE	M3	15	Q 488.40	Q	7,326.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q	1,427,287.35

2.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para barrio Nueva Italia y colonia Robles

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el cual estará conformado por 3177.70 metros lineales, se utiliza tubería de PVC con diámetro de 6” y 8” para el colector principal y diámetro 4” para la conexión domiciliar, toda la tubería cumplirá con la norma ASTM F - 949. El sistema contará con la construcción de 58 pozos de visita y tratamiento primario de las aguas servidas a base de fosas sépticas, proyectando un servicio a 1356 habitantes actuales y 2523 habitantes a futuro.

2.2.2 Aspectos preliminares

Las dos comunidades no cuentan con ningún sistema de alcantarillado, a pesar de que se encuentran dentro del casco urbano de la cabecera municipal, por lo que se deberá tomar en cuenta este aspecto, previendo el desarrollo de proyectos posteriores de este tipo, que puedan representar un riesgo en el diseño.

Cabe resaltar que la cabecera municipal, cuenta con un sistema de alcantarillado, pero por el incremento en la población, este se encuentra a su capacidad límite, por tal motivo se propone un sistema completamente nuevo, para cubrir las áreas que carecen de este servicio.

2.2.3 Levantamiento topográfico

Es la información que se obtiene previo al diseño de cualquier proyecto de ingeniería, el cual conlleva dos actividades de campo: el trazo planimétrico y altimétrico, utilizando para este trabajo aparatos de precisión.

En el levantamiento topográfico, se tomó en cuenta el área edificada actualmente y la que en un futuro pueda estarlo, incluyendo localización exacta de calles, carreteras, alineación municipal y todas aquellas estructuras que guarden relación con el problema a resolver o influyan en el diseño.

2.2.3.1 Altimetría

El levantamiento altimétrico del sistema de alcantarillado, se realizó aplicando una nivelación diferencial de burbuja, conocida también como nivelación directa, el equipo utilizado fue:

- Nivel de precisión Sokkia B21
- Estadal
- Cinta métrica de 20 metros
- Estacas, pintura y clavos

2.2.3.2 Planimetría

Sirve para localizar la red del sistema de alcantarillado dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia en el diseño. Para la planimetría se utilizó el método de conservación del azimut con vuelta de campana, el equipo utilizado fue:

- Teodolito Sokkisha TM20ES
- Estadal
- Cinta métrica de 20 metros de longitud
- Plomada
- Estacas, pintura y clavos

Los resultados del levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico), se presentan en el anexo 5.

2.2.4 Diseño del sistema

2.2.4.1 Descripción del sistema a utilizar

El sistema de alcantarillado a diseñar es sanitario, por lo que los flujos por conducir son de aguas residuales domésticas. En el lugar existe una fábrica pequeña de block, la cual no es de gran magnitud para afectar los valores de diseño, por lo que se les tomará como una vivienda, ya que se pudo observar que la cantidad de agua consumida por la misma, es utilizada casi en su totalidad, desechando únicamente la que se utiliza para lavar las maquinas, al final de la producción, además existen dos escuelas, las cuales también se tomarán como una vivienda familiar, ya que la dotación de agua entubada, que recibe cada una de ellas, es igual a la de una vivienda unifamiliar, la cual es de media paja de agua.

2.2.4.2 Diseño hidráulico

2.2.4.2.1 Período de diseño

Es el período de tiempo, en que el sistema de alcantarillado sanitario prestará un servicio de forma eficiente a la población, pasado este período se hará necesario rehabilitar el mismo.

Este período variará de acuerdo al crecimiento de la población, capacidad de administración, operación y mantenimiento, tiempo de vida de los materiales y por algunas normas de instituciones com INFOM y OPS.

En este proyecto se estimaron 21 años para el periodo de diseño, siendo la proyección real a 20 años más un año de gestión del mismo.

2.2.4.2.2 Población de diseño

La población de diseño se determina con la cantidad de pobladores, que se va a servir en un período de tiempo establecido, tomando como base los habitantes actuales, que se encuentran en el sector donde se desarrollará el proyecto.

Se calculará la población futura por medio del método de incremento geométrico, por ser el más apto y el que se apega a la realidad del crecimiento poblacional de nuestro medio. Para el efecto se utilizará una tasa de crecimiento poblacional de 3.00 %, dato proporcionado por la municipalidad de Génova Costa Cuca. La población actual es de 1356 habitantes.

Incremento geométrico

$$Pf = Po(1 + R)^n$$

Donde Pf = Población a futuro
 Po = Población actual
 R = Tasa de crecimiento
 n = Años proyectados

$$Pf = 1356(1 + 0.03)^{21}$$

$$Pf = 2523 \text{ habitantes}$$

2.2.4.2.3 Dotación

Es la cantidad de agua que una persona necesita por día, para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitante al día.

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, actividad, productividad, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos y región donde se está trabajando el proyecto.

Para este caso, se estableció una dotación de 175 lts. /hab. / día, de acuerdo a la asignación que la municipalidad de Génova Costa Cuca tiene por vivienda de 1/2 paja de agua por mes equivalente a 30,000 lts./casa/mes. La cantidad de habitantes promedio por vivienda es de 6.

2.2.4.2.4 Factor de retorno

Es el factor que indica la cantidad de agua que las personas retornan al alcantarillado sanitario, el cual se considera entre el 70% y el 90% de la dotación de agua potable por habitante.

Se sabe que no todo el 100% de la dotación de agua potable, que entra a una vivienda, regresa al alcantarillado sanitario, por razones de diversos usos que al agua se le pueda dar dentro de la vivienda, considerando que se pueda perder un 15% de la dotación, se tomó como factor de retorno al sistema de alcantarillado 85%, para este proyecto

2.2.4.2.5 Factor de flujo instantáneo

Este factor representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de las viviendas, se estén utilizando simultáneamente en una comunidad.

Es llamado también Factor de Harmond (FH), regula un valor máximo de aportaciones por uso doméstico. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje, se puede calcular para un tramo de la red, por medio de su fórmula:

$$FH = [18 + (P/1000)^{1/2}] / [4 + (P/1000)^{1/2}]$$

Donde: FH = Factor de flujo instantáneo o factor de Harmond

P = Población del tramo analizado.

2.2.4.2.6 Caudal sanitario

El caudal sanitario que puede transportar el drenaje, está determinado por diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. Para todo diseño de este tipo, se debe considerar que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión. El tirante máximo de flujo se obtiene de la relación d/D , donde “d” es la profundidad o altura del flujo y “D” es el diámetro interior de la tubería, ésta relación debe ser mayor de 0.10, para que exista arrastre de las excretas y menor de 0.75, para que funcione como un canal abierto.

2.2.4.2.6.1 Caudal domiciliar

Es el agua que una vez fue utilizada por las personas, para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado sanitario, es decir que el agua de desechos domésticos, está relacionada con la dotación, menos una porción que no será vertida al drenaje sanitario, correspondiente al lavado de vehículos, riego de jardines etc. El caudal domiciliar está dado por la siguiente fórmula.

$$Q_d = \frac{Dt \times F.R. \times Hab}{86,400 \text{ seg / dia}}$$

Siendo:

Qd: Caudal domiciliar lts/ seg. = 2.33 lts/seg (actual), 4.34 lts/seg (futuro)

F.R.: Factor de retorno = 0.85

Dt:: Dotación lts. / Hab. / Día = 175 lts/hab/día

Hab: Número de habitantes = 1356 habitantes (actual), 2523 (futuro).

2.2.4.2.6.2 Caudal de infiltración

Para el caso del sistema de alcantarillado sanitario de barrio Nueva Italia y colonia Robles, el caudal de infiltración es cero, debido a que el material a utilizar es tubería P.V.C. norma ASTM F-949.

2.2.4.2.6.3 Caudal por conexiones ilícitas

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

Según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), este valor se puede tomar como el mínimo, 10% del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay alcantarillado pluvial, debe usarse un valor más alto.

Como el caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, otra forma para calcularlo es el método Racional, el cual esta dado por:

$$Q_{\text{Conex. ilícitas}} = CiA / 360$$

Donde:

Q = caudal (m³/seg.)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia (mm/hora)

A = Área que es factible conectar ilícitamente al sistema (mm/hora)

Por no contar con la información necesaria para la utilización del método racional, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros utilizados por la Asociación de Ingenieros Sanitarios de Colombia, tomando en cuenta que estos parámetros se adecuan a los valores característicos de nuestro país. Dichos parámetros oscilan entre los 50 a 150 lts/hab/dia, para este caso se tomo un valor de 80 lts/hab/dia.

$$\text{Dotación } Q_{\text{ilícita}} = [30\% - 75\%] * \text{Dotación por habitante}$$

$$\text{Dotación } Q_{\text{ilícita}} = 51\% * 175 \text{ lts. / hab. / día.} = 90 \text{ lts. / hab. / día.}$$

$$Q_{\text{ilícito}} = \frac{\text{Dot}Q_{\text{ilícito}} * \text{Población}}{86400}$$

▪ Caudal ilícito actual

$$Q_{\text{ilícito}} = \frac{90 \text{ lts / hab / dia} * 1356 \text{ hab}}{86400 \text{ s / dia}} = 1.41 \text{ lts / s}$$

▪ Caudal ilícito futuro

$$Q_{\text{ilícito}} = \frac{90 \text{ lts / hab / dia} * 2523 \text{ hab}}{86400 \text{ s / dia}} = 2.63 \text{ lts / s}$$

2.2.4.2.6.4 Caudal comercial e industrial

En el barrio Nueva Italia y la colonia Robles no existen comercios e industrias de gran magnitud, por lo tanto no existen caudales comerciales o industriales a considerar como tales. En este caso el caudal comercial como el industrial, son iguales a cero.

2.2.4.2.7 Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación de caudal en la tubería, es la suma de los caudales domésticos, conexiones ilícitas, infiltración, comercial e industrial. Este factor debe estar dentro del siguiente rango

$$0.002 \leq FQM \leq 0.005$$

Si por alguna razón, da un valor inferior al rango anterior se tomará 0.002, y si por el contrario da un valor mayor al rango establecido se tomará 0.005, el factor de caudal medio para este proyecto está dado por

$$FQM = q_m / \text{No de habitantes}$$

Donde:

q_m = caudal sanitario

$$q_m = q_{\text{dom.}} + q_{\text{inf.}} + q_{\text{Conexiones ilícitas}} + q_{\text{comercial}} + q_{\text{industrial}}$$

2.2.4.2.8 Caudal de diseño

El caudal con que se diseñará cada tramo del sistema, será la suma de caudal máximo de origen doméstico, caudal de conexiones ilícitas.

El caudal de diseño de cada tramo, será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, que en este caso se diseñó para población actual y futura, para que funcione adecuadamente durante el período de diseño.

$$q_{\text{dis. Actual}} = (\text{FQM}) (\text{FH actual}) (\text{No. De habitantes actual})$$

$$q_{\text{dis. Futuro}} = (\text{FQM}) (\text{FH futuro}) (\text{No. De habitantes futuro})$$

Caudal de diseño actual

$$q_{\text{dis. Actual}} = 0.0028 * 3.71 * 1356 = 14.08 \text{ lts/seg}$$

Caudal de diseño futuro

$$q_{\text{dis. Futuro}} = 0.0028 * 3.51 * 2523 = 24.8 \text{ lts/seg}$$

donde :

FQM = Factor de caudal medio

FH = Factor de Harmond o factor de flujo instantáneo

2.2.4.2.9 Diseño de secciones y pendientes

Se ha establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas, en sistemas sanitarios de P.V.C. por gravedad, pueden ser diseñadas, conservadoramente, utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos (600 p.p.m), usualmente encontradas en las aguas negras y de tormenta, no es suficiente para hacer que su comportamiento sea diferente al de agua. Por esta razón, se acepta que las aguas negras tengan las mismas características que el agua, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza. Al igual que el agua, las aguas negras buscarán el nivel más bajo cuando son introducidas en una tubería con pendiente. El intento de las aguas negras de buscar su nivel induce un movimiento conocido como flujo por gravedad.

Para simplificar el diseño de sistemas de tuberías sanitarias, es necesario asumir condiciones contantes de flujo, a pesar que la mayoría de sistemas de drenajes, funcionan con caudales sumamente variables, desde que se diseñan, permitiendo que el área de drenaje aumente o disminuya, se considera como flujo de canales abiertos.

En sistemas de alcantarillado por gravedad, el flujo se encuentra en contacto directo con la atmósfera, por lo tanto, carece de cualquier tipo de presión.

Para la determinación de la sección de la tubería sanitaria, se debe tener en cuenta el tirante hidráulico que debe estar entre:

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

Para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente, dependiendo de la gravedad, existe una pendiente mínima, que proporcionará las condiciones para que el sistema funcione, cumpliendo con los parámetros establecidos para d/D y v/V . En terrenos donde la topografía es muy quebrada, la pendiente máxima será cuando la velocidad alcance los 4 m/s, utilizando tubería PVC.

$$S = \frac{\text{Cota inicial del terreno} - \text{Cota final del terreno}}{\text{Longitud del tramo}} \times 100$$

Para todo diseño de alcantarillado, es recomendable seguir la pendiente del terreno, dependiendo siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido.

2.2.4.2.10 Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo está determinada por el diámetro de la tubería, la pendiente del terreno y el tipo de material de la tubería a utilizar. Se determina por medio de la fórmula de Manning y la relación hidráulica de velocidades v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena.

La fórmula de Manning está basada en condiciones propias del material que se utilizará para la construcción del alcantarillado, pendiente y diámetro del mismo. La ecuación de Manning es:

$$V = 1/n (R^{2/3} \cdot S^{1/2})$$

Para el sistema métrico la fórmula de Manning adopta la siguiente forma:

$$V = 1/n ((D*0.0254/4)^{2/3}*S^{1/2})$$

Donde:

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

R = Radio hidráulico = área/perímetro mojado

D = Diámetro de la sección circular (metros)

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

N = Coeficiente de rugosidad de Manning

= 0.010 para diseño de sistemas de alcantarillado por gravedad usando tubería de PVC norma F-949

Por norma al utilizar tubería PVC, v no debe ser menor de 0.40 m/s para evitar sedimentación en la tubería, ni mayor de 4.00 m/s , esto para evitar erosión o desgaste del material.

2.2.4.2.11 Cotas invert

Es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería. Se debe verificar que la cota invert sea al menos igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

Las cotas invert se calculan con base a la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. La cota invert de salida de un pozo, se coloca al menos tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja.

2.2.4.2.12 Diámetros de las tuberías

El diámetro de tubería debe calcularse y tomar en cuenta aspectos técnicos requeridos de flujo, limpieza y obstrucción. El IMFOM indica que el diámetro mínimo de tubería para alcantarillado sanitario es de 6" para tubería PVC y 8" para tubería de cemento.

Para este caso en particular, el diámetro mínimo a utilizar será de 6" en el colector principal, y de 4" en la conexión domiciliar, ambos serán de tubo P.V.C. norma ASTM F-949.

2.2.4.2.13 Profundidad de tuberías

La profundidad de la tubería está en función de las cargas transmitidas por el tránsito, terreno donde pasará la tubería, pendientes a utilizar y cotas invert tanto de salida como de entrada a un pozo de visita, que si no se toman en cuenta pueden afectar al sistema, produciendo rupturas o taponamientos en los tubos. La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, será determinada de la siguiente manera:

- Para tránsito normal (menor a 200 quintales) = 1.00 m
- Para tránsito pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 m

Cabe resaltar que estas profundidades pueden ser mayores, pero nunca menores a 1.00 metro

2.2.4.2.14 Pozos de visita

Son elementos que forman parte del sistema de alcantarillado sanitario, proporcionan acceso con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. En la actualidad, hay empresas que se dedican a la fabricación de pozos de visita de P.V.C. El criterio para ubicación de los pozos de visita son los siguientes:

- Al inicio de cada ramal.
- Intersección de tuberías.
- Cuando exista cambio de diámetro de tuberías.
- En distancias rectas no mayores a 100 metros.
- En distancias menores o iguales a 30 metros, en curvas.
- En cambio de pendiente (alivio)

2.2.4.2.15 Conexiones domiciliarias

Su finalidad principal es descargar las aguas residuales, provenientes de las casas o edificios y llevarlas al colector principal, están constituidas por:

Caja o Candela

Esta es colocada para inspección y limpieza, su función es recibir, depositar y conducir las aguas provenientes de las viviendas al colector principal, por medio de la tubería secundaria. Se construyen de mampostería o tubos de concreto en posición vertical con un diámetro mínimo de 12 pulgadas, con tapadera de concreto reforzado para la inspección. En este caso proyecto se especificó con tubo de concreto de 12” de diámetro, con tapadera y piso de concreto reforzado.

Tubería secundaria

Es la tubería que interconecta la caja o candela con el colector principal, con el objetivo de evacuar las aguas provenientes de las viviendas, es de 6 pulgadas en tubos de concreto y 4 pulgadas para tubería de PVC, debe tener una pendiente mínima de 2%.

Para este proyecto se utilizará tubería de P.V.C. de 4" de diámetro. La conexión con el colector central, se hará en el medio diámetro superior por medio de accesorio como silleta Yee a un ángulo de 45° grados.

2.2.4.2.16 Ejemplo de diseño de un tramo de tubería

Ejemplo del procedimiento del cálculo, para el tramo que va del pozo de visita PV – 14 al pozo de visita PV – 15.

Datos generales

- Habitantes = 6 hab/ casa
- Número de casas en tramo = 7 casas
- Número de casas acumuladas = 74 casas
- Población actual = 444 habitantes
- Población futura acumulada en el tramo = 826 habitantes

Datos específicos para el tramo PV-14 a PV-15

- Longitud = 88 metros (entre pozos)
- Diámetro de la tubería = 6 pulgadas (se asume el mínimo)
- Cota inicial del terreno = 536.39
- Cota final del terreno = 531.73

- Profundidad de pozo de visita No. 14 propuesta 1.50 mts

- Pendiente del terreno = $\frac{(536.39 - 531.73) \times 100}{88}$

Pendiente del terreno = 5.29%

Factor de Harmond (FH):

actual

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{(444/1000)})}{(4 + \sqrt{(444/1000)})} = 4.00$$

futuro

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{(826/1000)})}{(4 + \sqrt{(826/1000)})} = 3.85$$

Caudal domiciliar (Q_{dom}):

actual

$$Q_d = \frac{175 \times 0.85 \times 444}{86,400 \text{ seg} / \text{ dia}} = 0.76 \text{ lt} / \text{ s}$$

futuro

$$Q_d = \frac{175 \times 0.85 \times 826}{86,400 \text{ seg} / \text{ dia}} = 1.42 \text{ lt} / \text{ s}$$

Caudal de conexiones ilícitas (Q_{cl}):

Actual

$$Q_{\text{ilícita}} = \text{Dotación } Q_{\text{ilícita}} * P_{\text{futura}} / 86400 \text{ s}$$

$$Q_{\text{ilícita}} = 90 \text{ lts.} / \text{ hab.} / \text{ día.} * 444 \text{ hab} / 86400$$

$$Q_{\text{ilícita}} = 0.46 \text{ lts} / \text{ s}$$

Futuro

$$Q_{\text{ilícita}} = \text{Dotación } Q_{\text{ilícita}} * P_{\text{futura}} / 86400 \text{ s}$$

$$Q_{\text{ilícita}} = 90 \text{ lts.} / \text{ hab.} / \text{ día.} * 826 \text{ hab} / 86400$$

$$Q_{\text{ilícita}} = 0.86 \text{ lts} / \text{ s}$$

Caudal sanitario (Q_s):

actual

$$Q_{\text{sanitario}} = 0.76 + 0.46 = 1.22 \text{ lts} / \text{ s}$$

futuro

$$Q_{\text{sanitario}} = 1.42 + 0.86 = 2.28 \text{ lts / s}$$

Factor de caudal medio (fqm):

actual

$$fqm = \frac{1.22}{444} = 0.0027$$

futuro

$$fqm = \frac{2.28}{826} = 0.0028$$

Caudal de diseño (Qdis):

actual

$$Q_{\text{diseño}} = 444 \times 0.0027 \times 4.00 = 4.8 \text{ lts / s}$$

futuro

$$Q_{\text{diseño}} = 826 \times 0.0028 \times 3.85 = 8.90 \text{ lts / s}$$

Velocidad y caudal a sección llena:

Fórmula de Manning.

Velocidad:

$$V = \left(\frac{1}{N} \right) 0.03429 \left(D^{2/3} \right) \left(\frac{S}{100} \right)^{1/2}$$

Pendiente propuesta 5%

$$V = \left(\frac{1}{0.01} \right) 0.03429 \left(6^{2/3} \right) \left(\frac{5.00}{100} \right)^{1/2} = 2.5 \text{ mts / seg.}$$

Caudal:

$$Q = V \times A$$

Donde:

$A = \text{Área a sección llena}$

$V = \text{Velocidad a sección llena}$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2.5 \times 0.0177 \times 1,000 = 44.30 \text{ lts./seg.}$$

Relaciones hidráulicas:

$$q_{\text{actual}}/Q = 4.8/44.30 = 0.1084$$

$$q_{\text{futuro}}/Q = 8.90/44.30 = 0.2009$$

De las tablas de relaciones hidráulicas se obtienen:

Actual

$$v/V = 0.6541$$

$$v = V \times 0.6541$$

$$v = 2.50 \times 0.6541 = 1.63 \text{ m/ s}$$

$$d/D = 0.22$$

Futuro

$$v/V = 0.7818$$

$$v = V \times 0.7818$$

$$v = 2.50 \times 0.7818 = 1.95 \text{ m/ s}$$

$$d/D = 0.30$$

Se puede observar que la velocidad, actual y a futuro del agua, se encuentran dentro de los límites permitidos los cuales son: $0.4 \text{ m/s} < v < 4 \text{ m/s}$, al igual que la relación d/D , que se encuentra dentro de los parámetros permisibles los cuales son: $0.10 < d/D < 0.75$, por lo que la pendiente y el diámetro de la tubería, se ajustan a las necesidades del servicio tanto actuales como a futuro.

Diseño de pozo de visita 14

Profundidad de pozo propuesta = 1.50 mts.

Cota invert inicial = Elevación inicial – altura de pozo propuesta – 0.03

$$= 536.39 - 1.50 - 0.03$$

$$= 534.86 \text{ mts}$$

$$\begin{aligned}\text{Cota invert final} &= \text{Cota invert inicial} - \text{distancia de tramo} * \text{pendiente de tubería} \\ &= 534.86 - 88 * 0.05 \\ &= 530.46 \text{ mts.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Diferencia de cotas finales} &= \text{cota terreno final} - \text{cota invert final} \\ &= 531.73 - 530.46 \\ &= 1.27 \text{ mts}\end{aligned}$$

Este dato sirve para asumir la profundidad del pozo de visita 15 en el diseño del tramo siguiente de tubería de PV. 15 a PV. 16

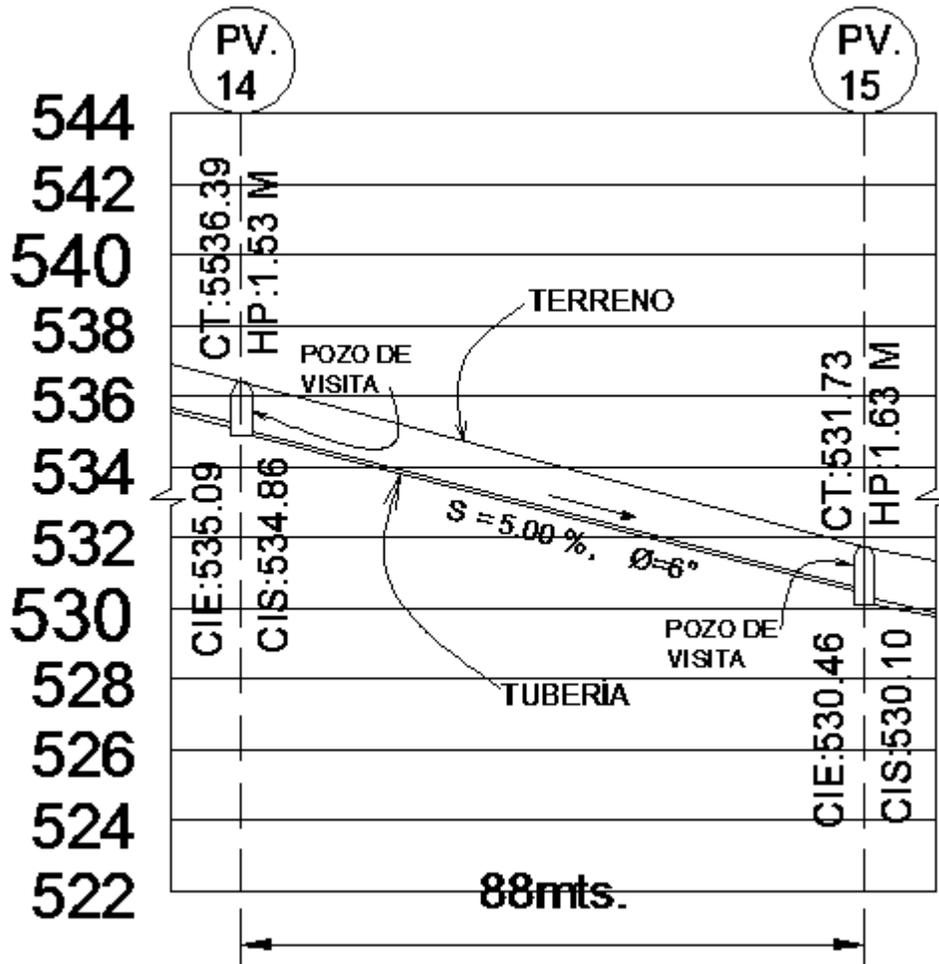
$$\begin{aligned}\text{Profundidad de pozo de visita 14 final} \\ \text{Prof. P.V. 14} &= \text{Cota de terreno inicial} - \text{Cota invert inicial} \\ &= 536.39 - 534.86 \\ &= 1.53 \text{ mts.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Profundidad de pozo de visita No. 14} &= 1.53 \text{ mts} \\ \text{Cota de entrada de tubería en pozo} &= 535.09 \\ \text{Cota de salida de tubería en pozo} &= 534.86\end{aligned}$$

La cota de entrada de la tubería en pozo, se tomó de la cota invert final del diseño del tramo anterior, de P.V. 13 a P.V. 14, y la cota de salida de tubería en pozo, se toma de la cota invert inicial del tramo que se diseña, en este caso de P.V. 14 a P.V.15.

La figura 42 ilustra la posición de los diferentes elementos del tramo de tubería diseñado.

Figura 42. Tramo de tubería PV. 14 A PV.15



En el anexo 4 se presentan las tablas del cálculo hidráulico del barrio Nueva Italia y colonia Robles.

2.2.4.2.17 Plan de operación y mantenimiento del sistema

Para que el sistema de alcantarillado sanitario del barrio Nueva Italia y colonia Robles, funcione adecuadamente durante su período de diseño, es necesario promover el mantenimiento necesario.

Como plan de operación y mantenimiento, es necesario atender lo siguiente:

- Hacer un recorrido periódico a los pozos de visita, para observar que el sistema esté funcionando adecuadamente
- Limpiar periódicamente los pozos de visita, de cualquier elemento fuera de lo normal, que pueda impedir el buen funcionamiento del mismo.
- Verificar que el flujo de agua servida, entre un pozo y otro, se este conduciendo con normalidad.
- Verificar que la tubería entre un pozo y otro no este quebrada, pues podría ocasionar erosión en los alrededores de la mismo.
- Reparar cualquier daño que se observe en los pozos de visita y prestar la atención debida a las tapaderas, pues se puede colar material ajeno al de aguas servidas y ocasionar taponamiento en el sistema
- Concientizar a la población, de no conectar tuberías de agua pluvial a su conexión domiciliar, pues podría sobrecargar el sistema y por consiguiente hacer fallar el mismo
- Cuidar que en época de invierno, las tapaderas de los pozos de visita estén debidamente puestas en los mismos, para evitar que la escorrentía de la calle, se cuele al sistema de alcantarillado sanitario.
- Cuidar que las candelas domiciliars estén en buen estado en todos sus elementos, para evitar taponamientos por objetos ajenos al agua residual.

2.2.5 Tratamiento de aguas servidas

Es de gran importancia y de alto interés el tratamiento de las aguas residuales, para mitigar los efectos nocivos que pueda producir dicho proyecto. No debe afectar el entorno natural del medio ambiente, ni mucho menos modificarlo. El cambio que se produzca en el medio ambiente, sean menores o de gran magnitud, afectan proporcionalmente el ámbito climático.

Cuando no se dispone de alcantarillado público, uno de los factores principales que influyen en la salud de los individuos, es la disposición apropiada de las excretas humanas. Muchas enfermedades, como fiebre tifoidea, disentería y diarrea, se transmiten de una persona a otra, a través de la contaminación fecal de los alimentos y de las aguas.

2.2.5.1 Diseño de fosa séptica

El diseño de la fosa depende principalmente de la cantidad de viviendas a servir.

Es recomendable que una fosa séptica no de servicio a más de 60 viviendas simultáneamente, por lo que el diseño es el siguiente:

Número de viviendas a servir = 60

Número de habitantes por casa = 6

Dotación por habitante = 175 lts/s

Factor de retorno = 0.85

Caudal habitante / día = $175 * 0.85 = 148.75$ lts/hab/día

Por lo que:

60 viviendas * 6 habitantes/vivienda = 360 habitantes.

El volumen de líquidos está dado por

$$\text{Vol. Liq.} = (360 \text{ hab.} * 148.75 \text{ lts / hab-día} * 1 \text{ día}) / 1000 \text{ lts/m}^3$$

$$\text{Vol. Liq.} = 53.55 \text{ m}^3$$

Volumen de lodos

- Cada fosa séptica se limpiará a cada 3 años
- Volumen de lodos por persona será de 45 lts/hab/año

Por lo que

$$\text{Vol. Lodos} = (360 \text{ hab.} * 45 \text{ lts/hab-año} * 3 \text{ años}) / 1000 \text{ lts/m}^3 = 48.60 \text{ m}^3$$

Volumen de fosa séptica

$$\text{Vol. Fosa Séptica} = \text{Vol. Líquidos} + \text{Vol. Lodos}$$

$$= 53.55 \text{ m}^3 + 48.60 \text{ m}^3$$

$$= 102.5 \text{ m}^3$$

Para determinar las dimensiones de la fosa, se tiene que respetar que la longitud es dos veces el ancho, el alto se propone no sea ni muy profunda, que dificulte su construcción o muy pequeña que demande mucha área superficial.

Para determinar las dimensiones de la fosa se propone una profundidad de 2.30 metros.

$$\text{Volumen} = \text{Ancho} * \text{Alto} * \text{Largo}$$

Donde largo = 2 veces el ancho

$$\text{Volumen} = \text{Alto} * 2 \text{ Ancho}^2$$

$$\text{Con volumen} = 102.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Alto} = 2.30 \text{ m}$$

Sustituyendo

$$102.5 \text{ m}^3 = 2\text{Ancho}^2 * 2.30$$

$$\text{Ancho} = 4.71 \text{ mts.}$$

Por lo tanto, el largo será de 9.42 mts.

$$\begin{aligned} \text{Altura total de fosa} &= 2.30 * 0.02 + 2.30 \\ &= 2.35 \text{ mts.} \end{aligned}$$

Las dimensiones de la fosa séptica serán:

$$\text{Largo} = 9.42 \text{ mts,} \quad \text{Ancho} = 4.71 \text{ mts,} \quad \text{Profundidad} = 2.35$$

Ver detalles de fosa séptica en apéndice 5, planos de alcantarillado sanitario.

El efluente, proveniente de la fosa séptica, se evacuará a un zanjón, por el cual corren las aguas negras de la cabecera municipal, por lo que no se hace necesario incorporar pozos de absorción al sistema.

2.2.6 Elaboración de planos.

Los planos elaborados para este proyecto son: planta general densidad de vivienda, planta-perfil de colector central y ramales y los detalles de pozos de visita, conexiones domiciliarias y fosa séptica.

2.2.7 Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.

El presupuesto se elaboró siguiendo la metodología que se aplicó al presupuesto del edificio escolar.

Tabla XIV. Costo alcantarillado sanitario barrio Nueva Italia y colonia Robles, Génova Cuca, Quetzaltenango.

No.	Actividad	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Replanteo topográfico	Km	3.18	Q6,850.80	Q21,785.54
2	Excavación	M ³	6812.04	Q93.42	Q636,380.78
3	Colocación tubería 6" ASTM F-949	ML	2108.6	Q121.47	Q256,131.64
4	Colocación tubería 8" ASTM F-949	ML	1069.1	Q181.48	Q194,020.27
5	Relleno y compactación	M ³	5559.71	Q54.81	Q304,727.71
6	Pozo de visita de 1.40 mt a 2.40 mt	U	40	Q7,000.64	Q280,025.60
7	Pozo de visita de 2.41 mt a 3.40 mt	U	12	Q9,528.06	Q114,336.72
8	Pozo de visita de 3.41 mt a 4.60	U	7	Q11,368.61	Q79,580.27
9	Conexión Domiciliar	U	226	Q1,250.56	Q282,626.56
10	Fosa Séptica	U	7	Q129,090.67	Q903,634.69
Total costo de alcantarillado					Q3,073,249.78

2.2.8 Estudio de impacto ambiental

Es el análisis 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.

Actualmente se han visto afectados los ríos que rodean al municipio de Génova Costa Cuca, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjones que van a dar a los ríos, por lo que la población está teniendo una participación negativa para el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio, por ser removido al momento de la excavación y este a su vez provocará polvo, que molestará a las personas que viven cerca de donde pasará el sistema de alcantarillado, debido a las condiciones del clima, como el viento, etc.

Como impacto ambiental positivo, se menciona la eliminación de aguas servidas, que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar, la eliminación de fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos y la disminución de enfermedades, que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar, además de que las aguas servidas, que sean transportadas por el sistema de alcantarillado, recibirán un tratamiento primario, antes de ser evacuadas a su destino final, en este caso a un zanjón.

2.2.9 Valuación socio – económica

2.2.9.1 Valor presente neto

El método del valor presente neto es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación, la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros, se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero, implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, o por el contrario, si el VPN es mayor que cero representa una ganancia.

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

Debido a que este es un proyecto de beneficio para la comunidad, que cumple con su objetivo de carácter social, no se contempla algún tipo de utilidad (no hay ingresos), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$VPN = 0 - 3,073,249.78$$

$$VPN = - 3,073,249.78$$

2.2.9.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevee ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR, mediante el uso de alguna fórmula.

Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto. Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala, que es la inversión en títulos públicos y que actualmente pagan esa cantidad es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos, para invertirlos en obra pública.

CONCLUSIONES

1. Con la construcción del alcantarillado sanitario se estará beneficiando directamente a la población del barrio Nueva Italia y colonia Robles, eliminando los focos de contaminación que tantas enfermedades les han causado, además que la calidad de vida de los habitantes de dichas comunidades mejorará considerablemente, sobre todo a la población infantil.
2. La determinación más aproximada de la población a servir, es un dato de vital importancia en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, que permitirá considerar todos aquellos aspectos que intervienen tanto hidráulicos como de costos.
3. Con la construcción del edificio escolar de dos niveles, se pretende mejorar la calidad en instalaciones de enseñanza de la Escuela Cristóbal Colón. Además, contribuirá a incrementar la capacidad de atención de estudiantes dentro del casco urbano, ya que se contará con mayor área para albergar a mayor cantidad de estudiantes
4. El diagnóstico realizado en el municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango, determinó las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura que padece la comunidad, y con base a esto, la municipalidad tiene el instrumento para programar inversiones de proyectos, que ayuden a elevar la calidad de vida de sus habitantes.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un programa de concientización a todos los usuarios de la comunidad beneficiada, sobre el uso correcto del sistema de alcantarillado sanitario, explicándoles lo que no se debe permitir, que ningún vecino deposite basura dentro de los pozos de visita o tubería, no conectar las tuberías de aguas de lluvias de sus casas al sistema de alcantarillado, para asegurar el buen desempeño del sistema durante el período para el que fue diseñado.
2. Implementar el plan de mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario, tanto en verano para evitar el taponamiento, así como en invierno para evitar que el agua de lluvia sobrecargue las tuberías y estas colapsen.
3. Exigir el cumplimiento de las especificaciones técnicas, a la empresa que se contrate para la construcción de cada uno de los proyectos, para cumplir con los planos propuestos, a fin de asegurar la correcta construcción de los mismos.
4. Hacer un ensayo dinámico del suelo, antes de construir el edificio escolar, para verificar la capacidad de carga del mismo.
5. Actualizar los precios de los materiales y de mano de obra de cada uno de los proyectos, para evitar dejar obras inconclusas y por consiguiente tiempo y dinero mal invertido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Código ACI – 318-99. American Concrete Institute. **Código de diseño de hormigón armado y comentarios.** (Chile 2000) p. 85-230, 257-264
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). **Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala.** (Guatemala 2002) p. 28
3. Carlos Crespo Villalaz. **Mecánica de suelos y cimentaciones.** (4ª Edición; México: editorial Limusa, 1999) p. 640
4. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto.** (14 Edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001) p. 772
5. Antonio Eliceo Suruy Velásquez. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Laguna Bermeja, municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala. Trabajo de graduación, (Facultad de Ingeniería. Guatemala, marzo de 2003)
6. Funcede. Fundación Soros. **Manual guía para la elaboración de perfiles de proyectos de infraestructura comunitaria básica.** (Guatemala noviembre 2000)

ANEXO 1

Figura 43. Mapa de zonificación sísmica en Guatemala



Tabla XV. Método SEAOC , factor Z para sismos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0.00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0.25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0.50
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1.00

ANEXO 2

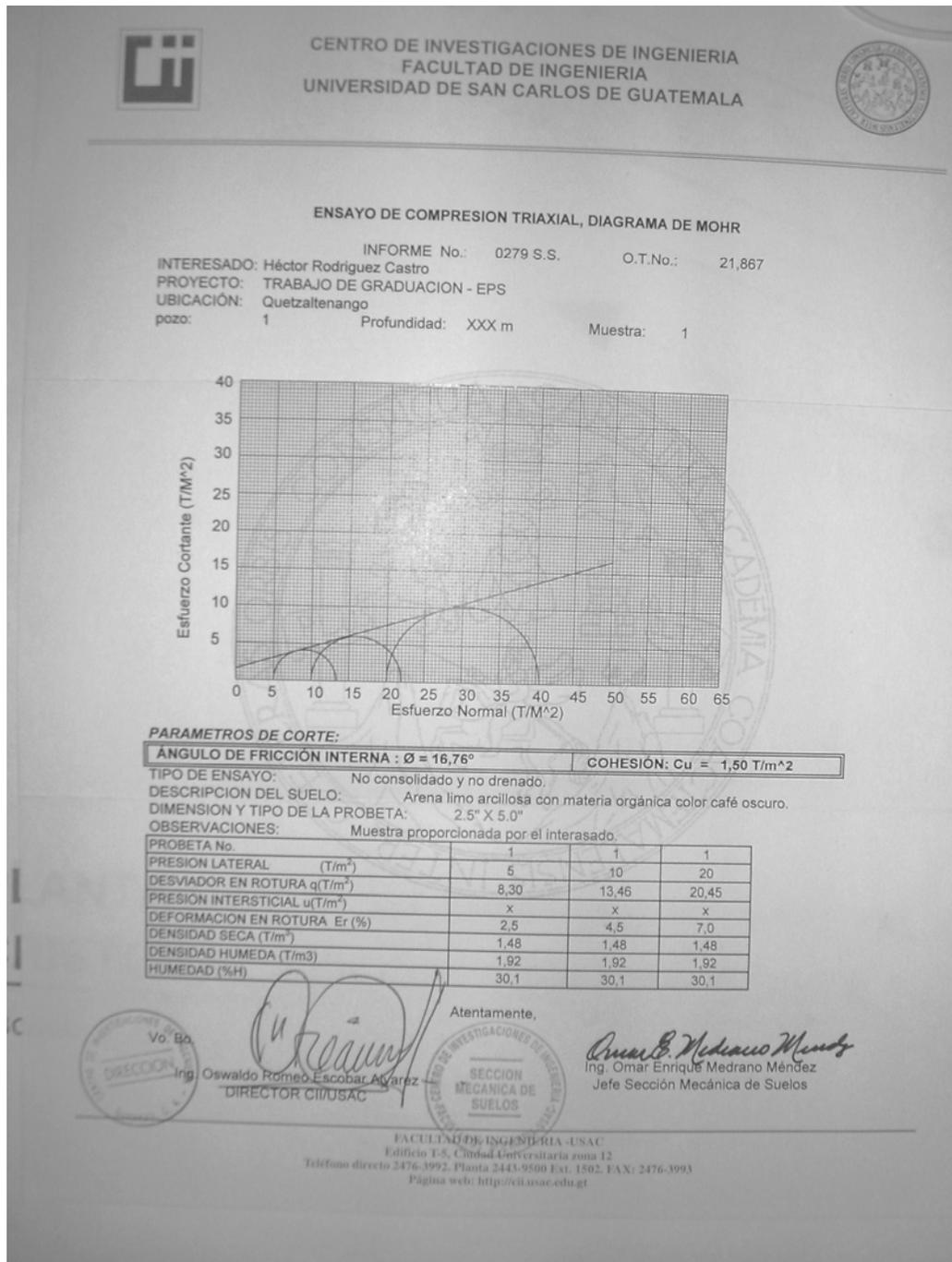
Figura 44. Valor de K'_x y K'_y para diseño de columnas



Fuente: Julio Corado Franco, **Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño concreto**. Facultad de ingeniería USAC 1998

ANEXO 3

Figura 45. Estudio de suelos, ensayo compresión triaxial



Anexo 4
Cálculo hidráulico Sistema de Alcantarillado Sanitario
Barrio Nueva Italia y Colonia Robles
Génova Costa Cuca
Quetzaltenango

Tabla XVI. Cálculo hidráulico, sistema de alcantarillado sanitario.

Proyecto: Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario
 Localización: Barrio Nueva Italia y Colonia Robles, Génova Costa Rica, Quetzaltenango
 Cálculo y diseño: Héctor Enrique Rodríguez Castro

Densidad de vivienda: 6 habitantes/casa
 Caudal Domiciliar: 175 Lts/hab.
 Longitud de alcantarillado: 3177.70 metros

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, GÉNOVA COSTA RICA, QUETZALTENANGO

De	A	Cota Terreno		D.H. Mts	S (%) Terreno	No. Casas		Hab. a servir		Factor Harmond		Factor caudal medio		Qdis. (lts/s)		φ (pulg)	S (%) Tubo	Secc. Llana		Vel. (m/s)		Cota Invert		Prof. Pozo		Vol. Exc. M ³	
		Inicio	Final			local	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.			Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Inic.	Fin.		Inic.
1.0	2.0	563.65	559.87	77.00	4.90	5.00	5.00	30.00	56.00	4.35	4.30	0.0027	0.0027	0.35	0.65	6	3.20	2.00	35.40	0.64	0.76	561.12	558.66	2.53	1.91	0.60	85.71
2.0	3.0	559.87	558.37	37.00	4.05	2.00	7.00	42.00	79.00	4.33	4.27	0.0028	0.0028	0.51	0.94	6	2.10	1.62	28.70	0.61	0.74	557.96	557.18	1.91	1.89	0.60	34.30
3.0	4.0	558.37	555.99	51.00	4.67	3.00	10.00	60.00	112.00	4.29	4.23	0.0026	0.0025	0.67	1.09	6	3.00	1.94	34.30	0.76	0.87	556.48	554.95	1.89	1.58	0.60	45.14
4.0	5.0	555.99	553.62	51.50	4.59	3.00	13.00	78.00	146.00	4.27	4.19	0.0027	0.0027	0.90	1.65	6	4.60	2.40	42.50	0.96	1.15	554.41	552.04	1.58	1.81	0.60	48.35
5.0	6.0	553.62	551.45	55.00	3.95	3.00	16.00	96.00	179.00	4.25	4.17	0.0027	0.0028	1.10	2.09	6	3.50	2.10	37.00	0.92	1.13	551.81	549.89	1.81	1.80	0.60	55.11
6.0	7.0	551.45	549.32	54.00	3.94	2.00	18.00	108.00	201.00	4.23	4.15	0.0028	0.0028	1.28	2.34	6	3.50	2.10	37.00	0.98	1.17	549.66	547.77	1.80	2.25	0.60	536.62
7.0	8.0	549.32	548.54	52.00	1.50	5.00	23.00	138.00	257.00	4.20	4.11	0.0028	0.0028	1.62	2.96	6	1.00	1.12	19.80	0.67	0.80	547.07	546.55	2.25	2.69	0.60	65.68
8.0	9.0	548.54	547.76	52.00	1.50	6.00	29.00	174.00	324.00	4.17	4.06	0.0027	0.0028	1.96	3.68	6	1.50	1.37	24.20	0.82	0.99	545.85	545.07	2.69	1.43	0.60	83.46
9.1	9.0	547.30	547.76	80.00	(-0.575)	4.00	4.00	24.00	45.00	4.37	4.32	0.0028	0.0028	0.29	0.54	6	1.00	1.12	19.80	0.41	0.49	545.87	545.07	1.43	2.73	0.60	220.58
9.0	10.0	547.76	546.86	61.50	1.46	5.00	38.00	228.00	425.00	4.13	4.01	0.0028	0.0028	2.64	4.77	6	1.00	1.12	19.80	0.78	0.92	545.03	544.11	2.73	2.79	0.60	100.55
10.0	11.0	546.86	546.35	71.50	0.71	11.00	49.00	294.00	547.00	4.08	3.95	0.0028	0.0028	3.36	6.05	6	0.20	0.50	8.90	0.47	0.54	544.07	543.93	2.79	2.45	0.60	111.11
11.0	12.0	546.35	544.85	72.00	2.08	6.00	55.00	330.00	614.00	4.06	3.93	0.0028	0.0028	3.75	6.75	6	0.50	0.79	14.00	0.67	0.78	543.90	543.54	2.45	1.53	0.60	80.56
12.0	13.0	544.85	540.62	80.00	5.29	5.00	60.00	360.00	670.00	4.04	3.90	0.0028	0.0028	4.07	7.31	6	5.00	2.50	44.30	1.55	1.85	543.32	539.32	1.53	1.53	0.60	67.20
13.0	14.0	540.62	536.39	80.00	5.29	7.00	67.00	402.00	748.00	4.02	3.88	0.0028	0.0028	4.53	8.13	6	5.00	2.50	44.30	1.60	1.90	539.09	535.09	1.53	1.53	0.60	67.20
14.0	15.0	536.39	531.73	88.00	5.29	7.00	74.00	444.00	826.00	4.00	3.85	0.0027	0.0028	4.80	8.90	6	5.00	2.50	44.30	1.63	1.95	534.86	530.46	1.53	1.63	0.60	73.13
15.0	16.0	531.73	529.70	51.00	3.98	4.00	78.00	468.00	871.00	3.99	3.84	0.0028	0.0028	5.23	9.36	6	4.00	2.24	39.60	1.55	1.84	530.10	528.06	1.63	2.28	0.60	49.57
16.0	17.0	529.70	527.65	51.50	3.98	2.00	80.00	480.00	893.00	3.98	3.83	0.0028	0.0028	5.35	9.57	6	4.00	2.24	39.60	1.57	1.84	527.42	525.36	2.28	1.43	0.60	70.14
18.3	18.2	523.84	523.69	70.00	0.20	4.00	4.00	24.00	45.00	4.37	4.32	0.0027	0.0028	0.28	0.54	6	0.50	0.79	14.00	0.32	0.38	522.41	522.06	1.43	1.68	0.75	151.62
18.2	18.1	523.69	523.70	35.00	(-0.03)	3.00	7.00	42.00	79.00	4.33	4.27	0.0026	0.0028	0.47	0.94	6	0.50	0.79	14.00	0.40	0.45	522.01	521.89	1.68	1.90	0.60	36.86

TABLA XVII. Cálculo hidráulico, sistema de alcantarillado sanitario.

Proyecto: Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario
 Localización: Barrio Nueva Italia y Colonia Robles, Génova Costa Rica, Quetzaltenango
 Calculó y diseñó: Héctor Enrique Rodríguez Castro

Densidad de vivienda: 6 habitantes/casa
 Caudal Domiciliar: 175 Lts/hab.
 Longitud de alcantarillado: 3177.70 metros

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, GÉNOVA COSTA RICA, QUETZALTENANGO

De	A	Cota Terreno		D.H. Mts	S (%) Terreno	No. Casas local	No. Casas Acum.	Hab. a servir		Factor Harmon		Factor caudal medio		Qdis. (lts/s)		φ (plg)	S (%) Tubo	Secc. Llana		Vel. (m/s)		Cota Invert		Prof. Pozo		Ancho zanja	Vol. Exc. M ³
		Inicio	Final					Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.			Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.		
18.1	18.0	523.70	524.82	28.00	(-)4	1	8	48	90	4.32	4.26	0.0028	0.0027	0.58	1.03	6	0.40	0.71	12.60	0.36	0.43	521.80	521.69	1.90	2.92	0.70	49.00
17.0	18.0	527.65	524.82	53.50	5.30	4	84	504	937	3.97	3.81	0.0028	0.0028	5.60	9.99	6	5.50	2.63	46.40	1.76	2.10	524.73	521.79	2.92	3.18	0.70	110.85
18.0	19.0	524.82	524.27	14.50	3.79	3	95	570	1061	3.94	3.78	0.0028	0.0028	6.29	11.23	6	1.00	1.12	19.80	1.00	1.15	521.64	521.49	3.18	1.63	0.70	30.04
20.1	20.0	525.63	523.13	66.00	3.79	8	8	48	90	4.32	4.26	0.0028	0.0027	0.58	1.04	6	3.70	2.15	38.10	0.77	0.95	524.00	521.56	1.63	2.81	0.60	62.77
19.0	20.0	524.27	523.17	25.50	4.31	3	98	588	1094	3.94	3.77	0.0028	0.0028	6.49	11.55	6	0.50	0.79	14.00	0.77	0.88	521.46	521.33	2.81	1.88	0.65	38.29
20.0	21.0	523.17	522.70	10.50	4.48	2	108	648	1206	3.91	3.75	0.0028	0.0028	7.09	12.66	6	3.50	2.10	37.00	1.62	1.91	521.29	520.92	1.88	1.91	0.65	12.39
21.0	22.0	522.70	519.72	70.00	4.26	8	116	696	1295	3.90	3.72	0.0028	0.0028	7.60	13.49	6	4.40	2.35	41.50	1.79	2.09	520.79	517.71	1.91	1.45	0.65	88.49
22.0	23.0	519.72	515.57	69.50	5.97	4	120	720	1339	3.89	3.72	0.0028	0.0028	7.84	13.95	6	5.00	2.50	44.30	1.88	2.23	517.68	514.20	1.45	1.48	0.60	70.47
23.0	24.0	515.57	514.07	32.00	4.69	0	120	720	1339	3.89	3.72	0.0028	0.0028	7.84	13.95	6	4.80	2.45	43.80	1.86	2.18	514.09	512.55	1.48	1.73	0.60	28.51
24.0	25.0	514.07	507.92	70.00	8.75	3	123	738	1373	3.88	3.70	0.0028	0.0028	8.02	14.22	6	8.50	3.27	57.90	2.29	2.71	512.32	506.37	1.73	1.58	0.60	68.25
25.0	26.0	507.92	506.97	20.00	4.75	2	125	750	1395	3.88	3.70	0.0028	0.0028	8.15	14.50	6	4.28	2.45	43.80	1.86	2.21	506.34	505.38	1.58	1.62	0.60	18.84
26.0	27.0	506.97	508.58	39.50	(-)4.08	3	128	768	1429	3.87	3.69	0.0028	0.0028	8.32	14.76	8	0.14	0.51	16.60	0.51	0.58	505.35	505.29	1.62	3.31	0.70	67.33
27.0	28.0	508.58	506.55	83.00	2.45	4	132	792	1474	3.86	3.68	0.0028	0.0028	8.56	15.23	8	1.30	1.56	50.50	1.15	1.37	505.27	504.19	3.31	2.39	0.70	163.84
28.0	29.0	506.55	505.55	36.00	2.78	4	136	816	1518	3.85	3.68	0.0028	0.0028	8.80	15.64	8	1.30	1.56	50.50	1.17	1.37	504.16	503.69	2.39	1.90	0.65	49.37
29.0	30.0	505.55	503.89	40.00	4.15	4	140	840	1563	3.85	3.67	0.0028	0.0028	9.06	16.06	8	2.50	2.17	70.00	1.50	1.76	503.65	502.65	1.90	1.43	0.65	40.43
30.0	31.0	503.89	503.81	51.00	0.16	2	142	852	1585	3.84	3.66	0.0028	0.0028	9.16	16.24	8	0.17	0.56	18.90	0.56	0.63	502.46	502.37	1.43	1.48	0.65	47.07
31.0	32.0	503.81	505.88	52.00	(-)3.98	2	144	864	1607	3.84	3.65	0.0028	0.0028	9.28	16.42	8	0.20	0.61	19.80	0.67	0.68	502.33	502.23	1.48	3.67	0.75	78.04
32.0	33.0	505.88	503.22	94.00	2.83	6	150	900	1674	3.83	3.64	0.0028	0.0028	9.65	17.06	8	0.20	0.61	19.80	0.60	0.68	502.21	502.02	3.67	2.08	0.75	155.76
33.0	34.0	503.22	501.37	68.60	2.70	5	155	930	1730	3.82	3.63	0.0028	0.0028	9.95	17.58	8	6.00	3.36	108.50	2.08	2.49	501.94	497.82	2.08	1.43	0.75	101.42
34.1	34.0	500.28	501.37	25.00	(-)4.35	5	5	30	56	4.35	4.30	0.0028	0.0027	0.37	0.65	6	1.60	1.42	25.00	0.51	0.61	498.85	498.45	1.43	3.58	0.70	37.80

TABLA XVIII. Cálculo hidráulico, sistema de alcantarillado sanitario.

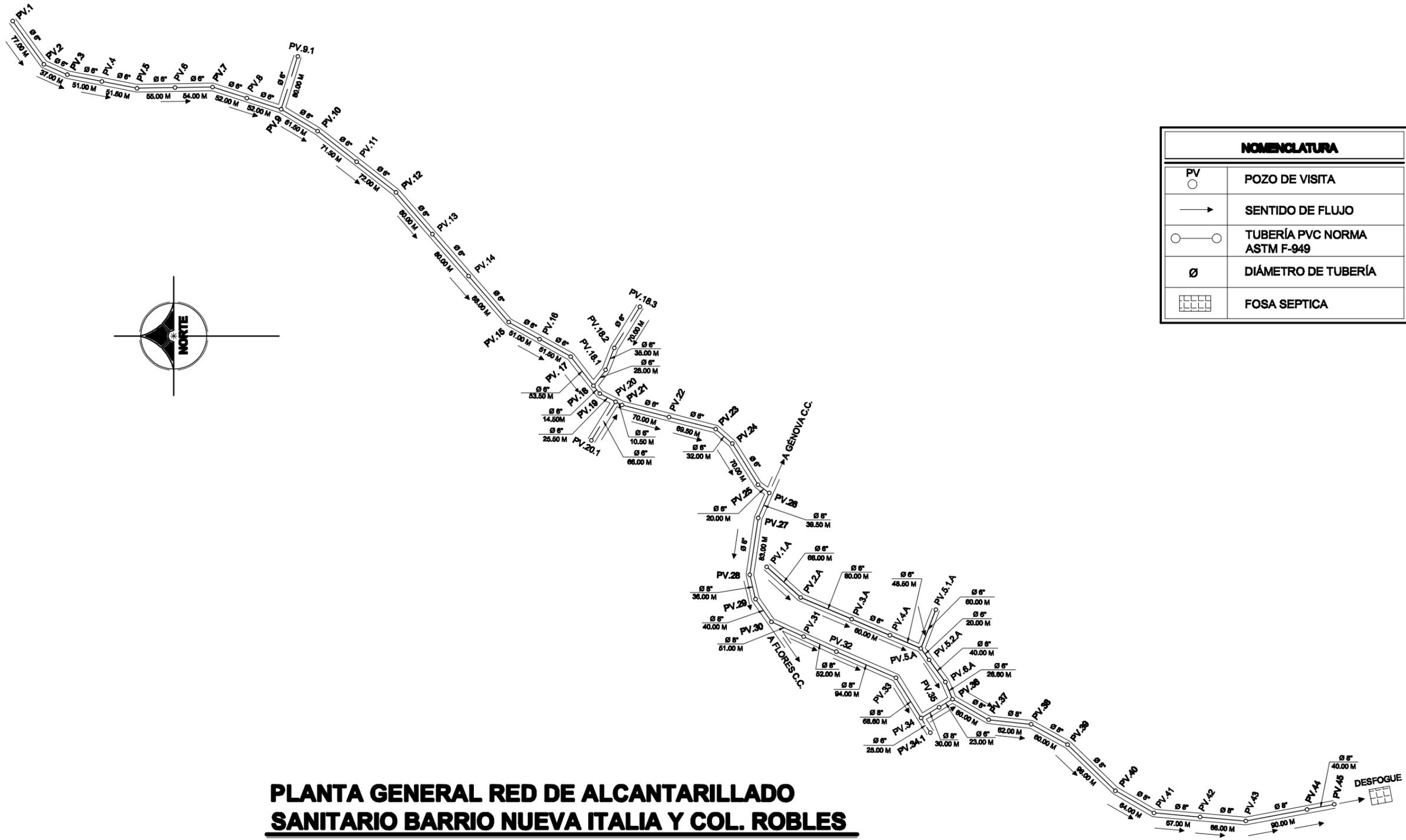
Proyecto: Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario
 Localización: Barrio Nueva Italia y Colonia Robles, Génova Costa Cuca, Quetzaltenango
 Densidad de vivienda: 6 habitantes/casa
 Caudal Domiciliar: 175 Lts/hab.
 Cálculo y diseño: Héctor Enrique Rodríguez Castro
 Longitud de alcantarillado: 3177.70 metros

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES, GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO

De	A	Cota Terreno		D.H. Mts	S (%) Terreno	No. Casas		Factor Harmon		Factor caudal medio		Qdis. (lts/s)		φ (plg)	S (%) Tubo	Secc. Llana		Vel. (m/s)		Cota Invert		Prof. Pozo		Vol. Exc. M ³			
		Inicio	Final			local	Acum.	Hab. a servir	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.			Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Inic.		Fin.	Inic.	Fin.
34.0	35.0	501.37	498.65	30.00	9.10	2	162	972	1808	3.81	3.62	0.0028	0.0028	10.37	18.33	8	8.50	4.00	129.20	2.40	2.84	497.79	495.24	3.58	3.53	0.70	73.80
35.0	36.0	498.65	493.67	23.00	21.65	1	163	978	1819	3.81	3.62	0.0028	0.0028	10.43	18.44	6	11.00	3.72	65.90	2.72	3.20	495.12	492.59	3.53	1.43	0.75	39.50
1.a	2.a	510.99	511.36	66.00	(-0.56)	5	5	30	56	4.35	4.30	0.0027	0.0028	0.35	0.67	6	1.00	1.12	19.80	0.43	0.51	509.56	508.90	1.43	3.16	0.65	100.99
2.a	3.a	511.36	505.17	80.00	7.74	6	11	66	123	4.29	4.22	0.0027	0.0028	0.76	1.45	6	5.50	2.63	46.40	0.97	1.18	508.20	503.80	3.16	2.03	0.70	141.68
3.a	4.a	505.17	505.78	60.00	(-1.02)	5	16	96	179	4.25	4.17	0.0028	0.0028	1.14	2.04	6	1.40	1.33	23.40	0.69	0.83	503.14	502.30	2.03	3.53	0.70	115.08
4.a	5.a	505.78	497.44	48.50	17.19	2	18	108	201	4.23	4.15	0.0028	0.0028	1.28	2.36	6	12.00	3.88	68.80	1.44	1.85	502.25	496.43	3.53	1.43	0.75	135.30
5.1a	5.a	497.12	497.44	60.00	(-0.53)	3	3	18	35	4.39	4.34	0.0028	0.0028	0.22	0.43	6	0.50	0.79	14.00	0.30	0.40	495.69	495.39	1.43	3.80	0.65	67.30
5.a	5.2a	497.44	492.84	20.00	23.00	1	22	132	246	4.21	4.11	0.0028	0.0028	1.56	2.83	6	10.00	3.55	62.80	1.49	1.81	493.61	491.61	3.80	1.43	0.70	35.21
5.2a	6.a	492.84	490.68	40.00	5.40	0	22	132	246	4.21	4.11	0.0028	0.0028	1.56	2.83	6	5.00	2.50	44.30	1.18	1.40	491.41	489.41	1.43	1.43	0.60	32.04
6.a	36.0	490.68	493.67	26.60	(-11.24)	0	22	132	246	4.21	4.11	0.0028	0.0028	1.56	2.83	6	0.30	0.61	10.80	0.43	0.51	489.25	489.17	1.43	4.53	0.75	58.85
36.0	37.0	493.67	489.60	60.00	6.78	1	186	1116	2076	3.77	3.57	0.0028	0.0028	11.78	20.75	8	5.00	3.06	99.10	2.05	1.62	489.14	486.14	4.53	3.51	0.75	108.97
37.0	38.0	489.60	489.18	62.00	0.68	0	186	1116	2076	3.77	3.57	0.0028	0.0028	11.78	20.75	8	0.30	0.75	24.30	0.74	0.84	486.09	485.90	3.51	3.31	0.70	146.70
38.0	39.0	489.18	488.83	60.00	0.58	8	194	1164	2165	3.76	3.56	0.0028	0.0028	12.25	21.58	8	0.30	0.75	24.30	0.75	0.85	485.87	485.87	3.31	3.17	0.70	134.82
39.0	40.0	488.83	486.66	96.00	2.26	11	205	1230	2288	3.74	3.53	0.0028	0.0028	12.88	22.61	8	1.00	1.37	44.30	1.20	1.37	485.66	484.70	3.17	1.99	0.70	171.36
40.0	41.0	486.66	485.22	64.00	2.25	5	210	1260	2344	3.73	3.53	0.0028	0.0028	13.16	23.17	8	1.00	1.37	44.30	1.19	1.38	484.67	484.67	1.99	1.53	0.65	65.73
41.0	42.0	485.22	483.88	67.00	2.00	7	217	1302	2422	3.72	3.52	0.0028	0.0028	13.56	23.87	8	2.50	2.17	70.00	1.67	1.97	483.69	482.02	1.53	1.93	0.65	73.16
42.0	43.0	483.88	482.56	66.00	2.00	4	221	1326	2467	3.71	3.51	0.0028	0.0028	13.77	24.25	8	2.00	1.94	62.70	1.55	1.82	481.95	480.63	1.93	1.98	0.65	83.40
43.0	44.0	482.56	476.85	90.00	6.34	5	226	1356	2523	3.71	3.51	0.0028	0.0028	14.08	24.80	8	6.00	3.36	108.50	2.35	2.72	480.58	475.18	1.98	1.73	0.75	105.89
44.0	45.0	476.85	474.32	40.00	6.33	0	226	1356	2523	3.71	3.51	0.0028	0.0028	14.08	24.80	8	5.00	3.06	99.10	2.14	2.54	475.12	473.12	1.73	1.40	0.60	34.80

Anexo 5
Planos del sistema de alcantarillado sanitario
barrio Nueva Italia y colonia Robles,
Génova Costa Cuca,
Quetzaltenango

Anexo 6
Planos del diseño de edificio escolar
Escuela “Cristóbal Colon”
Génova Costa Cuca
Quetzaltenango

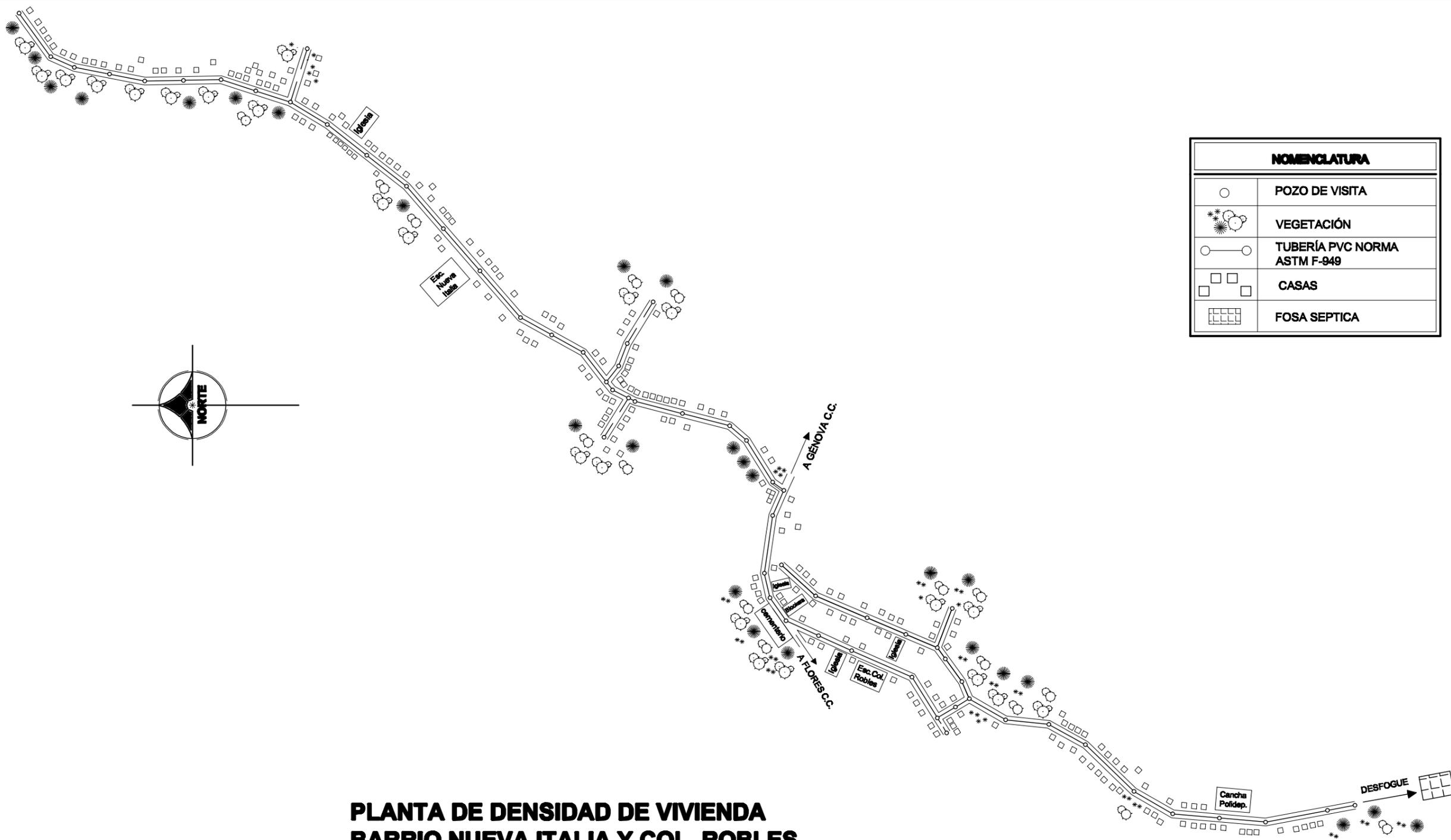


NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
→	SENTIDO DE FLUJO
○—○	TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-949
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
□	FOSA SEPTICA

**PLANTA GENERAL RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO BARRIO NUEVA ITALIA Y COL. ROBLES**

ESCALA: 1 : 6,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PLANTA GENERAL	HOJA: 1
FECHA: ABRIL - 2008		10
ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	JUAN HERRERA C. SUPERVISOR I.P.S.

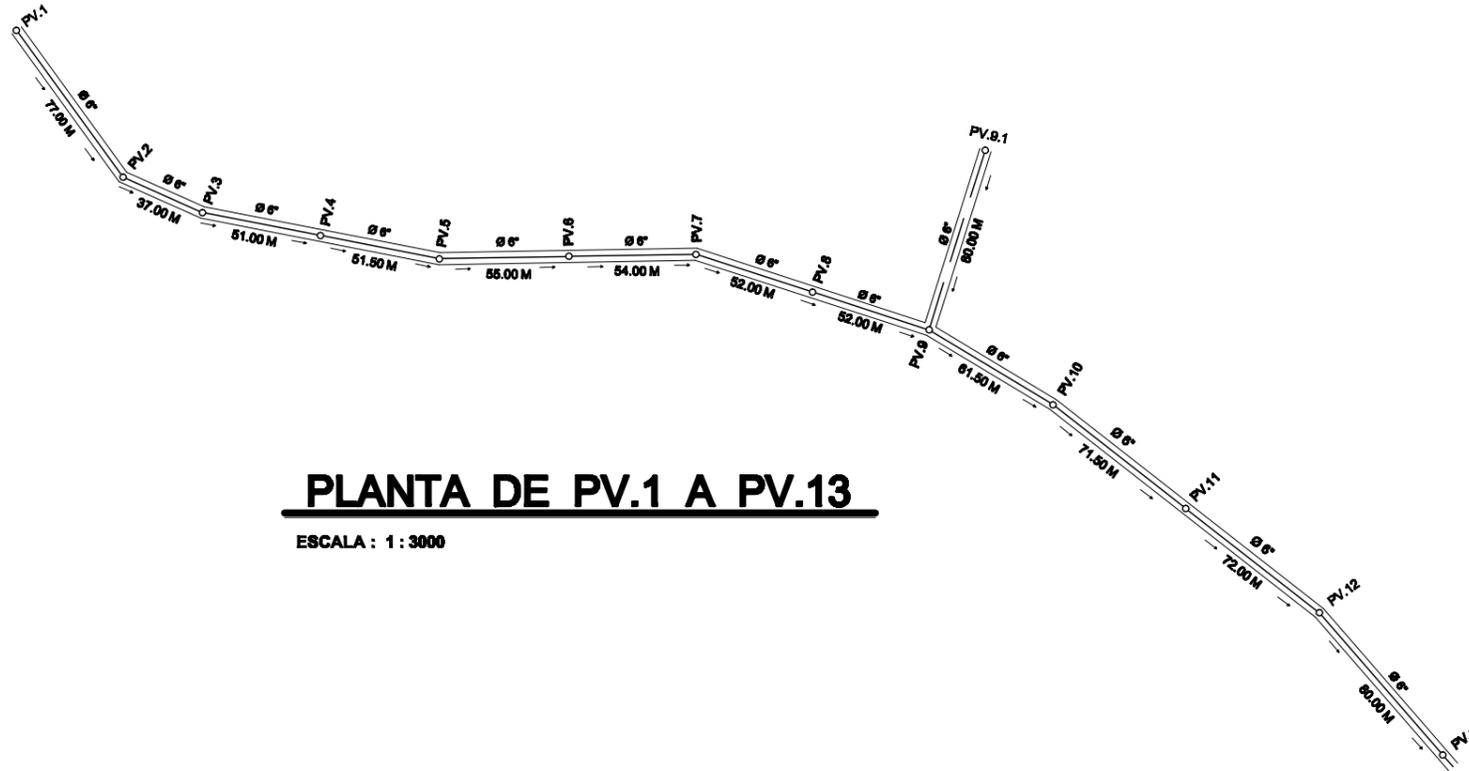
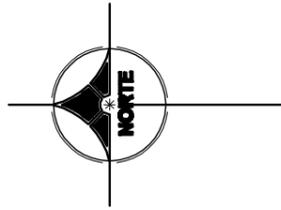


NOMENCLATURA	
○	POZO DE VISITA
☼	VEGETACIÓN
○—○	TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-949
□	CASAS
▤	FOSA SEPTICA

**PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
BARRIO NUEVA ITALIA Y COL. ROBLES**

ESCALA: 1 : 6,000

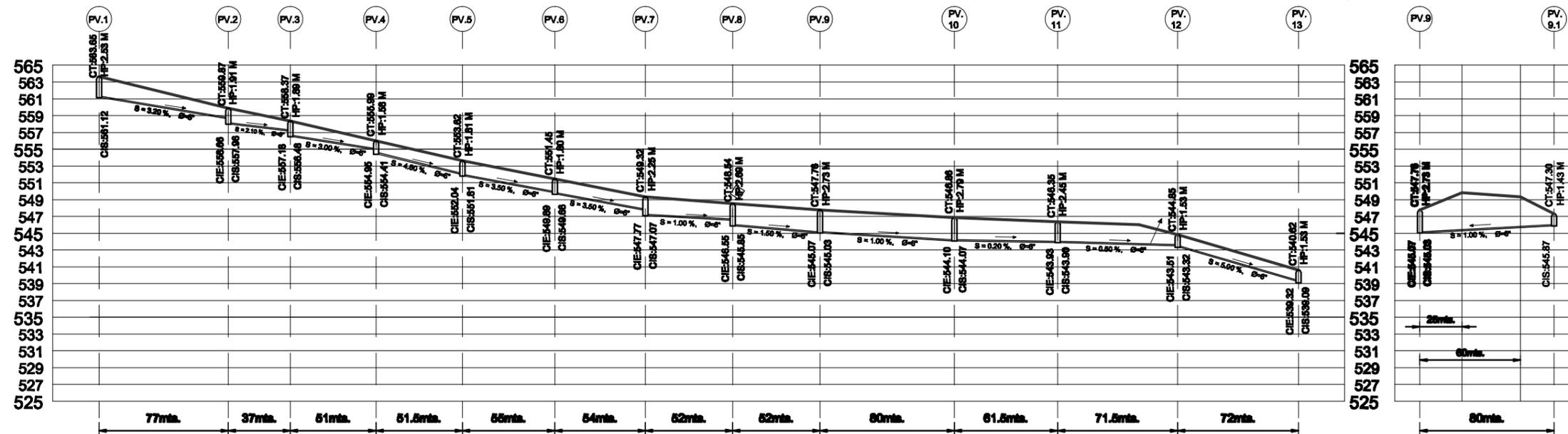
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA	HOJA: 2	10
FECHA: ABRIL - 2008			
ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	JUAN HERRERA C. SUPERVISOR I.P.S.	



PLANTA DE PV.1 A PV.13

ESCALA : 1 : 3000

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
→	SENTIDO DE FLUJO
○—○	TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-949
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	PENDIENTE
⌋	POZO DE VISITA PERFIL
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
HP	ALTURA DE POZO



PERFIL: DE PV. 1 A PV.13

ESCALA VERTICAL: 1 : 600

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 3000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA

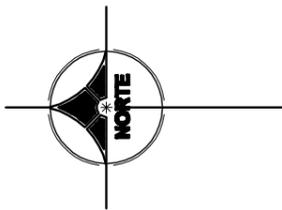
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO LOCALIZACIÓN:
INGENIERÍA CIVIL GÉNOVA COSTA CUCA
QUETZALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA
ITALIA Y COLONIA ROBLES.

DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C. CONTENIDO: PERFIL DE PV.1 A PV.13 HOJA: 3

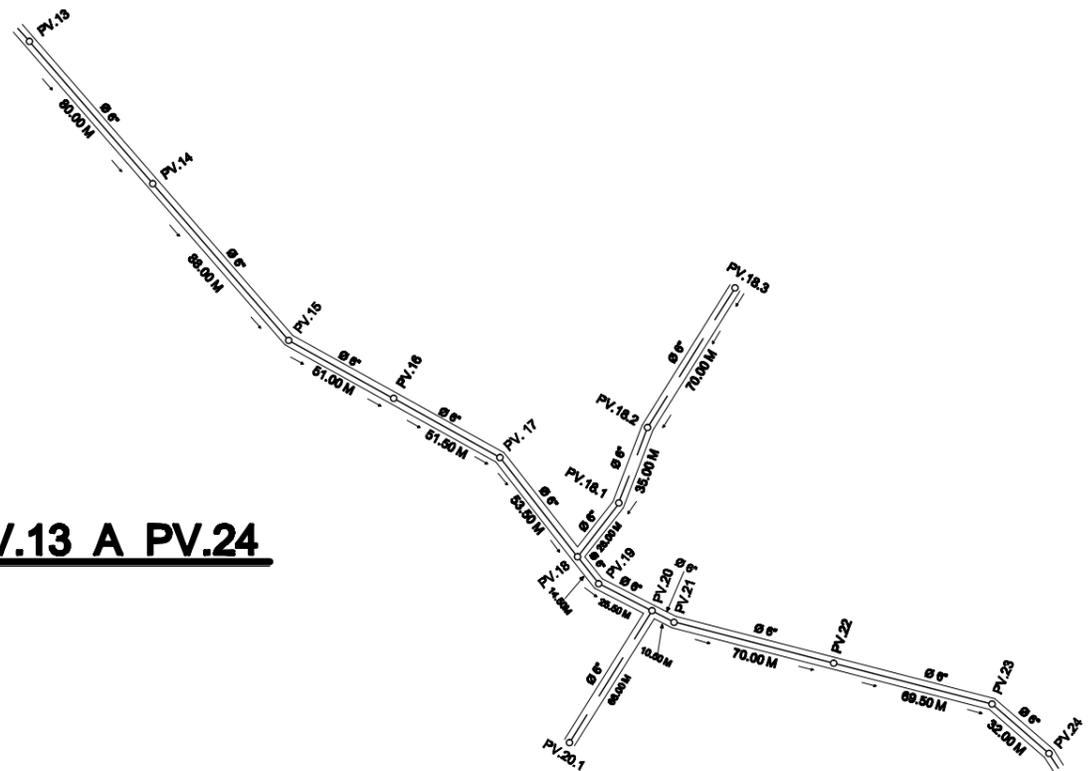
FECHA: ABRIL - 2008

ESCALA: INDICADA INGENIERO E. RODRIGUEZ C. SUPERVISOR Ing. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR E.P.A.

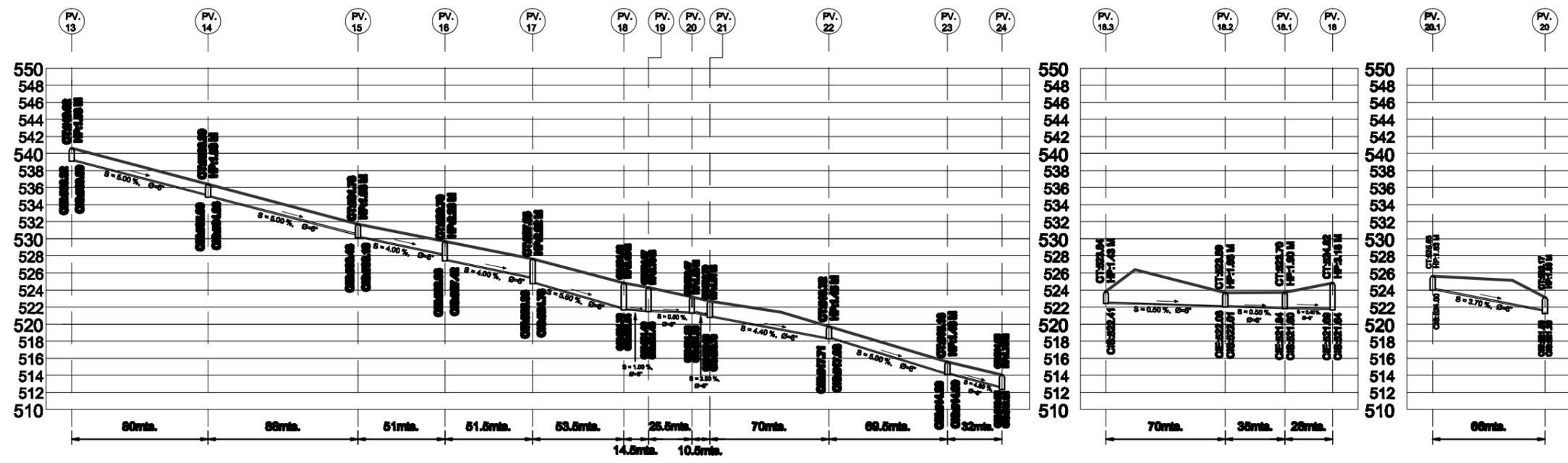


PLANTA DE PV.13 A PV.24

ESCALA : 1 : 2000



NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
→	SENTIDO DE FLUJO
○—○	TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-949
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	PENDIENTE
⌋	POZO DE VISITA PERFIL
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
HP	ALTURA DE POZO

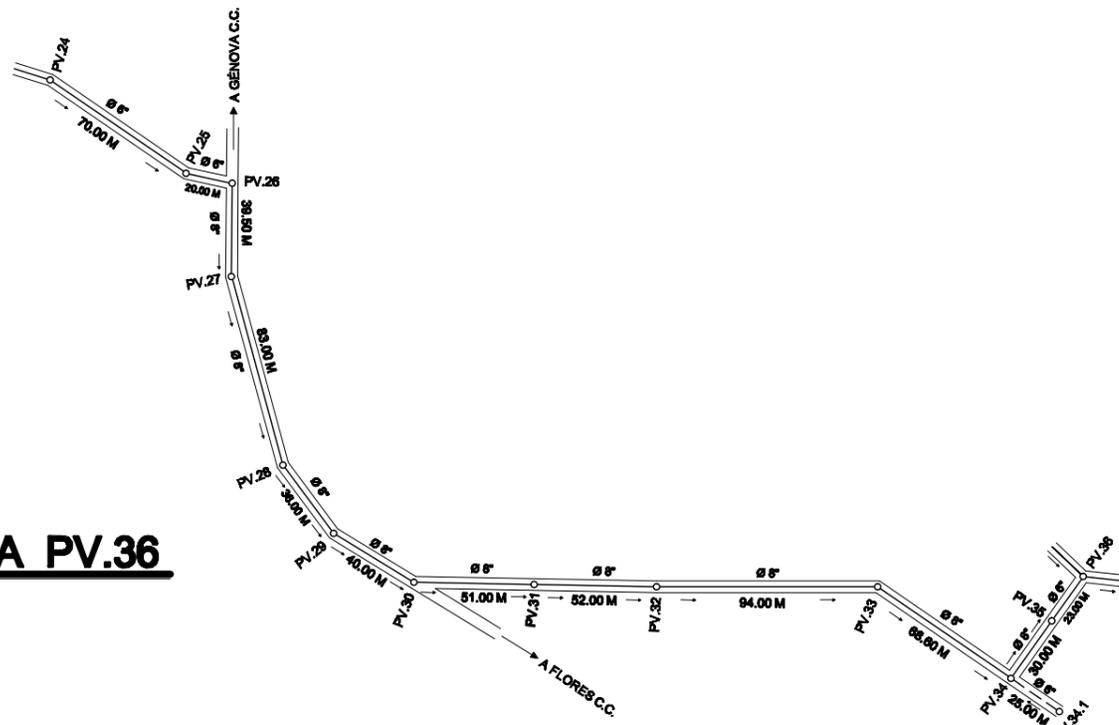
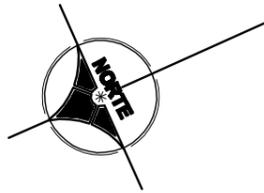


PERFIL: DE PV. 13 A PV.24

ESCALA VERTICAL: 1 : 600

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 3000

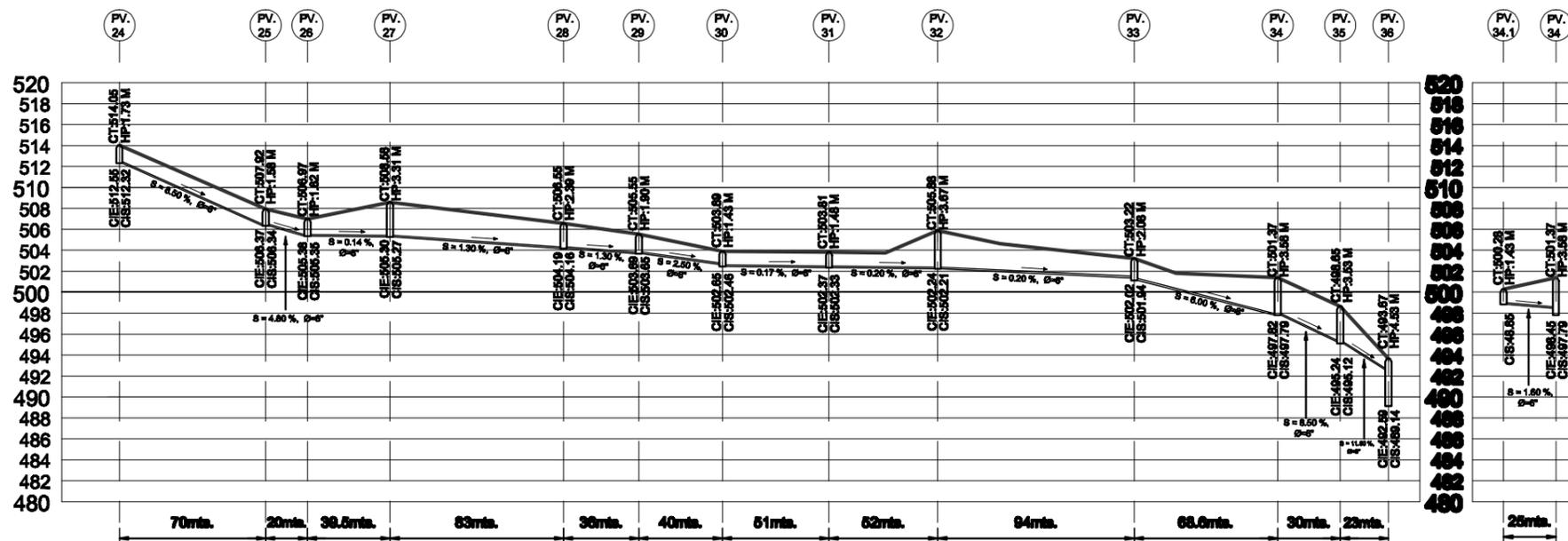
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: PERFIL DE PV.13 A PV.24	HOJA: 4
FECHA: ABRIL - 2008	ESCALA: INDICADA	ING. HECTOR E. RODRIGUEZ C. SUPERVISOR	ING. JUAN MERRICK G. SUPERVISOR I.P.A.



PLANTA DE PV.24 A PV.36

ESCALA : 1 : 3000

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
→	SENTIDO DE FLUJO
○—○	TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-949
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	PENDIENTE
⌋	POZO DE VISITA PERFIL
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
HP	ALTURA DE POZO

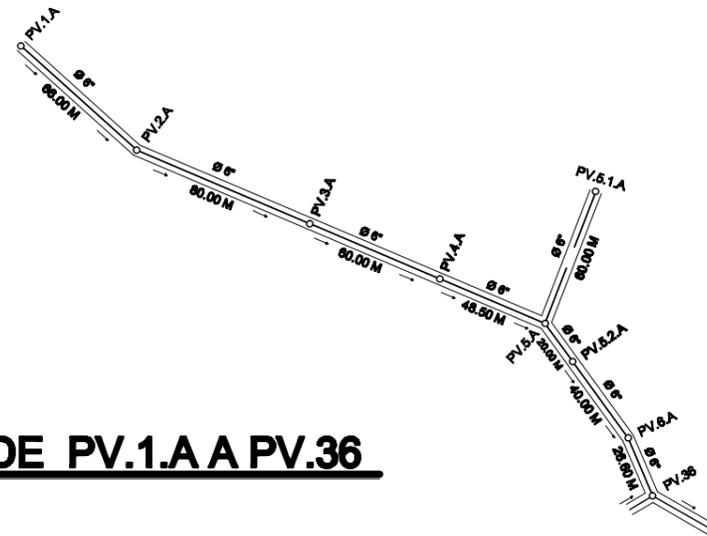
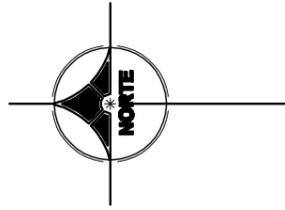


PERFIL: DE PV. 24 A PV.36

ESCALA VERTICAL: 1 : 600

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 3000

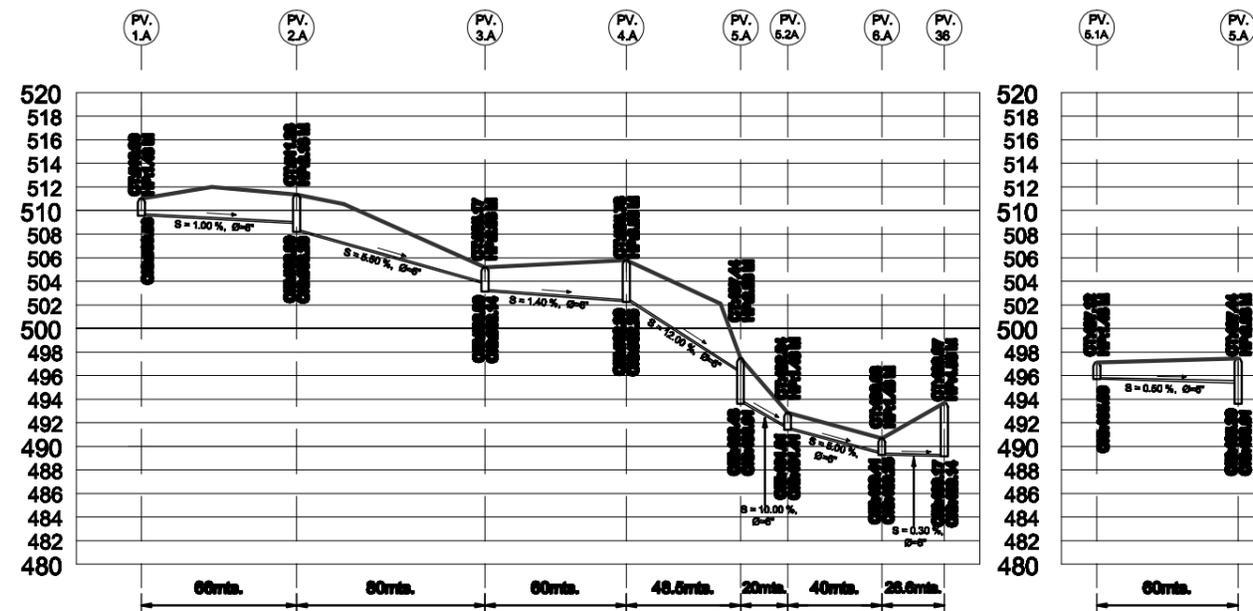
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO		
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PERFIL DE PV.24 A PV.36	HOJA: 5 / 10	
FECHA: ABRIL - 2008	ING. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR E.P.A.		
ESCALA: INDICADA	ING. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR E.P.A.		



PLANTA DE PV.1.A A PV.36

ESCALA : 1 : 3000

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
→	SENTIDO DE FLUJO
○—○	TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-949
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	PENDIENTE
	POZO DE VISITA PERFIL
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
HP	ALTURA DE POZO

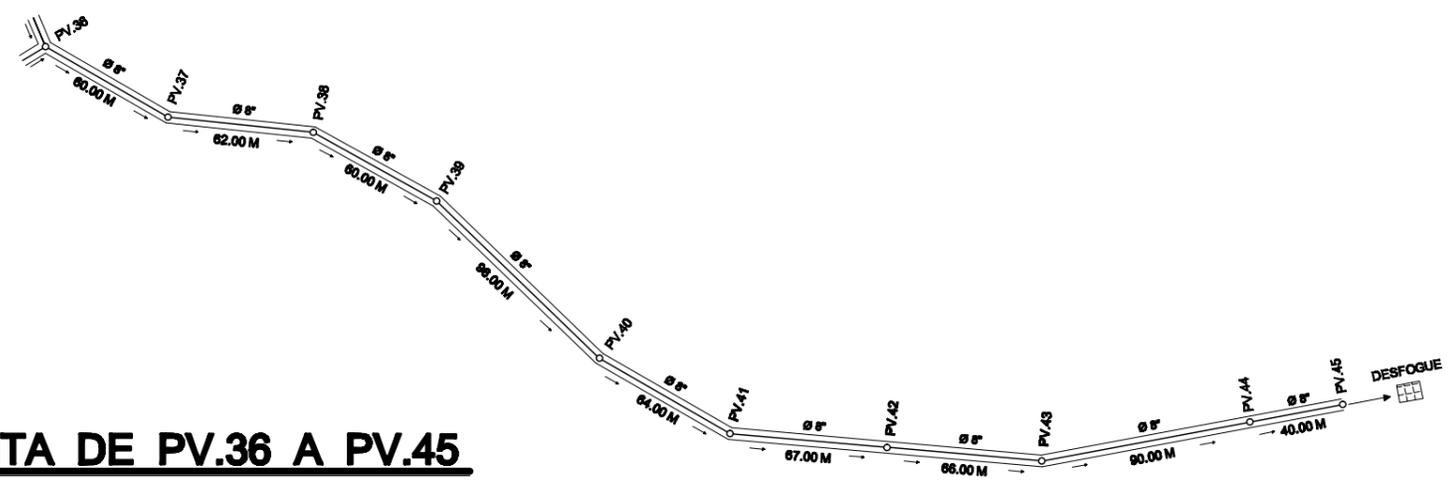
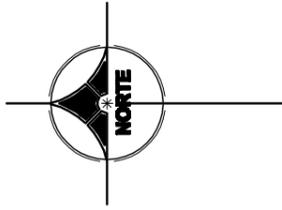


PERFIL: DE PV. 1.A A PV.36

ESCALA VERTICAL: 1 : 600

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 3000

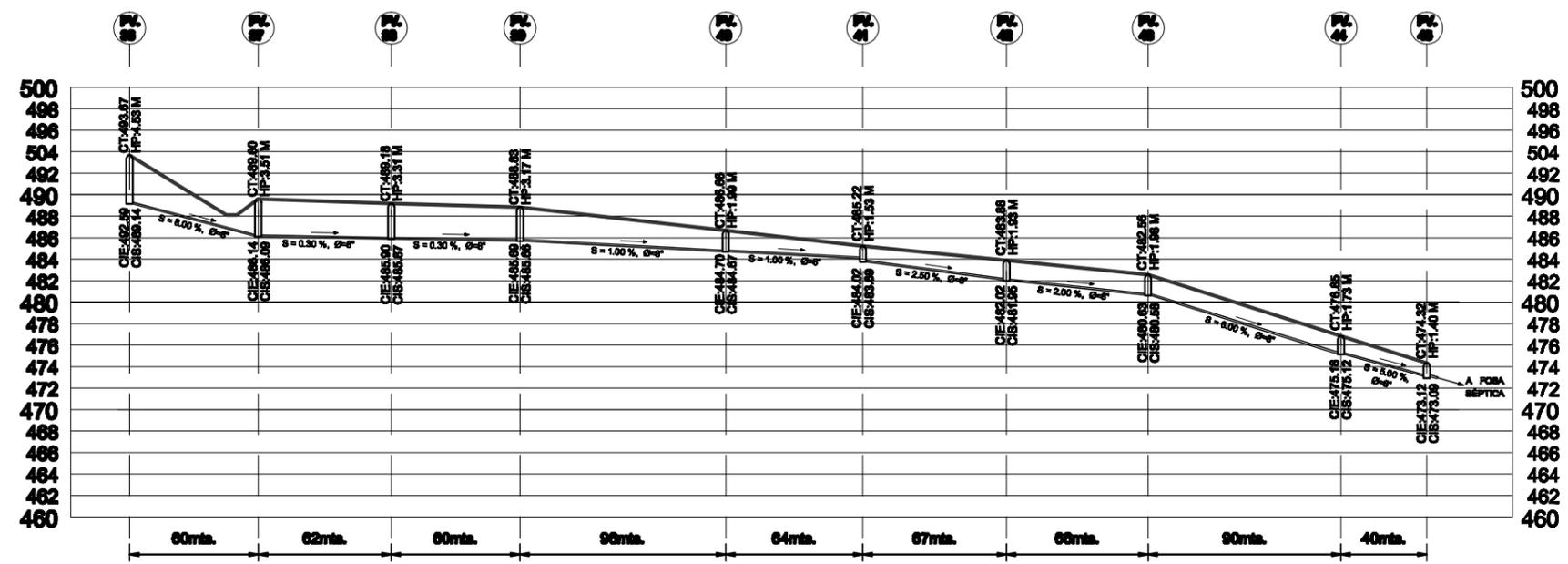
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PERFIL DE PV.1.A A PV.36	HOJA: 6 / 10
FECHA: ABRIL - 2008	ESCALA: INDICADA	ING. JUAN MERRICK C. SUPERVISOR I.P.A.



PLANTA DE PV.36 A PV.45

ESCALA : 1 : 3000

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
→	SENTIDO DE FLUJO
○—○	TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-949
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	PENDIENTE
	POZO DE VISITA PERFIL
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
HP	ALTURA DE POZO

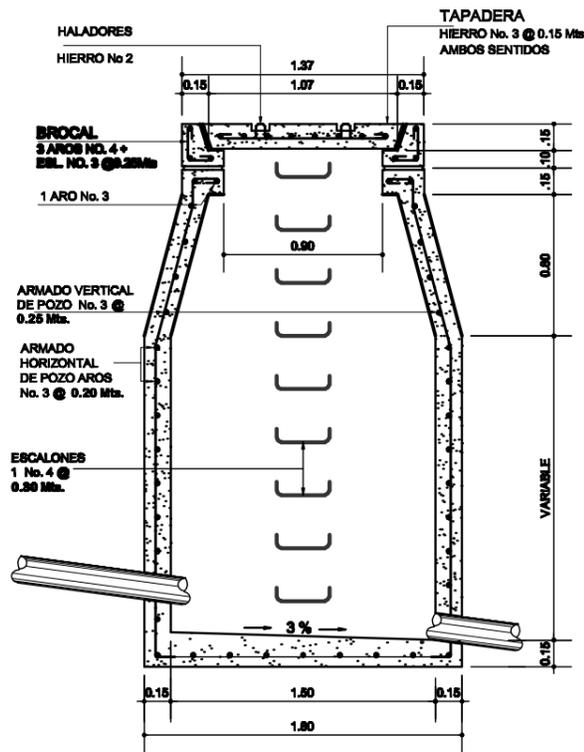


PERFIL: DE PV. 36 A PV.45

ESCALA VERTICAL: 1 : 600

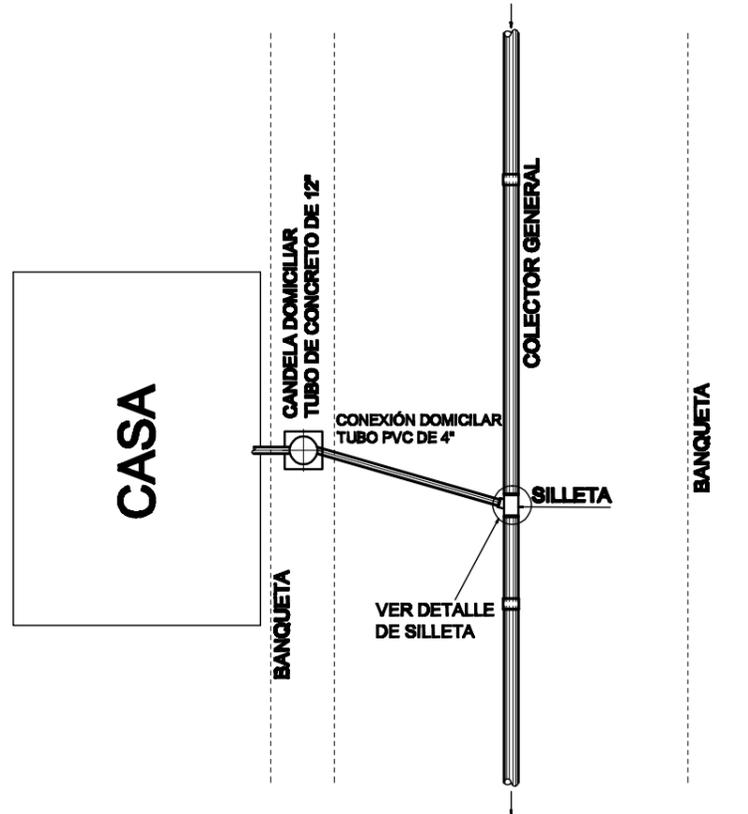
ESCALA HORIZONTAL: 1 : 3000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: PERFIL DE PV.36 A PV.45	HOJA: 7 / 10
FECHA: ABRIL - 2008	ESCALA: INDICADA	ING. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR I.P.A.	



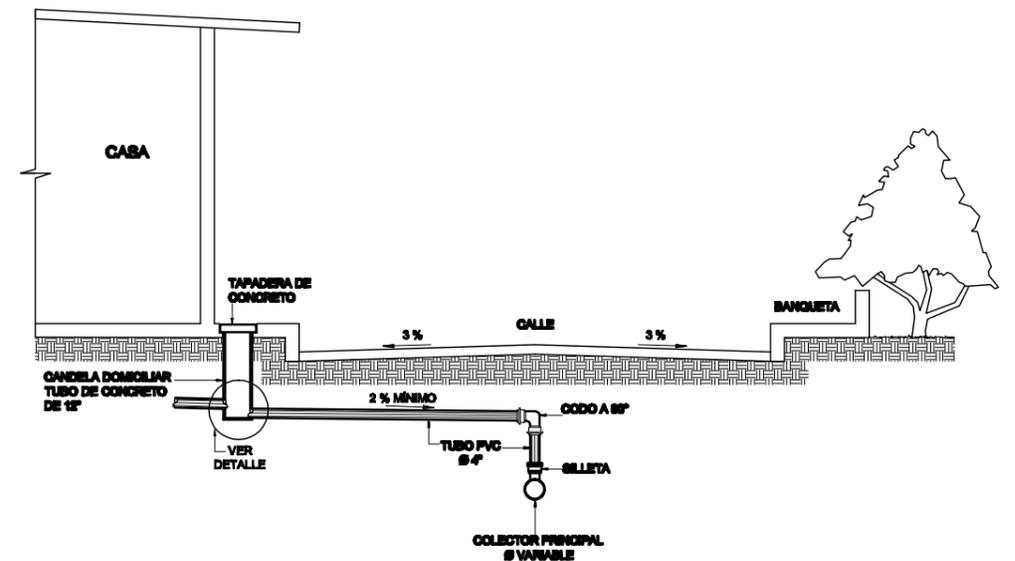
POZO TÍPICO DE VISITA

ESCALA : 1 : 40



PLANTA CONECCION DOMICILIAR

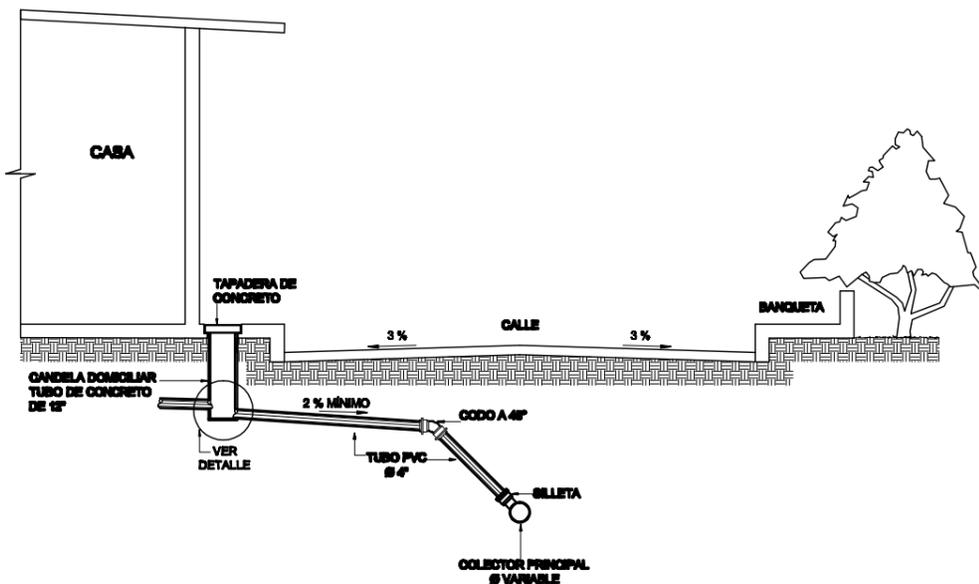
SIN ESCALA



ELEVACION CONECCION DOMICILIAR

SIN ESCALA

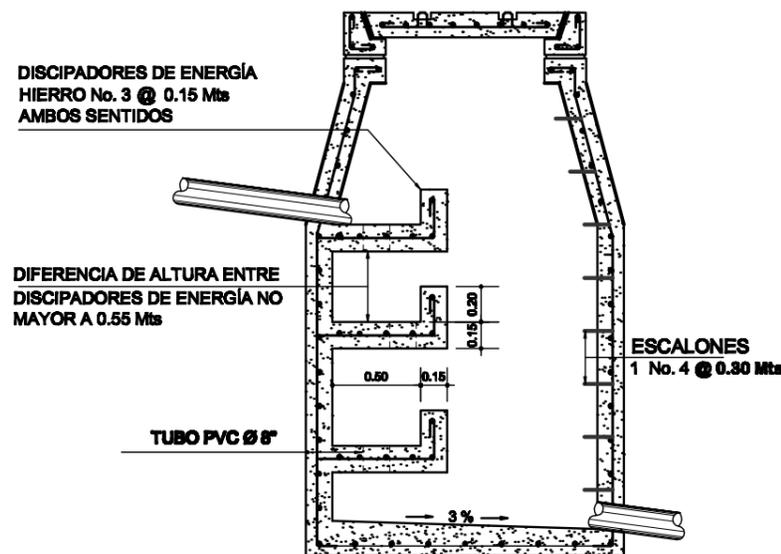
CONECCION DOMICILIAR CON SALIDA A 90°
APLICABLE EN PROFUNDIDADES MENORES
DE 2.00 Mts.



ELEVACION CONECCION DOMICILIAR

SIN ESCALA

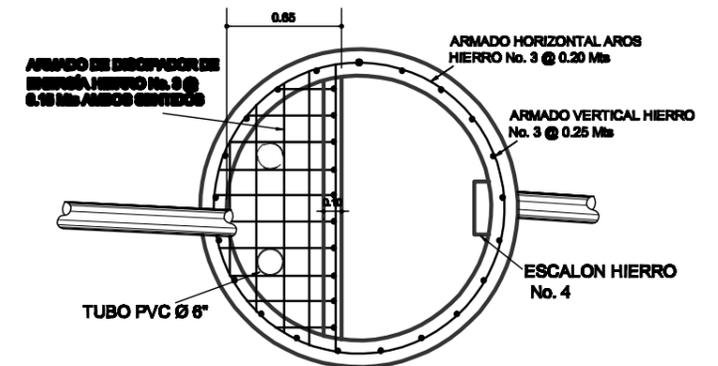
CONECCION DOMICILIAR CON SALIDA A 90°
APLICABLE EN PROFUNDIDADES MAYORES
DE 2.00 Mts.



POZO DE VISITA CON DISCIPADORES DE ENERGÍA

ESCALA : 1 : 40

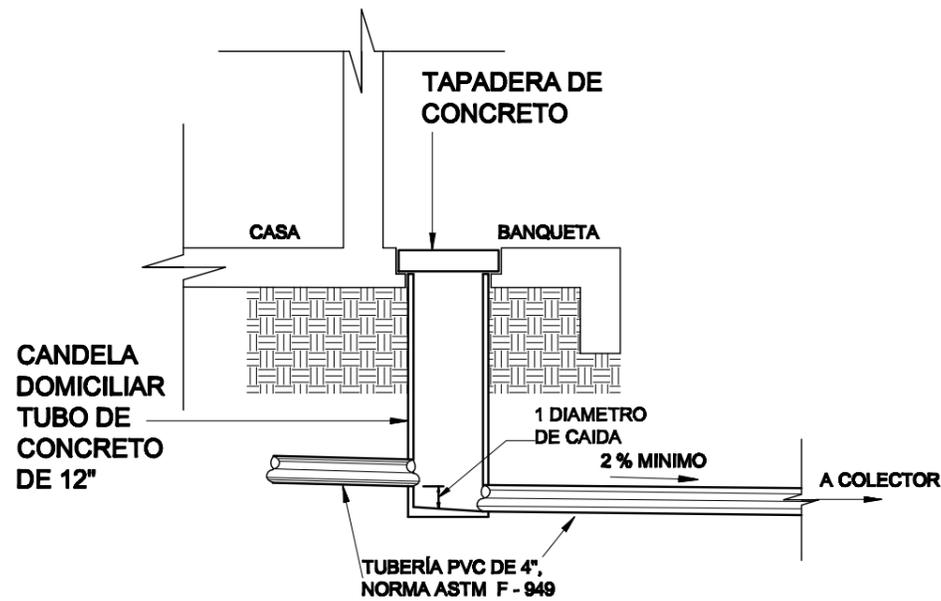
LOS DISCIPADORES DE ENERGÍA SERAN APLICABLES
CUANDO LAS DIFERENCIAS DE COTAS DE ENTRADA Y
SALIDA DE LA TUBERÍA SEAN MAYORES A 0.70 MTS.
(P.V. 36 Y P.V. 5A)



DETALLE EN PLANTA DE ARMADURA DE POZO DE VISITA Y DISCIPADOR DE ENERGÍA

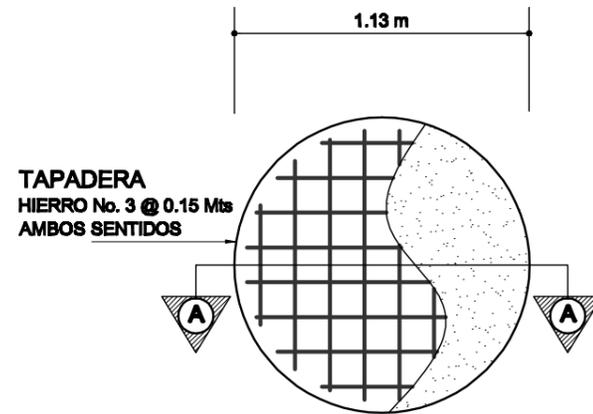
ESCALA : 1 : 40

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: DETALLES	HOJA: 8 / 10	
FECHA: ABRIL - 2008	ESCALA: INDICADA	Ing. HECTOR E. RODRIGUEZ C. SUPERVISOR E.P.S.	Ing. JUAN HENCK C. SUPERVISOR E.P.S.



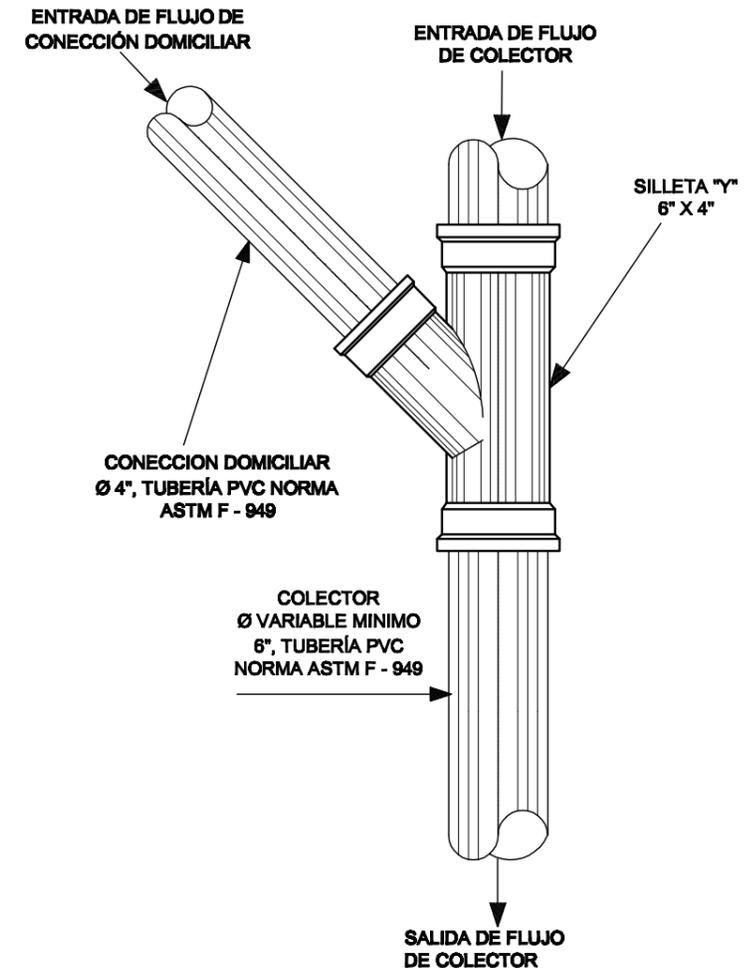
DETALLE DE CANDELA DOMICILIAR

SIN ESCALA



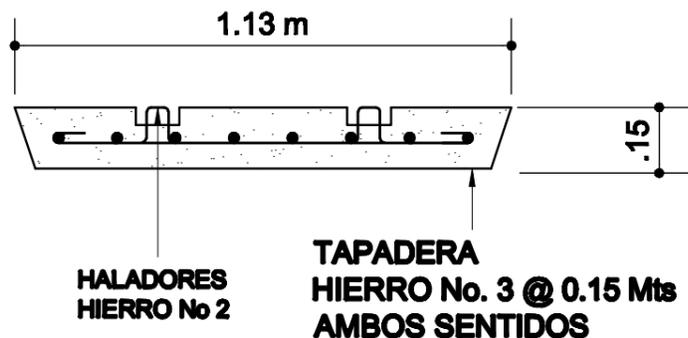
DETALLE DE TAPADERA DE POZO DE VISITA

SIN ESCALA



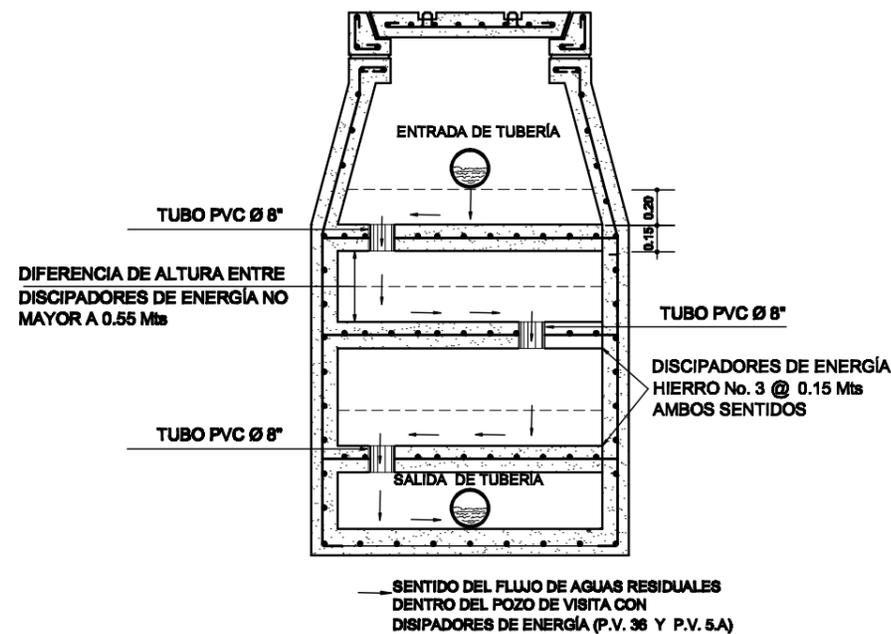
DETALLE DE SILLETA TIPO "Y"

SIN ESCALA



CORTE A - A TAPADERA DE POZO DE VISITA

SIN ESCALA

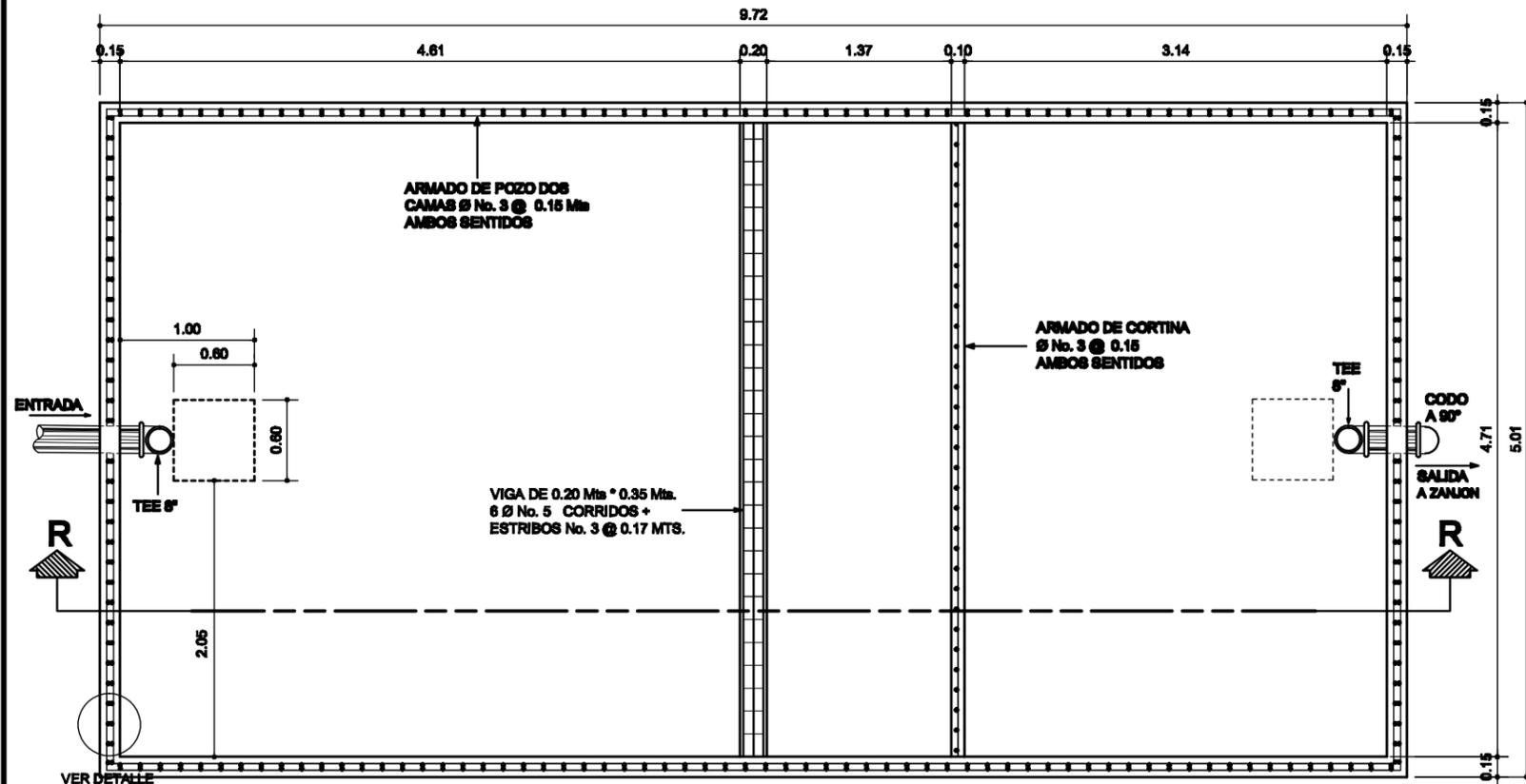


DETALLE DE FLUJO DE AGUAS RESIDUALES DENTRO DE POZO CON DISCIPADOR DE ENERGÍA

SIN ESCALA

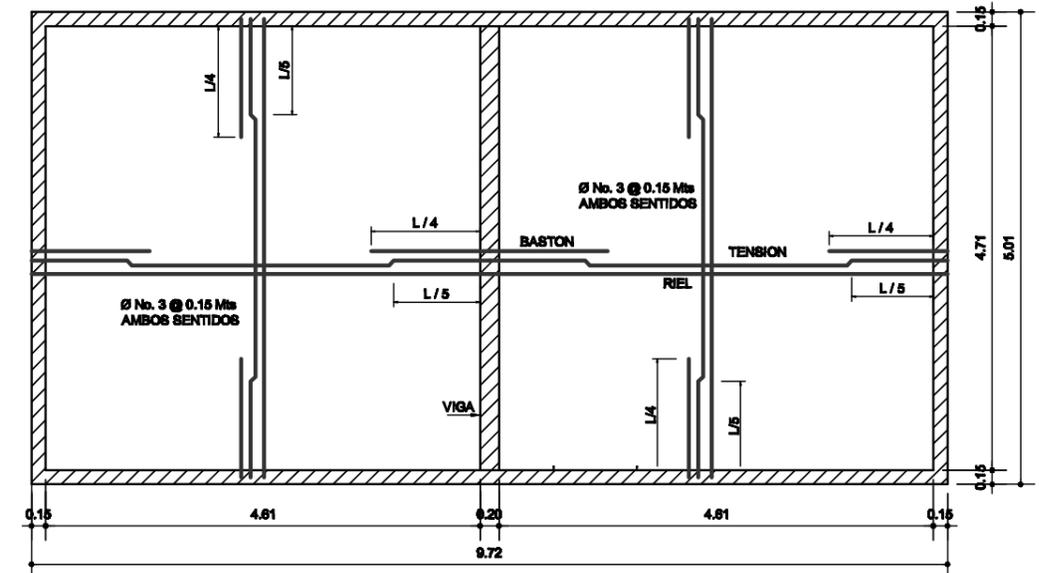
NOTA: LAS AGUAS RESIDUALES SOLAMENTE RECIBIRAN UN TRATAMIENTO PRIMARIO POR MEDIO DE FOSAS SÉPTICAS, PARA LUEGO DESFOGAR EN UN ZANJON. SE RECOMIENDA A LA MUNICIPALIDAD CONSEGUIR EL APOYO NECESARIO PARA QUE LAS MISMAS RECIBAN UN TRATAMIENTO SECUNDARIO POR MEDIO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA QUE DE ESTA FORMA SE REDUZCA LA CONTAMINACIÓN AL MEDIO AMBIENTE Y A LAS COMUNIDADES CERCANAS AL PUNTO DE DESFOGUE.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: DETALLES	HOJA: 8 / 10
FECHA: ABRIL - 2008	ESCALA: INDICADA	Ing. JUAN BERRIOZ C. SUPERVISOR I.P.A.



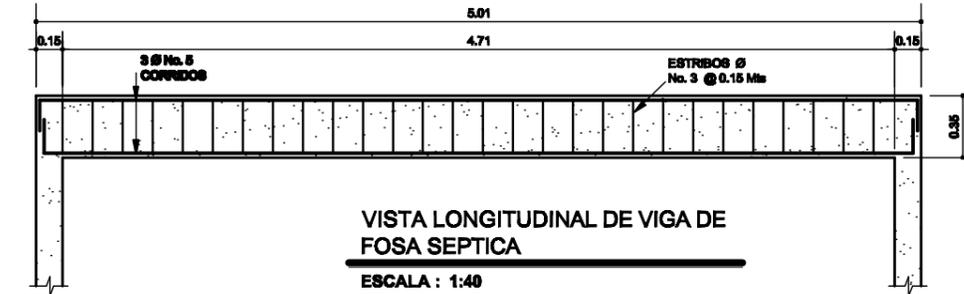
PLANTA DE FOSA SÉPTICA

ESCALA : 1 : 50



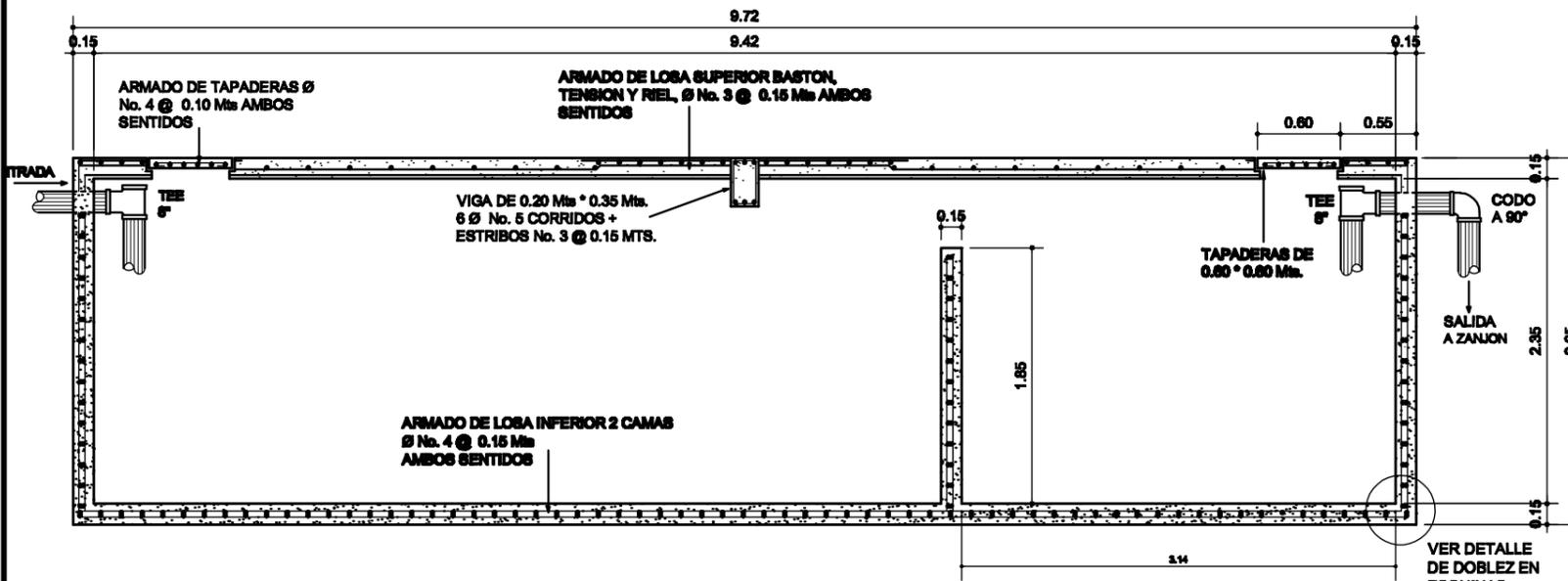
DETALLE DE ARMADURA EN PLANTA DE LOSA SUPERIOR DE FOSA SÉPTICA

ESCALA : 1 : 75



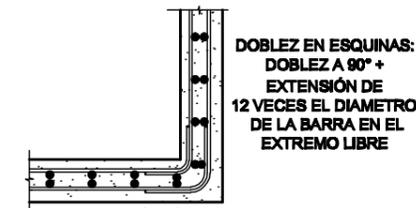
VISTA LONGITUDINAL DE VIGA DE FOSA SEPTICA

ESCALA : 1:40



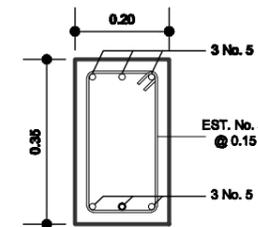
DETALLE DE SECCIÓN R-R DE FOSA SÉPTICA

ESCALA : 1 : 50



DETALLE DE DOBLEZ EN ESQUINAS

ESCALA : SIN ESCALA

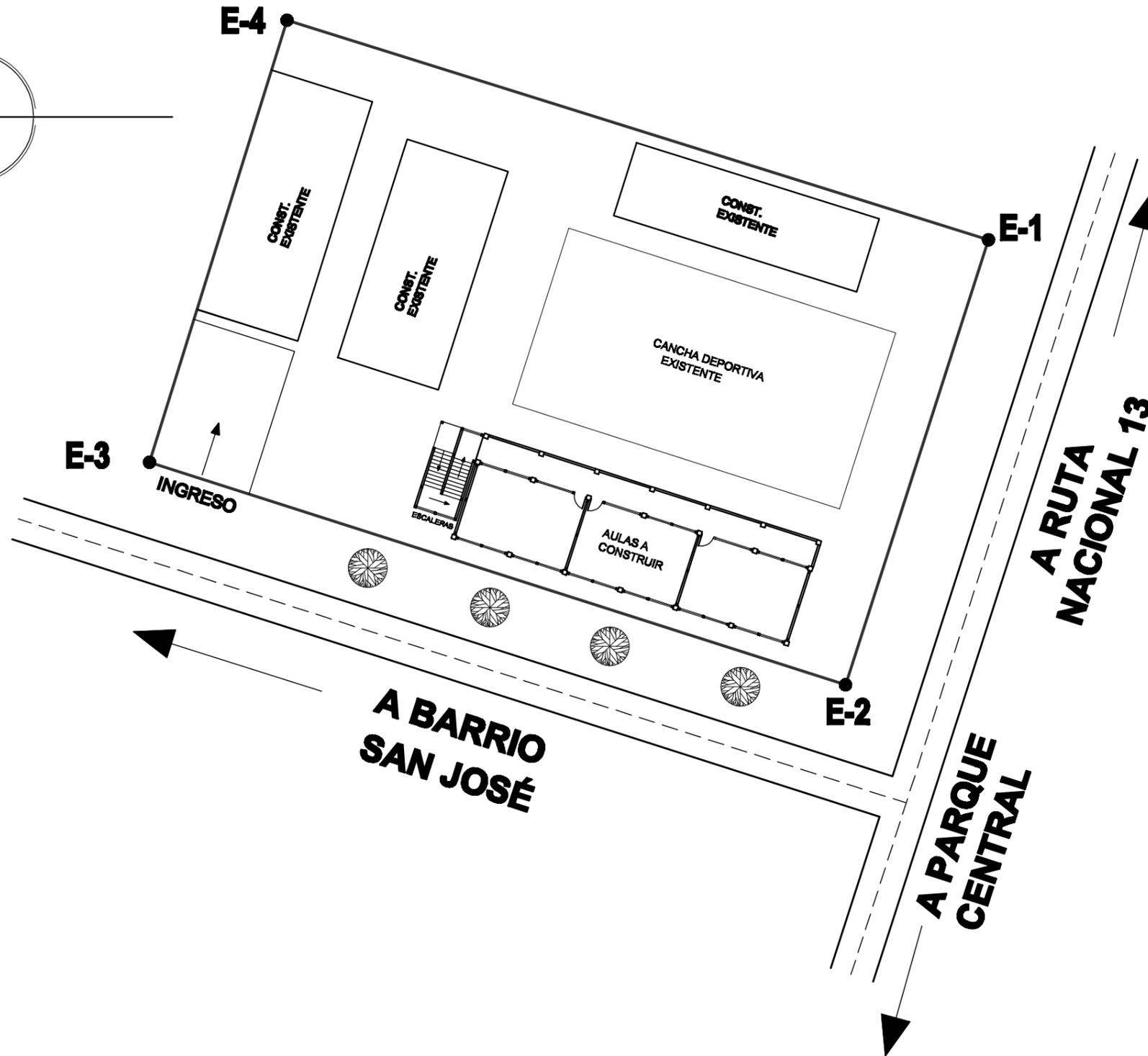
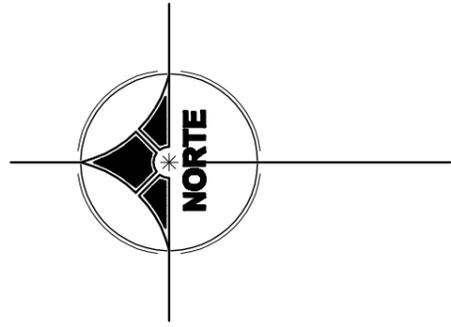


VISTA TRANSVERSAL DE VIGA DE FOSA SEPTICA

ESCALA : 1:15

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
- TUBERÍA PVC NORMA ASTM F-849	
- F y DE ACERO A UTILIZAR 2810 KG/CM ² (GRADO 40)	
- F c CONCRETO PARA POZOS DE VISITA: 195 KG/CM ²	
- F c CONCRETO PARA CANDELA DOMICILIAR: 165 KG/CM ²	
- F c CONCRETO PARA FOSA SÉPTICA: 210 KG/CM ²	
- RECUBRIMIENTO MÍNIMO 2.5 Cm EN COLUMNAS Y LOSAS	
- RECUBRIMIENTO MÍNIMO 4 Cm EN PAREDES DE POZOS DE VISITA Y FOSA SÉPTICA	
- TRASLAPES NO DEBEN SER MENORES A 0.30 Mts	
- ALTURA MÍNIMA DE POZO DE VISITA: 1.40 Mts	
- DIFERENCIA MÁXIMA DE COTAS INVERT: 0.70 Mts	
- PROFUNDIDAD MÍNIMA DE ALCANTARILLA: 1 ML (DE CORONA DE TUBO)	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVA ITALIA Y COLONIA ROBLES.		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: DETALLES DE FOSA SEPTICA	HOJA: 10 / 10
FECHA: ABRIL - 2008		
ESCALA: INDICADA	ING. JUAN MENDOZA C. SUPERVISOR I.P.S.	

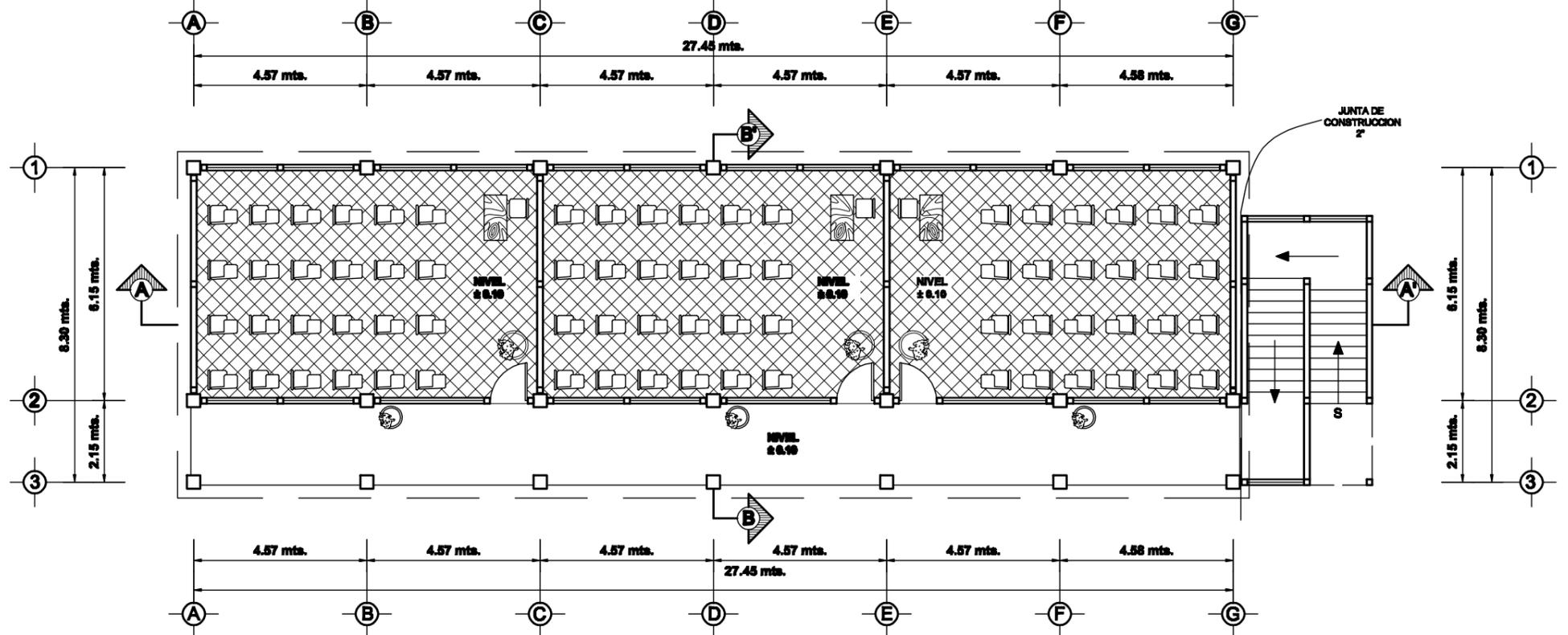
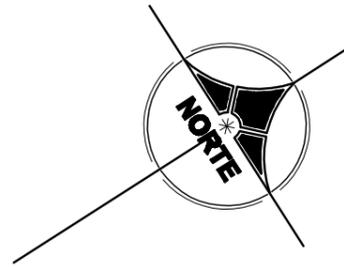


EST.	P.O	AZIMUT	DIST.
1	2	287°49' 56.91"	36.71
2	3	17°43' 33.9"	57.44
3	4	107°17' 24.53"	36.36
4	1	197°22' 21.26"	57.79

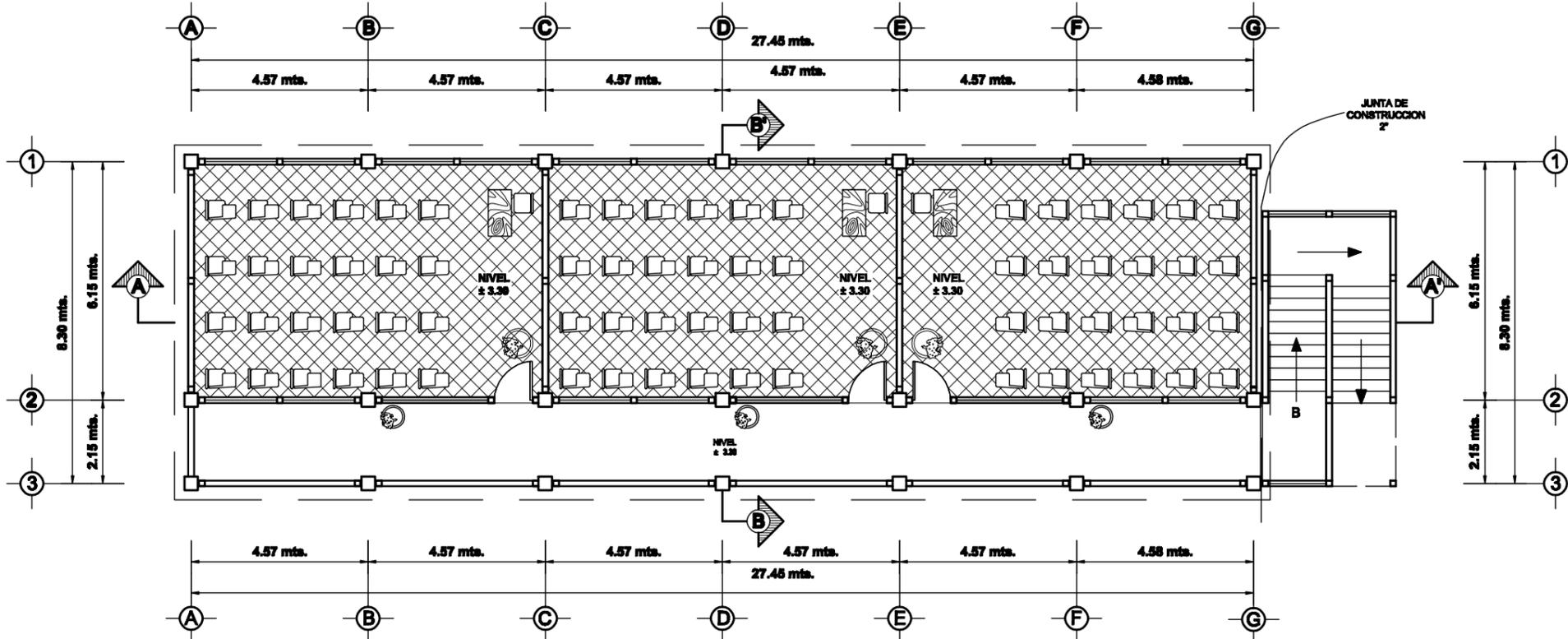
**PLANTA DE CONJUNTO ESCUELA :
CRISTOBAL COLÓN, GÉNOVA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO**

ESCALA: 1 : 400

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO	HOJA: 1 / 10
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008			
ESCALA: INDICADA	INGENIERO E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	ING. JUAN MURILLO C. SUPERVISOR E.P.A.	



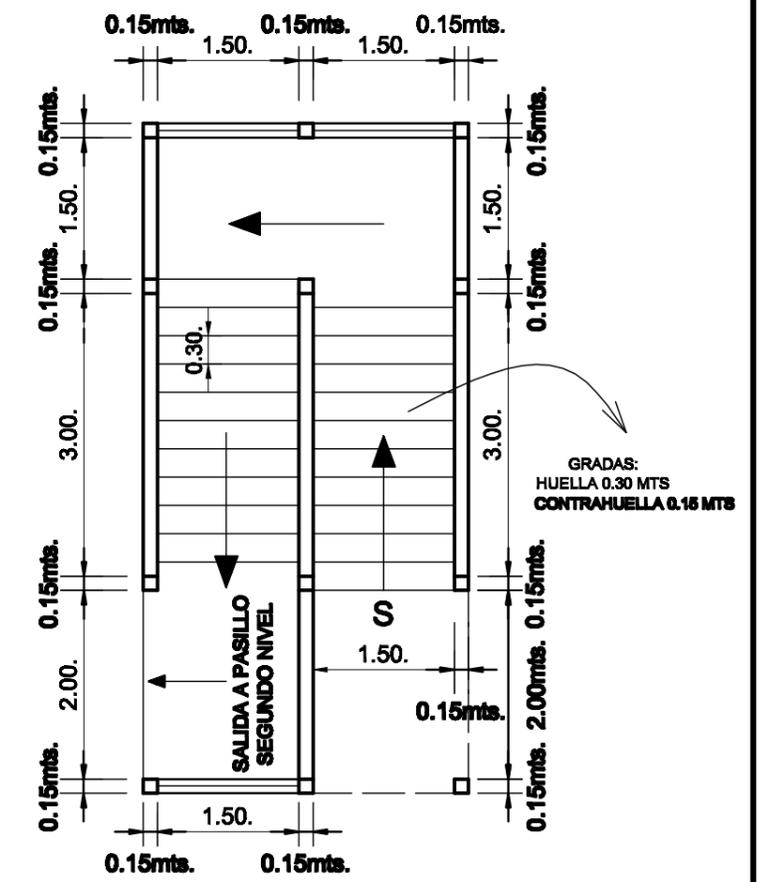
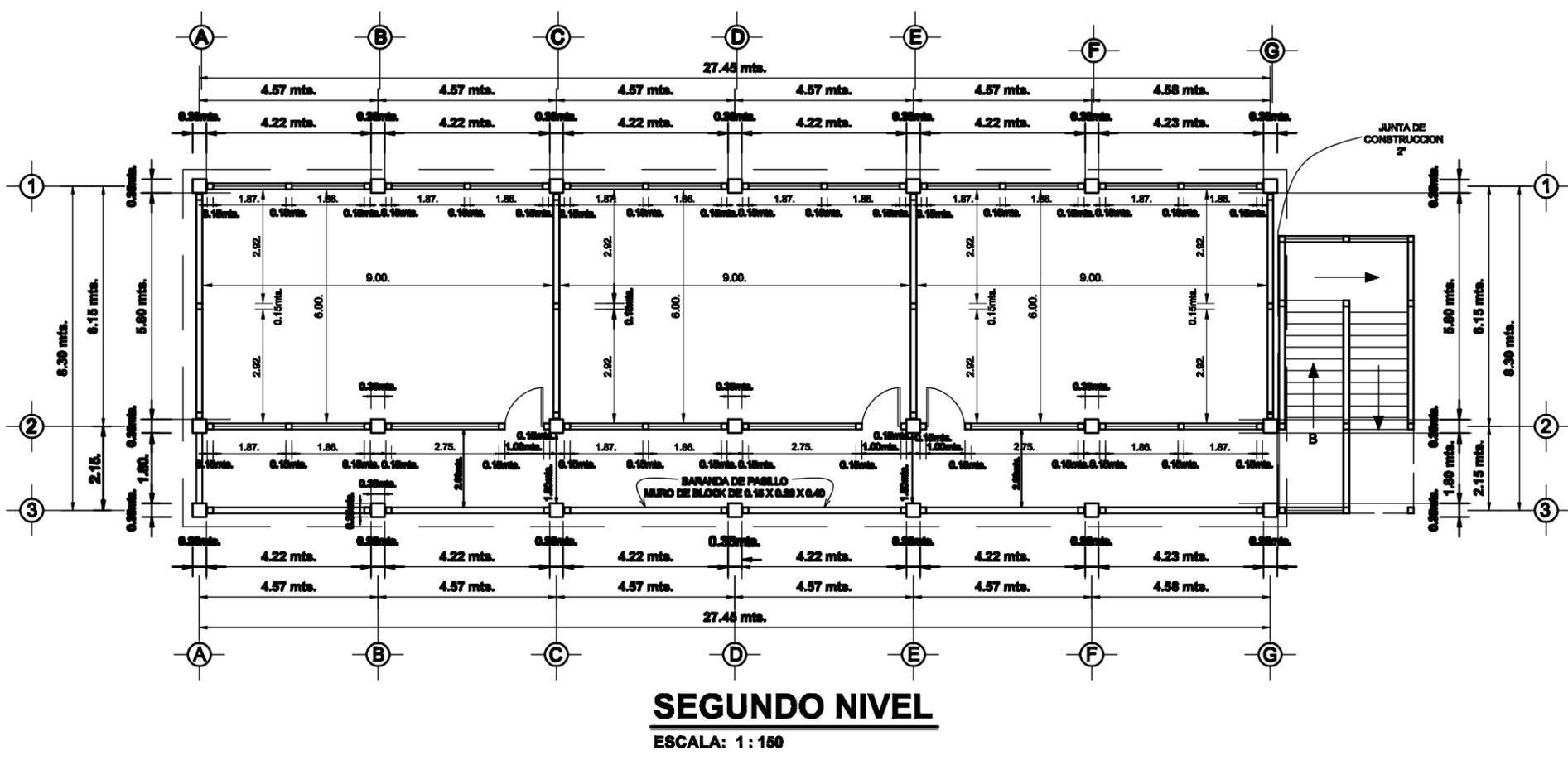
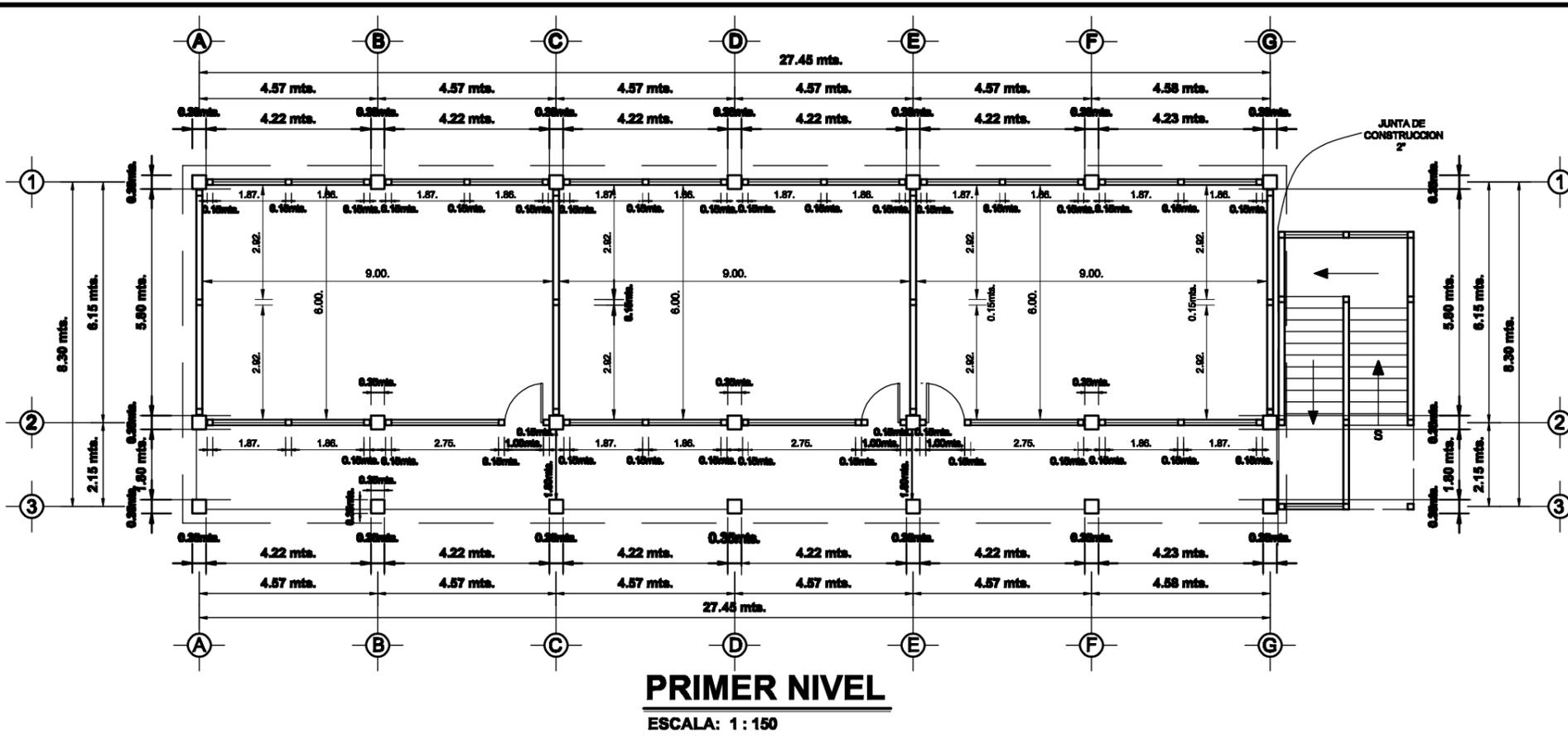
PRIMER NIVEL
ESCALA: 1:150



SEGUNDO NIVEL
ESCALA: 1:150

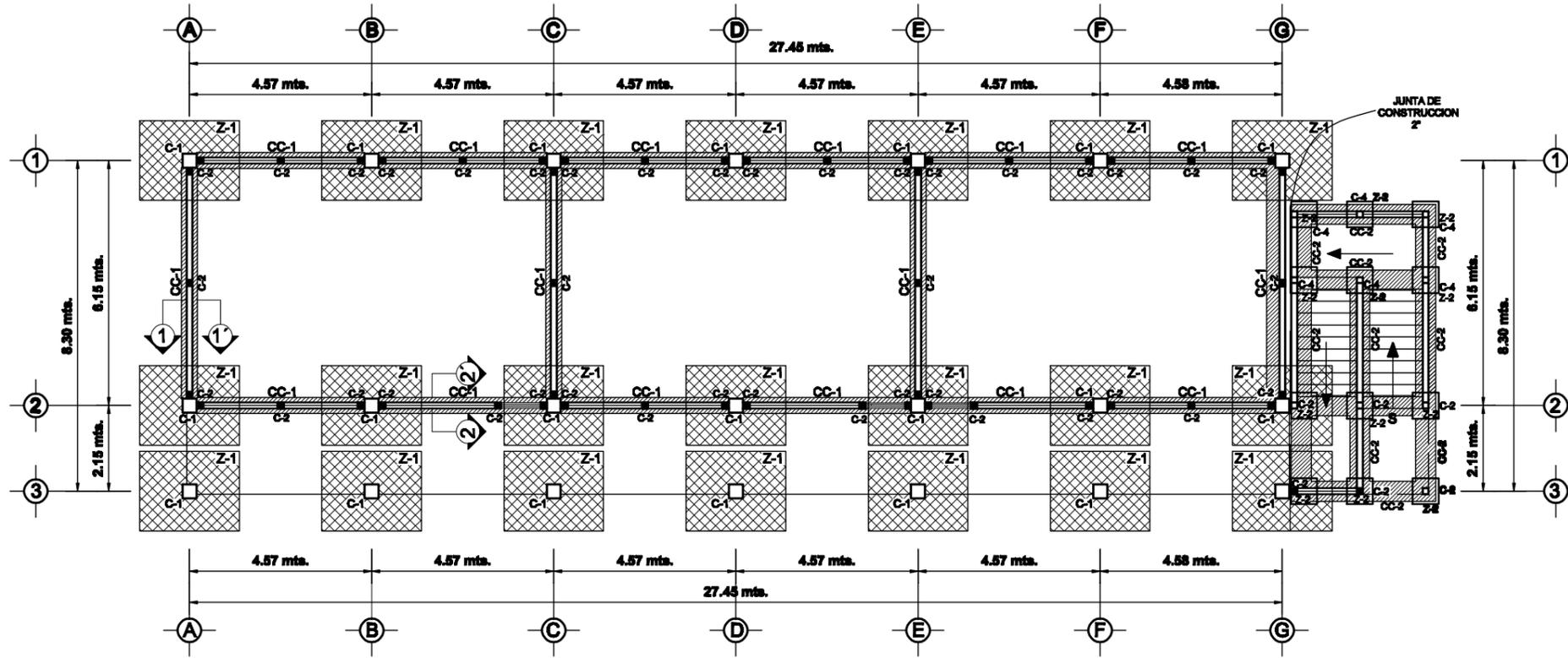
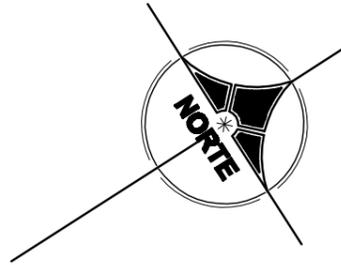
PLANTA AMUEBLADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: PLANTA DE AMUEBLADA	HOJA: 2
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008		ING. HECTOR E. RODRIGUEZ C. ESPECIALISTA	ING. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR R.P.S.
ESCALA: INDICADA			



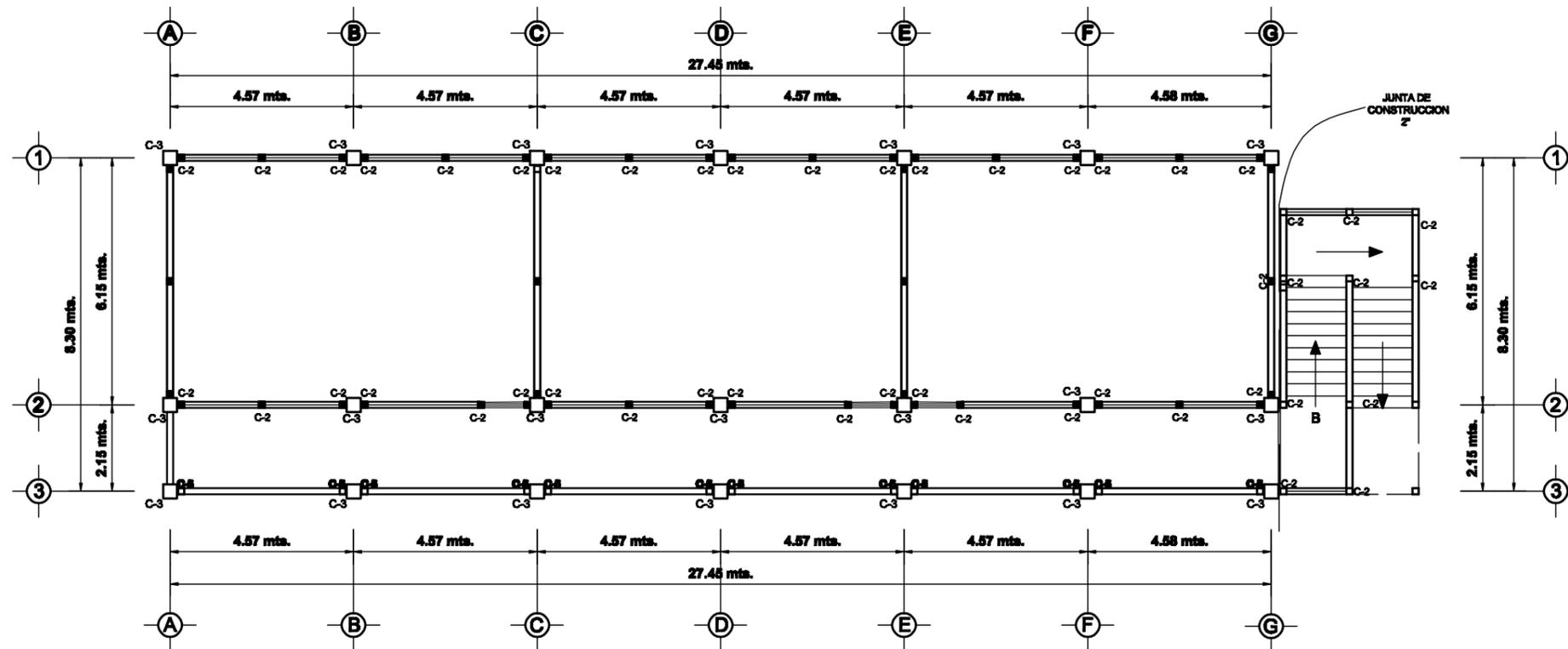
PLANTA ACOTADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: PLANTA ACOTADA	HOJA: 3 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008		ESCALA: INDICADA	Ing. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR E.P.S.



PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 : 150

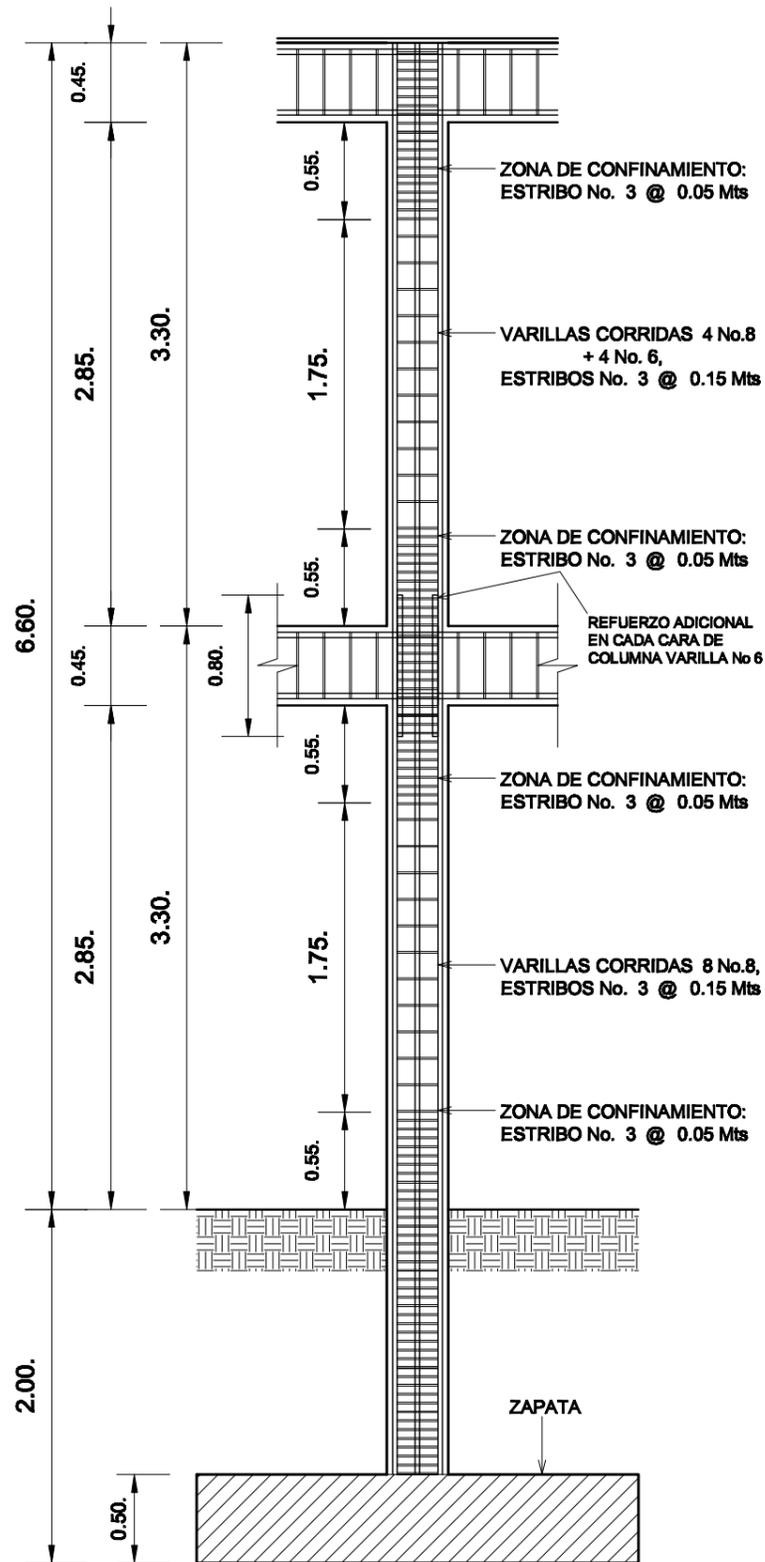


SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 : 150

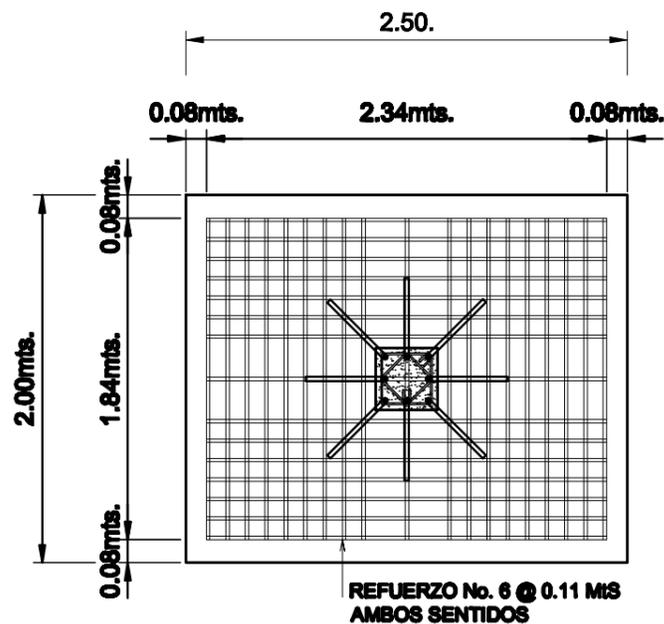
PLANTA DE CIMIENTOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION	HOJA: 4 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ESCALA: INDICADA	Ing. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR E.P.S.



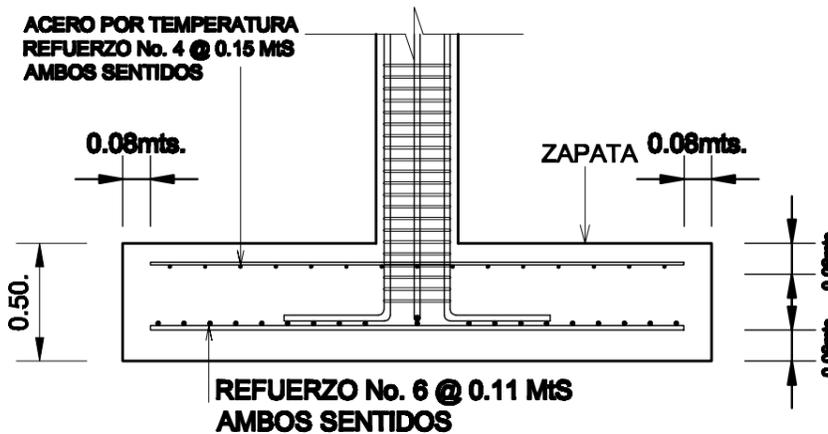
DETALLE DE COLUMNA

ESCALA: 1 : 40



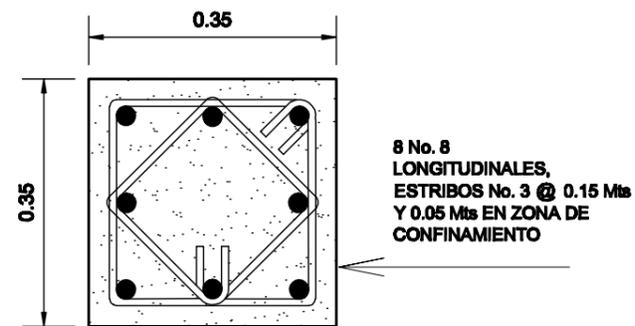
PLANTA ZAPATA TIPO Z - 1

ESCALA: 1 : 40



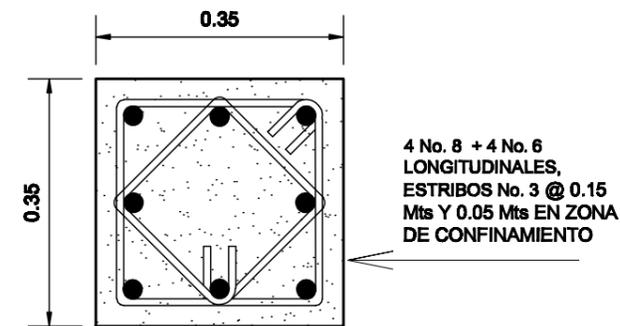
SECCION ZAPATA TIPO Z - 1

ESCALA: 1 : 30



COLUMNA TÍPICA C - 1

ESCALA: 1 : 10

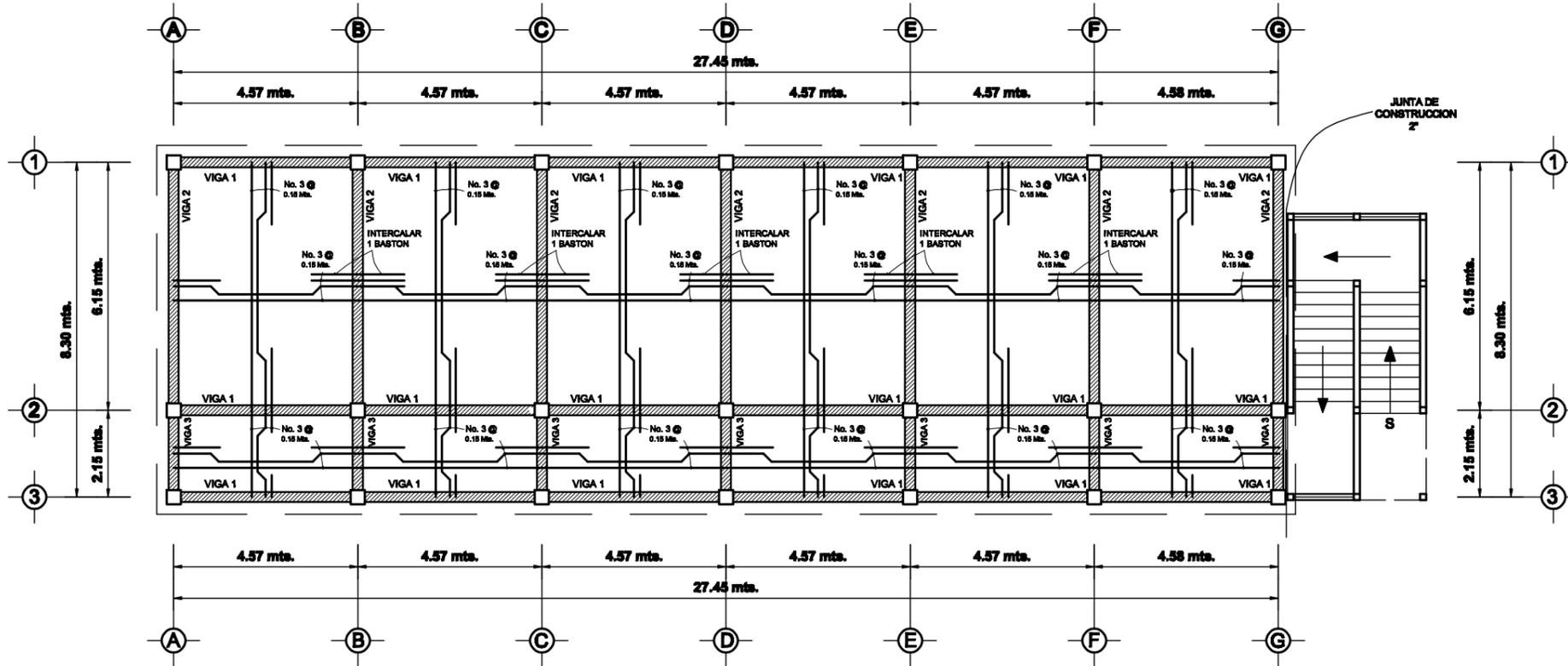
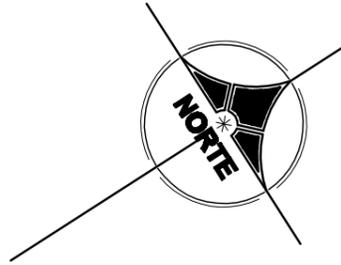


COLUMNA TÍPICA C - 3

ESCALA: 1 : 10

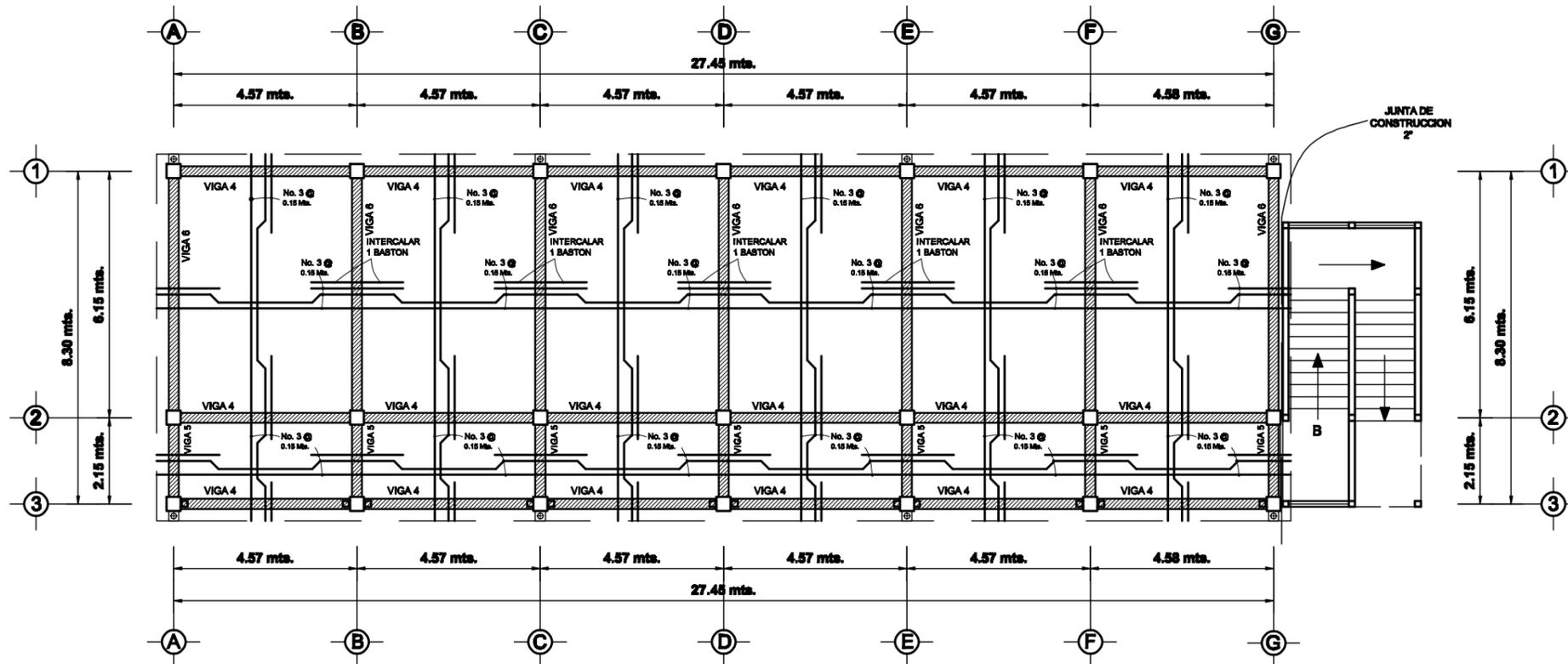
PLANO DE DETALLES CIMENTO CORRIDO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: PLANO DE DETALLES CIMENTO CORRIDO	HOJA: 5
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008			19
ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	ING. JUAN MERCK G. SUPERVISOR I.P.S.	



PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 : 150

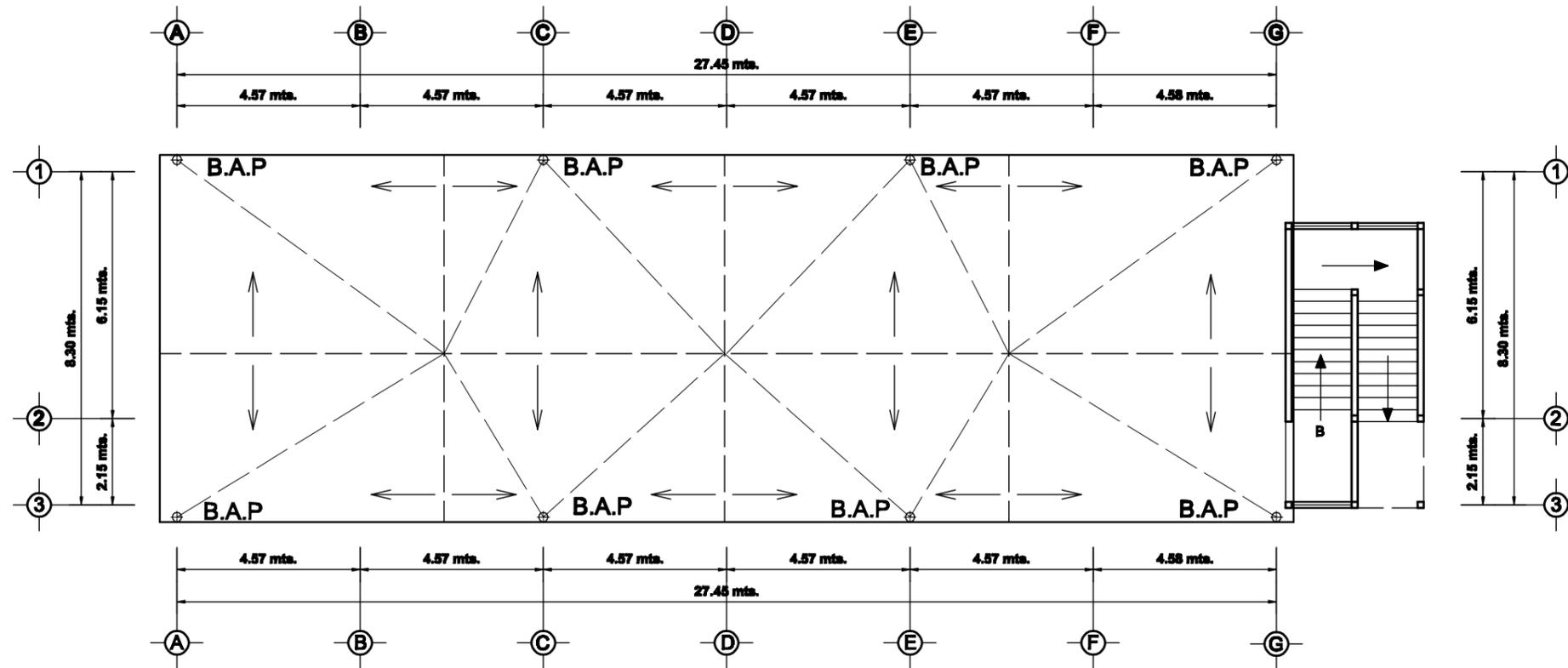


SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 : 150

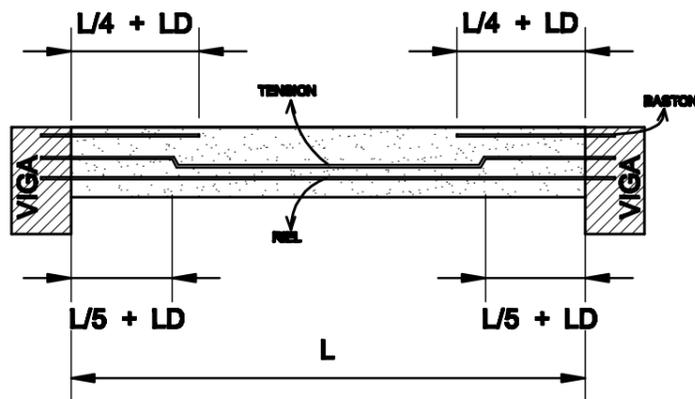
PLANTA DE LOSA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS	HOJA: 6 / 10
FECHA: SEPTIEMBRE - 2006	ING. HECTOR E. RODRIGUEZ C. ESTUDIANTE	ING. JUAN HERRERA G. SUPERVISOR R.P.S.
ESCALA: INDICADA		

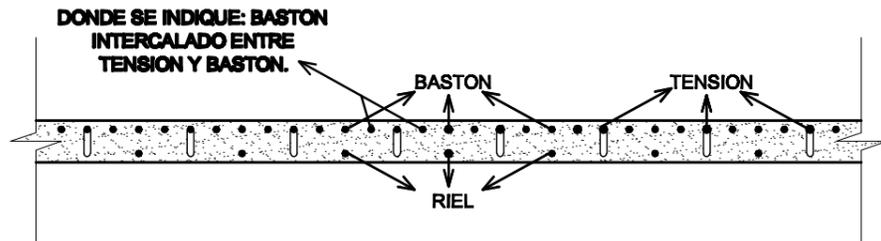


PLANTA - BAJADA DE AGUA PLUVIAL

ESCALA: 1:150



LD = LONGITUD DE DESARROLLO
DETALLE ARMADO DE LOSA
SIN ESCALA



SECCION LOSA
SIN ESCALA

No VARILLA	PARA BARRILLAS CON GANCHO ESTANDAR DE 90°	BARRAS RECTAS SI EL ESPESOR DE CONCRETO COLOCADO ES > 0.30 Mts.	BARRAS RECTAS SI EL ESPESOR DE CONCRETO COLOCADO ES < 0.30 Mts.
	LA LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA EN CENTIMETROS		
	L _d h	2.5*L _d h	3.5*L _d h
3	11	30	38
4	14	40	50
5	18	50	63
6	22	60	75
8	30	80	90
	CEMENTOS, VIGAS, LOSAS, COLUMNAS	CEMENTOS, VIGAS, LOSAS, COLUMNAS	COLUMNAS

ACI 318R - 99. CAP 21

NOTA:
LA ESTRUCTURA ESTA DISEÑADA CON EL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MARCOS DUCTILES, LOS MUROS SON TOMADOS SOLO COMO DIVISION, NO TIENEN NINGUNA FUNCION ESTRUCTURAL. LOS MUROS NO VAN UNIDOS CON LA ESTRUCTURA Y SON SEPARADOS POR JUNTAS DE CONSTRUCCION DE DUROPORT DE 1"

ESPECIFICACIONES:

FC = 3000 PSI
Fy = 40000 PSI
BLOCK POMEZ F'm = 35 KG/CM²
AGREGADO GRUESO = 1/2"
VALOR SOPORTE DEL SUELO (CONSIDERADO) = 18.72 TON/M² (ENSAYO TRIAXIAL)

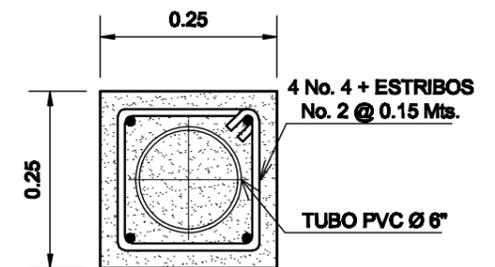
CARGAS VIVAS UTILIZADAS:
AULAS = 200 KG/CM²
PASILLOS = 500 KG/CM²
TECHOS = 100 KG/CM²
SOBRE CARGAS = 90 KG/CM²

GANCHOS STANDAR A 135°
No. 3 0.08 Mts
No. 4 0.08 Mts

TRASLAPES MINIMOS
No. 3 0.35 Mts
No. 4 0.50 Mts
No. 5 0.60 Mts
No. 6 0.75 Mts
No. 8 0.90 Mts

ESPECIFICACIONES DE ACUERDO A:
ACI 318R - 99
AGIES NR2 - 2000

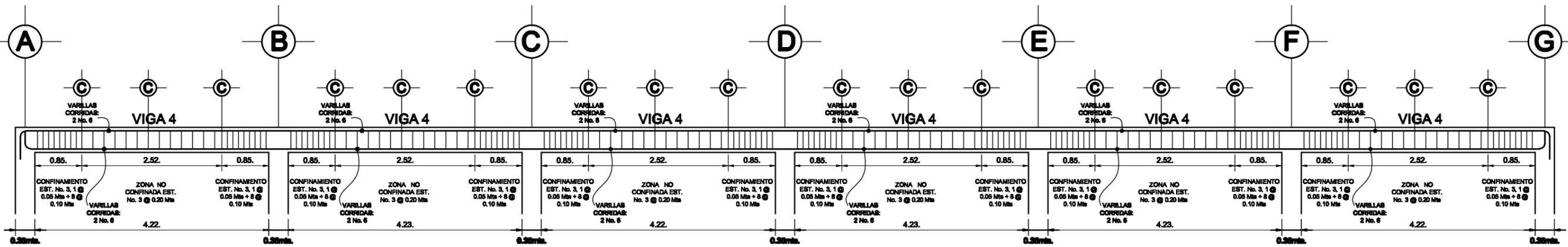
RECOMENDACION: REALIZAR ENSAYO DINAMICO PARA VERIFICAR VALOR SOPORTE DEL SUELO, PREVIO A LA CONSTRUCCION.



DETALLE DE BAJADA DE AGUA PLUVIAL

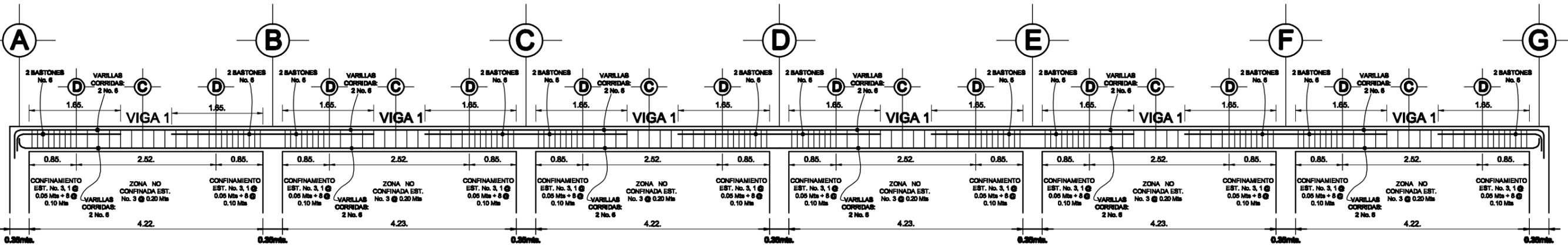
ESCALA: 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS	HOJA: 7
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ESCALA: INDICADA	19
HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO		ING. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR E.P.S.



MARCO VIGA EJE X (SEGUNDO NIVEL.)

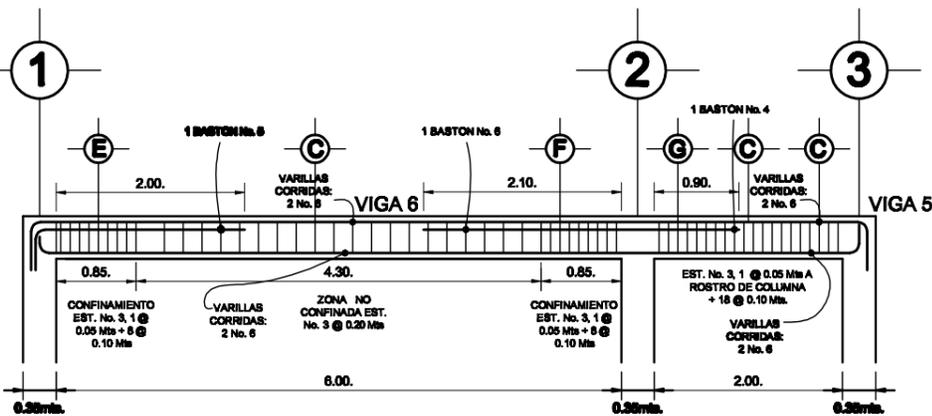
ESCALA: 1 : 75



MARCO VIGA EJE X (PRIMER NIVEL.)

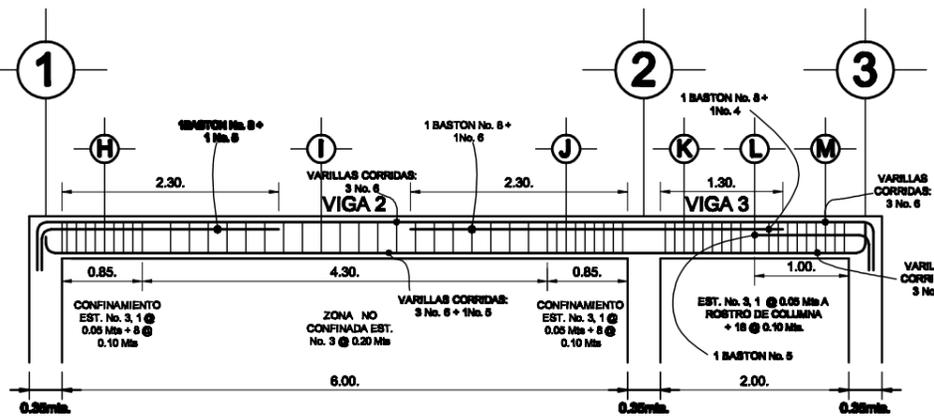
ESCALA: 1 : 75

NOTA: BASTONES = L/4 +
LONGITUD DE DESARROLLO



MARCO VIGA EJE Y (SEGUNDO NIVEL.)

ESCALA: 1 : 75

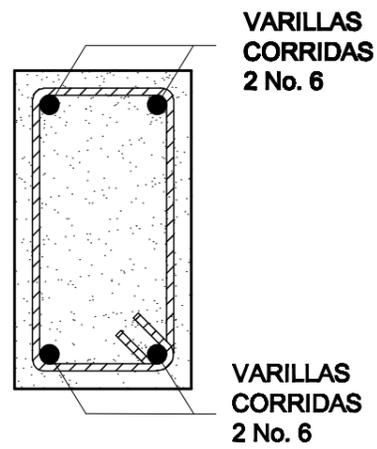


MARCO VIGA EJE Y (PRIMER NIVEL.)

ESCALA: 1 : 75

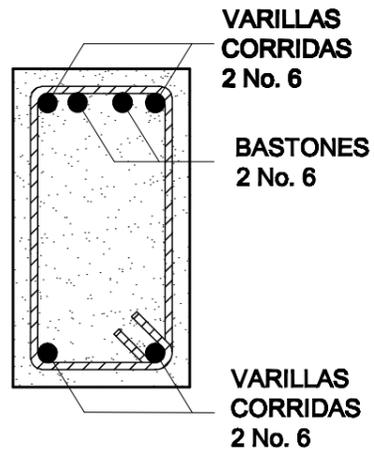
DETALLES DE VIGAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS	HOJA: 8	10
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008			
ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	ING. JUAN MENDOZA COPROYECTOR S.R.L.	



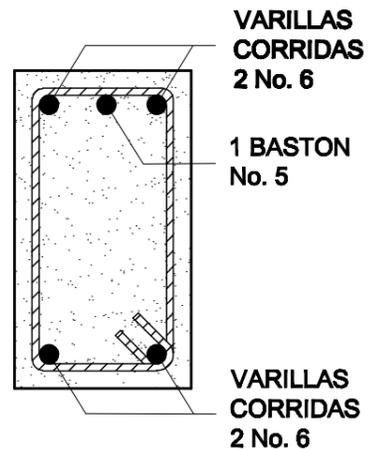
SECCION C

ESCALA: 1 : 10



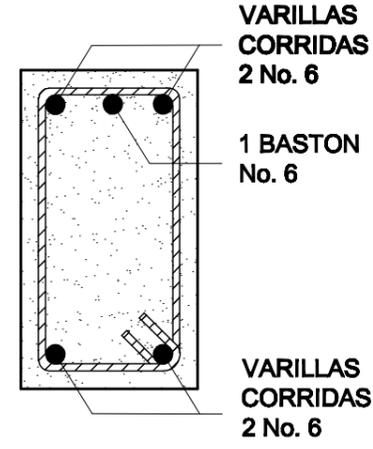
SECCION D

ESCALA: 1 : 10



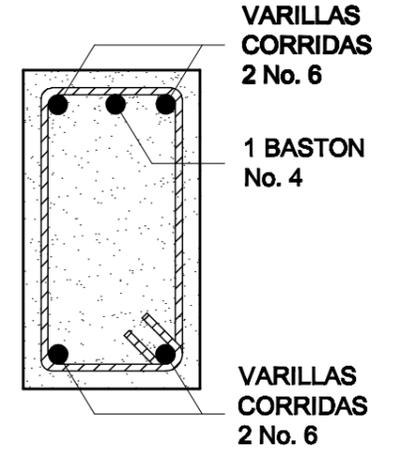
SECCION E

ESCALA: 1 : 10



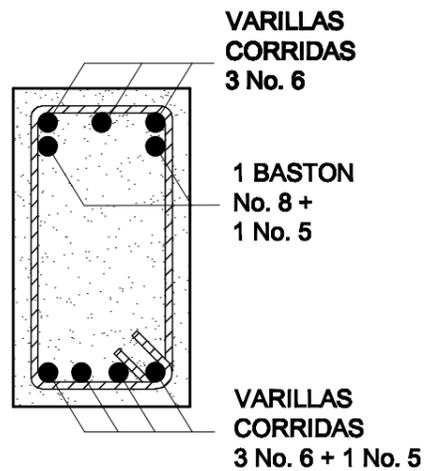
SECCION F

ESCALA: 1 : 10



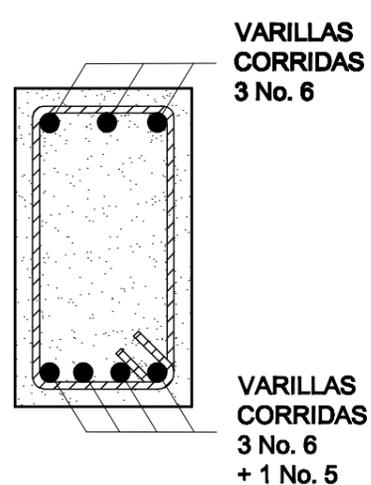
SECCION G

ESCALA: 1 : 10



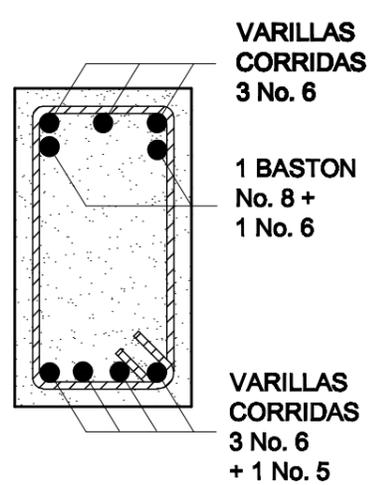
SECCION H

ESCALA: 1 : 10



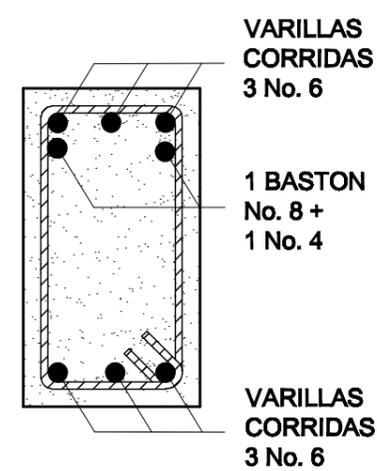
SECCION I

ESCALA: 1 : 10



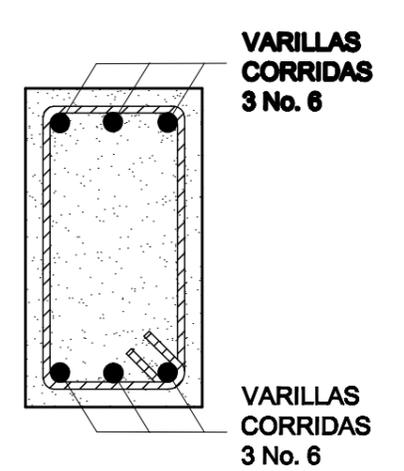
SECCION J

ESCALA: 1 : 10



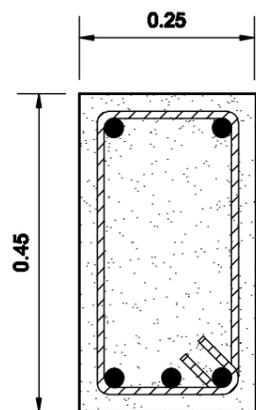
SECCION K

ESCALA: 1 : 10



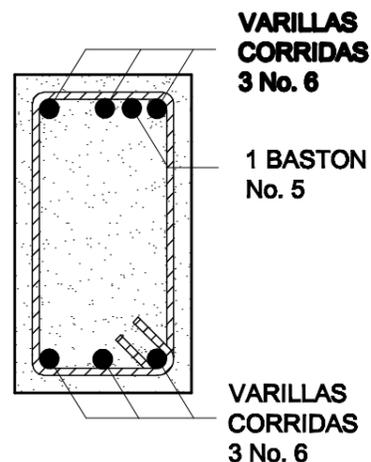
SECCION L

ESCALA: 1 : 10



DETALLE: DIMENSIONES DE VIGA

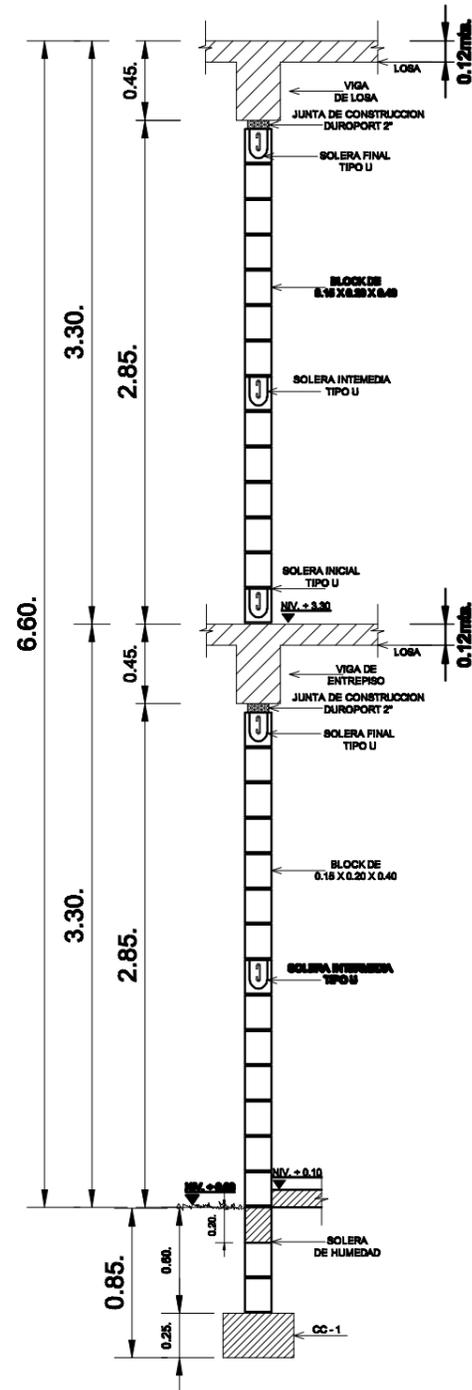
ESCALA: 1 : 10



SECCION M

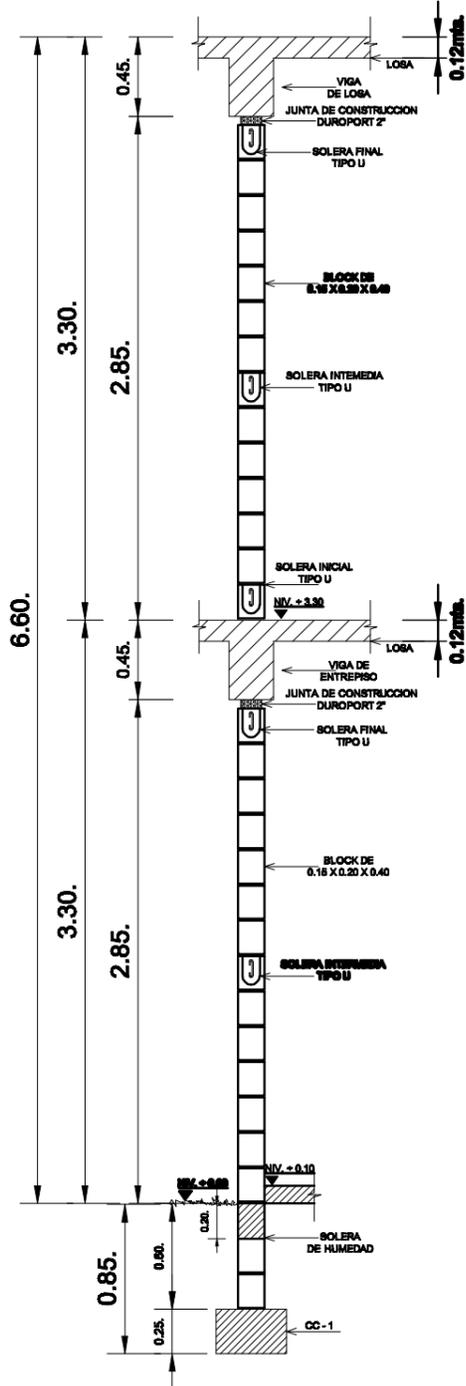
ESCALA: 1 : 10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS	HOJA: 9 / 10	
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ESCALA: INDICADA	ING. JUAN ENRIQUE C. ESPINOSA	ING. JUAN ENRIQUE C. ESPINOSA



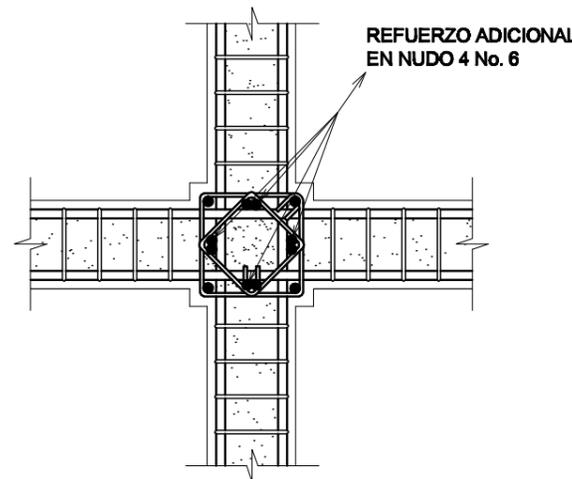
**DETALLE DE MURO TIPICO
SECCION 1-1'**

ESCALA: 1 : 40



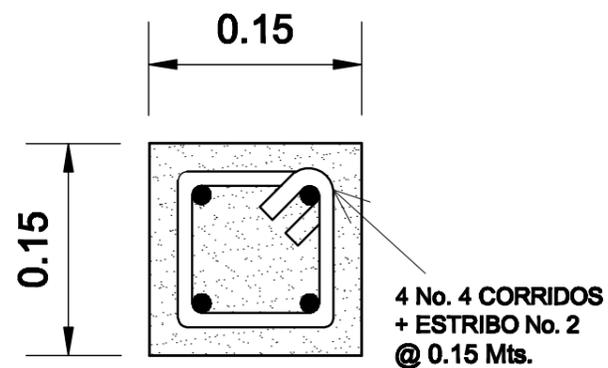
**DETALLE DE MURO TIPICO
SECCION 2-2'**

ESCALA: 1 : 40



**PLANTA VIGA COLUMNA
(DETALLE DE NUDO VIGA Y COLUMNA)**

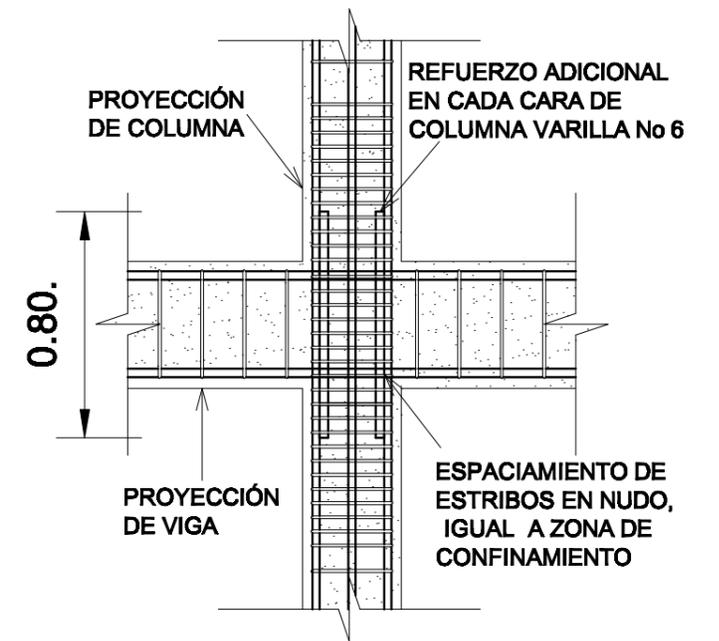
SIN ESCALA



PLANTA COLUMNA C - 2 , C - 4 Y C - 5

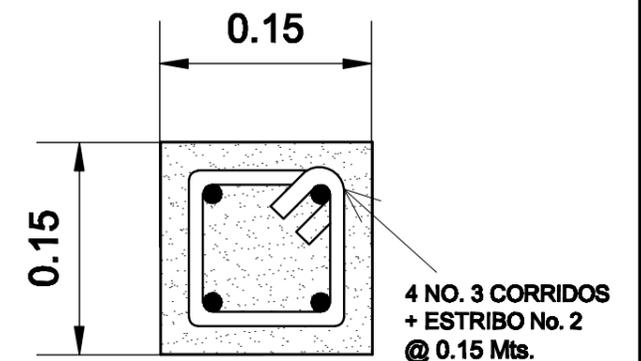
ESCALA 1 : 5

NOTA: LA LONGITUD DE LA COLUMNA C - 2 SERÁ DE 3.10 Mts, LA DE LA COLUMNA C - 4 SERA DE 1.65 Mts. Y LA DE LA COLUMNA C - 5 SERA DE 1.25 Mts



**SECCION VIGA COLUMNA
(DETALLE DE NUDO VIGA Y COLUMNA)**

SIN ESCALA

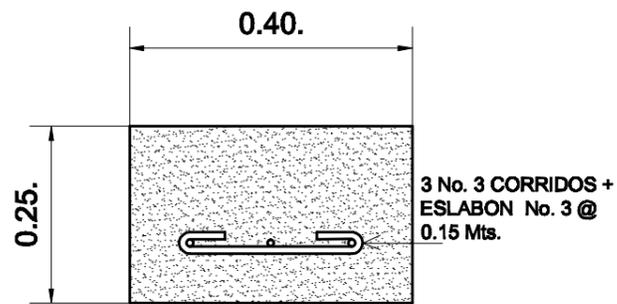


DETALLE DE SOLERA TIPO DINTEL

ESCALA 1 : 5

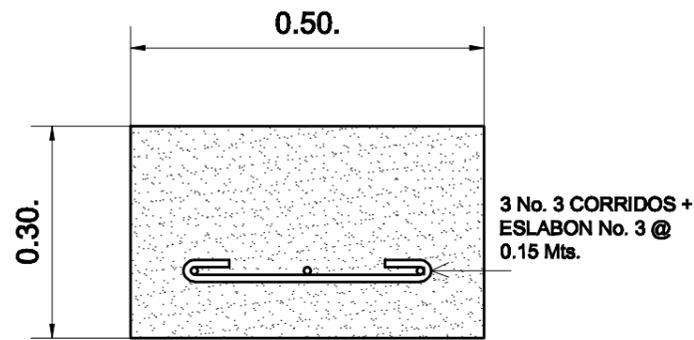
DETALLES DE MUROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: DETALLES DE MUROS	HOJA: 10 / 10
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008		HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	ING. JUAN MIREK C. SUPERVISOR E.P.S.
ESCALA: INDICADA			



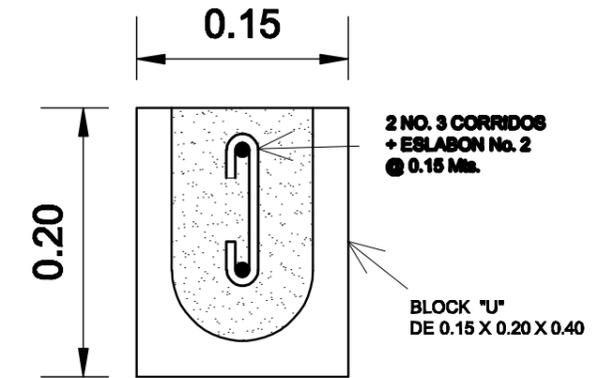
DETALLE CIMENTO CORRIDO CC - 1

ESCALA 1 : 10



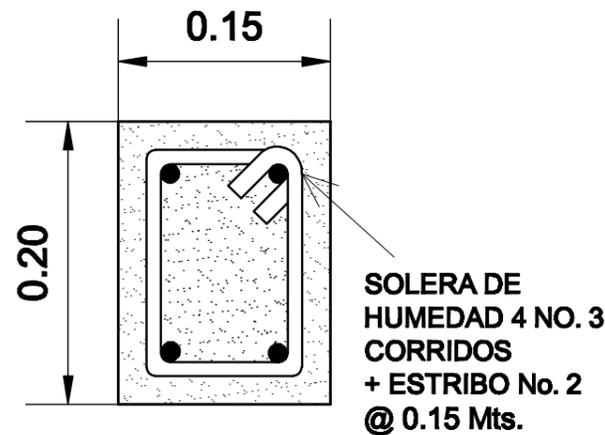
DETALLE CIMENTO CORRIDO CC - 2

ESCALA 1 : 10



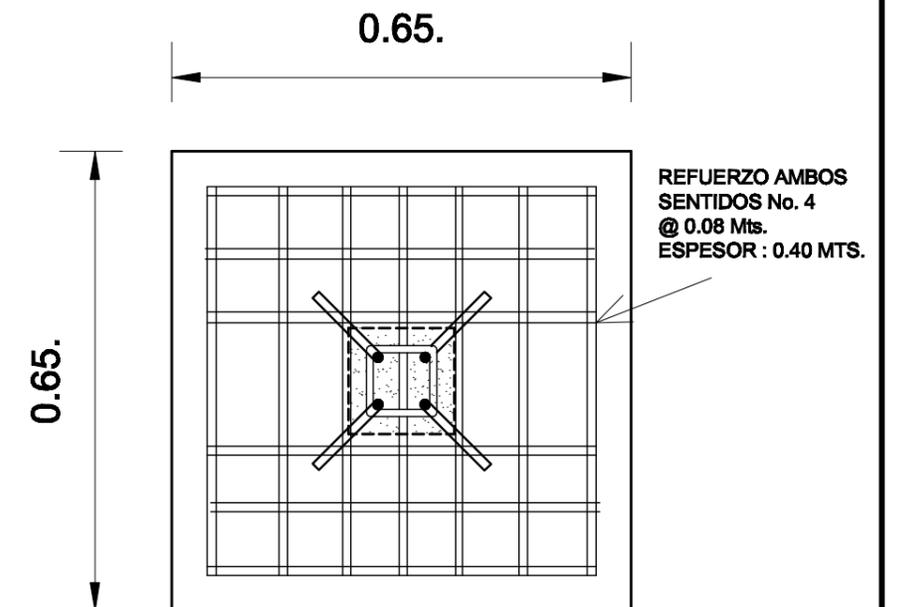
DETALLE DE SOLERA TIPO U

ESCALA 1 : 5



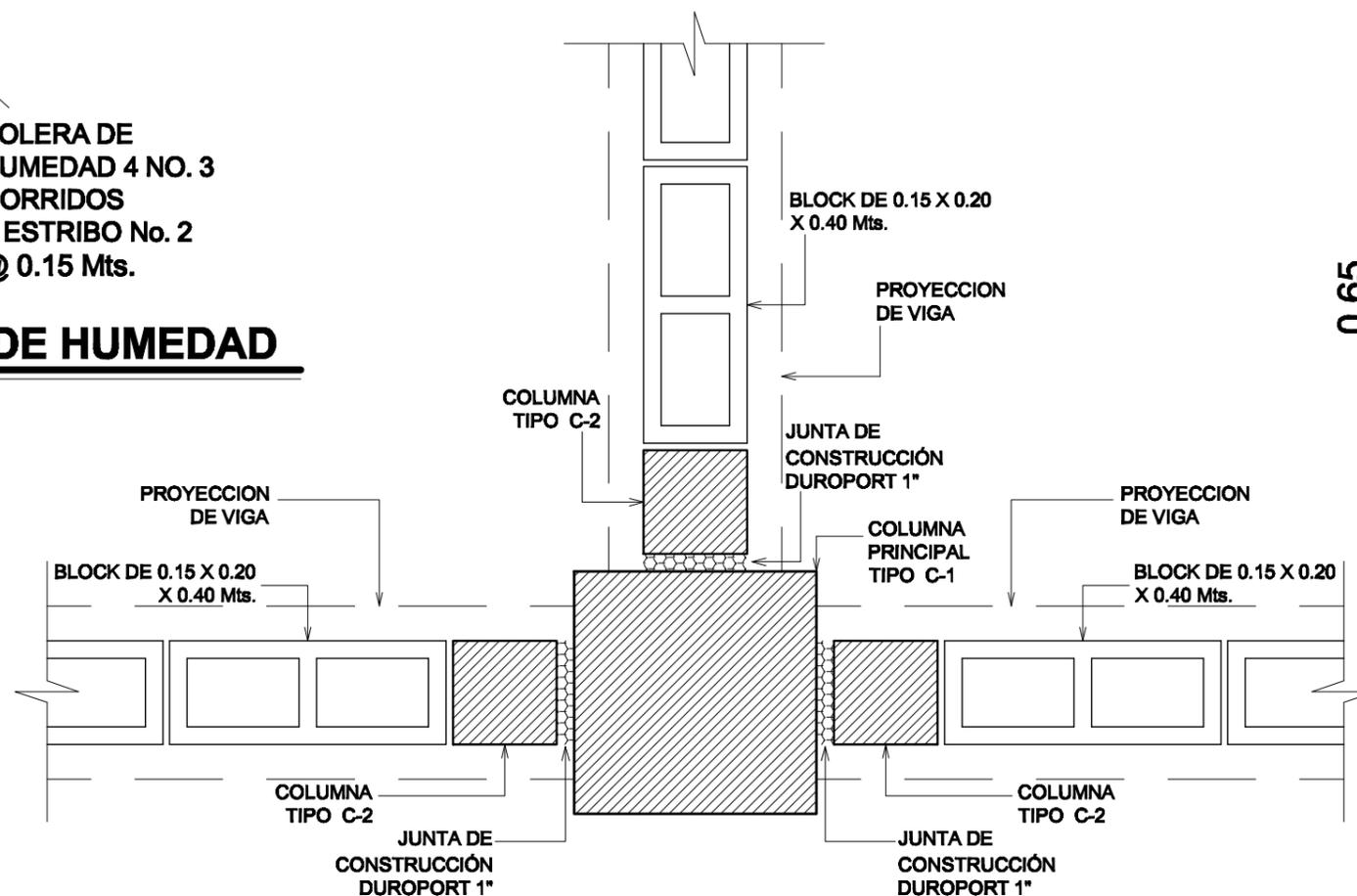
DETALLE DE SOLERA DE HUMEDAD

ESCALA 1 : 5



PLANTA ZAPATA Z-2

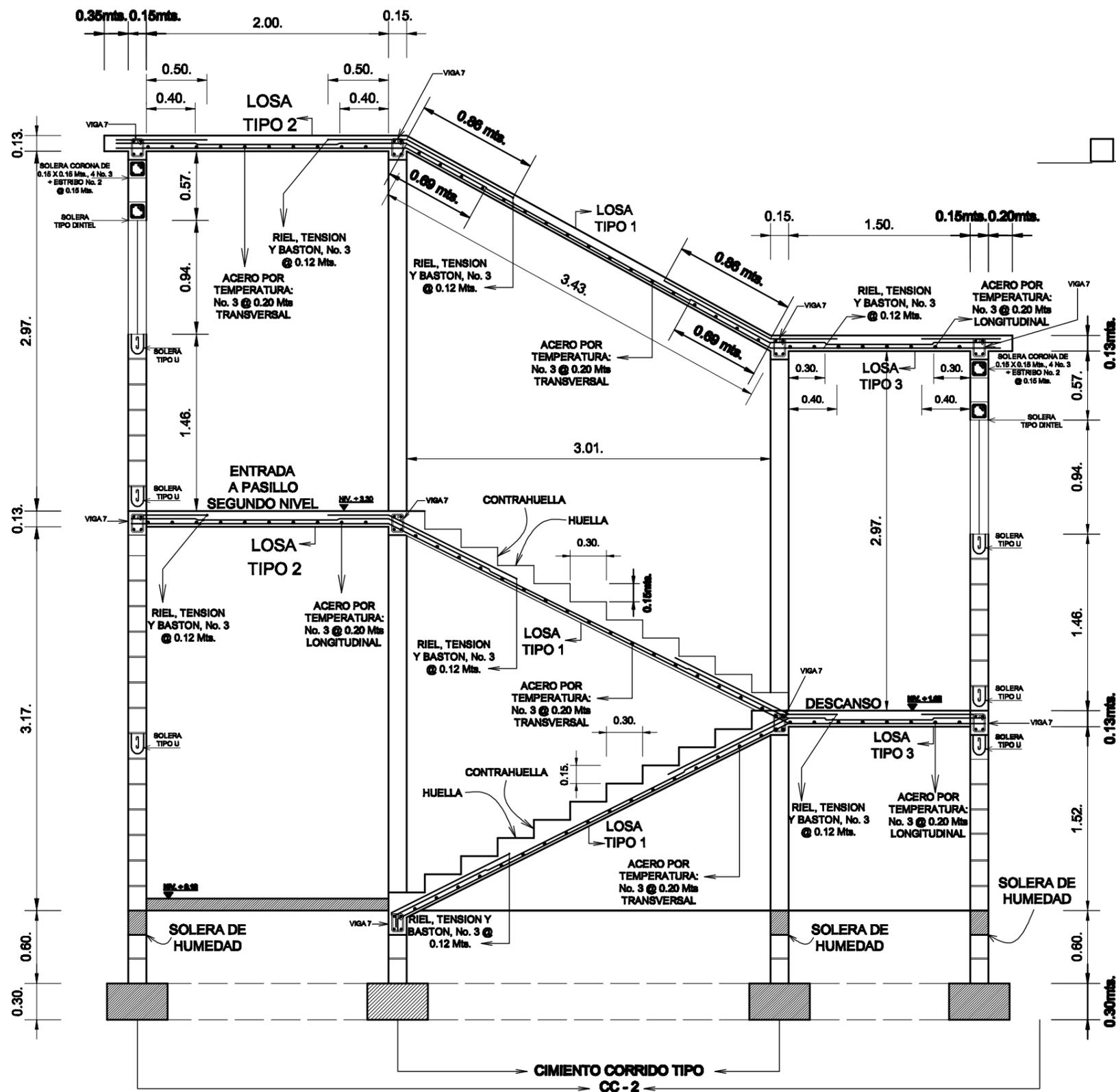
ESCALA 1 : 10



DETALLE DE JUNTA MURO - COLUMNA

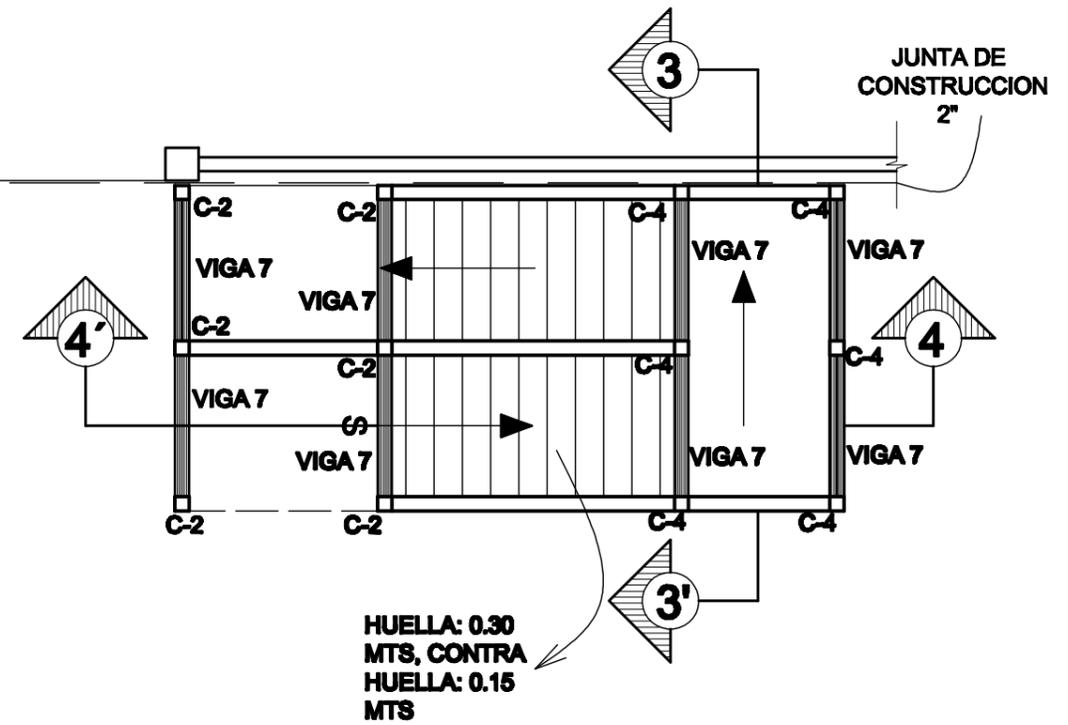
ESCALA 1 : 10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: DETALLES DE MUROS	HOJA: 11
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	19
ESCALA: INDICADA		



SECCION 4 - 4'

ESCALA: 1 : 40

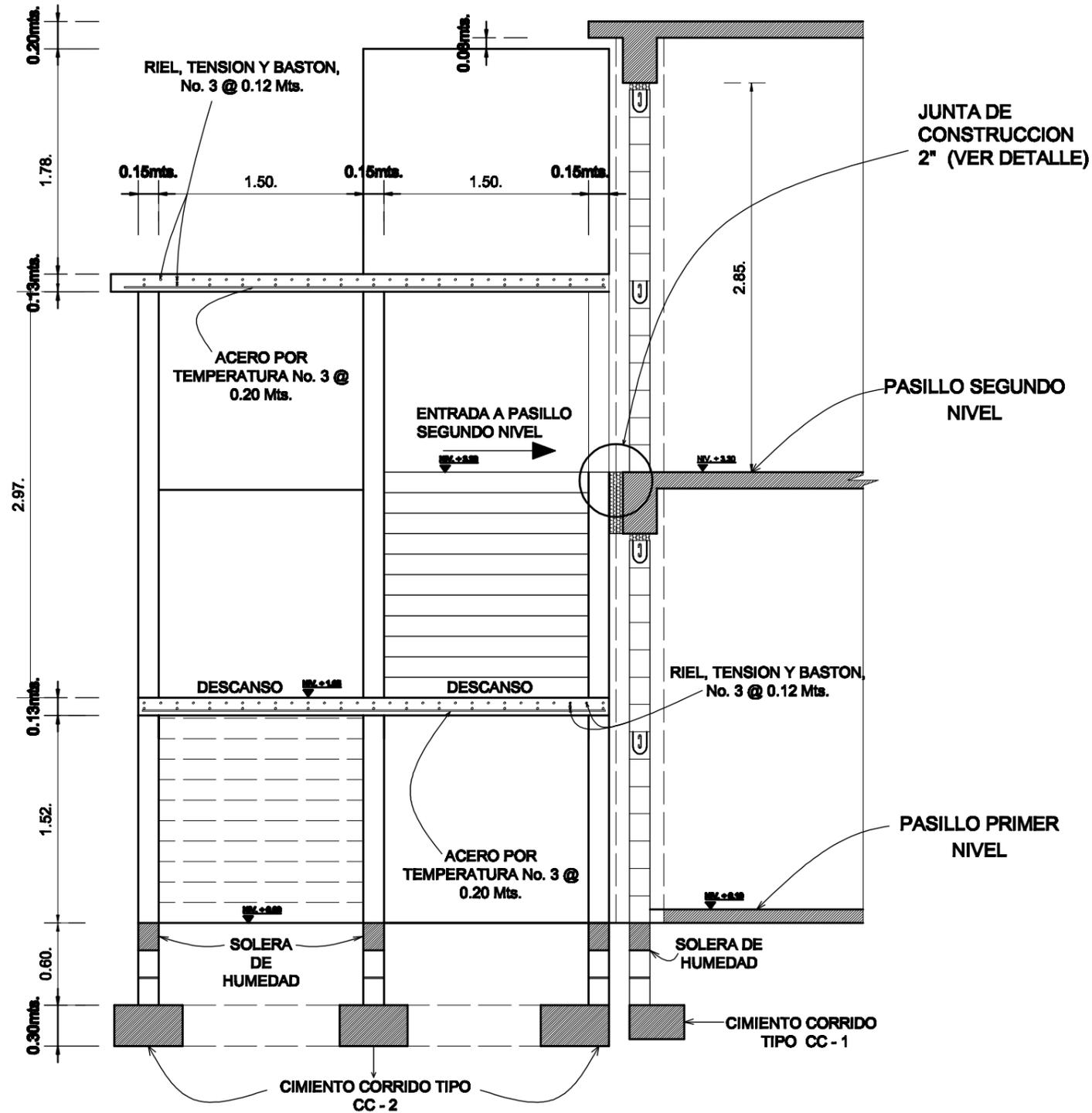


PLANTA DE GRADAS

ESCALA: 1 : 75

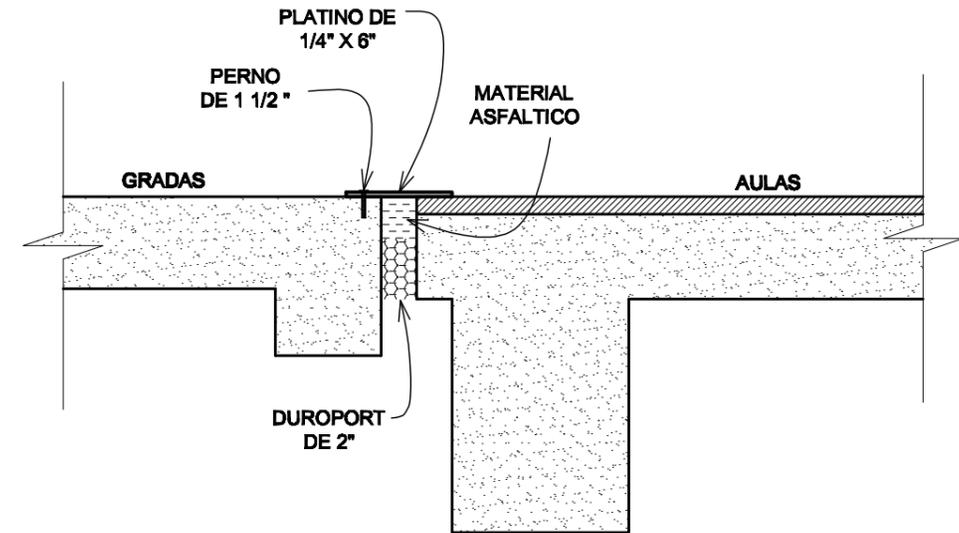
DETALLES DE GRADAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: DETALLE DE GRADAS	HOJA: 12 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2006	ESCALA: INDICADA	ING. JUAN MERCK C. SUPERVISOR I.P.S.	



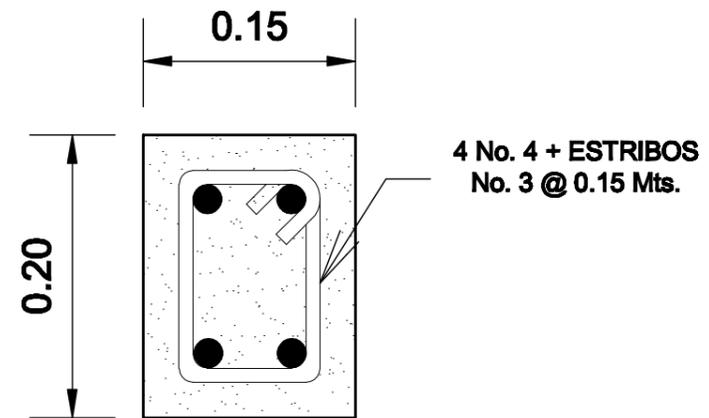
SECCION 3 - 3'

ESCALA: 1 : 40



DETALLE JUNTA DE CONSTRUCCION GRADAS - AULAS

SIN ESCALA

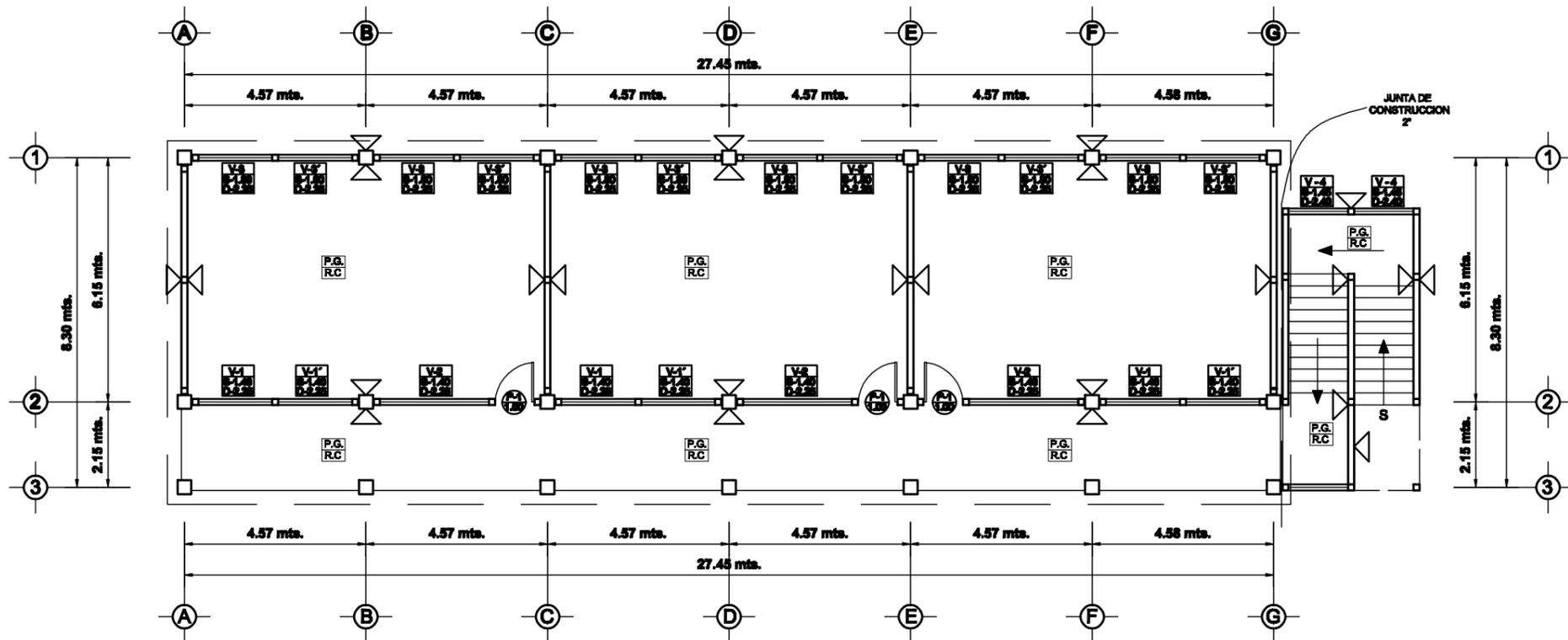
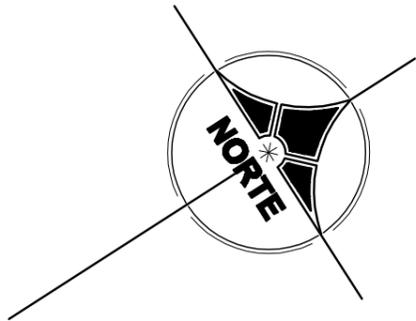


SECCION VIGA 7

ESCALA: 1 : 5

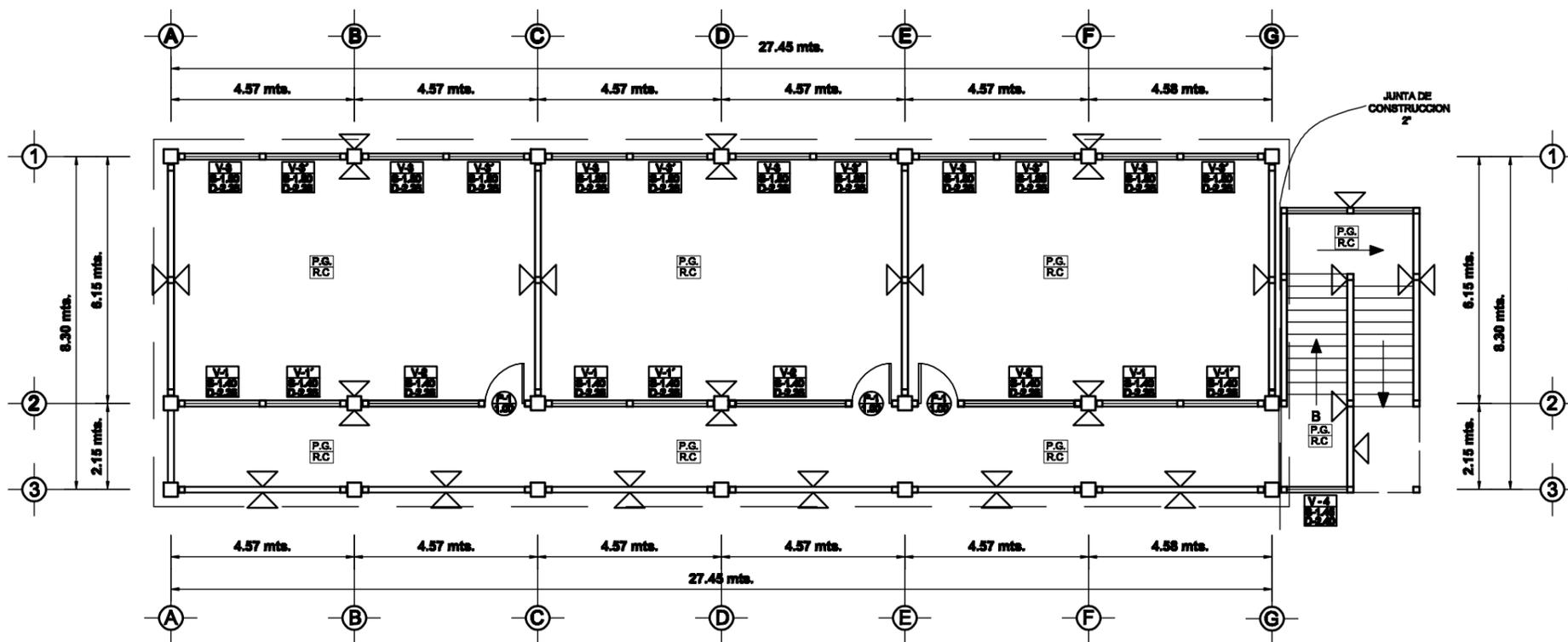
DETALLES DE GRADAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: DETALLE DE GRADAS	HOJA: 13 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	ING. JUAN IBARRA C. SUPERVISOR E.P.S.



PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 : 150

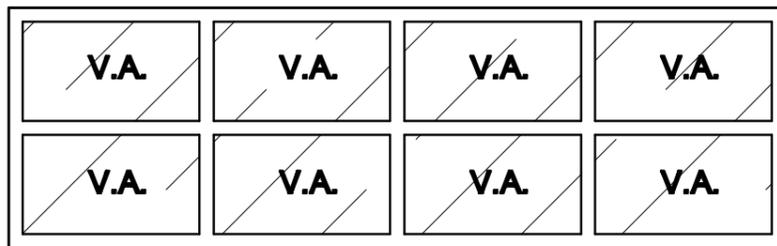


SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 : 150

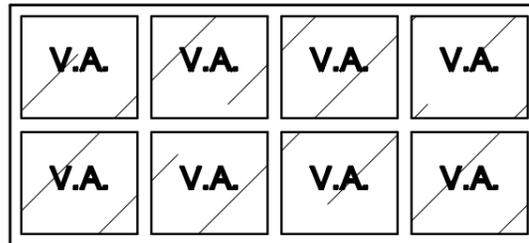
PLANTA DE ACABADOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL		LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.		CONTENIDO: ACABADOS	HOJA: 14 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	ING. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR S.P.A.



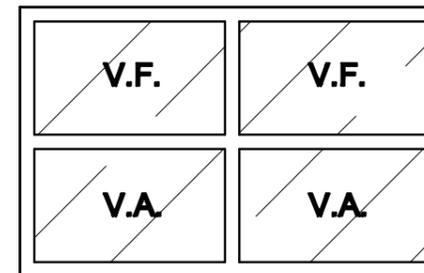
DETALLE DE VENTANA V-2

ESCALA: 1:25



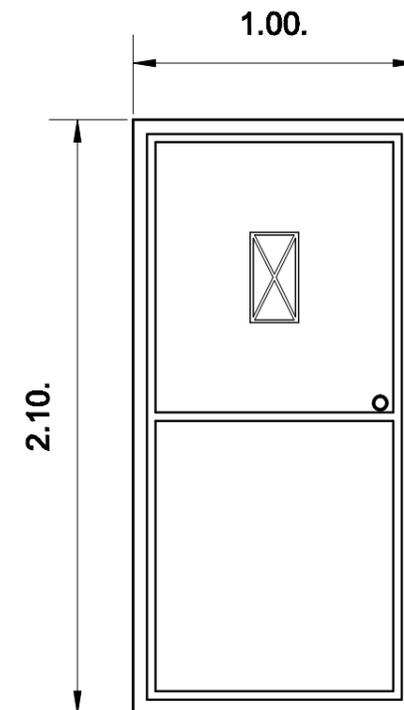
DETALLE DE VENTANA V-1 Y V-1'

ESCALA: 1:25
 NOTA: LA VENTANA V-1 TENDRA 1.87 Mts. DE ANCHO Y
 LA VENTANA V-1' 1.86 Mts.



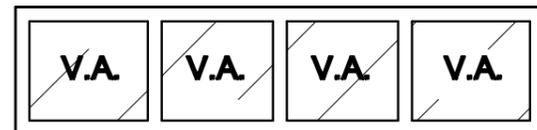
DETALLE DE VENTANA V-4

ESCALA: 1:25



DETALLE DE PUERTA P-1

ESCALA: 1:25



DETALLE DE VENTANA V-3 Y V-3'

ESCALA: 1:25
 NOTA: LA VENTANA V-3 TENDRA 1.87 Mts. DE ANCHO Y
 LA VENTANA V-3' 1.86 Mts.

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
SIMBOLOGIA	REFERENCIA
	REPELLO + CERNIDO
	PISO DE GRANITO
	REPELLO CIELO
	VENTANA TIPO
	PUERTA TIPO

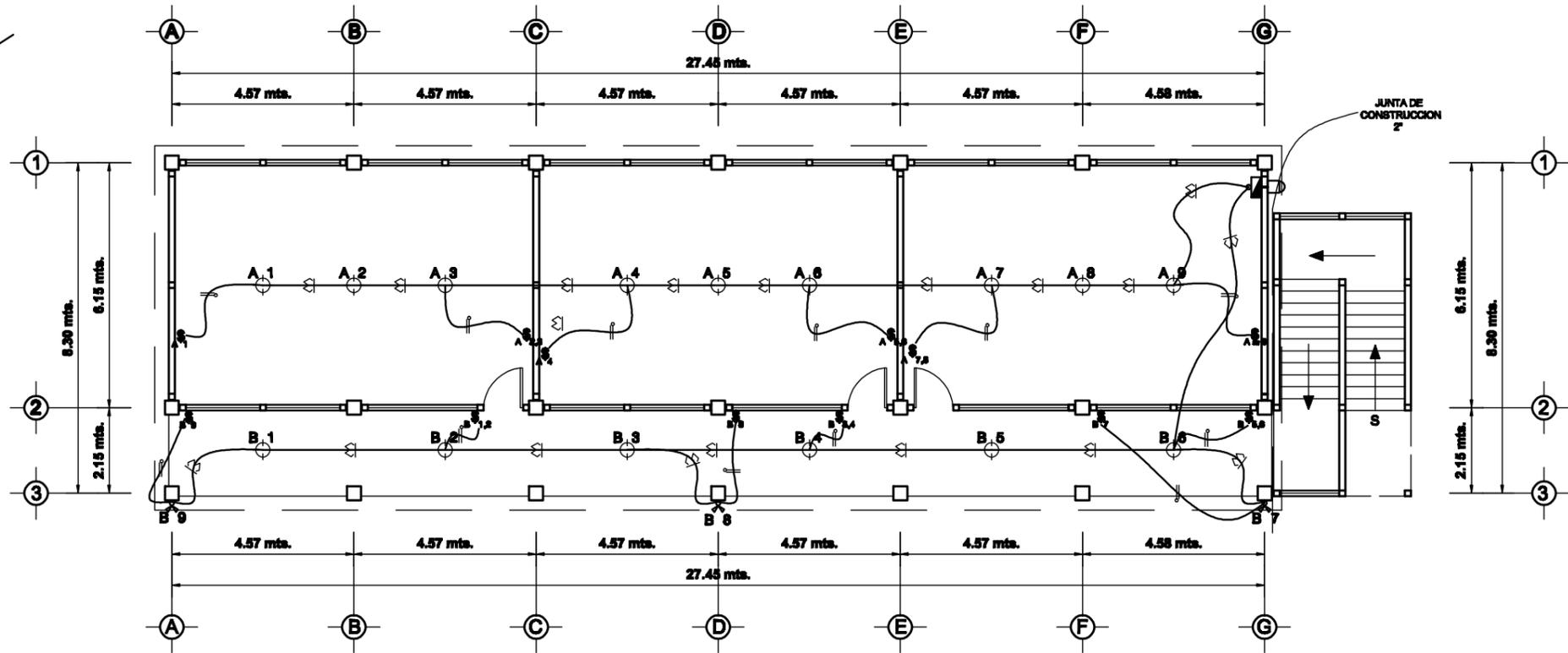
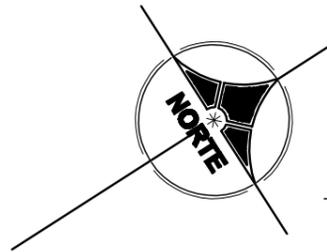
NOMENCLATURA	
V.F.	VENTANA FIJA
V.A.	VENTANA CON ABATIMIENTO HORIZONTAL

PLANILLA DE PUERTAS						
TIPO	SILLAR	DINTEL	ALTO	ANCHO	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	1.40 Mts	2.25 Mts	0.85 Mts	1.87 Mts	6	METAL CON VIDRIO
V-1'	1.40 Mts	2.25 Mts	0.85 Mts	1.86 Mts	6	METAL CON VIDRIO
V-2	1.40 Mts	2.25 Mts	0.85 Mts	2.75 Mts	6	METAL CON VIDRIO
V-3	1.80 Mts	2.25 Mts	0.45 Mts	1.87 Mts	12	METAL CON VIDRIO
V-3'	1.80 Mts	2.25 Mts	0.45 Mts	1.86 Mts	12	METAL CON VIDRIO
V-4	1.45 Mts	2.40 Mts	0.95 Mts	1.50 Mts	3	METAL CON VIDRIO

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	1.00 Mts	2.10 Mts	6	METAL

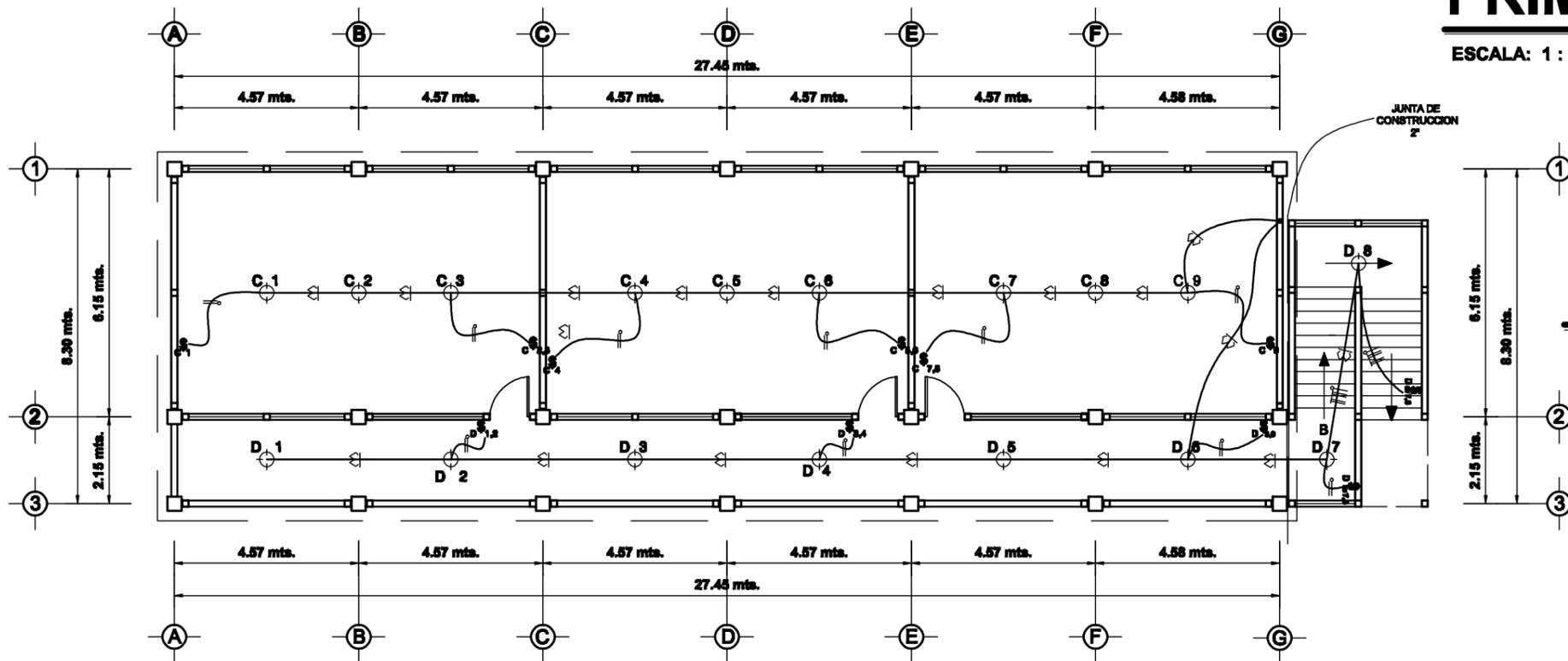
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO		
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"			
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: ACABADOS	HOJA: 16	
FECHA: SEPTIEMBRE - 2006		19	
ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. ESTUDIANTE	ING. JUAN MEROZ C. SUPERVISOR E.P.S.	

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION	
SIMBOLOGIA	REFERENCIA
	ILUMINACION EN TECHO
	ILUMINACION REFLECTORES
	LINEA DE RETORNO 12 TW O INDICADO
	LINEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	INTERRUPTOR SIMPLE H: 1.20 S.N.P.
	INTERRUPTOR THREE WAY (TRES VIAS) H: 1.20 S.N.P.
	TABLERO DE DISTRIBUCION H: 1.70 S.N.P.
	CONTADOR H: 2.10 S.N.B.
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
	LINEA DE PUENTE CALIBRE 12 TW O INDICADO



PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 : 150



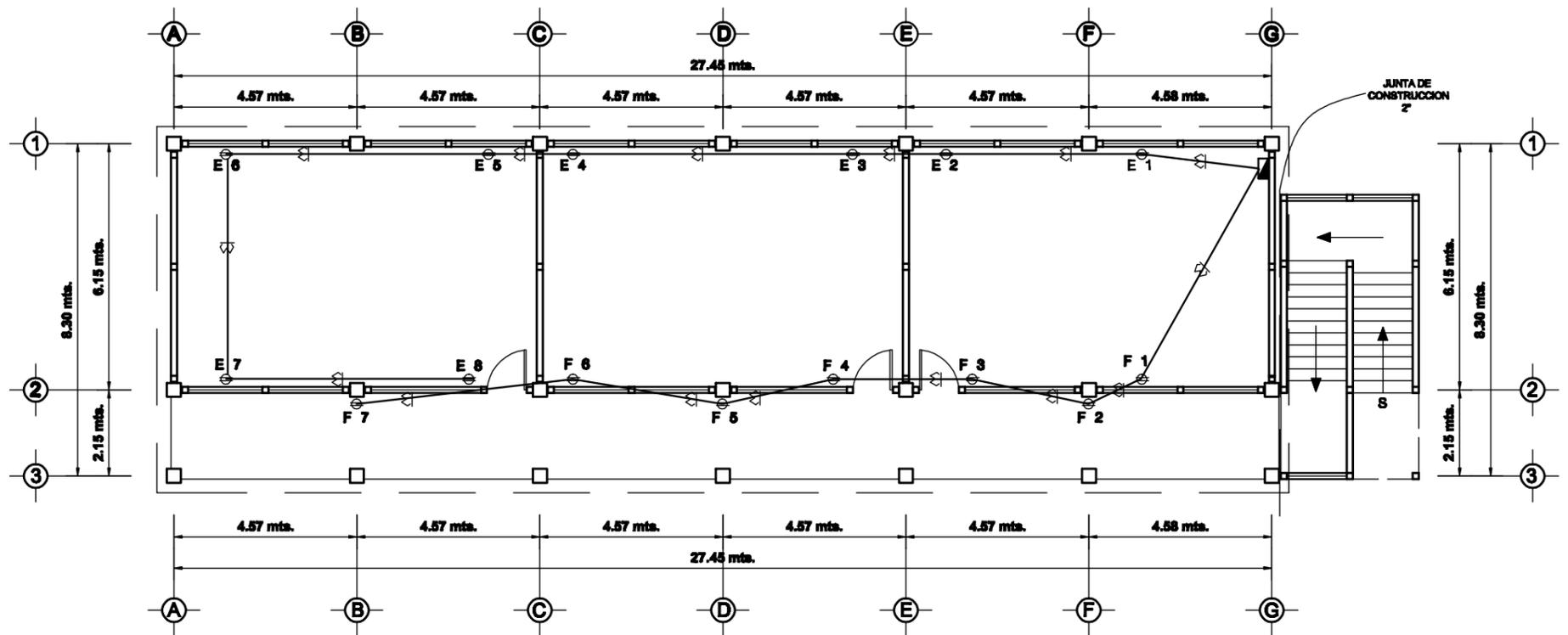
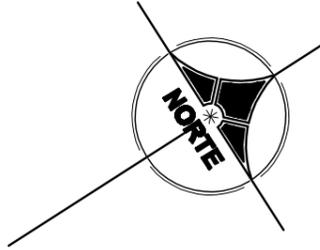
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 : 150

PLANTA DE ELECTRICIDAD ILUMINACION

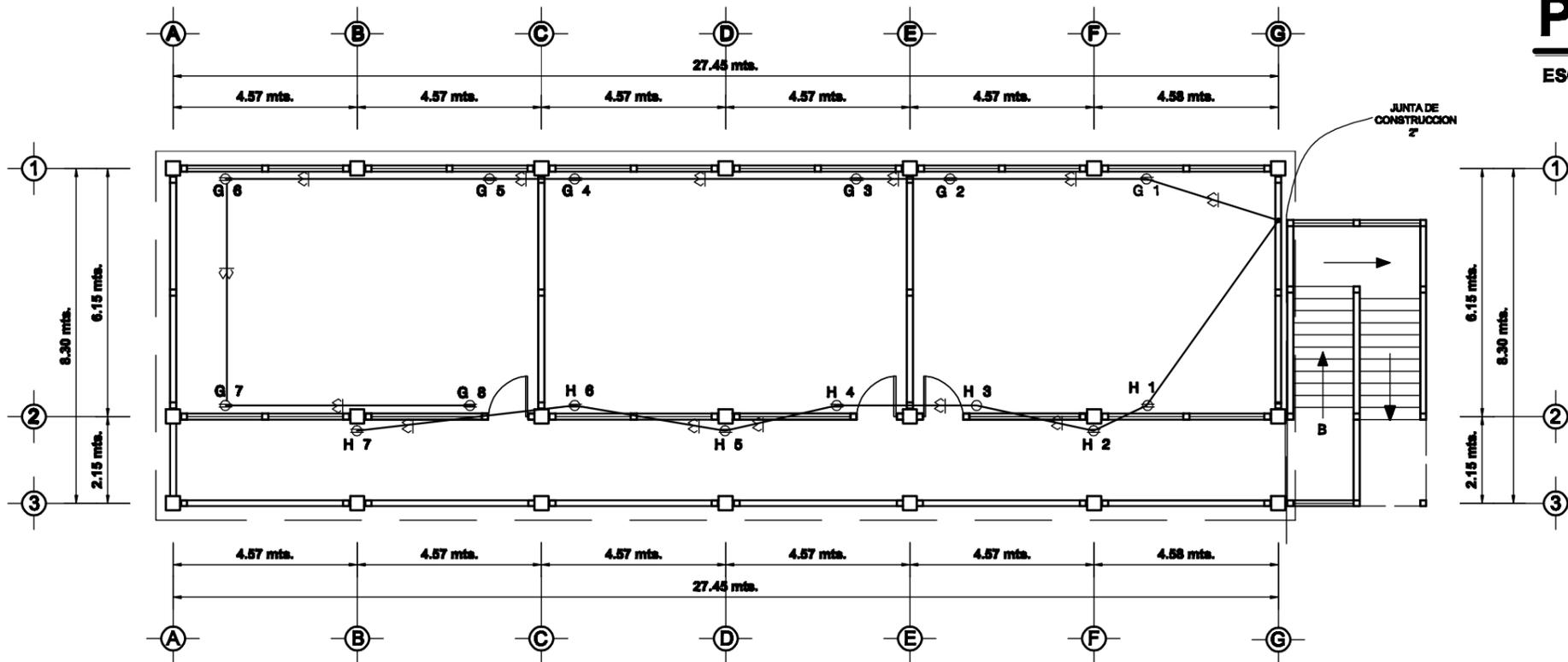
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PLANTA DE ELECTRICIDAD - ILUMINACION	HOJA: 16 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ESCALA: INDICADA	ING. JUAN MENDOZA G. SUPERVISOR I.P.S.

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION	
SIMBOLOGIA	REFERENCIA
	LINEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LINEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TOMACORRIENTE DOBLE H: 0.30 S.N.P.
	TABLERO DE DISTRIBUCION H: 1.70 S.N.P.
	CONTADOR H: 2.10 S.N.B.
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED



PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 : 150

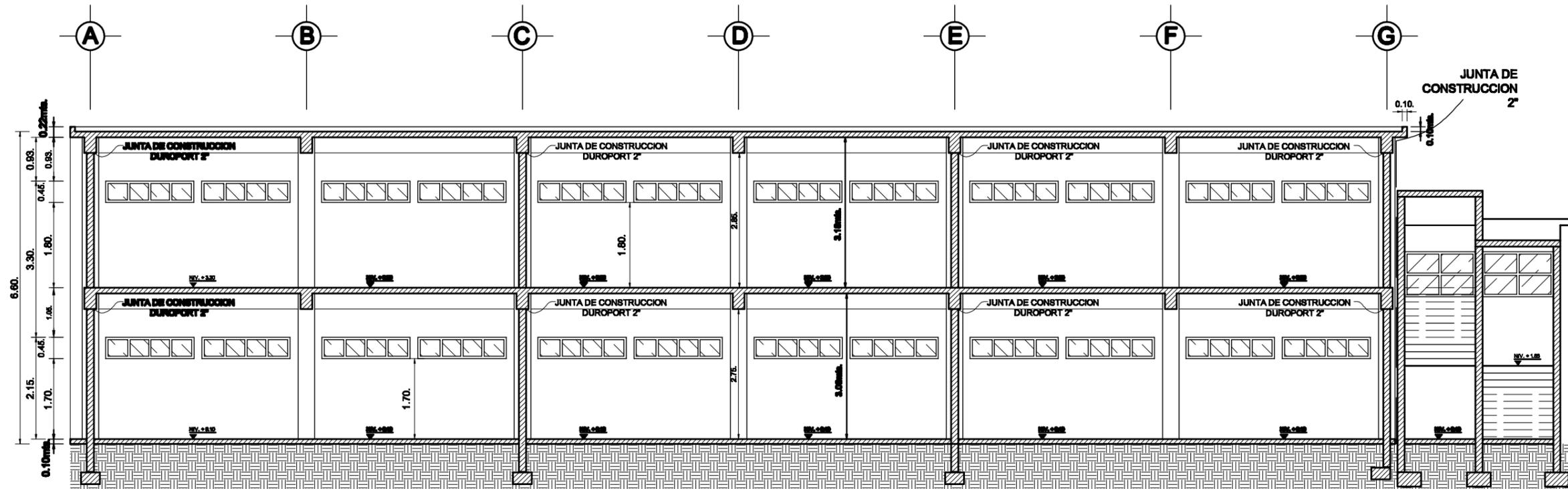


SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 : 150

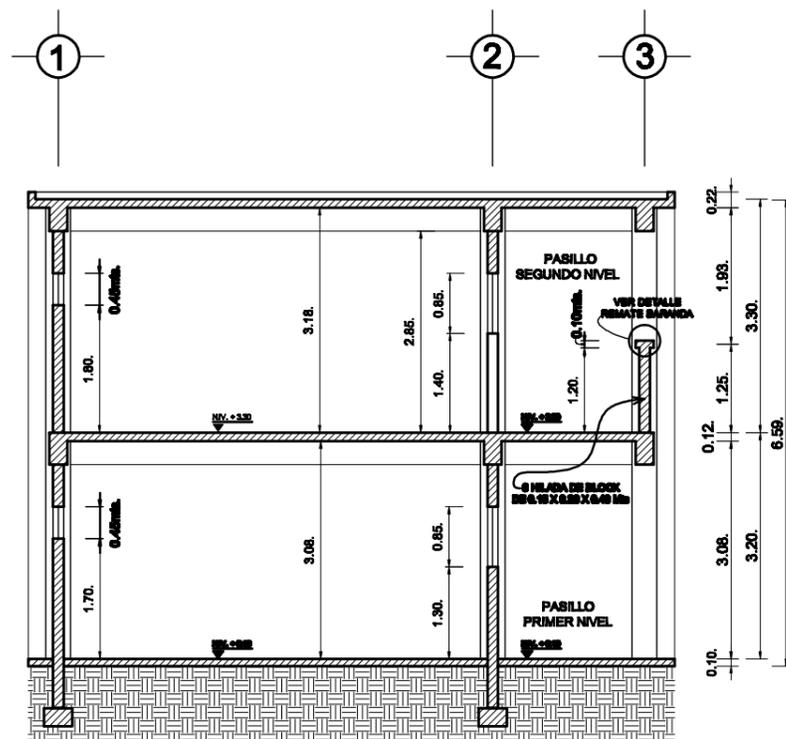
PLANTA DE ELECTRICIDAD FUERZA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: PLANTA DE ELECTRICIDAD - FUERZA	HOJA: 17
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008		19
ESCALA: INDICADA	HECTOR E. RODRIGUEZ C. INGENIERO	ING. JUAN HERRERA C. SUPERVISOR I.P.A.



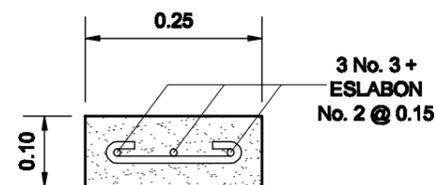
SECCION A - A'

ESCALA: 1 : 100



SECCION B - B'

ESCALA: 1 : 100

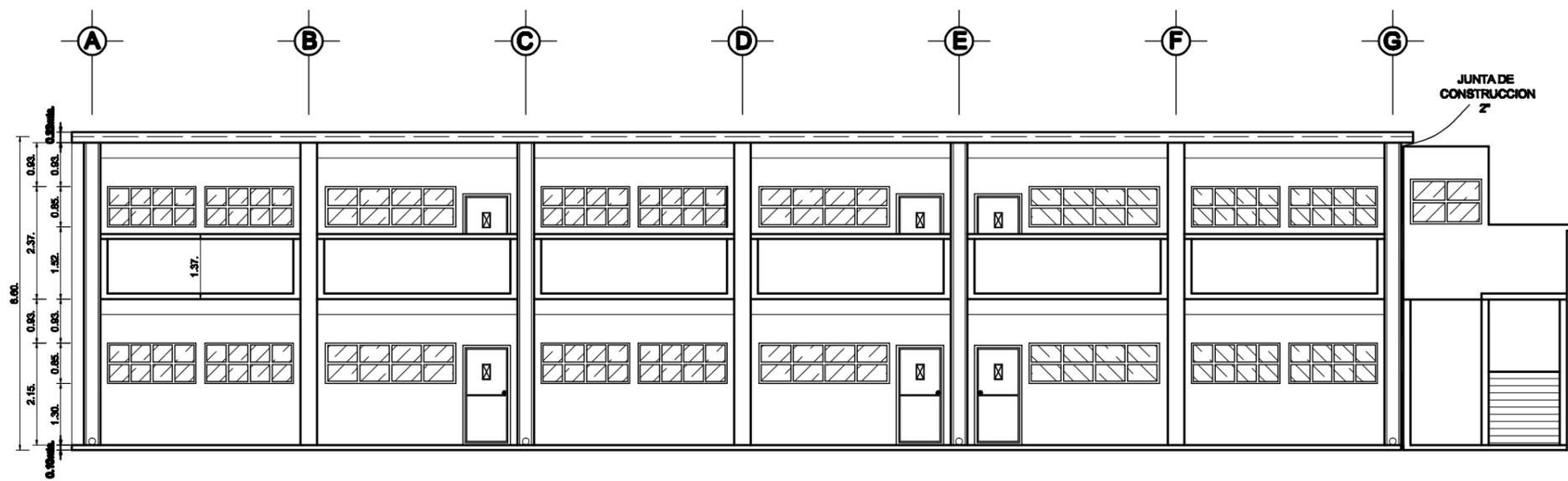


DETALLE REMATE DE BARANDA

ESCALA: 1 : 5

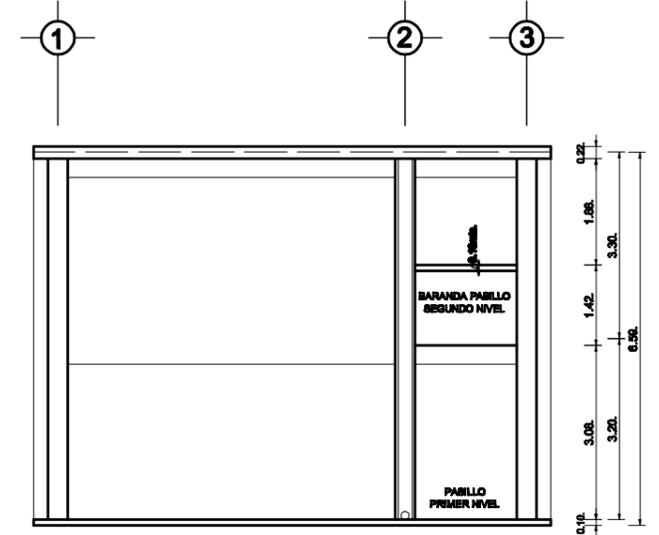
SECCIONES LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	LOCALIZACION: GENOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: SECCIONES LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	HOJA: 18 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ING. HECTOR E. RODRIGUEZ C. SUPERVISOR	ING. JUAN HENCK C. SUPERVISOR E.P.S.
ESCALA: INDICADA		



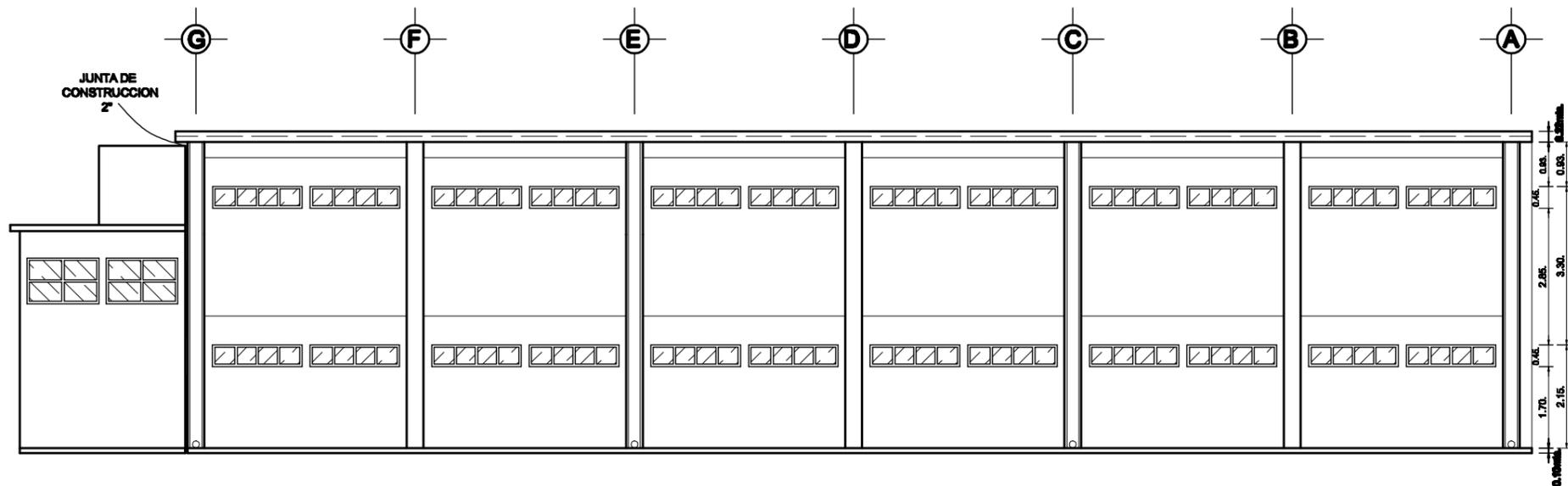
FACHADA FRONTAL

ESCALA: 1 : 125



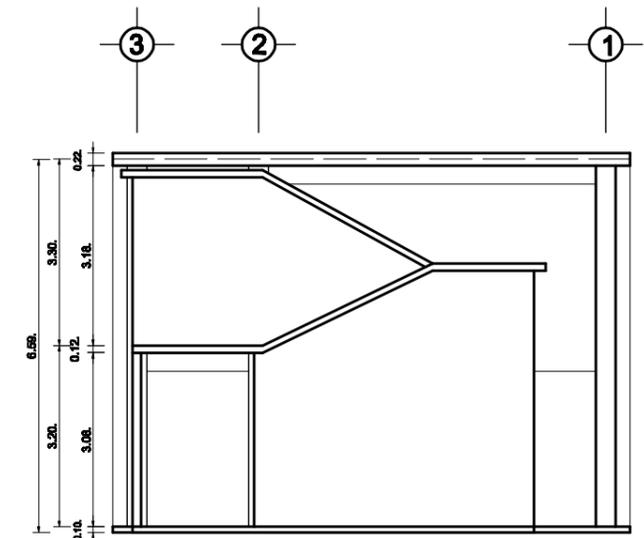
FACHADA LATERAL DERECHA

ESCALA: 1 : 125



FACHADA POSTERIOR

ESCALA: 1 : 125



FACHADA LATERAL IZQUIERDA

ESCALA: 1 : 125

FACHADAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL	LOCALIZACIÓN: GÉNOVA COSTA CUCA QUETZALTENANGO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES "ESCUELA CRISTOBAL COLON"		
DISEÑO Y DIBUJO: HECTOR E. RODRIGUEZ C.	CONTENIDO: FACHADAS	HOJA: 19 / 19
FECHA: SEPTIEMBRE - 2008	ESCALA: INDICADA	Ing. JUAN MEROX C. C.E. INGENIERO S.R.L.