



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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO
SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE
FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Carmen Angélica Juárez López
Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, noviembre de 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO
SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE
FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Espínola de 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

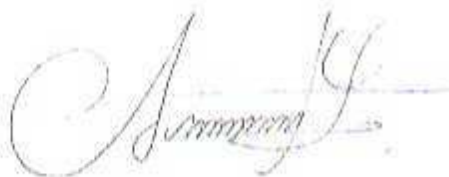
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Mayra García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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 UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO
SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE
FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de julio de 2008.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carmen Angélica Juárez López', written in a cursive style.

CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ



Guatemala, 23 de octubre de 2008.
REF:EPS.D.947.10.08.

Ing. Norma Ileana Sarmiento Zecceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zecceña,

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **CARMEN ANGELICA JUÁREZ LÓPEZ** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200312753**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Arceña Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
OAH/ra





Guatemala, 23 de octubre de 2008.
REF.EPS.D 947-10-08

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

Estimado Ingeniero Samuel Milson,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **CARMEN ANGELICA JUÁREZ LÓPEZ**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el **Ingeniero Oscar Argueta Hernández**.

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"


Ingen. Norma Ivana Sarmiento Zecena de Barano
Directora de EPS

NISZ/ra



Guatemala,
27 de octubre de 2008

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 UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL CASERIO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Carmen Angélica Juárez López, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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,

DIRIGIDO Y ENSEÑADO A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
29 de octubre de 2008.

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 UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Carmen Angélica Juárez López, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

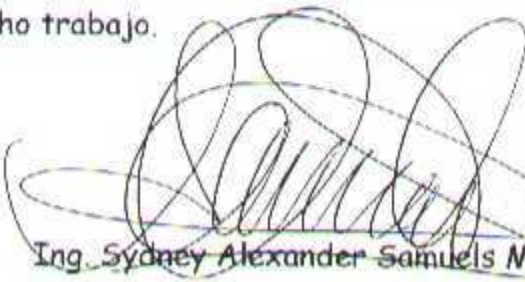



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante Carmen Angélica Juárez López, titulado DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.



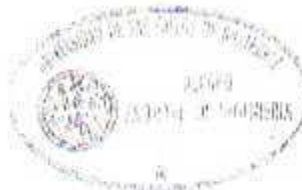
El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL CASERÍO JOYA VERDE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Carmen Angélica Juárez López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2008



/gdech

AGRADECIMIENTOS

DIOS

Por darme la vida y siempre estar a mi lado, en los momentos de tristeza y alegría; también, por darme las fuerzas para alcanzar mis objetivos.

MIS PADRES

Edgar Rolando Juárez Villatoro

Carmen Evelia López Barrios

Gracias a su amor y ayuda me fue posible alcanzar esta meta.

A MI HERMANO

Edgar Rodrigo Juárez López

Con fraternal cariño.

MI FAMILIA

Por ayudarme en todo lo que les fue posible.

ASESOR

Ing. Oscar Argueta Hernández, por su asesoría y colaboración en la realización de este trabajo de graduación.

MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES

Por la oportunidad y el apoyo que me brindaron para el desarrollo de mis prácticas.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTADO DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento de la situación	1
1.2 Solución	1
1.3 Monografía del lugar	1
1.3.1 Localización y ubicación	1
1.3.2 Colindancias	2
1.3.3 Vías de acceso	2
1.3.4 Descripción topográfica	3
1.3.5 Hidrografía	3
1.3.6 Aspectos climatológicos	3
1.3.7 Actividades económicas	4
1.3.8 Prototipo de vivienda	5
1.3.9 Autoridades y servicios públicos	6
1.3.10 Calidad del suelo	7
1.4 Población	7
1.4.1 Censos	7

2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO	
DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR	11
2.1 Descripción del edificio	11
2.1.1 Arquitectura	11
2.1.2 Evaluación de la calidad del suelo	11
2.1.2.1 Ensayo triaxial	11
2.1.3 Estructura	14
2.1.3.1 Losas	14
2.1.3.2 Muros	14
2.1.3.3 Cimentación	14
2.2 Materiales componentes de la mampostería	15
2.3 Análisis del edificio educativo de mampostería reforzada	20
2.3.1 Métodos de diseño	20
2.3.2 Etapas de análisis	21
2.3.2.1 Determinación de cargas	21
2.3.2.2 Diafragmas rígidos	22
2.3.2.3 Deflexión	23
2.3.2.4 Rigidez	24
2.3.2.5 Determinación del centro de masa y de rigidez	25
2.3.2.6 Análisis de viento	30
2.3.2.7 Análisis de sismo	33
2.3.2.8 Cuadros resúmenes	53
2.4 Especificaciones y recomendaciones para el diseño de mampostería reforzada	57
2.5 Conceptos sobre el diseño de miembros estructurales de mampostería reforzada	60
2.6 Diseño y análisis de elementos estructurales	69
2.7 Diseño y análisis de losas	92

2.8	Diseño y análisis de la cimentación	103
2.9	Diseño de instalaciones	110
2.10	Presupuesto	110
2.11	Cronograma de ejecución	112
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	
	SANITARIO PARA EL CASERÍO JOYA VERDE	115
3.1	Estudios preliminares	115
3.1.1	Estudio topográfico	115
3.1.2	Período de diseño	115
3.1.3	Población actual	115
3.1.4	Población futura	116
3.2	Partes de un sistema de alcantarillado sanitario	117
3.2.1	Colector principal	117
3.2.2	Diámetros de la tubería	117
3.2.3	Profundidad de la tubería	118
3.2.4	Pozo de visita	118
3.2.5	Conexiones domiciliarias	119
3.3	Volumen de excavación	120
3.4	Cota invert	121
3.5	Diseño y cálculo hidráulico	121
3.5.1	Principios básicos de diseño	122
3.5.1.1	Tirante	122
3.5.1.2	Velocidad de flujo	123
3.5.1.3	Pendientes máximas y mínimas	123
3.5.1.4	Factor de rugosidad	124
3.5.2	Caudal domiciliar	124
3.5.3	Caudal de conexiones ilícitas	126
3.5.3.1	Método racional	126

3.5.3.2	Método utilizado por la Municipalidad de Guatemala	127
3.5.3.3	Método utilizado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM)	128
3.5.4	Caudal medio	128
3.5.4.1	Factor de caudal medio	129
3.5.5	Factor de Harmond	130
3.5.6	Caudal de diseño	130
3.5.7	Velocidad de flujo y caudal a sección llena	131
3.5.8	Velocidad de flujo y caudal a sección parcialmente llena	133
3.5.9	Cotas invert y profundidad de pozo	134
3.6	Propuesta de tratamiento de aguas residuales	135
3.6.1	Diseño de planta de tratamiento para las aguas residuales	135
3.6.2	Dimensionamiento de los pozos de absorción	135
3.7	Planos	135
3.8	Presupuesto	135
3.9	Programa de trabajo	137
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	139
4.1	Las amenazas potenciales	139
4.1.1	Fase de construcción	139
4.1.2	Fase de operación	140
4.2	Tipos de vulnerabilidades de la población	141
4.3	Medidas de mitigación	143
4.3.1	Medio físico	143
4.3.1.1	Suelo	143
4.3.1.2	Hidrología e hidrogeología	145
4.3.1.3	Ruido	146
4.3.1.4	Calidad del aire	147
4.3.2	Medio biótico	148

4.3.2.1	La flora y la vegetación	148
4.3.2.2	Fauna	149
4.3.3	Medio socioeconómico	149
4.3.3.1	Efectos potenciales sobre la población	149
4.3.3.2	Efectos potenciales sobre las infraestructuras y servicios	150
4.3.4	Medio perceptual	150
4.3.4.1	Efectos potenciales sobre el paisaje	150
5.	EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA	153
5.1	Tasa interna de retorno	153
5.2	Valor presente neto	158
	CONCLUSIONES	161
	RECOMENDACIONES	163
	BIBLIOGRAFÍA	165
	APÉNDICE	167
	ANEXOS	227

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa del municipio de Fraijanes	4
2. Población del Caserío Joya Verde	8
3. Población según edad	8
4. Población según grupo étnico	9
5. Grado de alfabetismo	9
6. Nivel de escolaridad	10
7. Población económicamente activa	10
8. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr. Caserío Joya Verde	13
9. Muro doblemente empotrado y en voladizo	24
10. Esfuerzo de Corte	51
11. Esfuerzos de flexión	52
12. Flexión	61
13. Distribución de esfuerzos internos en un elemento sujeto a flexión	61
14. Flexo-Compresión	65
15. Cargas y esfuerzos de un miembro sometido a flexo-compresión	65
16. Elemento estructural sometido a esfuerzo de corte	66
17. Área tributaria sobre el muro No. 17	70
18. Esfuerzos actuantes	73
19. Planta de las columnas del muro No.17 (primer nivel)	74
20. Área tributaria sobre el muro n	75
21. Planta de las columnas del muro n (primer nivel)	79
22. Losas a diseñar	92

23. Cimiento corrido	104
24. Longitud de punzonamiento	107
25. Diseño del cimiento corrido, por flexión	108
26. Tramo de drenaje sanitario a diseñar	122
27. Tasa interna de retorno	153

TABLAS

I.	Distribución de viviendas según su tipo	5
II.	Población total de Joya Verde	8
III.	Población según edad	8
IV.	Población según grupo étnico	9
V.	Grado de alfabetismo	9
VI.	Nivel de escolaridad	10
VII.	Población económicamente activa	10
VIII.	Tipos de block	16
IX.	Absorción y resistencia a la compresión de la mampostería	18
X.	Tipos de mortero para mampostería y sus características	19
XI.	Coefficientes de adherencia y fricción	19
XII.	Centro de masa y rigidez del edificio (sentido y)	25
XIII.	Centro de masa y rigidez del edificio (sentido x)	26
XIV.	Variación de la presión según la altura	32
XV.	Clasificación de las zonas atendiendo el grado de destrucción	35
XVI.	Factores de fuerza horizontal (K), para edificios y otras estructuras de acuerdo al sistema de estructuración	35

XVII.	Factores de fuerza horizontal (C_p), para partes o porciones de edificios u otras estructuras _____	36
XVIII.	Distribución de fuerza de corte _____	40
XIX.	Momentos de volteo en la dirección $y-y'$ _____	41
XX.	Distribución de fuerzas y momentos (primer nivel, $y-y'$) _____	44
XXI.	Distribución de fuerzas y momentos (primer nivel, $x-x'$) _____	45
XXII.	Distribución de fuerzas y momentos (segundo nivel, $y-y'$) _____	47
XXIII.	Distribución de fuerzas y momentos (segundo nivel, $x-x'$) _____	49
XXIV.	Resumen de efectos sobre el edificio (primer piso, $y-y'$) _____	53
XXV.	Resumen de efectos sobre el edificio (primer nivel, $x-x'$) _____	54
XXVI.	Resumen de efectos sobre el edificio (segundo nivel, $y-y'$) _____	55
XXVII.	Resumen de efectos sobre el edificio (segundo nivel, $x-x'$) _____	56
XXVIII.	Carga muerta de losa, según sea de entrepiso o de losa final _____	70
XXIX.	Carga viva y muerta sobre muros (primer y segundo nivel, dirección y) _____	80
XXX.	Carga viva y muerta sobre muros (primer y segundo nivel, dirección x) _____	81
XXXI.	Cálculo de área de acero requerida para columnas (primer nivel, muros en sentido y) _____	82
XXXII.	Cálculo de área de acero requerida para columnas (primer nivel, muros en sentido x) _____	83
XXXIII.	Cálculo de área de acero requerida para columnas (segundo nivel, muros en sentido y) _____	84
XXXIV.	Cálculo de área de acero requerida para columnas (segundo nivel, muros en sentido x) _____	86
XXXV.	Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras (primer nivel, muros en sentido y) _____	88
XXXVI.	Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo	

	de elemento estructural para columnas y soleras (primer nivel, muros en sentido x) _____	89
XXXVII.	Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras (segundo nivel, muros en sentido y) _____	90
XXXVIII.	Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras (segundo nivel, muros en sentido x) _____	91
XXXIX.	Modo en el que trabajan las losas del edificio _____	93
XL.	Espesores de losa _____	93
XLI.	Espesor de losas del edificio educativo del caserío Joya Verde _____	94
XLII.	Momentos positivos y negativos para losas en un sentido _____	97
XLIII.	Espaciamiento y diámetro de varilla a utilizar en cada losa _____	103
XLIV.	Presupuesto de la escuela primaria, Caserío Joya Verde _____	110
XLV.	Profundidad de tubería mínima según el tráfico _____	118
XLVI.	Ancho de zanja, según diámetro y profundidad de tubería _____	120
XLVII.	Factores de rugosidad (n) _____	124
XLVIII.	Valores permitidos de factor de caudal medio _____	129
XLIX.	Presupuesto del drenaje sanitario, Caserío Joya Verde _____	136
L.	Medios afectados según la fase del proyecto _____	140
LI.	Vulnerabilidades durante la etapa de construcción _____	141
LII.	Vulnerabilidades durante la etapa de operación _____	142
LIII.	Valores límite de exposición al ruido _____	147
LIV.	Diseño del drenaje sanitario para el caserío Joya Verde _____	167
LV.	Rigideces _____	170
LVI.	Rigideces _____	171
LVII.	Rigideces _____	172
LVIII.	Rigideces _____	173
LIX.	Rigideces _____	174

LX.	Rigideces _____	175
LXI.	Rigideces _____	176
LXII.	Coeficientes para momentos negativos en losas _____	227
LXIII.	Coeficientes para momentos en losas por carga viva _____	228
LXIV.	Coeficientes para momentos positivos en losas por carga muerta _____	229
LXV.	Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular _____	230
LXVI.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi _____	234

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_s	Área de refuerzo a tensión
A_v	Área de refuerzo a corte
b	Ancho del muro o separación entre miembros estructurales
C	Coefficiente numérico para fuerzas de sismo sobre el edificio
d	Peralte efectivo de miembros en flexión de la cara en compresión al centroide del refuerzo en tensión
dx	Distancia en la dirección X-X, del centro de rigidez al muro de corte
dy	Distancia en la dirección Y-Y, del centro de rigidez al muro de corte
E_m	Módulo de elasticidad de la mampostería en compresión $[lb/pul^2]$
E_s	Módulo de elasticidad del acero $[lb/pul^2]$
f_a	Esfuerzo de compresión axial
f_b	Esfuerzo de flexión unitario
f_m	Esfuerzo de compresión permisible en mampostería, en la fibra exterior $[lb/pul^2]$
f'_m	Esfuerzo de ruptura a la compresión en la mampostería
f_s	Esfuerzo de tensión en el acero $[lb/pul^2]$
f_v	Esfuerzo permisible de corte
f_y	Esfuerzo de fluencia del acero $[lb/pul^2]$
F_a	Esfuerzo unitario axial permisible, en función de h/t $[lb/pul^2]$
h	Altura del muro
I	Momento de inercia $[pulg^4]$

j	Relación de distancia
k	Relación de distancia
K	Coefficiente numérico
K_{emp}	Rigidez para muros empotrados
$K_{voladizo}$	Rigidez para muros en voladizo
M_B	Momento de volteo en la base del edificio
M_R	Momento resistente
M_T	Momento de torsión
M_x	Momento de volteo en el nivel x
n	Relación de módulos del acero (E_s) y de la mampostería (E_m)
S	coeficiente numérico de interacción suelo-estructura
s	Separación de refuerzo por corte
t	Espesor del muro
V	Corte total; total de carga lateral o corte en la base
w	Carga uniformemente distribuida
W	Carga total
Z	Coefficiente numérico, depende de la zona sísmica del país

GLOSARIO

Cimentación	Subestructura destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno las cargas correspondientes de una forma estable y segura.
Ductilidad	Capacidad de deformarse sin fractura en el rango inelástico, que presentan algunos materiales.
Esfuerzo	Magnitud de una fuerza por unidad de área.
Estructura	Ordenamiento de un conjunto de elementos encargado de resistir los efectos de las fuerzas externas de un cuerpo físico. También se le llama así, a un sistema de elementos que se combinan de una forma ordenada para cumplir una función determinada, por ejemplo: cubrir una longitud, contener un empuje de tierras, cubrir un techo, conducir un caudal determinado, etc.
Fatiga	Estado que presenta un material después de estar sometido a esfuerzos de forma repetida, por encima de su límite de tenacidad.
Fluencia	Fenómeno que se presenta en un material cuando sufre grandes deformaciones al ser sometido a un esfuerzo constante antes de producirse la falla. Como es el caso del acero de refuerzo.
Límite de tenacidad	Es la capacidad del material para resistir una carga de energía hasta que sobrevenga su ruptura.

Longitud de desarrollo	Es la mínima medida de una varilla anclada al concreto, para evitar que falle por adherencia.
Mampostería	Obra de albañilería formada por unidades o bloques de concreto o arcilla, unidas con mortero. La mampostería reforzada se da cuando se agrega concreto armado.
Momento último o de diseño	Es el momento resistente afectado por un factor de magnificación, el cual nos asegura que los elementos estructurales son diseñados para soportar las fuerzas internas actuantes con cierto margen de seguridad.
Peso específico	Se define como el peso por unidad de volumen.

RESUMEN

Joya Verde es un caserío del municipio de Fraijanes, se encuentra a 17Kms de la cabecera; su clima es templado y cuenta con los servicios de energía eléctrica y agua potable. El nivel de escolaridad de la población es bajo, teniendo la mayoría de sus habitantes solamente estudios de nivel primario.

Por las características presentadas anteriormente se decidió trabajar en el diseño de un edificio escolar y del drenaje sanitario.

El edificio escolar fue calculado para que se construya de mampostería, con block de 20cm. de ancho; además, se tomaron en cuenta las especificaciones que demanda el Ministerio de Educación para la certificación de este tipo de construcciones.

Para calcular el drenaje se consideró un período de diseño de 20 años. Dicho cálculo se hizo siguiendo la topografía del terreno, lo que obligó a usar pozos de visita de mediana profundidad y pendientes pronunciadas, en algunos tramos, obteniendo, al final, un diseño eficiente, para la población.

OBJETIVOS

General

Resolver el problema de la población escolar, y el de los drenajes, del caserío Joya Verde.

Específicos

1. Diseñar el sistema de drenaje sanitario, para el caserío Joya Verde, jurisdicción de Fraijanes, asegurándose de que cumpla con las normas establecidas para obras de este tipo.
2. Diseñar un edificio educativo, de nivel primario, que cumpla con: los parámetros establecidos por el Ministerio de Educación para escuelas certificadas y las normas de diseño para estructuras de mampostería reforzada.

INTRODUCCIÓN

La educación y la salud son servicios básicos para el desarrollo de cualquier comunidad, por este motivo, en el presente trabajo de graduación se desarrollan dos proyectos de infraestructura: un proyecto de introducción de drenaje sanitario y una escuela de nivel primario para el caserío Joya Verde, el cual se encuentra en jurisdicción del municipio de Fraijanes, Departamento de Guatemala.

El cálculo y diseño de la escuela, se realizó de acuerdo a las normas y especificaciones del Ministerio de Educación. En la parte medular del trabajo, se analizaron los miembros de mampostería y los elementos estructurales con recursos técnicos apropiados; entre éstos, el método simplificado para mampostería. Se completan los cálculos con el análisis de losas.

Otras cargas, como las de viento, se incluyen en el diseño solamente por recomendaciones generales de integración de cargas.

El drenaje sanitario será calculado para una vida útil de 20 años. Este cálculo se hace tomando en cuenta las necesidades de la población; de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones técnicas del INFOM y otras instituciones.

Los resultados finales del proyecto se presentan en tablas-resumen y planos.

Por último se hará un estudio de impacto ambiental, en donde se describa las posibles alteraciones que sufrirá el medio ambiente con la construcción de estos proyectos.

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento de la situación

Debido a que la extensión territorial de Fraijanes es grande, y por estar atravesado por una de las vías vehiculares principales, hay lugares que quedan apartados de la cabecera, debido a esto es importante facilitar los servicios a dichos sectores. Situación importante es la educación, ya que los niños no pueden viajar distancias largas sin la compañía de adultos, y cuando éstos no disponen de tiempo o por otra causa no los puede llevar, simplemente optan por no educarlos. De lo anterior se desprende la urgente necesidad de construir una escuela en el lugar.

Por otro lado, el incremento de la población en dicho sector genera la necesidad de crear una red de drenaje sanitario, ya que por falta de la misma, la población del caserío sufre las molestias propias del problema (enfermedades, plagas, etc.).

1.2 Solución

A manera de solución para los problemas expuestos anteriormente, se propone: la construcción de una escuela de nivel primario, que pueda atender a la población del lugar y sus cercanías; y la implementación de una red de drenaje sanitario.

1.3 Monografía del lugar

1.3.1 Localización y ubicación

Fraijanes se encuentra localizada a la altura del kilómetro 20 sobre la carretera CA-1, que conduce de la Ciudad de Guatemala hacia la República de El Salvador. Para

llegar a la cabecera municipal, han de seguirse 9 kilómetros al sur, por la ruta nacional 2. Cuenta con un área aproximada de 91 Km.² de extensión territorial.

Se localiza, geográficamente, a noventa grados, veintiséis minutos, veinticuatro segundos (90°26'24") latitud norte; catorce grados, veintisiete minutos, cuarenta y ocho segundos (14°27'48") longitud oeste, con altitud que varía de mil doscientos (1,200) a mil ochocientos (1,800) metros sobre el nivel del mar. El lugar a trabajar, que es el caserío Joya Verde, se encuentra ubicado a 17 kilómetros al poniente de la cabecera municipal.

1.3.2 Colindancias

El municipio de Fraijanes está limitado al norte por los municipios de Santa Catarina Pinula y San José Pinula, del departamento de Guatemala; al este por los municipios de San José Pinula, departamento de Guatemala y los municipios de Santa Rosa de Lima y Santa Cruz Naranjo, del departamento de Santa Rosa; al oeste por los municipios de Santa Catarina Pinula y Villa Canales, del departamento de Guatemala y al sur por el municipio de Barberena, del departamento de Santa Rosa.

1.3.3 Vías de acceso

No llega gran número de carreteras al municipio, la de mayor importancia pasa por el centro, de norte a sur, y es la Ruta Nacional Número 2. Dicha carretera divide a Fraijanes en dos secciones: la oriental y la occidental, y continúa hasta llegar al próximo municipio, que es Barberena.

La vía mencionada es de fundamental importancia para la comunidad, ya que por medio de ella se transportan los productos agropecuarios.

1.3.4 Descripción topográfica

El tramo en el que se van a realizar los proyectos, es muy quebrado, y presenta zona montañosa. Esto representará algunas desventajas, las cuales se expondrán en capítulos posteriores.

1.3.5 Hidrografía

Por el municipio de Fraijanes pasan varios ríos, los cuales se mencionan a continuación:

Aguacapa: este río nace en las tierras de la Hacienda Ganadería Graciela y pasa por las fincas Colombia y Joya de oro. Cubre el occidente de Fraijanes teniendo como último punto el caserío el Valentón, Villa Canales.

Sarsal: riega el territorio de Apazin y El Jocotillo.

Maguey: nace al occidente, entre las serranías de El cubilete y los cerros de Las Minas.

Rustrian: nace en La Joya, situada entre los cerros de Las Minas.

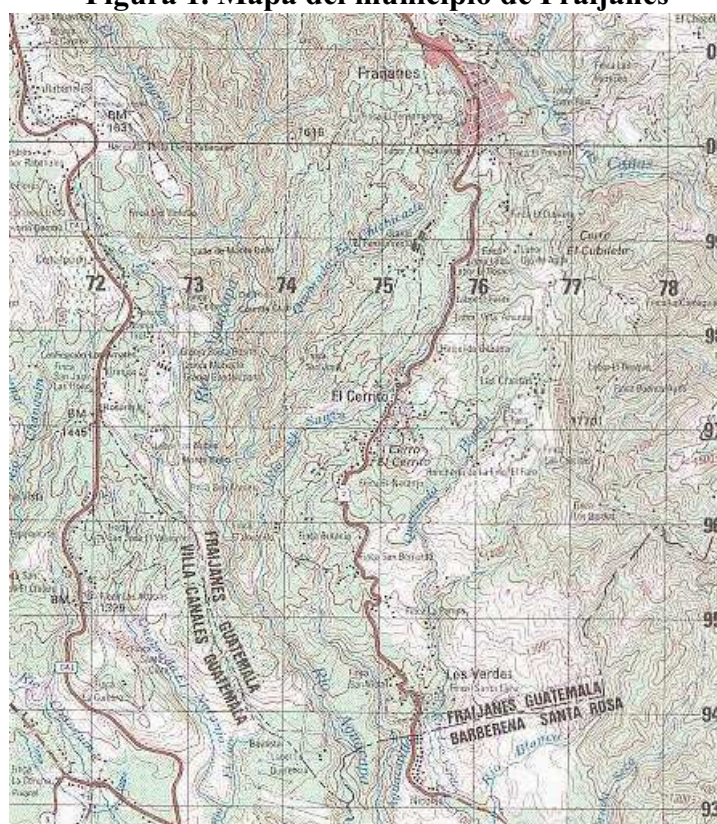
Diegues: nace al oriente de la aldea del mismo nombre.

1.3.6 Aspectos climatológicos

La estación meteorológica más cercana, según datos obtenidos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, es la estación La Pampa, ubicada a 14° 24' 53" de latitud y 90° 26' 55" de longitud, a 1300.00 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo al mapa climatológico de la República de Guatemala,

según el sistema *Thornhnwaite*, en toda el área prevalece un clima templado. Sus altitudes varían desde 1,200 a 1,800 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 18.3° centígrado y una precipitación media anual de 1,400 mm. Los meses en que el clima se torna frío son de noviembre a enero, los meses más calurosos son marzo y abril.

Figura 1. Mapa del municipio de Fraijanes



Escala 1:50,000

Fuente: Instituto Geográfico Nacional, hoja número 2159.

1.3.7 Actividades económicas

Sus habitantes encuentran fuentes de trabajo en industrias alimenticias ubicadas en el municipio y en obras de infraestructura de urbanizaciones aledañas, y en las realizadas por la administración municipal en todo el municipio.

El sector más importante, desde el punto de vista económico, es el agropecuario. Siendo el café la mayor producción. La segunda actividad principal del municipio es la ganadería de ganado criollo, razas finas y, en menor demanda, los productos provenientes del ganado vacuno, pequeñas industrias de avicultura y crianza de cerdos.

Su ocupación predominante es la de agricultor y en segundo la industria, servicios personales, administración pública y el comercio. Estas actividades son propias del hombre, aunque la mujer, labora también en los cortes de productos agrícolas. Los meses de mayor ocupación son noviembre, diciembre y enero.

- **Población económicamente activa (PEA)**

La fuerza laboral representa el 40.92 % de la población en edad de trabajar. Es decir la comprendida entre los 7 años y más de edad. De esta el 44 % son actividades agrícolas, 19 % en la construcción, 17 % servicios y el 9 % en la industria; el 8% restante en actividades comerciales. De la PEA un 80.25 % son hombres y el 19.75 % son mujeres.

1.3.8 Prototipo de vivienda

El tipo de construcción de las viviendas en el área de influencia se caracteriza por sus métodos constructivos tradicionales, con levantado de block, techo de lámina de zinc y losa reforzada, etc. Sin embargo se observan en menor proporción adobe y techo de teja de barro. La distribución de las viviendas según su tipo se presenta en el cuadro siguiente:

Tabla I. Distribución de viviendas según su tipo

Poblado	Categoría	Total de Viv.	Casa Formal	Apartamento	Palomar	Rancho	Improvisada
Joya Verde	caserío	82	53	0	0	0	29

Fuente: INE.

1.3.9 Autoridades y servicios públicos

El alcalde actual del municipio de Fraijanes es el señor Marco Tulio Meda Mendoza, quien ya en ocasiones anteriores había ocupado el mismo cargo (1993-2003).

Con su arribo a la Alcaldía Municipal, el señor Meda, se preocupó por trabajar en pro de la educación, la infraestructura y los servicios públicos como: agua, alumbrado eléctrico, telefonía, deporte, entre otros.

A continuación se presentan algunas obras realizadas por la municipalidad recientemente:

- Construcción de transversales en las calles de la población
- Reparación de calles de la población
- Construcción de la Calzada el Retiro
- Pavimento de la calle Aldea Puerta del Señor a Rustrian
- Reparación y ampliación del camino vecinal Fraijanes- El faro- Las crucitas- El Cerito.
- La habilitación del camino vecinal Fraijanes- santa Cruz Naranjo, reparación del camino.
- Instalación de alumbrado público en cada lugar necesario de la jurisdicción.
- Centro de salud de la cabecera municipal

En cuanto a los servicios públicos con los que se cuenta en el municipio, cabe mencionar que en la actualidad, el servicio de agua potable ha llegado a todas las aldeas y caseríos del municipio de Fraijanes, e inclusive hasta la puerta de cada hogar, a un costo mínimo.

El servicio de energía eléctrica también es bastante bueno, y se sigue trabajando para que éste llegue hasta el caserío más retirado. En el caso del caserío Joya Verde, el día 8 de agosto de 1996, fue aprobado el proyecto de introducción de energía eléctrica, consistente en 57 servicios, con un costo total de Q145,700.50

1.3.10 Calidad del suelo

De acuerdo al mapa geológico de Guatemala, edición de noviembre de 1980 del Instituto Geográfico Nacional, el substrato del municipio de Fraijanes corresponde a rocas de origen volcánico, específicamente pómez y aluvión. Los suelos que se han conformado sobre este tipo de substrato corresponden a la serie de suelos Morán, definidos por *C.S. Simmons* en su libro *Clasificación de Suelos de la República de Guatemala* como sigue: “Los suelos Morán son bien profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea en un clima húmedo – seco. Ocupan relieves de inclinados a altitudes medianas en la parte central de Guatemala. No es una unidad definida de suelo sino un tipo de terreno, pues comprende áreas profundamente seccionadas”.

1.4 Población

1.4.1 Censos

Los datos que se presentan a continuación son los brindados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), para el año 2002.

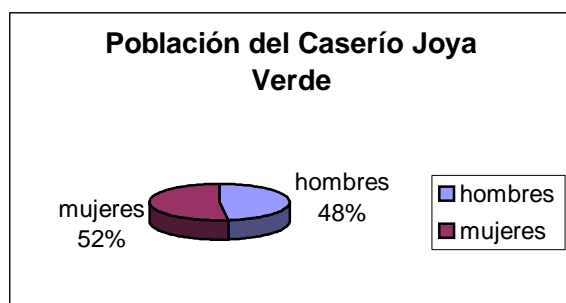
- **Población total**

Tabla II. Población total de Joya Verde

Poblado	Población total	Hombres	Mujeres
Caserío Joya Verde	338	162	176

Fuente: INE.

Figura 2. Población del Caserío Joya Verde



Fuente: INE

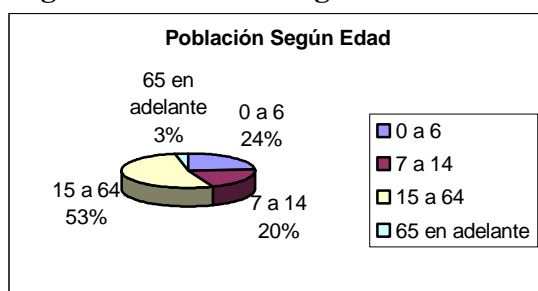
- **Población según edad**

Tabla III. Población según edad

Poblado	Población total	Grupos de Edad (años)			
		00 - 06	07 - 14	15 - 64	65 y más
Caserío Joya Verde	338	82	66	179	11

Fuente: INE.

Figura 3. Población según edad



Fuente: INE

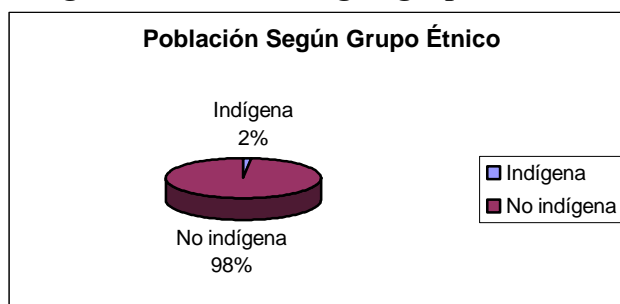
- **Población según grupo étnico**

Tabla IV. Población según grupo étnico

Poblado	Población total	Grupo étnico	
		Indígena	No indígena
Caserío Joya Verde	338	162	176

Fuente: INE.

Figura 4. Población según grupo étnico



Fuente: INE

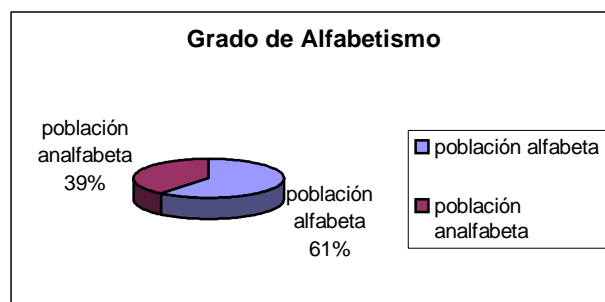
- **Grado de Alfabetismo**

Tabla V. Grado de alfabetismo

Poblado	Población total	Alfabeto	Analfabeto
Caserío Joya Verde	338	156	100

Fuente: INE

Figura 5. Grado de alfabetismo



Fuente: INE

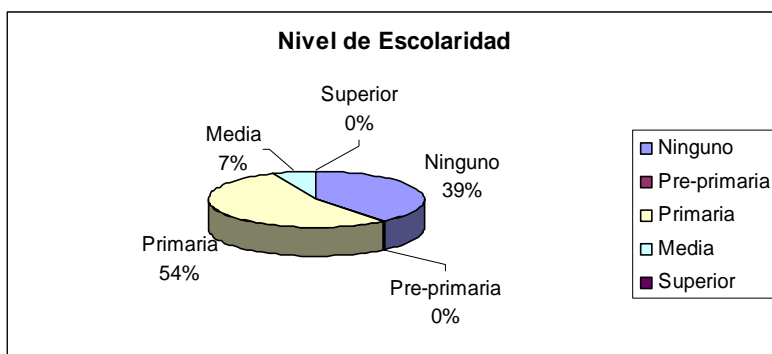
- Nivel de escolaridad

Tabla VI. Nivel de escolaridad

Poblado	Población total	Nivel de escolaridad				
		Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
Caserío Joya Verde	338	100	1	138	17	0

Fuente: INE

Figura 6. Nivel de escolaridad



Fuente: INE

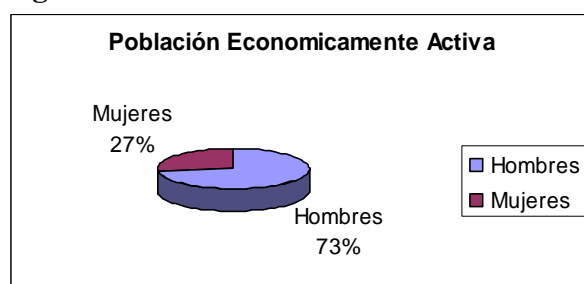
- Población Económicamente Activa

Tabla VII. Población económicamente activa

Poblado	Población total	PEA	
		Hombres	Mujeres
Caserío Joya Verde	338	80	30

Fuente: INE

Figura 7. Población económicamente activa



Fuente: INE

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR

2.1 Descripción del edificio

2.1.1 Arquitectura

El edificio es de forma rectangular, presentado simetría casi completa en la distribución de sus muros en planta.

La distribución arquitectónica de los dos niveles es muy parecida, de modo que se tomará una planta típica para diseñar los muros de corte, y las diferencias se harán con muros que no serán de carga.

2.1.2 Evaluación de la calidad del suelo

2.1.2.1 Ensayo triaxial

Para poder apreciar las características del suelo donde se construirá la edificación, se realizó el ensayo de compresión triaxial, obteniendo el resultado que se muestran en la figura 8. Con dichos datos se obtendrá el valor soporte del suelo mediante el método propuesto por el Dr. *Terzaghi*.

Terzaghi propuso el mecanismo de falla para un cimiento poco profundo, de longitud infinita, normal al plano del papel, mediante siguiente ecuación:

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

Donde:

q_d = valor de esfuerzo límite

C = coeficiente de cohesión del suelo

ϕ = ángulo de fricción interna

N_c = factor de capacidad debido a la cohesión

γ_s = peso específico del suelo

Z = desplante del cimiento

N_q = factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga

N_γ = factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

De la muestra tomada en el terreno se tiene:

$$C = 5.25 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\phi = 9.32^\circ$$

$$\gamma_s = 1.50 \text{ ton} / \text{m}^3$$

$$Z = 0.8 \text{ m}$$

$$B = 0.50 \text{ m}$$

Entonces:

$$q_d = 1.3 * C * N_c + \gamma_s * Z * N_q + 0.4 * \gamma_s * B * N_s$$

$$q_d = 1.3 * (5.25 \text{ ton} / \text{m}^2) (9.09) + (1.50 \text{ ton} / \text{m}^3) (0.8 \text{ m}) (2.44)$$

$$+ 0.4 (1.50 \text{ ton} / \text{m}^3) (0.50 \text{ m}) (0.44)$$

$$q_d = 65.10 \text{ ton} / \text{m}^2$$

El valor soporte del suelo queda determinado por medio de la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{q_s}{FS}$$

Donde:

$V_s = \text{capacidad soporte del suelo}$

$FS = \text{factor de seguridad} = 3$

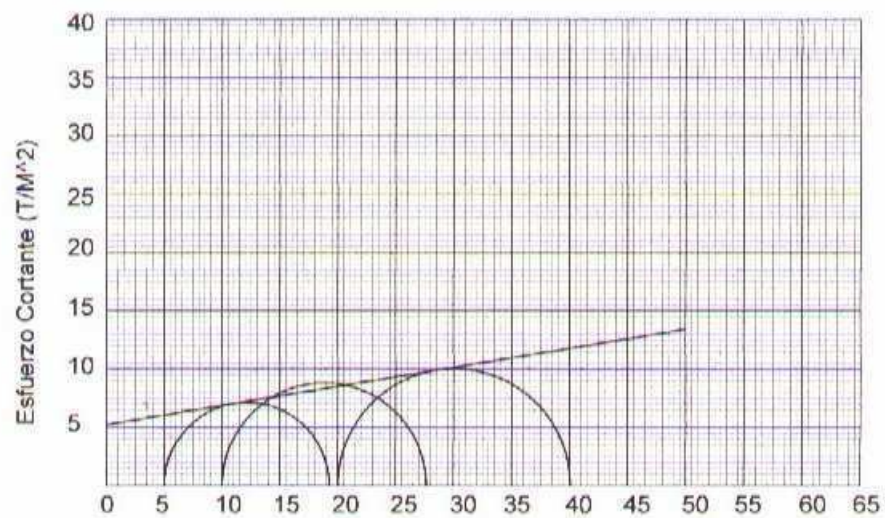
Por lo tanto:

$$V_s = \frac{65.10 \text{ ton} / \text{m}^2}{3}$$

$$V_s = 21.70 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$V_s \approx 20 \text{ ton} / \text{m}^2$$

Figura 8. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr. Caserío Joya Verde



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería

2.1.3 Estructura

El tipo de estructura que se seleccionó para el desarrollo del presente trabajo es un edificio educativo de dos niveles.

El edificio está formado por elementos estructurales horizontales (losas), elementos estructurales verticales (muros de corte de mampostería reforzada) y cimiento; constituyendo así un sistema de estructuración tipo caja.

2.1.3.1 Losas

Serán de concreto reforzado, fundidas en el lugar.

Las losas transmitirán las cargas verticales a los muros, actuando éstos como muros de carga, los que a su vez las transmitirán a la cimentación, y la cimentación al suelo. Para los efectos de fuerzas horizontales, las losas actuarán como diafragmas rígidos y transmitirán estas fuerzas a los muros en proporción a sus rigideces relativas; los muros transmiten estas fuerzas a la cimentación y ésta a su vez al suelo.

2.1.3.2 Muros

Los muros se levantarán de block de $19\text{cm} \times 19\text{cm} \times 39\text{cm}$, unidos con mortero de cemento y arena de río, en proporción 1:3; el espesor de las juntas será de 1cm. Estarán reforzados por elementos horizontales (soleras) y elementos verticales (columnas), de concreto.

2.1.3.3 Cimentación

La cimentación consistirá de un cimiento corrido de concreto reforzado.

2.2 Materiales componentes de la mampostería

Los datos que se presentan en ésta sección, son la información mínima necesaria para seleccionar los materiales que se utilizarán en el diseño de una estructura de mampostería reforzada. El lector podrá ampliar el estudio de estos materiales en los libros que aparecen en la bibliografía o en otros referentes a este tema.

Los materiales que se emplean en la construcción de la mampostería reforzada en Guatemala son:

- **Concreto**

Es una mezcla de piedra, cemento, arena y agua, que al fraguar adquiere características de dureza y resistencia muy grandes.

- **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo generalmente usado en estructuras de mampostería reforzada es grado ASTM A615-GRADO 40, con esfuerzo de trabajo permisible de 20000lb/pulg². En circunstancias especiales, donde existan cargas muy altas, se podrán usar aceros de alta resistencia como A615-GRADO 60, el que tiene un esfuerzo de trabajo permisible de 24000lb/pulg². El grosor máximo de acero de refuerzo que se podrá usar es la barra No.11.

- **Unidades de mampostería**

Una unidad de mampostería se define como un bloque de dimensiones regulares que se fabrica con concreto o arcilla cocida y sirve para la construcción.

Las propiedades de los bloques a tomar en cuenta al diseñar una construcción son: el tamaño, la resistencia a la compresión, la absorción de agua y aquellas

propiedades que afectan la adherencia entre los bloques y el mortero, tal como la velocidad de absorción del mortero al colocarlo.

Tamaño de los bloques:

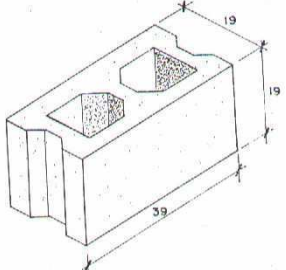
El tamaño de los bloques influye mucho en la construcción y diseño de la albañilería. Los bloques de menor ancho tienen un esfuerzo de ruptura ($f'm$) mayor que los de mayor ancho y, también, si las dimensiones varían, resulta espesor de juntas no uniformes, lo cual crea momentos flexionantes y concentración de esfuerzos.

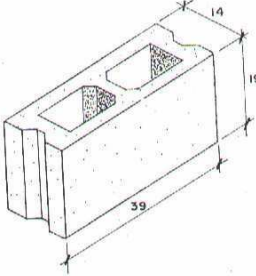
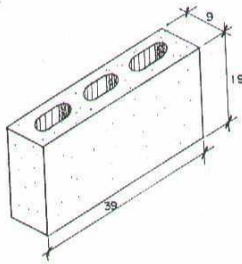
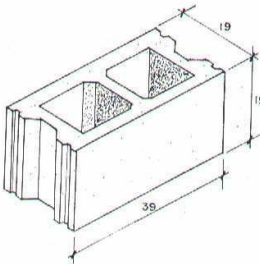
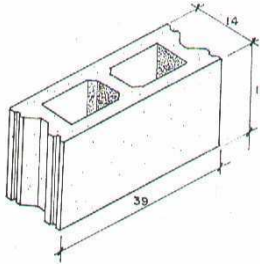
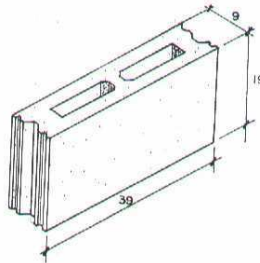
Resistencia a la compresión:

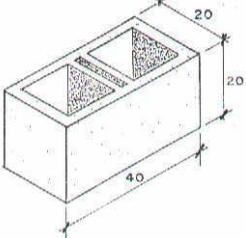
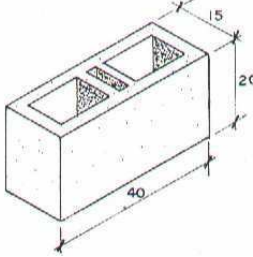
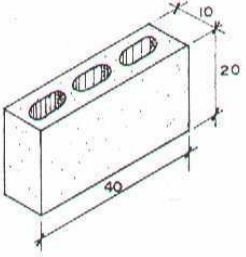
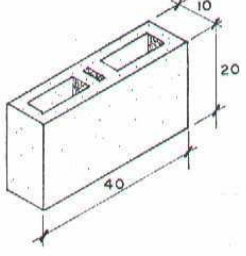
Se define como la máxima resistencia de la unidad a un aumento gradual de carga aplicada, perpendicular a la sección de que se trate. Este indicador en combinación con la absorción de agua, es una medida de la durabilidad del bloque.

La resistencia de un muro tiende a incrementarse respecto de la resistencia de la unidad o bloque utilizado en su construcción; por esta razón es importante contar con los datos de ensayos a compresión de las unidades. A continuación se presentarán los diferentes tipos de unidades de mampostería de concreto que existen con sus principales características.

Tabla VIII. Tipos de block

Tipo de block (grado – ancho)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Isométrico
AA-19	19	19	39	

AA-14	14	19	39	
AA-9	9	19	39	
A-19	19	19	39	
A-14	14	19	39	
A-9	9	19	39	

B-20	20	20	40	
B-15	15	20	40	
C-10	10	20	40	
D-10	10	20	40	

Fuente: Juan Roberto Catalán López. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1986.

Tabla IX. Absorción y resistencia a la compresión de la mampostería

Grado de Block	Absorción (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
AA	16.34	100 en adelante
A	35.72	50 a 99
B	44.40	35 a 49
C	47.50	25 a 34
D	64.50	10 a 24

Fuente: Juan Roberto Catalán López. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1986.

Tabla X. Tipos de mortero para mampostería y sus características

Tipo de mortero	Relación de volumen en materiales			Relación Agua / cm.	Relación Litros / cm.	Resistencia kg. / cm ² .
	Cemento	Cal	Arena de río			
1	1	-	2	0.65	27.62	354.95
2	1	-	3	0.96	40.80	188.60
3	1	-	4	1.42	60.35	70.30
4	1	-	5	1.65	70.13	52.70
5	3/4	1/4	3	1.44	61.20	90.68
6	3/4	1/4	4	1.77	75.22	51.70
7	1/2	1/2	4	1.54	65.45	84.70

Fuente: Juan Roberto Catalán López. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1986.

Tabla XI. Coeficientes de adherencia y fricción

Tipo de block	Mortero	Coeficientes	
		Adherencia (μ) (kg/cm ²)	Fricción (f) (adimensional)
AA	1	0.611	0.308
A		0.740	0.329
B		1.753	0.175
C		2.654	0.120
D		0.544	0.267
AA	2	0.347	0.256
A		0.345	0.248
B		1.108	0.241
C		2.277	0.230
D		0.930	0.290
AA	3	0.129	0.299
A		0.640	0.317
B		0.866	0.322
C		0.660	0.303
D		0.567	0.133
AA	4	0.633	0.236
A		0.650	0.321
B		0.032	0.587
C		0.260	0.316
D		0.773	0.261
AA	5	0.741	0.203
A		0.482	0.250
B		0.990	0.529
C		0.447	0.435
D		0.739	0.381
AA	6	0.516	0.217
A		0.437	0.247
B		0.224	0.365
C		0.540	0.339
D		0.745	0.202
AA		0.758	0.151
A		0.604	0.326

B	7	0.483	0.317
C		0.567	0.261
D		0.513	0.223

Fuente: Juan Roberto Catalán López. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1986.

- **Mortero**

Sirve de aglomerante para unir los diferentes elementos que se emplean en albañilería como lo son: adobe, block, piedra, ladrillo, etc.

Los morteros más empleados en la construcción, en Guatemala, son:

- Cemento y arena de río.
- Cemento, cal y arena de río.
- Cal, arena pómez, cemento y mezcla.
- Cemento, cal, arena pómez.

En la construcción de mampostería reforzada, el espesor de la junta es determinante en su resistencia.

Los espesores de junta más utilizados son 1.5cm, 1.0cm y 0.5cm

2.3 Análisis del edificio educativo de mampostería reforzada

2.3.1 Métodos de diseño

Para efectuar el análisis estructural de un edificio existen dos métodos a seguir:

- Método estático
- Método dinámico

El presente trabajo se desarrollará utilizando el método estático, por tener mayor información acerca de él y por ser más conocido.

2.3.2 Etapas de análisis

Estas son:

- Determinación de cargas
- Conceptos y definiciones
- Determinación del centro de masa y del centro de rigideces
- Análisis de viento
- Análisis de sismo
- Cuadros resúmenes

2.3.2.1 Determinación de cargas

- **Cargas por piso**

Peso de losa

$$A_{entrepiso} = (X_{edificio} * Y_{edificio}) - A_{patio}$$

$$A_{entrepiso} = (24.6 * 18.8) - (8.2 * 6.8)$$

$$A_{entrepiso} = 406.72 m^2$$

$$A_{entrepiso} = 4375.66 ft^2$$

$$W_{losa(lb/ft^2)} = W_{concreto} * espesor_{losa}$$

$$W_{losa(lb/ft^2)} = \frac{150lb}{ft^3} * 0.328 ft$$

$$W_{losa(lb/ft^2)} = \frac{50lb}{ft^2}$$

$$W_{losa(kg/m^2)} = \frac{244kg}{m^2}$$

$$W_{losa/entrepiso} = W_{losa(lb/ft^2)} * A_{entrepiso}$$

$$W_{losa/entrepiso} = \frac{50lb}{ft^2} * 4375.66 ft^2$$

$$W_{losa/entrepiso} = 218783lb / piso$$

$$W_{losa/entrepiso} = 218.78kip / piso$$

Peso de las paredes

$$W_{pared / piso} = W_{pared} * L_{total} * h_{entrepiso}$$

$$W_{pared / piso} = \frac{78lb}{ft^2} * 318.81 ft * 9.7 ft$$

$$W_{pared / piso} = 241211.65lb / piso$$

$$W_{pared / piso} = 241.21kip / piso$$

Peso de baranda superior

$$W_{baranda} = (L_{baranda} * h_{baranda} * W_{pared sencilla})$$

$$W_{baranda} = (284.7 ft * 3.94 ft * 57lb / ft^2)$$

$$W_{baranda} = 63937.93lb$$

$$W_{baranda} = 63.94kip$$

Carga viva

- Salas de clase en escuelas 40 lb/ft²
- Corredores o gradas 80 lb/ft²
- Techo 20 lb/ft²

2.3.2.2 Diafragmas rígidos

Son miembros estructurales que actúan como vigas rígidas de gran peralte.

Están constituidos por las losas de concreto reforzado de los entrepisos, en este caso, o de estructuras de acero con losa de concreto reforzado en otros.

Estos diafragmas son capaces de transmitir las fuerzas horizontales de corte a los muros en proporción a sus rigideces relativas; así también estos son capaces de transmitir las fuerzas rotacionales causadas por la excentricidad de la masa respecto al centro de rigidez, cuando la estructura está sometida a fuerzas horizontales.

Para calificar como diafragma, el techo o sistema de piso, deberá ser capaz de transmitir las fuerzas horizontales a los muros de corte, sin exceder una deflexión que cause daño a algún miembro vertical. La deflexión del diafragma deberá limitarse, para prevenir esfuerzos excesivos en los muros perpendiculares a los muros de corte.

2.3.2.3 Deflexión

La deflexión total es definida como la suma de deflexiones por flexión, más la deflexión por corte.

$$\Delta_{voladizo} = \Delta_{flexión} + \Delta_{corte}$$

$$\Delta_{voladizo} = \frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2Ph}{A\sigma}$$

como $\sigma = 0.4E$, entonces :

$$\Delta_{voladizo} = \frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2Ph}{A(0.4E)}$$

$$\Delta_{voladizo} = P \left[\frac{h^3}{3EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)} \right]$$

Ec. 2.1 (ec. anterior) def. muro en voladizo empotrado

donde:

- Δ = Deflexión total del muro
- t = Espesor del muro
- d = Largo del muro
- A = $d*t$
- σ = Módulo de rigidez
- P = Fuerza horizontal

$$\Delta_{doble empotramiento} = \Delta_{flexión} + \Delta_{corte}$$

$$\Delta_{doble empotramiento} = \frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1.2Ph}{A\sigma}$$

como $\sigma = 0.4E$, entonces :

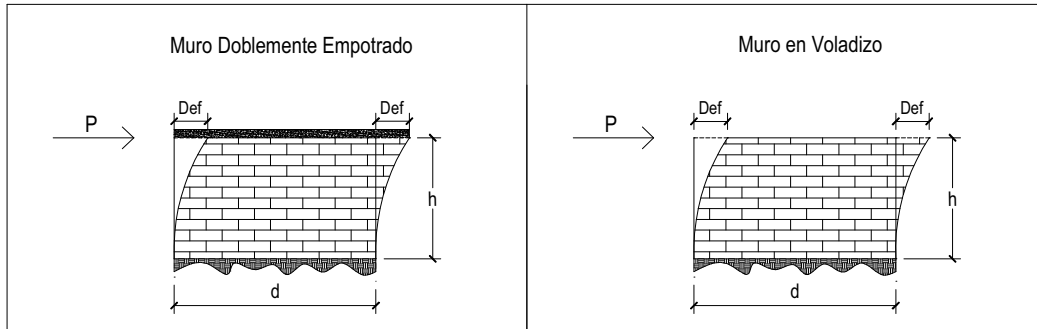
$$\Delta_{doble empotramiento} = \frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1.2Ph}{A(0.4E)}$$

$$\Delta_{doble empotramiento} = P \left[\frac{h^3}{12EI} + \frac{1.2h}{A\sigma} \right]$$

Ec.2.2 (ec. anterior) def. muro doblemente empotrado

$$I = \text{Inercia del muro} \quad I = \frac{td^3}{12}$$

Figura 9. Muro doblemente empotrado y en voladizo



Fuente: propia

2.3.2.4 Rigidez

La rigidez se define mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ec. 2.3 Rigidez} \quad R = \frac{P}{\Delta}$$

Usando el concepto de deflexión expuesto en el numeral anterior se tendrá lo siguiente (de las ecuaciones 2.1 y 2.2):

$$\Delta_{\text{voladizo}} = P \left[\frac{h^3}{3EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)} \right]$$

$$P_{\text{voladizo}} = \frac{\Delta_{\text{voladizo}}}{\left[\frac{h^3}{3EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)} \right]}$$

Ec. 2.4

$$\Delta_{\text{doble empotramiento}} = P \left[\frac{h^3}{12EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)} \right]$$

$$P_{\text{doble empotramiento}} = \frac{\Delta_{\text{doble empotramiento}}}{\left[\frac{h^3}{12EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)} \right]}$$

Ec. 2.5

Sustituyendo las Ec. 2.4 y 2.5 en 2.3, la fórmula de rigidez para cada caso quedará de la siguiente manera:

$$R_{voladizo} = \frac{P_{voladizo}}{\Delta_{voladizo}}$$

$$R_{voladizo} = \frac{\Delta_{voladizo}}{\left[\frac{h^3}{3EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)} \right]}$$

$$R_{voladizo} = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)}}$$

Ec. 2.6 Rigidez muro en voladizo

$$R_{doble empotramiento} = \frac{P_{doble empotramiento}}{\Delta_{doble empotramiento}}$$

$$R_{doble empotramiento} = \frac{\Delta_{doble empotramiento}}{\left[\frac{h^3}{12EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)} \right]}$$

$$R_{doble empotramiento} = \frac{1}{\frac{h^3}{12EI} + \frac{1.2h}{A(0.4E)}}$$

Ec. 2.7 Rigidez muro doblemente empotrado

2.3.2.5 Determinación del centro de masa y del centro de rigidez

Para el cálculo del centro de masa y rigidez, se efectuarán los siguientes pasos:

- Se fijarán los ejes X-X' y los ejes Y-Y' como se muestra en el plano de identificación de muros, mostrado en el anexo.
- Se determinarán los valores de las columnas presentados en las tablas XII y XIII
- La determinación de los valores de las rigideces de los muros se podrá hacer con las tablas de la LV a la LXI del anexo.
- Luego se procederá como se indica en los cálculos

Tabla XII. Determinación de centro de masa y rigidez del edificio (sentido y)

Muro	Dirección de muro	(ft) Largo L	adimensional h/d = h/L h = 2.96m = 9.5ft	(kg/cm2) Rigidez R	(lb/ft2) Rigidez R	Distancia (ft)		(ft2)		(lb/ft)
						X	Y	L*X	L*Y	R*X
1	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	0.33	1.31	0.86	3.44	15218737.08
2	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	0.33	10.50	0.65	20.66	7027497.53
3	y	4.59	2.07	88197.79	180681110.6	0.33	20.66	1.51	94.89	59263404.28
4	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	0.33	30.83	0.65	60.68	7027497.53
5	y	4.59	2.07	88197.79	180681110.6	0.33	41	1.51	188.27	59263404.28

6	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	0.33	51.17	0.65	100.70	7027497.53
7	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	0.33	60.35	0.86	158.36	15218737.08
8	y	16.07	0.59	673288.52	1379292125	20.66	8.36	332.11	134.43	28501692472.85
9	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	20.66	21.65	54.22	56.80	958780436.05
10	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	20.66	29.03	40.67	57.13	442732344.09
11	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	20.66	36.08	40.67	71.01	442732344.09
12	y	16.07	0.59	673288.52	1379292125	20.66	53.3	332.11	856.64	28501692472.85
13	y	2.95	3.22	30897.00	63295289.33	24.93	11.97	73.59	35.34	1577824972.35
14	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	33.78	1.31	66.49	2.58	723832245.11
15	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	33.78	6.89	66.49	13.56	723832245.11
16	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	33.78	12.46	88.65	32.71	1567529919.26
17	y	13.12	0.73	515700.36	1056458605	33.78	54.78	443.25	718.66	35691397497.45
18	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	46.90	1.31	92.31	2.58	1004932146.12
19	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	46.90	6.89	92.31	13.56	1004932146.12
20	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	46.90	12.46	123.08	32.71	2176279402.47
21	y	6.89	1.38	196510.91	402570289.2	46.90	51.66	323.07	355.83	18882156845.30
22	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	46.90	60.35	92.31	118.77	1004932146.12
23	y	13.12	0.73	515700.36	1056458605	60.02	6.89	787.51	90.37	63412871281.89
24	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	60.02	21.65	157.50	56.80	2785028885.68
25	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	60.02	29.03	118.13	57.13	1286032047.13
26	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	60.02	36.08	118.13	71.01	1286032047.13
27	y	12.46	0.76	489154.74	1002077511	60.02	54.78	748.14	682.73	60148700512.17
28	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	80.36	1.31	210.86	3.44	3728590584.66
29	y	4.26	2.23	74804.97	153244715.5	80.36	11.64	342.66	49.65	12314745340.87
30	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	80.36	21.65	210.86	56.80	3728590584.66
31	y	1.97	4.83	10458.56	21425297.33	80.36	10.50	158.15	20.66	1721736893.70
32	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	80.36	40.02	210.86	105.00	3728590584.66
33	y	4.26	2.23	74804.97	153244715.5	80.36	50.02	342.66	213.29	12314745340.87
34	y	2.62	3.63	22649.04	46398588.66	80.36	60.35	210.86	158.36	3728590584.66
		$\sum L_Y =$			$\sum R_Y =$			$\sum LX_1 =$	$\sum LY_1 =$	$\sum RX =$
		150.22			7749810953			5884.31	4694.54	293559581098.70

Fuente: propia

Tabla XIII. Determinación de centro de masa y rigidez del edificio (sentido x)

Muro	Dirección de muro	(ft) Largo L	adimensional h/d = h/L h = 2.96m = 9.5ft	(kg/cm ²) Rigidez R	(lb/ft ²) Rigidez R	Distancia (ft)		(ft ²)		(lb/ft)
						X	Y	L*X	L*Y	
a	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	1.31	0.33	2.58	0.65	7027497.525
b	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	10.50	0.33	20.66	0.65	7027497.525
c	x	2.62	3.63	22649.036	46398588.66	19.68	0.33	51.64	0.86	15218737.08
d	x	23.94	0.4	1052215.19	2155557516	40.34	0.33	966.00	7.85	707022865.3
e	x	2.62	3.63	22649.036	46398588.66	61.01	0.33	160.08	0.86	15218737.08

f	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	70.19	0.33	138.14	0.65	7027497.525
g	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	79.38	0.33	156.21	0.65	7027497.525
h	x	2.62	3.63	22649.036	46398588.66	25.91	13.45	67.99	35.29	623968220.3
i	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	32.80	13.45	64.55	26.47	288127398.5
j	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	47.89	13.45	94.24	26.47	288127398.5
k	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	55.14	13.45	108.51	26.47	288127398.5
l	x	19.7	0.48	857736.916	1757151269	10.50	20.66	206.56	406.67	36309773817
m	x	19.7	0.48	857736.916	1757151269	70.19	20.66	1381.38	406.67	36309773817
n	x	20.34	0.47	878570.348	1799830429	10.50	41	213.45	833.78	73793047598
o	x	20.34	0.47	878570.348	1799830429	70.19	41	1427.42	833.78	73793047598
p	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	21.65	48.22	42.60	94.89	1033042136
q	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	28.86	48.22	56.80	94.89	1033042136
r	x	6.23	1.53	162759.281	333427035.5	49.69	48.22	309.68	300.48	16076517942
s	x	2.62	3.63	22649.036	46398588.66	59.04	48.22	154.92	126.52	2237154351
t	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	1.31	61.34	2.58	120.71	1314142037
u	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	10.50	61.34	20.66	120.71	1314142037
v	x	4.59	2.07	88197.79	180681110.6	20.66	61.34	94.89	281.65	11082256601
w	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	27.22	61.34	53.58	120.71	1314142037
x	x	4.59	2.07	88197.79	180681110.6	33.78	61.34	155.14	281.65	11082256601
y	x	4.59	2.07	88197.79	180681110.6	46.90	61.34	215.38	281.65	11082256601
z	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	53.46	61.34	105.22	120.71	1314142037
a2	x	4.59	2.07	88197.79	180681110.6	60.02	61.34	275.63	281.65	11082256601
b2	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	70.19	61.34	138.14	120.71	1314142037
c2	x	1.97	4.83	10458.558	21425297.33	79.38	61.34	156.21	120.71	1314142037
		$\Sigma L_x =$			$\Sigma R_x =$			$\Sigma LX_2 =$	$\Sigma LY_2 =$	$\Sigma RY =$
		168.59			10832646205			6840.85	5075.38	295053198766.97

Fuente: propia

De la aplicación de las tablas anteriores se tiene:

- **Largo total**

$$L_{total} = L_x + L_y$$

$$L_{total} = 168.59 \text{ ft} + 150.22 \text{ ft}$$

$$L_{total} = 318.81 \text{ ft}$$

- **LX y LY totales**

$$LX_{total} = LX_1 + LX_2$$

$$LX_{total} = 5884.31 ft^2 + 6840.85 ft^2$$

$$LX_{total} = 12725.16 ft^2$$

$$LY_{total} = LY_1 + LY_2$$

$$LY_{total} = 4694.54 ft^2 + 5175.38 ft^2$$

$$LY_{total} = 9869.92 ft^2$$

Centro de masa

$$\bar{X} = \frac{LX_{total}}{L_{total}}$$

$$\bar{X} = \frac{12725.16 ft^2}{318.81 ft}$$

$$\bar{X} = 39.91 ft$$

$$\bar{X} = 12.17 m$$

$$\bar{Y} = \frac{LY_{total}}{L_{total}}$$

$$\bar{Y} = \frac{9869.92 ft^2}{318.81 ft}$$

$$\bar{Y} = 30.86 ft$$

$$\bar{Y} = 9.44 m$$

Centro de rigidez

$$CR_X = \frac{\sum RX}{\sum R_Y}$$

$$CR_X = \frac{293559581098.70}{7749810953}$$

$$CR_X = 37.88 ft$$

$$CR_X = 11.55 m$$

$$CR_Y = \frac{\sum RY}{\sum R_X}$$

$$CR_Y = \frac{295053198766.97}{10832646205}$$

$$CR_Y = 27.24 ft$$

$$CR_Y = 8.30 m$$

Centro de masa por simetría

$$\bar{X}_{simetría} = \frac{X_{edificio}}{2}$$

$$\bar{X}_{simetría} = \frac{24.6 m}{2}$$

$$\bar{X}_{simetría} = 12.3 m$$

$$\bar{X}_{simetría} = 40.35 ft$$

$$\bar{Y}_{simetría} = \frac{Y_{edificio}}{2}$$

$$\bar{Y}_{simetría} = \frac{18.8 m}{2}$$

$$\bar{Y}_{simetría} = 9.4 m$$

$$\bar{Y}_{simetría} = 30.83 ft$$

Centro de masa combinado

$$\bar{X}_{combinado} = \frac{(W_{pared/piso})(\bar{X}) + (W_{losa/piso})(\bar{X}_{simetria})}{W_{pared/piso} + W_{losa/piso}}$$

$$\bar{X}_{combinado} = \frac{(241.21kip)(39.91ft) + (218.78kip)(40.35ft)}{(241.21kip) + (218.78kip)}$$

$$\bar{X}_{combinado} = 40.12ft$$

$$\bar{X}_{combinado} = 12.23m$$

$$\bar{Y}_{combinado} = \frac{(W_{pared/piso})(\bar{Y}) + (W_{losa/piso})(\bar{Y}_{simetria})}{W_{pared/piso} + W_{losa/piso}}$$

$$\bar{Y}_{combinado} = \frac{(241.21kip)(30.86ft) + (218.78kip)(30.83ft)}{(241.21kip) + (218.78kip)}$$

$$\bar{Y}_{combinado} = 30.84ft$$

$$\bar{Y}_{combinado} = 9.40m$$

Excentricidad con respecto al centro de rigidez:

$$e_x = |CR_X - \bar{X}_{combinado}| \qquad e_y = |CR_Y - \bar{Y}_{combinado}|$$

$$e_x = |37.88ft - 40.12ft| \qquad e_y = |27.24ft - 30.84ft|$$

$$e_x = 2.24ft \qquad e_y = 3.6ft$$

$$e_x = 0.69m \qquad e_y = 1.09m$$

Excentricidad mínima que produce una torsión accidental mínima sobre el edificio:

$$e_{min} = \pm 0.05L$$

$$e_{xmin} = \pm 0.05 * X_{edificio} \qquad e_{ymin} = \pm 0.05 * Y_{edificio}$$

$$e_{xmin} = \pm 0.05 * 24.6m \qquad e_{ymin} = \pm 0.05 * 18.8m$$

$$e_{xmin} = \pm 1.23m \qquad e_{ymin} = \pm 0.94m$$

$$e_{xmin} = \pm 4.03ft \qquad e_{ymin} = \pm 3.08ft$$

Excentricidad total

$$e_x = 0.69m + 1.23m$$

$$e_x = 1.92m$$

$$e_x = 6.29 \text{ ft}$$

$$e_y = 1.09m + 0.94m$$

$$e_y = 2.03m$$

$$e_y = 6.66 \text{ ft}$$

2.3.2.6 Análisis de viento

En los estudios consultados se encontró que, para Guatemala, las fuerzas de sismo producen efectos más críticos que las fuerzas de viento, sin embargo se presenta este análisis, para que el lector pueda observar dichos efectos y pueda hacer sus comparaciones, con los efectos producidos por las fuerzas de sismo.

Viento

Es el movimiento horizontal del aire, respecto a la tierra. Las cargas de viento dependen de la localización geográfica y de la altura de la superficie de exposición de la misma.

La velocidad del viento que debe ser considerada en el diseño de la estructura, depende de la localización geográfica y de la altura de la superficie de exposición de la misma.

Para determinar la fuerza del viento sobre la estructura, podrán utilizarse las fórmulas siguientes:

$$q = 0.002558v^2$$

$$q \left[\text{lbs} / \text{pul}^2 \right]$$

$$v \left[\text{mi} / \text{h} \right]$$

$$q = 0.004819v^2$$

$$q \left[\text{kg} / \text{m}^2 \right]$$

$$v \left[\text{Km} / \text{h} \right]$$

Para ampliar estos conocimientos se recomienda consultar, la tesis Análisis de las cargas de viento de la ciudad de Guatemala del Ing. Agripino Zea Cordón.

Para calcular la velocidad de viento, la ASCE recomienda usar la fórmula siguiente:

$$V_z = V_n \left(\frac{z}{n} \right)^x$$

V_z = velocidad del viento al nivel deseado

V_n = velocidad del viento al nivel del anemógrafo

z = altura para V_z

n = altura para V_n

x = exponente determinado para cada lugar

Se ha determinado que en Guatemala el exponente x tiene un valor promedio de 0.222; así, la fórmula anterior para vientos observados a un nivel de 10m sobre el suelo, queda de la siguiente manera:

$$V_z = V_{10} \left(\frac{z}{10} \right)^{0.222}$$

- Con vientos de velocidad de menos de 3 minutos de duración:

Para la característica anterior se considera una velocidad de 64km/h; además, se sabe que la altura del edificio es $h=z=9.32m$, entonces:

$$\begin{aligned} V_z &= V_{10} \left(\frac{z}{10} \right)^{0.222} & q &= 0.0048199v^2 \\ V_z &= 64 \left(\frac{9.32}{10} \right)^{0.222} & q &= 0.0048199(63.01)^2 \\ V_z &= 63.01Km/h & q &= 19.14kg/m^2 \\ & & q &= 3.92lb/ft^2 \end{aligned}$$

- Con vientos de velocidad de menos de 1 minuto de duración:

Para la característica anterior se considera una velocidad de 91km/h ; además, se sabe que la altura del edificio es $h=z=9.32\text{m}$, entonces:

$$V_z = V_{10} \left(\frac{z}{10} \right)^{0.222} \quad q = 0.0048199v^2$$

$$V_z = 91 \left(\frac{9.32}{10} \right)^{0.222} \quad q = 0.0048199(89.59)^2$$

$$V_z = 89.59\text{Km/h} \quad q = 38.69\text{kg/m}^2$$

$$q = 7.93\text{lb/ft}^2$$

El UBC presenta una tabla de variación de las presiones respecto de las distintas alturas sobre el nivel del suelo, la cual se muestra a continuación:

Tabla XIV. Variación de la presión según la altura

Altura (ft)	Presión del viento (lb/ft ²)						
	20	25	30	35	40	45	50
Menos de 30	15	20	25	25	30	35	40
30 a 49	20	25	25	30	35	40	45
50 a 99	25	30	40	45	50	55	60
100 a 499	30	40	45	55	60	70	75
500 a 1199	35	45	55	60	70	80	90
Mayor a 1200	40	50	60	70	80	90	100

Fuente: UBC

Los valores anotados en la columna encabezada por 20lb/ft^2 , corresponden al estado de California, zona que es similar en condiciones climáticas a Guatemala; para el cálculo se tomará lo siguiente:

$$P = 20\text{lb/ft}^2 \quad \text{mayor que } 7.93\text{lb/ft}^2, \text{ calculado para la ciudad de Guatemala}$$

$$F = PA$$

- Fuerza del viento en dirección del eje y

$$\begin{aligned}
 A &= X_{\text{edificio}} * H_{\text{total}} & F &= PA \\
 A &= (24.6m)(9.32m) & F &= (20lb / ft^2)(2466.58 ft^2) \\
 A &= 229.27m^2 & F &= 49331.6lb \\
 A &= 2466.58 ft^2 & F &= 49.33kips
 \end{aligned}$$

- Fuerza del viento en dirección del eje x

$$\begin{aligned}
 A &= Y_{\text{edificio}} * H_{\text{total}} & F &= PA \\
 A &= (18.8m)(9.32m) & F &= (20lb / ft^2)(1885.09 ft^2) \\
 A &= 175.22m^2 & F &= 37701.8lb \\
 A &= 1885.09 ft^2 & F &= 37.7kips
 \end{aligned}$$

Posiblemente para todo nuestro país, las fuerzas de viento no son críticas sobre edificios de poca altura, pero en algunas regiones es posible que sea crítico para edificios de gran altura, por lo que se necesitará hacer un análisis de este fenómeno.

2.3.2.7 Análisis de sismo

Sismo

Es una vibración u oscilación de la superficie de la tierra, causado por un disturbio elástico o gravitacional de las masas, las que buscan su equilibrio.

Todo edificio debe ser diseñado y construido para resistir un mínimo total de fuerza sísmica lateral; para éste caso, dicha fuerza será resistida por medio de muros de corte (muros de mampostería reforzada).

Para evaluar la fuerza sísmica mínima de corte en la base se recomienda la fórmula siguiente:

$$V = ZIKCSW$$

donde:

- Z = Es igual 1.0 para áreas de más alta sismicidad.
- I = 1.5 para estructuras según la importancia de utilidad, de uso inmediato después de un sismo, por ejemplo: hospitales, centros de comunicación, estaciones de bomberos, otros. Para otros tipos de estructuras los valores de I no deben ser menores de 1.0.
- K = No deben ser menores que los presentados en la tabla XVI.
- S = Coeficiente que depende del suelo de sustentación del sitio donde se va a construir el edificio, los valores de S no deberán ser menores a 1.0
- W = Carga muerta total, y otras cargas permanentes como particiones, equipo permanente en bodegas y almacenes, más un 25% de la carga viva como mínimo.
- C = Determinado por la fórmula que se presenta a continuación:

$$T = \frac{0.05h_n}{\sqrt{D}}$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

Zonificación sísmica

Es la división en zonas de un país atendiendo al grado de destrucción que puede ser esperado por un sismo potencial.

Zona sísmica

Límites del área que se considera que tiene el mismo grado de destrucción.

En Guatemala no se tiene una Zonificación sísmica, por lo que para el desarrollo del presente trabajo se considerarán 2 zonas sísmicas, la zona montañosa de la

República, que se le asignará como zona de riesgo sísmico de tercer grado, y la zona del Petén, de grado menor.

Tabla XV. Clasificación de las zonas atendiendo el grado de destrucción

Zona 0	Poca destrucción, causa daños a estructuras con período fundamental mayor a 1.0 segundo, la intensidad de los sismos en ésta zona corresponde a la intensidad V y VI de la escala de Mercalli Modificada.
Zona 2	Destrucción moderada, corresponde a intensidad VII de la escala de Mercalli Modificada.
Zona 3	Destrucción considerable, corresponde a intensidad VIII de la escala de Mercalli Modificada.
Zona 4	Localizada en el área que comprende a las fallas.

Fuente: Fausto Noriega Milian. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1977.

- **Análisis de las fuerzas de sismo en la dirección Y-Y'**

Cálculo del corte en la base

$$V = ZIKCSW$$

Z = 1.0 Para zona 3

I = 1.5 Quedará a criterio del lector, depende de la importancia del edificio

K = 1.33 De la tabla XVI, para edificios con sistema “caja”

S = 1.0

Tabla XVI. Factores de fuerza horizontal K para edificios y otras estructuras de acuerdo al sistema de estructuración (valores de K)

Tipo o arreglo de elementos resistentes	Valores de K
Todos los sistemas estructurales de edificios excepto los clasificados más abajo.	1.00
Edificios con sistema caja	1.33
Edificios con sistema doble consistente de: un marco espacial resistente a momento y muros de corte o marcos embreizados diseñados de acuerdo a los siguientes criterios:	

CONTINÚA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. marcos y muros de corte o marcos embreizados deben resistir la fuerza lateral total de acuerdo con sus rigideces relativas considerando la interacción de paredes de corte y marcos. 2. Los muros de corte o marcos embreizados actuando independientemente del marco espacial resistente a momento deben resistir la total fuerza lateral requerida 3. El marco espacial resistente a momento el cual cuando se supone que actúa independientemente debe tener la capacidad resistente no menos que 25% de la fuerza lateral requerida. 	0.80
Edificios con un marco espacial resistente a momento, el cual, cuando se supone que actúa independientemente de cualquier otro elemento más rígido, es capaz de resistir el 100% del total de las fuerzas laterales requeridas.	0.67
Otras estructuras además de edificios y de aquellas anotaciones en la tabla 3.12	2.00

Fuente: Fausto Noriega Milian. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1977.

Tabla XVII. Factores de fuerza horizontal C_p para partes o porciones de edificios u otras estructuras (Valores de C_p)

Parte o porción del edificio	Dirección de la fuerza	Valor de C_p
Muros exteriores soportantes y no soportantes, muros interiores soportantes y paredes divisorias de alturas mayores a 10pies, cercos de mampostería mayores a 6 pies.	Normal a la superficie plana	0.20
Parapetos en voladizos y otras paredes en voladizo, excepto muros de contención.	Normal a la superficie plana	1.00 ⁽¹⁾
Ornamentaciones exteriores e interiores y apéndices.	Cualquier dirección	1.00 ⁽¹⁾
Cuando se conectan o son parte de un edificio, torres, tanques mas su contenido, chimeneas o altillos.	Cualquier dirección	0.20 ⁽²⁾
Cuando descansan sobre el suelo: tanques mas masa de su contenido.	Cualquier dirección	0.12
Pisos y techos actuando como diafragmas.	En el plano del diafragma	0.12

1. El producto IC_pS no necesita exceder el valor tabulado de C_p .
2. Cuando H/D de cualquier edificio es igual o mayor que 5 a 1, incrementar los valores en un 50%.

3. pisos y techos que actúan como diafragmas serán diseñados para un valor mínimo de C_p igual al 12% aplicado a las cargas tributarias de ese piso, a menos que un valor mayor de C_p requerido por la fórmula sísmica básica $V = ZIKCSW$

Fuente: Fausto Noriega Milian. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1977.

Coefficiente de fuerza lateral C

$$T = \frac{0.05h_n}{\sqrt{D}} \qquad C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

$$T = \frac{0.05(32.54 \text{ ft})}{\sqrt{(61.66 \text{ ft})}} \qquad C = \frac{1}{15\sqrt{0.207}}$$

$$T = 0.207 \qquad C = 0.14$$

El producto de CS no excederá de 0.14.

Peso total del edificio (W)

Altura de entrepiso	$h_{entrepiso} = 2.96m$
	$h_{entrepiso} = 9.7 \text{ ft}$
Peso de losa	$W_{losa / entrepiso} = 218.78kip / piso$
Peso de paredes	$W_{pared / piso} = 241.21kip / piso$
Peso de baranda superior	$W_{baranda} = 87.49kip$

Determinación de la carga muerta en el edificio

$$W_{losa} = (2 \text{ pisos})(218.78kip / piso) \qquad W_{pared} = (2 \text{ pisos})(241.21kip / piso)$$

$$W_{losa} = 437.56kip \qquad W_{pared} = 482.42kip$$

$$W_{muerta} = W_{losa} + W_{pared} + W_{baranda}$$

$$W_{muerta} = 437.56kip + 482.42kip + 63.94kip$$

$$W_{muerta} = 983.92kip$$

Determinación de la carga viva en el edificio

Se recomienda que para la determinación del valor W , además de las cargas permanentes se tome como mínimo un 25% de la carga viva.

$$\begin{aligned} \%W_{viva / piso} &= (25\%) [CV_{escuela} * A_{entrepiso}] & \%W_{viva} &= 43.76kip / piso (3 pisos) \\ \%W_{viva / piso} &= (0.25) [0.04kip / ft^2 * 4375.66 ft^2] & \%W_{viva} &= 131.28kips \\ \%W_{viva / piso} &= 43.76kip / piso \end{aligned}$$

El porcentaje de carga viva fue tomado para 3 niveles, ya que se tendrá acceso a la última losa.

Determinación de la carga total

$$\begin{aligned} W_t = W &= W_{muerta} + \%W_{viva} \\ W_t = W &= 983.92kip + 131.28kips \\ W_t = W &= 1115.2kips \end{aligned}$$

Cálculo del corte en la base

$$\begin{aligned} V &= ZIKCSW \\ V &= (1.0)(1.5)(1.33)(0.14)(1115.2kips) \\ V &= 311.48kips \quad \text{corte total en el sentido y-y'} \end{aligned}$$

Si se hace la comparación entre el corte de viento y el de sismo, quedará claro que el de viento es insignificante, por lo cual se tomará solamente el valor producido por el sismo:

$$V_y = 311.48kips \quad \text{por sismo, es mayor que } F = V_y = 49.33kips, \text{ por viento.}$$

- **Distribución de la fuerza lateral**

La fuerza de corte deberá ser distribuida en lo alto de la estructura por medio de la fórmula:

$$V = F_t + \sum_{i=1}^n F_i$$

La fuerza concentrada en la parte superior del edificio, será determinada por:

$$F_t = 0.07TV \quad \text{donde } F_t = 0 \text{ si } T \leq 0.7 \text{ seg}$$

$$V = \text{Corte en la base}$$

$$T = \text{Período fundamental de la estructura}$$

F_t no excederá de $0.25V$ y puede ser considerada como cero cuando T es 0.7 seg o menos. La porción restante de la fuerza total de corte en la base V , debe ser distribuida en la altura de la estructura del edificio, incluyendo el nivel n , de acuerdo a la fórmula:

$$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^n W_i h_i}$$

Para este caso:

$$T = 0.207 \leq 0.7$$

Por consiguiente, se considerará $F_t = 0$, y la distribución se hará de la siguiente manera:

$$F_x = V \frac{W_x h_x}{\sum_{i=0}^n W_i h_i}$$

Resumen de cargas por piso

Losa	=	218.78kip / piso
Pared	=	241.21kip / piso
% carga viva	=	43.76kip / piso
Carga total por piso	=	503.75kip
baranda	=	63.94 kip

Cálculo de la distribución de la fuerza de corte desde la base hasta lo alto de la estructura

$$V_y = 311.48 \text{kips}$$

$$F_x = V \frac{W_x h_x}{\sum_{i=0}^n W_i h_i}$$

Tabla XVIII. Distribución de fuerza de corte

Nivel	W_i (kips)	h_i (ft)	$W_i h_i$ (kips*pie)	F_x (kips)	$\sum F_x$ (kips)
Terraza	447.08	26.64	11910.211	185.58	185.58
2	503.75	16.04	8080.15	125.90	311.48
1	120.6	0	0	0	311.48
			$\sum_{i=1}^n W_i h_i =$ 19990.361		

Fuente: propia

Momentos de volteo por sismo

$$M_B = F_t h_n + \sum_{i=1}^n F_i h_i$$

$$M_X = F_t (h_n - h_x) + \sum_{i=1}^n F_i (h_i - h_x)$$

como $F_t = 0$, entonces:

$$M_B = \sum_{i=1}^n F_i h_i$$

$$M_X = \sum_{i=1}^n F_i (h_i - h_x)$$

Cálculo de momentos de volteo en la dirección y-y'

h_i = altura de inicio del nivel x , desde la cimentación.

Tabla XIX. Momentos de volteo en la dirección y-y'

<i>Nivel</i>	<i>F_i</i> <i>kip</i>	<i>h_i</i> <i>ft</i>	<i>M_x</i> <i>Kip*ft</i>
Losa final	185.58	26.64	0
2	125.9	16.04	1863.22
1	0	0	5920.31

Fuente: propia

$$M_{losa\ final} = 185.58kip * 0\ ft$$

$$M_{losa\ final} = 0kip * ft$$

$$M_2 = (185.58kip)(10.04\ ft) + 125.90(0)$$

$$M_2 = 1863.22kip * ft$$

$$M_1 = (185.58kip)(20.64\ ft) + (125.9kip)(16.6\ ft) + 0(0)$$

$$M_1 = 5920.31kip * ft$$

$$M_B = M_1 = 5920.31kip * ft$$

Cálculo de momentos de volteo por viento

Momento de volteo por viento:

$$M_{viento} = \frac{Fh}{2}$$

$$M_{viento} = \frac{(49.33kips)(26.64\ ft)}{2}$$

$$M_{viento} = 657.08kip * ft$$

Momento de volteo por sismo $M_B = M_1 = 5920.31kip * ft$, mayor al momento de volteo por viento, que es $M_{viento} = 657.08kip * ft$.

- **Distribución de fuerzas y momentos**

Distribución de fuerza de corte

Las fuerzas de corte se distribuirán de acuerdo a las rigideces relativas de los muros:

$$F_v = \frac{R}{\sum R} (2V)$$

Los muros de mampostería reforzada, que deberán resistir fuerzas horizontales de sismo, se diseñarán para resistir dos veces la fuerza de corte que actúa sobre ellas.

$$2V = (2)(ZIKCSW)$$

Lo anterior está de acuerdo a lo especificado por el UBC

Fuerzas torsionales

Las fuerzas de corte debidas al momento torsionante sobre el edificio se obtendrán por medio de la siguiente fórmula:

$$F_m = \frac{(Rd)}{\sum Rd^2} M_t$$

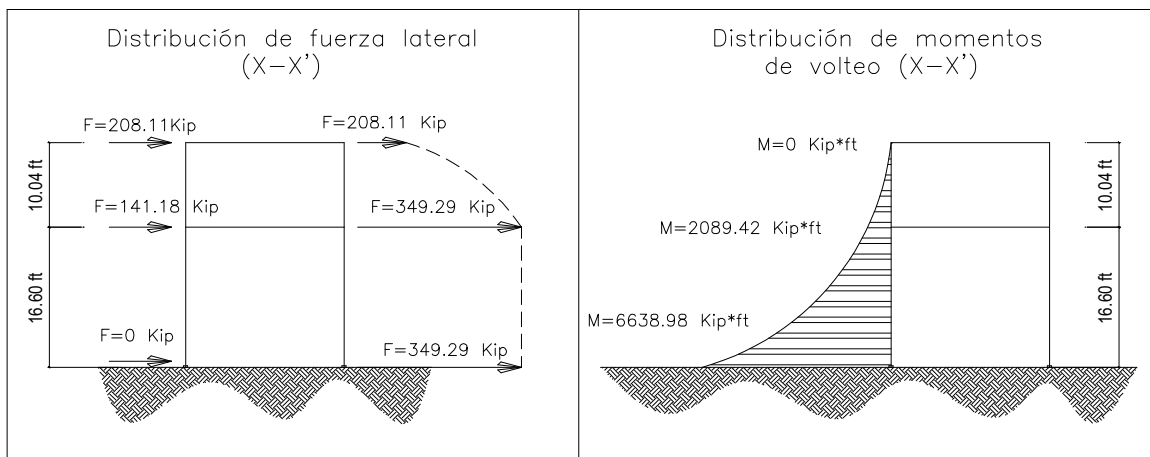
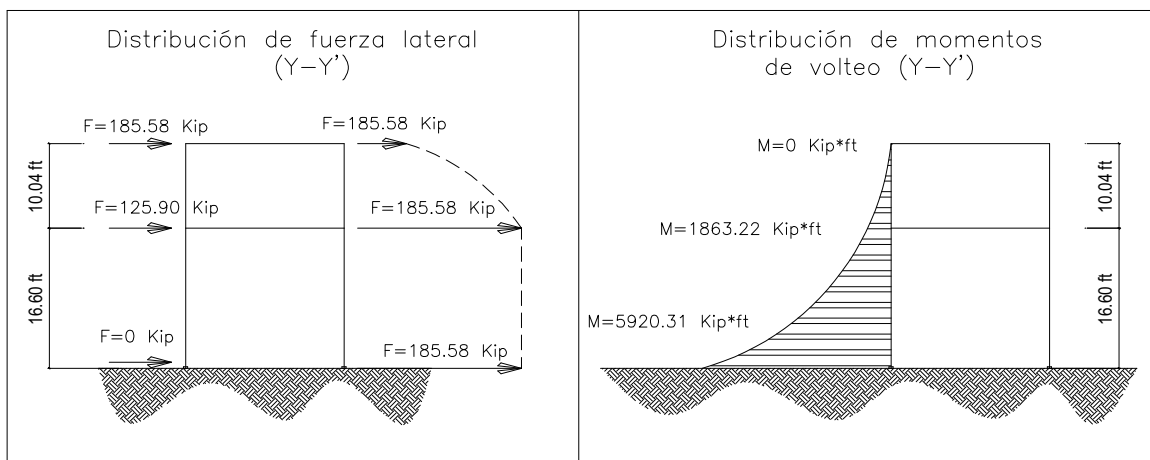
En donde

$$M_t = e * V$$

Distribución de momentos de volteo

Los momentos de volteo se distribuirán de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$M_{volteo} = \frac{R}{\sum R} M_B$$



Primer nivel

Sentido transversal (dirección Y-Y')

Fuerza de corte

Momento de torsión

Momento de volteo

Centro de rigidez

$$2V = (2)(ZIKCSW)$$

$$M_t = e_x * V$$

$$M_B = 5920.31 \text{kip} * ft$$

$$CR_x = 37.88 \text{ft}$$

$$2V = (2)(311.48 \text{kips})$$

$$M_t = 6.29 \text{ft}(311.48 \text{kips})$$

$$dx = / X - CR_x /$$

$$2V = 622.96 \text{kip}$$

$$M_t = 1959.21 \text{kip} * ft$$

Tabla XX. Distribución de fuerzas y momentos (Primer piso, dirección y-y')

Muro	(lb/ft ²) R	(ft) X	(ft) dx	(lb/ft) R*dx	(lb) R(dx) ²	(kip) $F_v = \frac{R}{\sum R}(2V)$	(kip) $F_m = \frac{Rd}{\sum Rd^2}(M_t)$	(kip) $F = F_v + F_m$	(kip*ft) $M_v = \frac{R}{\sum R} M_B$
1	46398588.66	0.33	37.55	1742267004	65422126007	3.73	0.46	4.19	35.45
2	21425297.33	0.33	37.55	804519914.7	30209722799	1.72	0.21	1.94	16.37
3	180681110.6	0.33	37.55	6784575703	2.54761E+11	14.52	1.81	16.33	138.03
4	21425297.33	0.33	37.55	804519914.7	30209722799	1.72	0.21	1.94	16.37
5	180681110.6	0.33	37.55	6784575703	2.54761E+11	14.52	1.81	16.33	138.03
6	21425297.33	0.33	37.55	804519914.7	30209722799	1.72	0.21	1.94	16.37
7	46398588.66	0.33	37.55	1742267004	65422126007	3.73	0.46	4.19	35.45
8	1379292125	20.66	17.22	23751410393	4.08999E+11	110.87	6.33	117.21	1053.68
9	46398588.66	20.66	17.22	798983696.7	13758499258	3.73	0.21	3.94	35.45
10	21425297.33	20.66	17.22	368943620	6353209137	1.72	0.10	1.82	16.37
11	21425297.33	20.66	17.22	368943620	6353209137	1.72	0.10	1.82	16.37
12	1379292125	20.66	17.22	23751410393	4.08999E+11	110.87	6.33	117.21	1053.68
13	63295289.33	24.93	12.95	819673996.8	10614778259	5.09	0.22	5.31	48.35
14	21425297.33	33.78	4.1	87843719.05	360159248.1	1.72	0.02	1.75	16.37
15	21425297.33	33.78	4.1	87843719.05	360159248.1	1.72	0.02	1.75	16.37
16	46398588.66	33.78	4.1	190234213.5	779960275.4	3.73	0.05	3.78	35.45
17	1056458605	33.78	4.1	4331480281	17759069150	84.92	1.16	86.08	807.06
18	21425297.33	46.9	9.02	193256181.9	1743170761	1.72	0.05	1.77	16.37
19	21425297.33	46.9	9.02	193256181.9	1743170761	1.72	0.05	1.77	16.37
20	46398588.66	46.9	9.02	418515269.7	3775007733	3.73	0.11	3.84	35.45
21	402570289.2	46.9	9.02	3631184009	32753279757	32.36	0.97	33.33	307.54
22	21425297.33	46.9	9.02	193256181.9	1743170761	1.72	0.05	1.77	16.37
23	1056458605	60.02	22.14	23389993515	5.17854E+11	84.92	6.24	91.16	807.06

CONTINÚA									
24	46398588.66	60.02	22.14	1027264753	22743641630	3.73	0.27	4.00	35.45
25	21425297.33	60.02	22.14	474356082.9	10502243675	1.72	0.13	1.85	16.37
26	21425297.33	60.02	22.14	474356082.9	10502243675	1.72	0.13	1.85	16.37
27	1002077511	60.02	22.14	22185996094	4.91198E+11	80.55	5.92	86.47	765.52
28	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	3.73	0.53	4.26	35.45
29	153244715.5	80.36	42.48	6509835514	2.76538E+11	12.32	1.74	14.05	117.07
30	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	3.73	0.53	4.26	35.45
31	21425297.33	80.36	42.48	910146630.6	38663028867	1.72	0.24	1.96	16.37
32	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	3.73	0.53	4.26	35.45
33	153244715.5	80.36	42.48	6509835514	2.76538E+11	12.32	1.74	14.05	117.07
34	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	3.73	0.53	4.26	35.45
					$\sum R(dy)^2 =$ 3,626,544,033,093.34				
	$\sum R_x =$ 7749810954				$\sum R(d)^2 = \sum R(dx)^2$ $+ \sum R(dy)^2$ 7,347,418,117,223.85				

Fuente:propia

45

Sentido longitudinal (dirección X-X')

Fuerza de corte

Momento de torsión

Momento de volteo

Centro de rigidez

$$2V = (2)(ZIKCSW)$$

$$M_t = e_y * V$$

$$M_B = 6638.98kip * ft$$

$$CR_y = 27.24 ft$$

$$2V = (2)(349.29kips)$$

$$M_t = 6.66 ft (349.29kips)$$

$$dy = /Y - CR_y /$$

$$2V = 698.58kip$$

$$M_t = 2326.27kip * ft$$

Tabla XXI. Distribución de fuerzas y momentos (Primer piso, dirección x-x')

Muro	(lb/ft ²) R	(ft) Y	(ft) dy	(lb/ft) R*dy	(lb) R(dy) ²	(kip) $F_v = \frac{R}{\sum R} (2V)$	(kip) $F_m = \frac{Rd}{\sum Rd^2} (M_t)$	(kip) $F = F_v + F_m$	(kip*ft) $M_v = \frac{R}{\sum R} M_B$
a	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	1.38	0.18	1.56	13.13
b	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	1.38	0.18	1.56	13.13

CONTINÚA									
c	46398588.66	0.33	26.91	1248586021	33599449821	2.99	0.40	3.39	28.44
d	2155557516	0.33	26.91	58006052756	1.56094E+12	139.01	18.37	157.37	1321.07
e	46398588.66	0.33	26.91	1248586021	33599449821	2.99	0.40	3.39	28.44
f	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	1.38	0.18	1.56	13.13
g	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	1.38	0.18	1.56	13.13
h	46398588.66	13.45	13.79	639836537.6	8823345854	2.99	0.20	3.19	28.44
i	21425297.33	13.45	13.79	295454850.2	4074322384	1.38	0.09	1.48	13.13
j	21425297.33	13.45	13.79	295454850.2	4074322384	1.38	0.09	1.48	13.13
k	21425297.33	13.45	13.79	295454850.2	4074322384	1.38	0.09	1.48	13.13
l	1757151269	20.66	6.58	11562055350	76078324203	113.32	3.66	116.98	1076.90
m	1757151269	20.66	6.58	11562055350	76078324203	113.32	3.66	116.98	1076.90
n	1799830429	41	13.76	24765666703	3.40776E+11	116.07	7.84	123.91	1103.06
o	1799830429	41	13.76	24765666703	3.40776E+11	116.07	7.84	123.91	1103.06
p	21425297.33	48.22	20.98	449502738	9430567443	1.38	0.14	1.52	13.13
q	21425297.33	48.22	20.98	449502738	9430567443	1.38	0.14	1.52	13.13
r	333427035.5	48.22	20.98	6995299205	1.46761E+11	21.50	2.21	23.72	204.35
s	46398588.66	48.22	20.98	973442390.1	20422821344	2.99	0.31	3.30	28.44
t	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	1.38	0.23	1.61	13.13
u	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	1.38	0.23	1.61	13.13
v	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	11.65	1.95	13.60	110.73
w	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	1.38	0.23	1.61	13.13
x	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	11.65	1.95	13.60	110.73
y	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	11.65	1.95	13.60	110.73
z	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	1.38	0.23	1.61	13.13
a2	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	11.65	1.95	13.60	110.73
B2	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	1.38	0.23	1.61	13.13
c2	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	1.38	0.23	1.61	13.13
					$\sum R(dy)^2 =$ 3,720,874,084,130.51				
					$\sum R(d)^2 = \sum R(dx)^2$ $+ \sum R(dy)^2$ 7,347,418,117,223.85				
	$\sum Ry =$ 10832646205								

Fuente: propia

Segundo nivel

Sentido transversal (dirección Y-Y')

Fuerza de corte

$$2V = (2)(ZIKCSW)$$

$$2V = (2)(185.58kips)$$

$$2V = 317.16kip$$

Momento de torsión

$$M_t = e_x * V$$

$$M_t = 6.29 ft(185.58kips)$$

$$M_t = 1167.3kip * ft$$

Momento de volteo

$$M_B = 1863.22kip * ft$$

Centro de rigidez

$$CR_x = 37.88 ft$$

$$dx = / X - CR_x /$$

Tabla XXII. Distribución de fuerzas y momentos (Segundo piso, dirección y-y')

Muro	(lb/ft ²) R	(ft) X	(ft) dx	(lb/ft) R*dx	(lb) R(dx) ²	(kip) $F_v = \frac{R}{\sum R} (2V)$	(kip) $F_m = \frac{Rd}{\sum Rd^2} (M_t)$	(kip) $F = F_v + F_m$	(kip*ft) $M_v = \frac{R}{\sum R} M_B$
1	46398588.66	0.33	37.55	1742267004	65422126007	2.22	0.28	2.50	11.16
2	21425297.33	0.33	37.55	804519914.7	30209722799	1.03	0.13	1.15	5.15
3	180681110.6	0.33	37.55	6784575703	2.54761E+11	8.65	1.08	9.73	43.44
4	21425297.33	0.33	37.55	804519914.7	30209722799	1.03	0.13	1.15	5.15
5	180681110.6	0.33	37.55	6784575703	2.54761E+11	8.65	1.08	9.73	43.44
6	21425297.33	0.33	37.55	804519914.7	30209722799	1.03	0.13	1.15	5.15
7	46398588.66	0.33	37.55	1742267004	65422126007	2.22	0.28	2.50	11.16
8	1379292125	20.66	17.22	23751410393	4.08999E+11	66.06	3.77	69.83	331.61
9	46398588.66	20.66	17.22	798983696.7	13758499258	2.22	0.13	2.35	11.16
10	21425297.33	20.66	17.22	368943620	6353209137	1.03	0.06	1.08	5.15
11	21425297.33	20.66	17.22	368943620	6353209137	1.03	0.06	1.08	5.15
12	1379292125	20.66	17.22	23751410393	4.08999E+11	66.06	3.77	69.83	331.61
13	63295289.33	24.93	12.95	819673996.8	10614778259	3.03	0.13	3.16	15.22
14	21425297.33	33.78	4.1	87843719.05	360159248.1	1.03	0.01	1.04	5.15
15	21425297.33	33.78	4.1	87843719.05	360159248.1	1.03	0.01	1.04	5.15
16	46398588.66	33.78	4.1	190234213.5	779960275.4	2.22	0.03	2.25	11.16
17	1056458605	33.78	4.1	4331480281	17759069150	50.60	0.69	51.28	254.00
18	21425297.33	46.9	9.02	193256181.9	1743170761	1.03	0.03	1.06	5.15
19	21425297.33	46.9	9.02	193256181.9	1743170761	1.03	0.03	1.06	5.15
20	46398588.66	46.9	9.02	418515269.7	3775007733	2.22	0.07	2.29	11.16
21	402570289.2	46.9	9.02	3631184009	32753279757	19.28	0.58	19.86	96.79
22	21425297.33	46.9	9.02	193256181.9	1743170761	1.03	0.03	1.06	5.15

CONTINÚA									
23	1056458605	60.02	22.14	23389993515	5.17854E+11	50.60	3.72	54.31	254.00
24	46398588.66	60.02	22.14	1027264753	22743641630	2.22	0.16	2.39	11.16
25	21425297.33	60.02	22.14	474356082.9	10502243675	1.03	0.08	1.10	5.15
26	21425297.33	60.02	22.14	474356082.9	10502243675	1.03	0.08	1.10	5.15
27	1002077511	60.02	22.14	22185996094	4.91198E+11	47.99	3.52	51.52	240.92
28	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	2.22	0.31	2.54	11.16
29	153244715.5	80.36	42.48	6509835514	2.76538E+11	7.34	1.03	8.37	36.84
30	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	2.22	0.31	2.54	11.16
31	21425297.33	80.36	42.48	910146630.6	38663028867	1.03	0.14	1.17	5.15
32	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	2.22	0.31	2.54	11.16
33	153244715.5	80.36	42.48	6509835514	2.76538E+11	7.34	1.03	8.37	36.84
34	46398588.66	80.36	42.48	1971012046	83728591726	2.22	0.31	2.54	11.16
	$\sum R_x =$ 7749810954				$\sum R(dy)^2 =$ 3,626,544,033,093.34				
					$\sum R(d)^2 = \sum R(dx)^2$ $+ \sum R(dy)^2$ 7,347,418,117,223.85				

Fuente: propia

Sentido longitudinal (dirección X-X')

Fuerza de corte

$$2V = (2)(ZIKCSW)$$

$$2V = (2)(208.11kips)$$

$$2V = 416.22kip$$

Momento de torsión

$$M_t = e_y * V$$

$$M_t = 6.66 ft(208.11kips)$$

$$M_t = 1386.01kip * ft$$

Momento de volteo

$$M_B = 2089.42kip * ft$$

Centro de rigidez

$$CR_Y = 27.24 ft$$

$$dy = / Y - CR_Y /$$

Tabla XXIII. Distribución de fuerzas y momentos (Segundo piso, dirección x-x')

Muro	(lb/ft ²) R	(ft) Y	(ft) dy	(lb/ft) R*dy	(lb) R(dy) ²	(kip) $F_v = \frac{R}{\sum R}(2V)$	(kip) $F_m = \frac{Rd}{\sum Rd^2}(M_t)$	(kip) $F = F_v + F_m$	(kip*ft) $M_v = \frac{R}{\sum R}M_B$
a	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	0.82	0.11	0.93	4.13
b	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	0.82	0.11	0.93	4.13
c	46398588.66	0.33	26.91	1248586021	33599449821	1.78	0.24	2.02	8.95
d	215557516	0.33	26.91	58006052756	1.56094E+12	82.82	10.94	93.76	415.77
e	46398588.66	0.33	26.91	1248586021	33599449821	1.78	0.24	2.02	8.95
f	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	0.82	0.11	0.93	4.13
g	21425297.33	0.33	26.91	576554751.2	15515088353	0.82	0.11	0.93	4.13
h	46398588.66	13.45	13.79	639836537.6	8823345854	1.78	0.12	1.90	8.95
i	21425297.33	13.45	13.79	295454850.2	4074322384	0.82	0.06	0.88	4.13
j	21425297.33	13.45	13.79	295454850.2	4074322384	0.82	0.06	0.88	4.13
k	21425297.33	13.45	13.79	295454850.2	4074322384	0.82	0.06	0.88	4.13
l	1757151269	20.66	6.58	11562055350	76078324203	67.51	2.18	69.70	338.92
m	1757151269	20.66	6.58	11562055350	76078324203	67.51	2.18	69.70	338.92
n	1799830429	41	13.76	24765666703	3.40776E+11	69.15	4.67	73.83	347.15
o	1799830429	41	13.76	24765666703	3.40776E+11	69.15	4.67	73.83	347.15
p	21425297.33	48.22	20.98	449502738	9430567443	0.82	0.08	0.91	4.13
q	21425297.33	48.22	20.98	449502738	9430567443	0.82	0.08	0.91	4.13
r	333427035.5	48.22	20.98	6995299205	1.46761E+11	12.81	1.32	14.13	64.31
s	46398588.66	48.22	20.98	973442390.1	20422821344	1.78	0.18	1.97	8.95
t	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	0.82	0.14	0.96	4.13
u	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	0.82	0.14	0.96	4.13
v	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	6.94	1.16	8.10	34.85
w	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	0.82	0.14	0.96	4.13

CONTINÚA									
x	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	6.94	1.16	8.10	34.85
y	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	6.94	1.16	8.10	34.85
z	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	0.82	0.14	0.96	4.13
a2	180681110.6	61.34	34.1	6161225871	2.10098E+11	6.94	1.16	8.10	34.85
B2	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	0.82	0.14	0.96	4.13
c2	21425297.33	61.34	34.1	730602639	24913549988	0.82	0.14	0.96	4.13
	$\sum R_y =$ 10832646205				$\sum R(dy)^2 =$ 3,720,874,084,130.51				
					$\sum R(d)^2 = \sum R(dx)^2$ $+ \sum R(dy)^2$ 7,347,418,117,223.85				

Fuente: propia

Esfuerzo unitario de corte (v o f_v)

El esfuerzo unitario de corte se define mediante la fórmula siguiente:

$$v = \frac{\text{corte}}{\text{area}}$$

$$v = \frac{1000F}{12Lt}$$

$$v = \frac{1000F}{12L(7.87 \text{ pulg})}$$

$$v = \frac{10.59F}{L}$$

donde :

F = fuerza total de corte (kips)

L = largo del muro (pies)

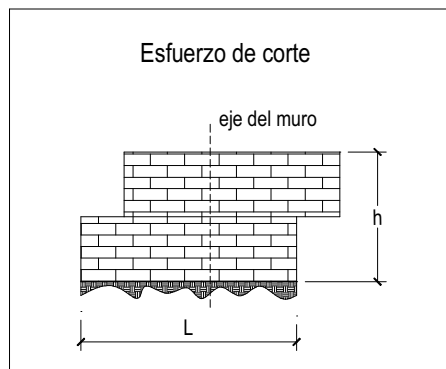
t = ancho del muro (pulg)

1000 = factor que convierte los kip en ft

12 = factor que convierte los ft en pulg.

$f_v = v$ = esfuerzo de corte [lb / pul^2]

Figura 10. Esfuerzo de Corte



Fuente: Fausto Noriega Milian. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1977.

Flexión debida al momento de volteo

Esta flexión se presenta para una sección no fracturada, y se calculará de la siguiente manera:

$$I = \frac{tL^3}{12}$$

$$I = \frac{(7.87 \text{ pulg})L^3 (1728)}{12}$$

$$I = 1133.28L^3$$

donde :

I = momento de inercia
del muro [pul^4]

L = largo del muro [ft]

t = ancho del muro [pul]

1728 = factor que convierte los ft^3 en pul^3 .

$$f_b = \frac{MC}{I}$$

$$f_b = \frac{12000 * M_v * L * 12}{2 * 1133.28 L^3}$$

$$f_b = \frac{63.53 M_v}{L^2}$$

donde:

f_b = esfuerzo flexionante debido

al momento de volteo $[lb/ pulg^2]$

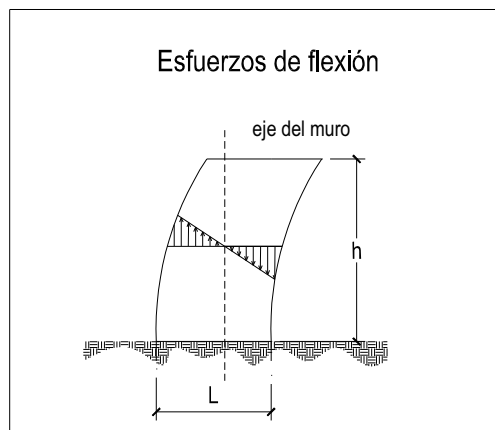
L = largo del muro

M_v = momento de volteo $[kip * ft]$

I = momento de inercia $[pulg^4]$

12000 = factor que convierte los $Kip * ft$ en $lb * pulg$

Figura 11. Esfuerzos de flexión



Fuente: Fausto Noriega Milian. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1977.

2.1.1.1 Cuadros resúmenes

Resumen de efectos sobre el edificio (Primer nivel dirección Y-Y')

Tabla XXIV. Resumen de efectos sobre el edificio (Primer piso, dirección y-y')

muro	(ft) L	(adimens.) h/L	(kips) F	(lb/pulg ²) $\nu = f_v$	(kip*ft) Mv	(lb/pulg ²) f_b
1	2.62	3.63	4.19	16.94	35.45	328.09
2	1.97	4.83	1.94	10.43	16.37	267.98
3	4.59	2.07	16.33	37.68	138.03	416.22
4	1.97	4.83	1.94	10.43	16.37	267.98
5	4.59	2.07	16.33	37.68	138.03	416.22
6	1.97	4.83	1.94	10.43	16.37	267.98
7	2.62	3.63	4.19	16.94	35.45	328.09
8	16.07	0.59	117.21	77.24	1053.68	259.21
9	2.62	3.63	3.94	15.93	35.45	328.09
10	1.97	4.83	1.82	9.78	16.37	267.98
11	1.97	4.83	1.82	9.78	16.37	267.98
12	16.07	0.59	117.21	77.24	1053.68	259.21
13	2.95	3.22	5.31	19.06	48.35	352.96
14	1.97	4.83	1.75	9.41	16.37	267.98
15	1.97	4.83	1.75	9.41	16.37	267.98
16	2.62	3.63	3.78	15.28	35.45	328.09
17	13.12	0.73	86.08	69.48	807.06	297.86
18	1.97	4.83	1.77	9.51	16.37	267.98
19	1.97	4.83	1.77	9.51	16.37	267.98
20	2.62	3.63	3.84	15.52	35.45	328.09
21	6.89	1.38	33.33	51.23	307.54	411.57
22	1.97	4.83	1.77	9.51	16.37	267.98
23	13.12	0.73	91.16	73.58	807.06	297.86
24	2.62	3.63	4	16.17	35.45	328.09
25	1.97	4.83	1.85	9.94	16.37	267.98
26	1.97	4.83	1.85	9.94	16.37	267.98
27	12.46	0.76	86.47	73.49	765.52	313.26
28	2.62	3.63	4.26	17.22	35.45	328.09
29	4.26	2.23	14.05	34.93	117.07	409.83
30	2.62	3.63	4.26	17.22	35.45	328.09
31	1.97	4.83	1.96	10.54	16.37	267.98
32	2.62	3.63	4.26	17.22	35.45	328.09
33	4.26	2.23	14.05	34.93	117.07	409.83
34	2.62	3.63	4.26	17.22	35.45	328.09

Fuente: propia

**Resumen de efectos sobre el edificio
Primer nivel dirección X-X'**

Tabla XXV. Resumen de efectos sobre el edificio (Primer nivel, dirección x-x')

muro	(ft) L	(adimens.) h/L	(kips) F	(lb/pulg ²) $\nu = f_v$	(kip*ft) M _v	(lb/pulg ²) f _b
a	1.97	4.83	1.56	8.39	13.13	214.94
b	1.97	4.83	1.56	8.39	13.13	214.94
c	2.62	3.63	3.39	13.70	28.44	263.21
d	23.94	0.4	157.37	69.61	1321.07	146.44
e	2.62	3.63	3.39	13.70	28.44	263.21
f	1.97	4.83	1.56	8.39	13.13	214.94
g	1.97	4.83	1.56	8.39	13.13	214.94
h	2.62	3.63	3.19	12.89	28.44	263.21
i	1.97	4.83	1.48	7.96	13.13	214.94
j	1.97	4.83	1.48	7.96	13.13	214.94
k	1.97	4.83	1.48	7.96	13.13	214.94
l	19.7	0.48	116.98	62.88	1076.9	176.29
m	19.7	0.48	116.98	62.88	1076.9	176.29
n	20.34	0.47	123.91	64.51	1103.06	169.39
o	20.34	0.47	123.91	64.51	1103.06	169.39
p	1.97	4.83	1.52	8.17	13.13	214.94
q	1.97	4.83	1.52	8.17	13.13	214.94
r	6.23	1.53	23.72	40.32	204.35	334.49
s	2.62	3.63	3.3	13.34	28.44	263.21
t	1.97	4.83	1.61	8.65	13.13	214.94
u	1.97	4.83	1.61	8.65	13.13	214.94
v	4.59	2.07	13.6	31.38	110.73	333.90
w	1.97	4.83	1.61	8.65	13.13	214.94
x	4.59	2.07	13.6	31.38	110.73	333.90
y	4.59	2.07	13.6	31.38	110.73	333.90
z	1.97	4.83	1.61	8.65	13.13	214.94
a2	4.59	2.07	13.6	31.38	110.73	333.90
B2	1.97	4.83	1.61	8.65	13.13	214.94
c2	1.97	4.83	1.61	8.65	13.13	214.94

Fuente: propia

Resumen de efectos sobre el edificio
Segundo nivel dirección Y-Y'

Tabla XXVI. Resumen de efectos sobre el edificio (Segundo nivel, dirección y-y')

muro	(ft) L	(adimens.) h/L	(kips) F	(lb/pulg²) $\nu = f_v$	(kip*ft) Mv	(lb/pulg²) f_b
1	2.62	3.63	2.5	10.10	11.16	103.29
2	1.97	4.83	1.15	6.18	5.15	84.31
3	4.59	2.07	9.73	22.45	43.44	130.99
4	1.97	4.83	1.15	6.18	5.15	84.31
5	4.59	2.07	9.73	22.45	43.44	130.99
6	1.97	4.83	1.15	6.18	5.15	84.31
7	2.62	3.63	2.5	10.10	11.16	103.29
8	16.07	0.59	69.83	46.02	331.61	81.58
9	2.62	3.63	2.35	9.50	11.16	103.29
10	1.97	4.83	1.08	5.81	5.15	84.31
11	1.97	4.83	1.08	5.81	5.15	84.31
12	16.07	0.59	69.83	46.02	331.61	81.58
13	2.95	3.22	3.16	11.34	15.22	111.11
14	1.97	4.83	1.04	5.59	5.15	84.31
15	1.97	4.83	1.04	5.59	5.15	84.31
16	2.62	3.63	2.25	9.09	11.16	103.29
17	13.12	0.73	51.28	41.39	254	93.74
18	1.97	4.83	1.06	5.70	5.15	84.31
19	1.97	4.83	1.06	5.70	5.15	84.31
20	2.62	3.63	2.29	9.26	11.16	103.29
21	6.89	1.38	19.86	30.53	96.79	129.53
22	1.97	4.83	1.06	5.70	5.15	84.31
23	13.12	0.73	54.31	43.84	254	93.74
24	2.62	3.63	2.39	9.66	11.16	103.29
25	1.97	4.83	1.1	5.91	5.15	84.31
26	1.97	4.83	1.1	5.91	5.15	84.31
27	12.46	0.76	51.52	43.79	240.92	98.59
28	2.62	3.63	2.54	10.27	11.16	103.29
29	4.26	2.23	8.37	20.81	36.84	128.97
30	2.62	3.63	2.54	10.27	11.16	103.29
31	1.97	4.83	1.17	6.29	5.15	84.31
32	2.62	3.63	2.54	10.27	11.16	103.29
33	4.26	2.23	8.37	20.81	36.84	128.97
34	2.62	3.63	2.54	10.27	11.16	103.29

Fuente: propia

Resumen de efectos sobre el edificio
Segundo nivel dirección X-X'

Tabla XXVII. Resumen de efectos sobre el edificio (Segundo nivel, dirección x-x')

muro	(ft) L	(adimens.) h/L	(kips) F	(lb/pulg²) $U = f_v$	(kip*ft) Mv	(lb/pulg²) f_b
a	1.97	4.83	0.93	5.00	4.13	67.61
b	1.97	4.83	0.93	5.00	4.13	67.61
c	2.62	3.63	2.02	8.16	8.95	82.83
d	23.94	0.4	93.76	41.48	415.77	46.09
e	2.62	3.63	2.02	8.16	8.95	82.83
f	1.97	4.83	0.93	5.00	4.13	67.61
g	1.97	4.83	0.93	5.00	4.13	67.61
h	2.62	3.63	1.9	7.68	8.95	82.83
i	1.97	4.83	0.88	4.73	4.13	67.61
j	1.97	4.83	0.88	4.73	4.13	67.61
k	1.97	4.83	0.88	4.73	4.13	67.61
l	19.7	0.48	69.7	37.47	338.92	55.48
m	19.7	0.48	69.7	37.47	338.92	55.48
n	20.34	0.47	73.83	38.44	347.15	53.31
o	20.34	0.47	73.83	38.44	347.15	53.31
p	1.97	4.83	0.91	4.89	4.13	67.61
q	1.97	4.83	0.91	4.89	4.13	67.61
r	6.23	1.53	14.13	24.02	64.31	105.26
s	2.62	3.63	1.97	7.96	8.95	82.83
t	1.97	4.83	0.96	5.16	4.13	67.61
u	1.97	4.83	0.96	5.16	4.13	67.61
v	4.59	2.07	8.1	18.69	34.85	105.09
w	1.97	4.83	0.96	5.16	4.13	67.61
x	4.59	2.07	8.1	18.69	34.85	105.09
y	4.59	2.07	8.1	18.69	34.85	105.09
z	1.97	4.83	0.96	5.16	4.13	67.61
a2	4.59	2.07	8.1	18.69	34.85	105.09
B2	1.97	4.83	0.96	5.16	4.13	67.61
c2	1.97	4.83	0.96	5.16	4.13	67.61

Fuente: propia

2.2 Especificaciones y recomendaciones para el diseño de mampostería reforzada

El espesor mínimo para muros estructurales es de 14cm. Las soleras y las columnas tendrán el mismo espesor del muro y la otra dimensión no será menor de 14cm.

Para muros con relación de altura a espesor mayor de 15, se deberán proveer elementos rigidizantes que eviten el pandeo.

Para los espesores de las paredes podrán seguirse las recomendaciones del U.B.C.

- Paredes de carga:
Espesor mínimo 14cms.
 $H/t = 25$
- Paredes que no cargan:
Espesor mínimo 11cms.
- Paredes exteriores reforzadas:
 $H/t = 25$
- Paredes interiores reforzadas:
 $H/t = 48$

La separación máxima entre soleras será de 2.50m, la separación horizontal máxima entre columnas será de 2.5m.

Para muros aislados que no posean apoyos transversales se deberán diseñar elementos verticales a no más de 3.00m. de separación, que sean capaces de resistir las fuerzas horizontales de sismo o de viento perpendiculares al plano del muro. El cimiento de este muro deberá también resistir dichas fuerzas sísmicas.

Se colocará un elemento de rigidez, por lo menos, en:

- La intersección de muros.
- En ambos extremos de un muro aislado.
- En bordes libres de todo muro exterior.
- Alrededor de vacíos para puertas y ventanas.
- Todo elemento de rigidez que sea de concreto llevará estribos cerrados No.2, colocándose como mínimo 5 de ellos a 10cms. de separación y luego a 20cms. de separación hasta completar la mitad de la luz del miembro.

Concreto

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizará un concreto con resistencia a la ruptura de $3000lb/pul^2$ a los 28 días.

Acero

El refuerzo de acero usado, generalmente, en mampostería es grado intermedio, GRADO ASTM A615-Grado 40, con un esfuerzo permisible de trabajo de $20000lb/pulg^2$, que es el que se usará en este caso. El diseñador deberá utilizar este refuerzo de preferencia, o el que encuentre en el mercado.

Barras de refuerzo

El grosor mínimo de barra es No. 3

El grosor máximo de barra es No.11

Para estribos, el grosor mínimo es No.2

Refuerzo mínimo

Las paredes bajo esfuerzos deberán ser reforzadas vertical y horizontalmente, la suma del refuerzo vertical y horizontal deberá ser de por lo menos 0.002 veces la sección de la pared, repartido así: 0.0013bt horizontal y, 0.0007bt vertical.

Refuerzo mínimo por flexión

El refuerzo mínimo por flexión no deberá ser menor que $80/f_y$, excepto que el refuerzo colocado en cualquier sección, sea por lo menos 1/3 mayor que el requerido por el análisis.

Block

Podrá utilizarse cualquiera de los tipos de block presentados en este trabajo, la selección dependerá del tipo de estructura. (ver tablas VIII, IX, X, XI)

Para este proyecto se usará block de 20cms. de ancho, como ya se había mencionado.

Mortero

Los morteros que deberán usarse tendrán como mínimo una resistencia a compresión, a los 28 días, de 150kg/cm^2 (2130lb/pulg^2).

El U.B.C. y las especificaciones ASTM C-240 y C-476, establecen valores a la compresión de 175kg/cm^2 para morteros tipo M, y 125kg/cm^2 para morteros tipo S, que se consideran los mejores, donde además de resistencia especial (para muros de mampostería reforzada) se exige durabilidad e impermeabilidad (muros de sótanos y obras en contacto con el suelo).

Para estructuras de mampostería reforzada, sismo-resistentes, se recomienda usar morteros con resistencias comprendidas entre los valores anteriores o mayores.

Aquí usaremos mortero de cemento con proporción 1:3, el cual tiene una resistencia a la compresión, a los 28 días, de 261.82kg/cm^2 (3700lb/pulg^2), valor mayor a los antes mencionados.

No debe olvidarse que las resistencias que se obtienen en el campo son menores que las de laboratorio, por lo que cuando se utilicen estas resistencias, se deberá usar un factor de seguridad.

Junta

La junta utilizada en los presentes cálculos es de 1cm.

2.3 Conceptos sobre el diseño de miembros estructurales de mampostería reforzada

Para el análisis y diseño de sistemas estructurales de mampostería reforzada ha sido tradicional el uso del método elástico; o sea, el método de esfuerzos de trabajo. Este procedimiento es comparable al que se usa para el diseño de sistemas estructurales de concreto reforzado; la mampostería resiste la fuerza de compresión y el acero de refuerzo resiste las fuerzas de tensión.

Para el desarrollo del presente trabajo se usará el método de esfuerzos de trabajo.

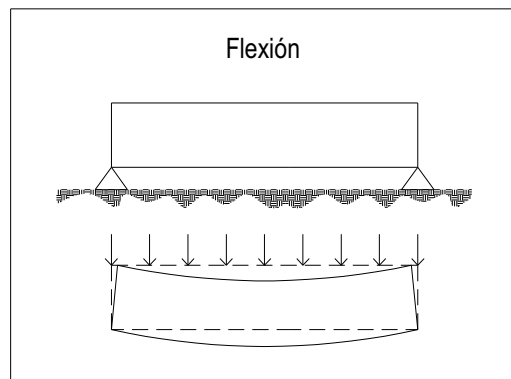
El método de esfuerzos de trabajo está basado en que los esfuerzos se encuentran en el rango elástico de los materiales y en los siguientes principios:

- Una sección plana antes de la flexión, permanece plana después de ella.
- Los esfuerzos son proporcionales a las deformaciones, y éstos a su vez, son proporcionales a la distancia al eje neutro.
- El módulo de elasticidad es constante a través del miembro.
- La mampostería no tomará tensión.
- La luz de un miembro es mucho más grande comparado a su peralte.
- Los elementos de la mampostería forman un miembro homogéneo e isotrópico.
- Los momentos exteriores e interiores están en equilibrio.
- Los miembros son rectos y de sección uniforme.

Flexión

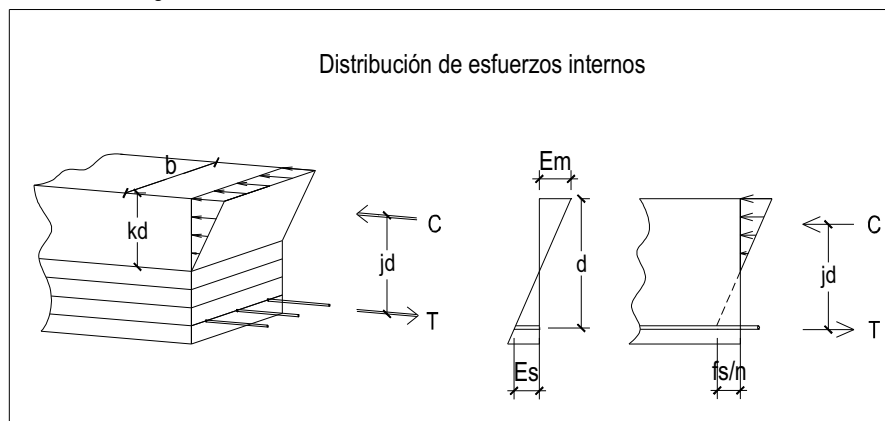
Un elemento de mampostería reforzada sujeto a flexión, sufre fuerzas internas de compresión y tensión distribuidas de la siguiente manera:

Figura 12. Flexión



Fuente: Oscar Argueta Hernández. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1981.

Figura 13. Distribución de esfuerzos internos, en un elemento estructural sujeto a flexión



Fuente: Oscar Argueta Hernández. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1981.

La deducción de las fórmulas de flexión se basan en:

$$N = \frac{E_s}{E_m} \qquad \rho = \frac{A_s}{bd}$$

y como

$$T = A_s f_s$$

entonces :

$$T = (\rho bd) f_s$$

sustituyendo lo anterior:

$$\sum M_c = Tjd$$

$$\sum M_c = (A_s f_s)jd$$

$$\sum M_c = (\rho bd) f_s jd$$

$$\sum M_c = \rho f_s jbd^2$$

$$\sum M_c = Kbd^2$$

$$\text{donde } K = f_s \rho j$$

además:

$$C = \frac{1}{2} f' m (kd) b$$

$$C = \frac{1}{2} f' m (kbd)$$

y como

$$\sum M_t = C(jd)$$

$$\sum M_t = \frac{1}{2} f' m (kbd)(jd)$$

$$\sum M_t = \frac{1}{2} f' m (jkbd^2)$$

en donde llamaremos

$$M = kbd^2 \quad \text{y}$$

$$K = \frac{1}{2} (f' m)(kj)$$

Los esfuerzos permisibles por flexión, serán determinados así:

- Con supervisión: $F_b = 0.33 f' m$

- Sin supervisión: $F_b = (0.5)0.33 f' m$

En las combinaciones de esfuerzos, donde estén incluidas las fuerzas de viento o de sismo, los esfuerzos se podrán incrementar en un 33%.

Compresión

Los esfuerzos a compresión axial permisibles para la mampostería pueden ser evaluados, para Guatemala, mediante la fórmula siguiente:

$$F_a = 0.23 f' m \left[1 - \left(\frac{H}{40t} \right)^3 \right]$$

El U.B.C. para evaluar los mismos esfuerzos propone la fórmula siguiente:

$$F_a = 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{H}{40t} \right)^3 \right]$$

Para este proyecto se utilizará la fórmula dada por el U.B.C. por considerarla más estudiada.

El valor de $f'm$ que se utilizará será de 300lb/pulg²; pero dicho valor de $f'm$ (esfuerzo básico de compresión axial para la mampostería), variará de acuerdo a la supervisión, es decir, que para obtener las condiciones de laboratorio, se deberá tener un control de construcción estricto. Para este caso el $f'm$ de diseño será igual al que se obtenga en el laboratorio, pero si la supervisión no es tan rigurosa, el valor de $f'm$ obtenido en el laboratorio se afectará de un factor de seguridad para obtener así el valor de $f'm$ de diseño. El U.B.C. recomienda para este caso un factor de seguridad de 2.

Para el desarrollo del presente documento se especificará que la construcción tenga una supervisión media, por lo que los valores de $f'm$ serán afectados por el factor de seguridad anteriormente mencionado.

Flexo-Compresión

Algunos elementos de mampostería tales como columnas o muros están sujetos a cargas verticales y cargas horizontales.

La interacción de estas fuerzas resulta en un incremento en los esfuerzos de compresión sobre la mampostería, y puede causar tensión en el acero de refuerzo, si el momento es lo suficientemente grande para vencer los efectos de esfuerzos de compresión debidos a la carga vertical.

La combinación de los esfuerzos deberá cumplir:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1$$

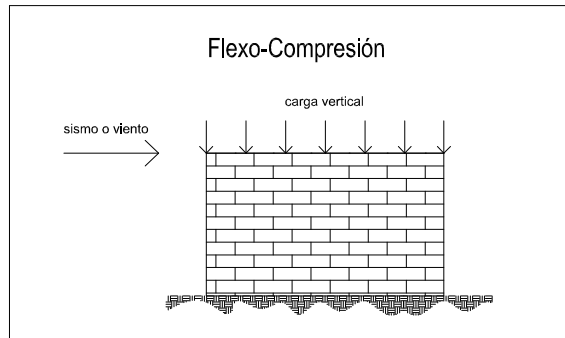
Donde:

$$f_a = \frac{P}{bt}$$

$P =$ carga total aplicada

$bt =$ sección sólida del muro

Figura 14. Flexo-Compresión

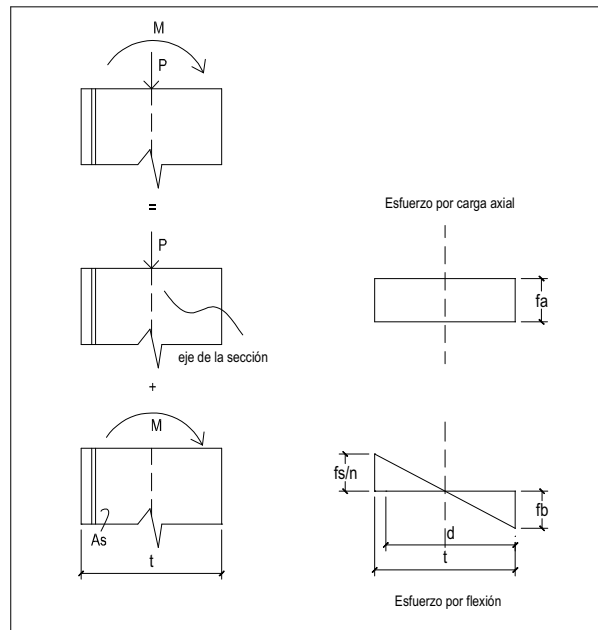


Fuente: Oscar Argueta Hernández. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1981.

En el caso de acción de cargas temporales debidas a fuerzas de sismo o de viento los esfuerzos podrán incrementarse en un 33%:

$$\frac{f_{a \text{ vetical}}}{F_{a \text{ permisible}}} + \frac{f_{b \text{ viento}}}{F_{b \text{ permisible}}} \leq 1.33$$

Figura 15. Cargas y esfuerzos de un miembro estructural sometido a flexo-compresión



Fuente: Oscar Argueta Hernández. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1981.

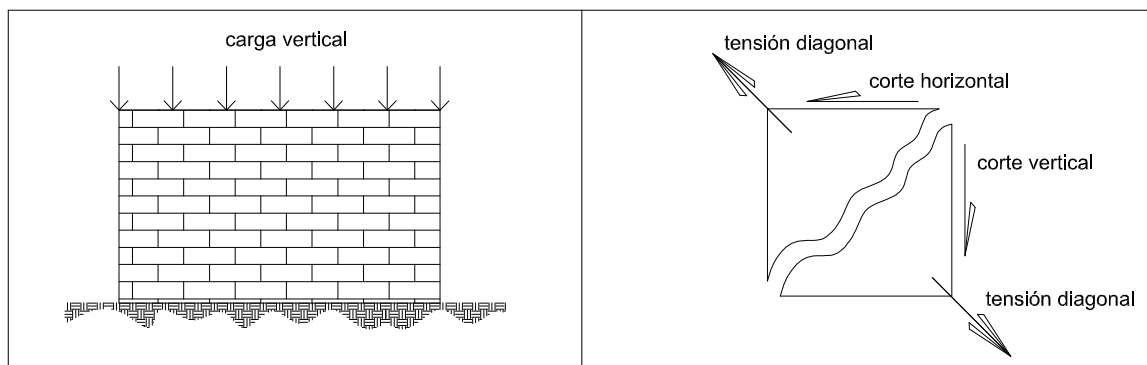
Corte

Los elementos estructurales, como muros o vigas, están sujetos a esfuerzos de corte o bien a esfuerzos de flexión.

El esfuerzo unitario de corte viene dado por la fórmula $f_v = v = \frac{\text{corte}}{\text{área}}$, para los elementos en flexión, y no debe exceder del esfuerzo de corte permisible en la mampostería, de lo contrario se requerirá refuerzo por corte. El diseño para esfuerzos de corte se basa en pruebas y experiencias para obtener los esfuerzos permisibles por corte en la mampostería.

La función principal del refuerzo por corte es proveer a la mampostería del acero necesario para resistir los esfuerzos de tensión diagonales, que se desarrollan en el miembro. En la siguiente figura se muestran las tensiones diagonales:

Figura 16. Elemento estructural sometido a esfuerzo de corte



Fuente: Oscar Argueta Hernández. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1981.

El esfuerzo unitario (f_v) es utilizado para determinar el espaciamiento del refuerzo por corte.

$$S = \frac{f_v A_v}{f_v b}$$

No se debe olvidar que el primer estribo debe colocarse a $\frac{d}{4}$, y la separación máxima es de $d/2$.

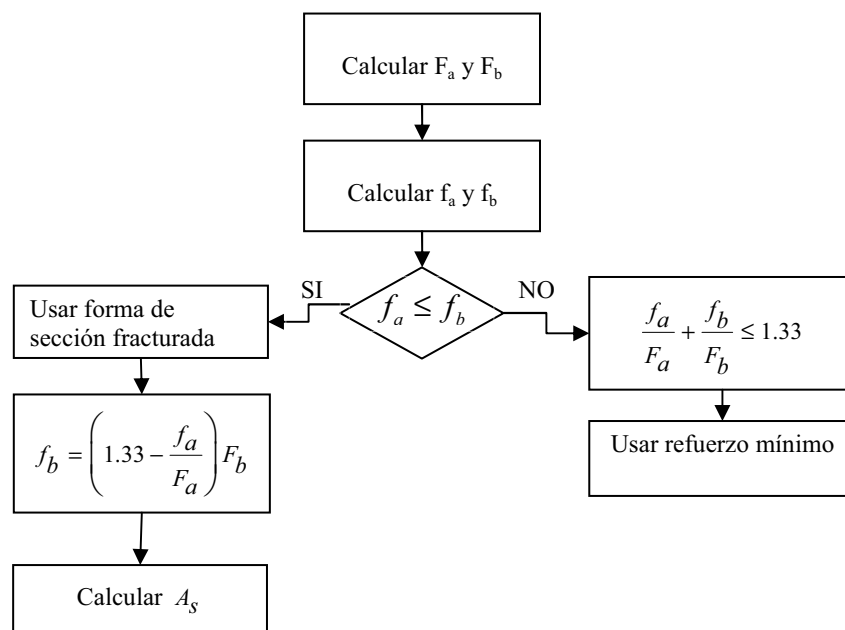
Para la determinación de los esfuerzos permisibles de corte se usará la siguiente fórmula:

$$F_v = \frac{0.7\mu}{1 - 0.9f(h/L)}$$

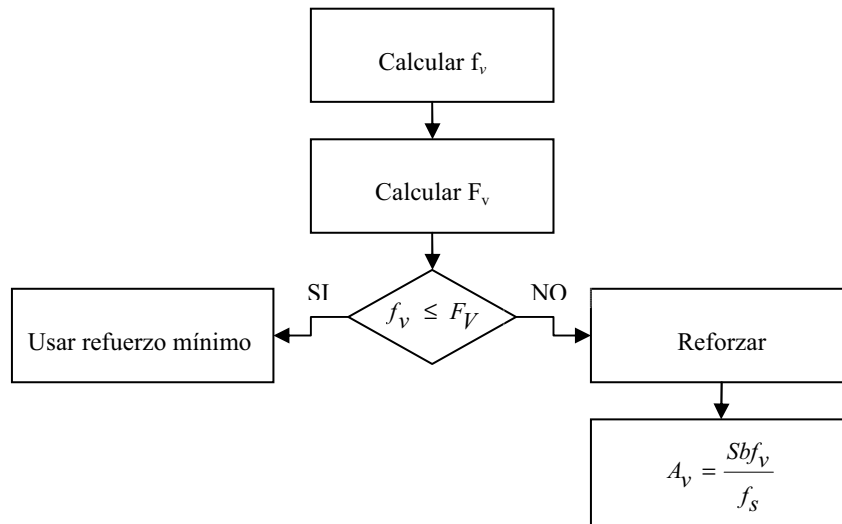
Los muros de mampostería reforzada que deberán resistir fuerzas horizontales de sismo, se diseñan para resistir dos veces la fuerza de corte que actúa en ellas. (U.B.C. 1973).

Para los valores de μ y f , ver tabla XI. No se debe olvidar, que si la supervisión es deficiente durante la construcción, deberán afectarse los valores anteriores por un factor de seguridad. Se recomienda un factor de seguridad de 2.

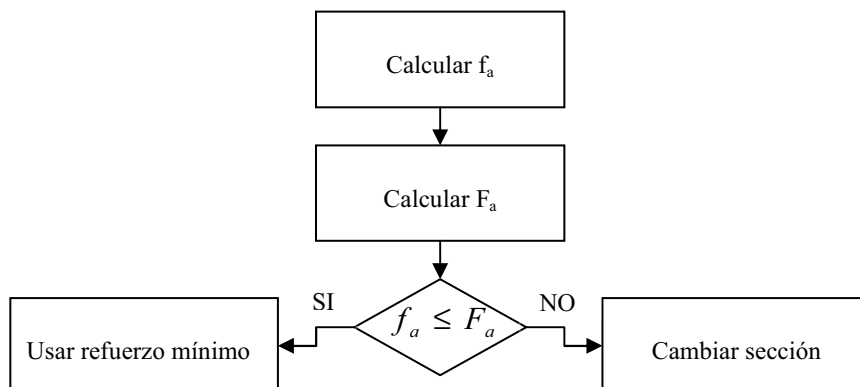
Diseño a Flexo-Compresión



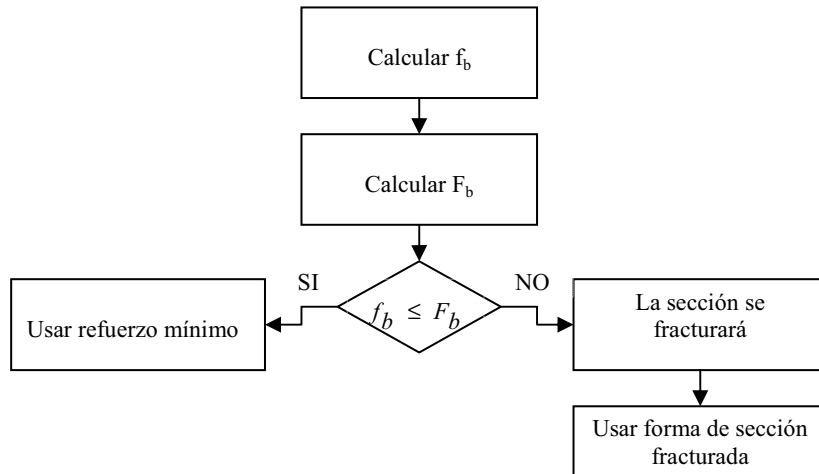
Diseño a Corte



Diseño a Compresión



Diseño a Flexión



2.4 Diseño y análisis de elementos estructurales

Propiedades de los materiales

$$f'_m = 300 \text{ lb / pulg}^2$$

$$E_m = 12.77 \times 10^5 \text{ lb / pulg}^2$$

$$f_s = 1.33 (20,000 \text{ lb / pulg}^2)$$

$$\mu = 1.108 \text{ kg / cm}^2$$

$$f = 0.241$$

f'_m = esfuerzo de compresión de la mampostería

E_m = módulo de elasticidad de la mampostería

f_s = esfuerzo de tensión del acero

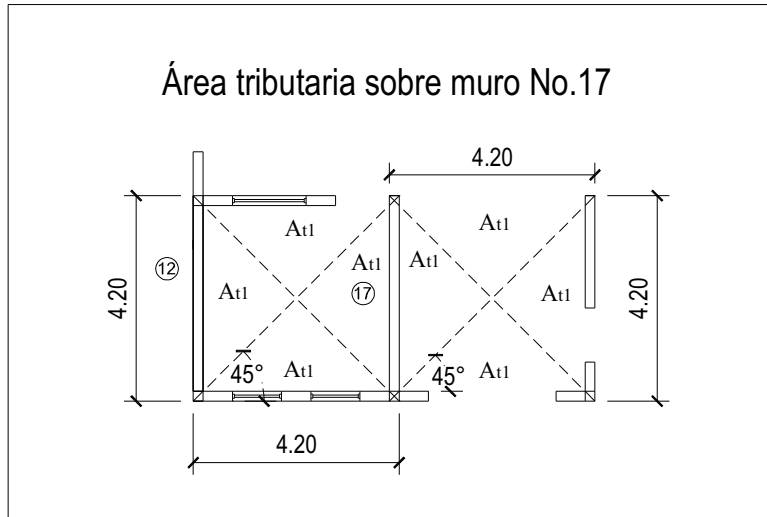
μ = coeficiente de adherencia de la mampostería

f = coeficiente de fricción de la mampostería

Diseño del muro No.17 del primer nivel

Cálculo de la carga sobre el muro

Figura 17. Área tributaria sobre el muro No. 17



$$A_{t1} = \frac{(4.2m)(4.2m)}{4}$$

$$A_{t1} = 4.41m^2$$

$$A_{t1} = 47.44 ft^2$$

$$A_{t1} = \text{área tributaria No.1}$$

Fuente: propia

Carga muerta

Tabla XXVIII. Carga muerta de losa, según sea de entrepiso o losa final

Carga muerta de losa por entrepiso		Carga muerta de losa final	
Renglón	CM	Renglón	CM
Losa de concreto	50 lb/ft ²	Losa de concreto	50 lb/ft ²
Repello y cernido	5 lb/ft ²	Tratamientos y acabados	12 lb/ft ²
piso	12 lb/ft ²		
	CM_{entrepiso} = 67 lb/ft²		CM_{losa final} = 62 lb/ft²

Fuente:propia

$$W_{CM} = \frac{CM(A_t)}{L} + 2(W_{pared} * h)$$

$$W_{CM} = 2 \left(\frac{CM_{losa de entrepiso}(A_t)}{L} \right) + 2 \left(\frac{CM_{losa de techo}(A_t)}{L} \right) + 2(W_{pared} * h)$$

$$W_{CM} = 2 \left(\frac{(67 \text{ psi})(47.44 \text{ ft}^2)}{13.78 \text{ ft}} \right) + 2 \left(\frac{(62 \text{ psi})(47.44 \text{ ft}^2)}{13.78 \text{ ft}} \right) + 2(78 \text{ psi} * 9.5 \text{ ft})$$

$$W_{CM} = 2(230.66 \text{ lb} / \text{ft}) + 2(213.45 \text{ lb} / \text{ft}) + 2(741 \text{ lb} / \text{ft})$$

$$W_{CM} = 2370.22 \text{ lb} / \text{ft}$$

Carga viva

$$W_{CV} = \frac{CV(A_t)}{L}$$

$$W_{CV} = \frac{A_t}{L} (CV_{\text{bodega}} + CV_{\text{dirección}} + CV_{\text{vestibulo}} + CV_{\text{librería}} + (2)CV_{\text{techo}})$$

$$W_{CV} = \frac{47.44 \text{ ft}^2}{13.78 \text{ ft}} (125 \text{ lb} / \text{ft}^2 + 40 \text{ lb} / \text{ft}^2 + 40 \text{ lb} / \text{ft}^2 + 100 \text{ lb} / \text{ft}^2 + (2) * 20 \text{ lb} / \text{ft}^2)$$

$$W_{CV} = 1187.72 \text{ lb} / \text{ft}$$

$$W_u = 1.7CV + 1.4CM$$

$$W_u = 1.7(1187.72 \text{ lb} / \text{ft}) + 1.4(2370.22)$$

$$W_u = 5337.43 \text{ lb} / \text{ft}$$

Cálculo del esfuerzo actuante a compresión sobre el muro (f_a)

Puede obtenerse de dos maneras:

$$f_a = \frac{W_u}{b * t}$$

$$f_a = \frac{5337.43 \text{ lb} / \text{ft} * (1 \text{ ft})}{[(1 \text{ ft})(12 \text{ pulg})](7.87 \text{ pulg})}$$

$$f_a = 56.52 \text{ psi}$$

$$f_a = \frac{W_u}{b * t}$$

$$f_a = \frac{5337.43 \text{ lb} / \text{ft} * (13.78 \text{ ft})}{[(13.78 \text{ ft})(12 \text{ pulg})](7.87 \text{ pulg})}$$

$$f_a = 56.52 \text{ psi}$$

Datos obtenidos anteriormente

Muro	(ft) L	(adimens.) h/L h=9.5ft	(kips) F	(kip*ft) Mv	Esfuerzos Actuantes		
					(lb/pul ²) $v = f_v$	(lb/pul ²) f_b	(lb/pul ²) f_a
17	13.12	0.73	86.08	807.06	69.48	297.86	56.52

Cálculo de los esfuerzos permisibles

- **A compresión**

$$F_a = 0.2 f' m \left[1 - \left(\frac{h}{40t} \right)^3 \right]$$

$$F_a = 0.2 (600 \text{ psi}) \left[1 - \left(\frac{114 \text{ pulg}}{40(7.87 \text{ pulg})} \right)^3 \right]$$

$$F_a = 114.30 \text{ psi}$$

- **A flexión**

$$F_b = 0.33 f' m$$

$$F_b = 0.33 (600 \text{ psi})$$

$$F_b = 198 \text{ psi}$$

- **A Corte**

$$F_v = \frac{0.7 \mu}{1 - 0.9 f (h/L)}$$

$$F_v = \frac{0.7(1.108 \text{ kg/cm}^2)}{1 - 0.9(0.241)(0.73)}$$

$$F_v = 0.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_v = 13.09 \text{ psi}$$

Diseño a compresión

$$f_a < F_a$$

$$56.53 \text{ psi} < 114.30 \text{ psi} \quad \text{entonces usar refuerzo mínimo}$$

$$As_{\min} = 0.0007(20 \text{ cm})(400 \text{ cm})$$

$$As_{\min} = 5.6 \text{ cm}^2$$

Diseño a Flexo-Compresión

$$f_a < f_b$$

$56.53 \text{ psi} < 297.86 \text{ psi}$ al producirse flexión, la sección se agrietará; por lo cual, deberán usarse las fórmulas para sección fracturada

$$f_{b2} = \left(1.33 - \frac{f_a}{F_a} \right) F_b$$

$$f_{b2} = \left(1.33 - \frac{56.53}{114.30} \right) 198$$

$$f_{b2} = 165.41 \text{ psi}$$

$$n = \frac{E_s}{E_m}$$

$$n = \frac{29000000 \text{ psi}}{12.77 \times 10^5 \text{ psi}}$$

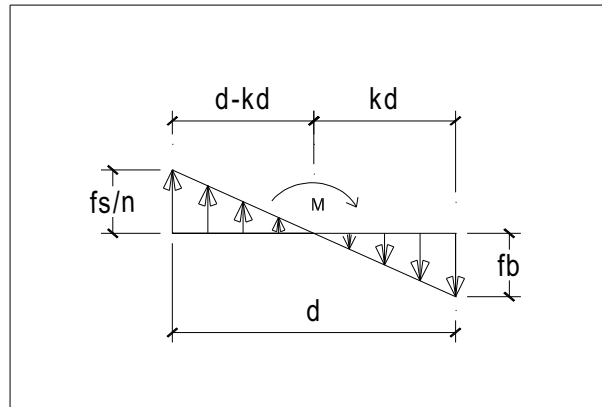
$$n = 22.71$$

$$\frac{1.33 f_s}{n}$$

$$= \frac{1.33 (20000 \text{ psi})}{22.71}$$

$$= 1171.29 \text{ psi}$$

Figura 18. Esfuerzos actuantes



Fuente: Oscar Argueta Hernández. Tesis de graduación, ingeniero civil, 1981.

entonces:

$$\frac{1.33(f_s/n)}{d-kd} = \frac{f_{b2}}{kd}$$

$$\frac{1171.29}{d-kd} = \frac{165.41}{kd}$$

$$1171.29kd = 165.41d - 165.41kd$$

$$1336.7kd = 165.41d$$

$$k = \frac{165.41d}{1336.7d}$$

$$k = 0.12$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 1 - \frac{0.12}{3}$$

$$j = 0.96$$

d = largo del muro desde ejes

$$d = 4m$$

$$d = 157.44 \text{ pulg}$$

$$A_{s_{requerido}} = \frac{M}{(1.33 f_s) jd}$$

$$A_{s_{requerido}} = \frac{\left(\frac{807.06 \text{ kip} * \text{ft}}{1}\right) \left(\frac{1000 \text{ lb}}{1 \text{ kip}}\right) \left(\frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ ft}}\right)}{(26600 \text{ psi})(0.96)(157.44 \text{ pulg})}$$

$$A_{s_{requerido}} = 2.41 \text{ pulg}^2$$

$$A_{s_{requerido}} = 15.56 \text{ cm}^2$$

Para cubrir el área de acero anterior se colocarán 2 columnas en las esquinas, con 4No.4+2No.3 cada una; además, una columna en el centro del muro con 4No.3:

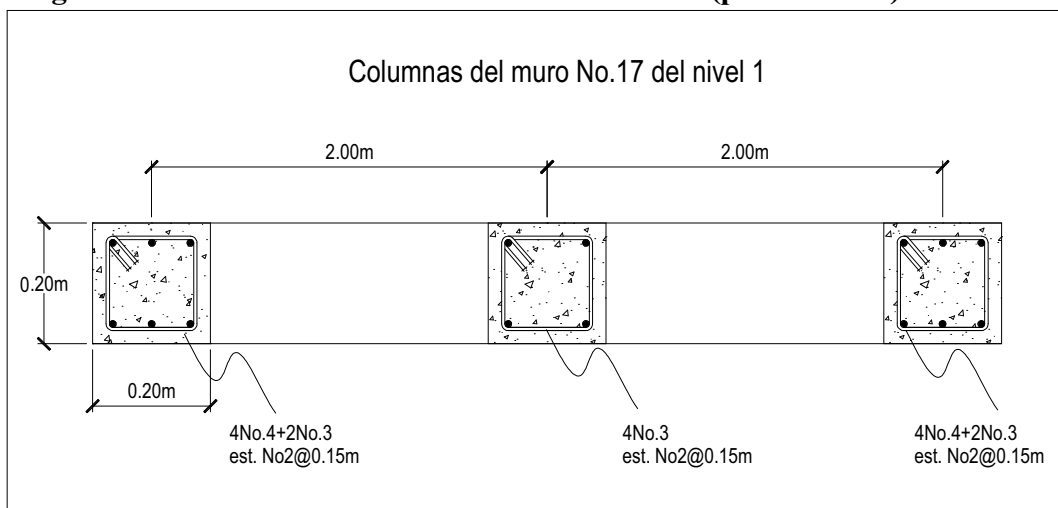
$$8 \text{ varillas (No.4)} + 8 \text{ varillas (No.3)}$$

$$= 8(1.27 \text{ cm}^2) + 8(0.71 \text{ cm}^2)$$

$$= 15.84 \text{ cm}^2 > A_{s_{\min}}$$

$$> A_{s_{requerido}}$$

Figura 19. Planta de las columnas del muro No.17 (primer nivel)



Fuente: propia

Diseño a corte

$$f_v \not\prec F_v$$

68.48psi $\not\prec$ 13.09 psi, por lo tanto hay que reforzar por corte.

$$A_v = \frac{s * b * f_v}{1.33 f_s}$$

$$A_v = \frac{s(7.87 \text{ pulg})(68.48 \text{ psi})}{26600 \text{ psi}}$$

$$A_v = 0.02026s$$

Se colocarán 3 soleras, y se tomará el valor de la luz promedio entre ellas, la cual es 1.48m (58.25pulg). Debe tenerse en cuenta que lo anterior es con fines de cálculo, pero la solera intermedia quedará a la altura del dintel.

$$A_v = 0.02026s$$

$$A_v = 0.02026(58.25 \text{ pulg})$$

$$A_v = 1.18 \text{ pulg}^2$$

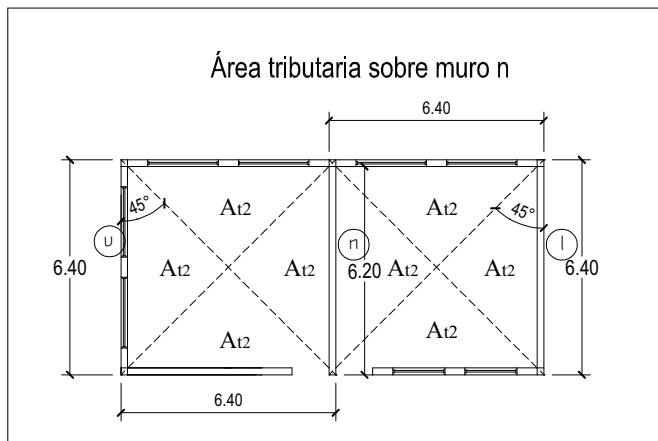
$$A_v = 7.62 \text{ cm}^2$$

El área de acero anterior se cubrirá con tres soleras de 4No.3 cada una + est. No.2 @ 0.15m. La sección será de 0.20mx0.20m, al igual que la de las columnas.

- **Diseño del muro n del primer nivel**

Cálculo de la carga sobre el muro

Figura 20. Área tributaria sobre el muro n



$$A_{t2} = \frac{(6.4m)(6.4m)}{4}$$

$$A_{t2} = 10.24m^2$$

$$A_{t2} = 110.17 \text{ ft}^2$$

Fuente: propia

Carga muerta

$$W_{CM} = \frac{CM(A_t)}{L} + 2(W_{pared} * h)$$

$$W_{CM} = 2\left(\frac{CM_{losa\ de\ entepiso}(A_t)}{L}\right) + 2\left(\frac{CM_{losa\ de\ techo}(A_t)}{L}\right) + 2(W_{pared} * h)$$

$$W_{CM} = 2\left(\frac{(67lb/ft^2)(110.17ft^2)}{20.99ft}\right) + 2\left(\frac{(62lb/ft^2)(110.17ft^2)}{20.99ft}\right) + 2(78lb/ft^2 * 9.5ft)$$

$$W_{CM} = 2(351.66lb/ft) + 2(325.42lb/ft) + 2(741lb/ft)$$

$$W_{CM} = 2836.16lb/ft$$

Carga viva

$$W_{CV} = \frac{CV(A_t)}{L}$$

$$W_{CV} = \frac{A_t}{L}((2)CV_{salones} + (2)CV_{talleres} + (2)CV_{techo})$$

$$W_{CV} = \frac{47.44ft^2}{13.78ft}((2)*40lb/ft^2 + (2)*60lb/ft^2 + (2)*20lb/ft^2)$$

$$W_{CV} = 1259.69lb/ft$$

$$W_u = 1.7CV + 1.4CM$$

$$W_u = 1.7(1259.69lb/ft) + 1.4(2836.16)$$

$$W_u = 6112.10lb/ft$$

Cálculo del esfuerzo actuante a compresión sobre el muro (f_a)

$$f_a = \frac{W_u}{b * t}$$

$$f_a = \frac{6112.10lb/ft(1ft)}{[(1ft)(12pulg)](7.87pulg)}$$

$$f_a = 64.72psi$$

Datos obtenidos anteriormente

Muro	(ft) L	(adimens.) h/L h=9.5ft	(kips) F	(kip*ft) Mv	Esfuerzos Actuantes		
					(lb/pulg ²) $v = f_v$	(lb/pulg ²) f_b	(lb/pulg ²) f_a
n	20.34	0.47	123.91	1103.06	64.61	169.39	64.71

Cálculo de los esfuerzos permisibles

- **A compresión** $F_a = 114.30 \text{ psi}$ calculado anteriormente

- **A flexión** $F_b = 198 \text{ psi}$ calculado anteriormente

- **A corte**

$$F_v = \frac{0.7\mu}{1 - 0.9f(h/L)}$$

$$F_v = \frac{0.7(1.108 \text{ kg/cm}^2)}{1 - 0.9(0.241)(0.47)}$$

$$F_v = 0.86 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_v = 12.23 \text{ psi}$$

Diseño a compresión

$$f_a < F_a$$

$64.72 \text{ psi} < 114.30 \text{ psi}$ entonces usar refuerzo mínimo

$$As_{\min} = 0.0007(20 \text{ cm})(620 \text{ cm})$$

$$As_{\min} = 8.68 \text{ cm}^2$$

Diseño a Flexo-Compresión

$$f_a < f_b$$

$64.72 \text{ psi} < 169.39 \text{ psi}$ al producirse flexión, la sección se agrietará por lo cual deberán usarse las fórmulas para sección fracturada

$$\begin{aligned}
 f_{b2} &= \left(1.33 - \frac{f_a}{F_a}\right) F_b & n &= \frac{E_s}{E_m} & & \frac{1.33 f_s}{n} \\
 f_{b2} &= \left(1.33 - \frac{64.72}{114.30}\right) 998 & n &= \frac{29000000 \text{ psi}}{12.77 \times 10^5 \text{ psi}} & & = \frac{1.33(20000 \text{ psi})}{22.71} \\
 f_{b2} &= 151.23 \text{ psi} & n &= 22.71 & & = 1171.29 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

entonces:

$$\begin{aligned}
 \frac{1.33(f_s/n)}{d - kd} &= \frac{f_{b2}}{kd} & j &= 1 - \frac{k}{3} \\
 \frac{1171.29}{d - kd} &= \frac{151.23}{kd} & j &= 1 - \frac{0.1143}{3} \\
 1171.29kd &= 151.23d - 151.23kd & j &= 0.96 \\
 1322.52kd &= 151.23d & & & & \\
 k &= \frac{151.23d}{1322.52d} & & & & \\
 k &= 0.1143 & & & &
 \end{aligned}$$

d = largo del muro desde ejes

$$d = 6.2m$$

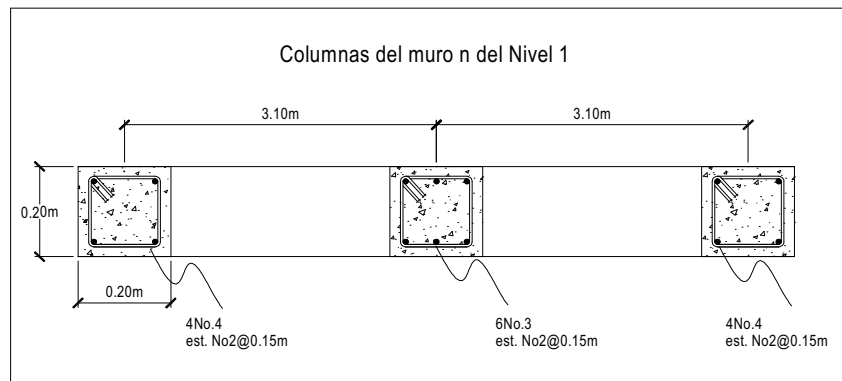
$$d = 244.03 \text{ pulg}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s_{requerido}} &= \frac{M}{(1.33 f_s) j d} \\
 A_{s_{requerido}} &= \frac{\left(\frac{1103.06 \text{ kip} \cdot \text{ft}}{1}\right) \left(\frac{1000 \text{ lb}}{1 \text{ kip}}\right) \left(\frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ ft}}\right)}{(26600 \text{ psi})(0.96)(244.03 \text{ pulg})} \\
 A_{s_{requerido}} &= 2.12 \text{ pulg}^2 \\
 A_{s_{requerido}} &= 13.68 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Para cubrir el área de acero anterior se colocarán 2 columnas en las esquinas, con 4No.4 cada una, además una columna en el centro del muro con 6No.3:

$$\begin{aligned}
 & 8 \text{ var illas (No.4)} + 6 \text{ var illas (No.3)} \\
 & = 8(1.27\text{cm}^2) + 6(0.71\text{cm}^2) \\
 & = 14.42\text{cm}^2 > A_{s_{\min}} \\
 & \quad > A_{s_{\text{requerido}}}
 \end{aligned}$$

Figura 21. Planta de las columnas del muro n (primer nivel)



Fuente: propia

Diseño a corte

$$f_v \not\leq F_v$$

64.61psi $\not\leq$ 12.23psi, por lo tanto hay que reforzar por corte

$$A_v = \frac{s * b * f_v}{1.33 f_s}$$

$$A_v = \frac{(58.25 \text{ pulg})(7.87 \text{ pulg})(64.61 \text{ psi})}{26600 \text{ psi}}$$

$$A_v = 1.11 \text{ pulg}^2$$

$$A_v = 7.16 \text{ cm}^2$$

El área de acero anterior se cubrirá con tres soleras de 4No.3 cada una + esl. No.2 @ 0.15m. La sección será de 0.20mx0.20m, al igual que la de las columnas.

Carga viva y muerta para cada muro

Tabla XXIX. Carga viva y muerta sobre muros (Primer y segundo nivel, dirección y)

SEGUNDO NIVEL								PRIMER NIVEL						
muro	Wcv (lb/ft)			Wcm (lb/ft)			Wcu = 1.4 Wcu +1.7 Wcv	muro	Wcv (lb/ft)		Wcm (lb/ft)			Wcu = 1.4 Wcu +1.7 Wcv
	ambientes	techo	total	losa	pared	total			ambientes	total	losa	pared	total	
a	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	a	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
b	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	b	314.92	629.84	564.79	741	2372.21	4391.822
c	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	c	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
d	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	d	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
e	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	e	209.95	524.87	351.66	741	2159.08	3914.991
f	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	f	209.95	524.87	351.66	741	2159.08	3914.991
g	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	g	209.95	524.87	351.66	741	2159.08	3914.991
h	538.22	168.93	707.15	523.69	741	1264.69	2972.721	h	538.22	1245.37	564.79	741	2570.48	5715.801
i	538.22	168.93	707.15	523.69	741	1264.69	2972.721	i	538.22	1245.37	564.79	741	2570.48	5715.801
j	538.22	168.93	707.15	523.69	741	1264.69	2972.721	j	538.22	1245.37	564.79	741	2570.48	5715.801
k	538.22	168.93	707.15	523.69	741	1264.69	2972.721	k	538.22	1245.37	564.79	741	2570.48	5715.801
l	419.9	209.94	629.84	650.84	741	1391.84	3019.304	l	629.84	1259.68	703.32	741	2836.16	6112.08
m	419.9	209.94	629.84	650.84	741	1391.84	3019.304	m	419.9	1049.74	703.32	741	2836.16	5755.182
n	419.9	209.94	629.84	650.84	741	1391.84	3019.304	n	629.84	1259.68	703.32	741	2836.16	6112.08
o	419.9	209.94	629.84	650.84	741	1391.84	3019.304	o	419.9	1049.74	230.66	741	2363.5	5093.458
p	830.64	168.93	999.57	523.69	741	1264.69	3469.835	p	538.22	1537.79	564.79	741	2570.48	6212.915
q	830.64	168.93	999.57	523.69	741	1264.69	3469.835	q	538.22	1537.79	564.79	741	2570.48	6212.915
r	538.22	168.93	707.15	523.69	741	1264.69	2972.721	r	744.58	1451.73	564.79	741	2570.48	6066.613
s	538.22	168.93	707.15	523.69	741	1264.69	2972.721	s	744.58	1451.73	564.79	741	2570.48	6066.613
t	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	t	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
u	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	u	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
v	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	v	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
w	430.33	68.85	499.18	213.45	741	954.45	2184.836	w	137.91	637.09	230.66	741	1926.11	3779.607
x	430.33	68.85	499.18	213.45	741	954.45	2184.836	x	137.91	637.09	230.66	741	1926.11	3779.607
y	137.91	68.85	206.76	213.45	741	954.45	1687.722	y	344.27	551.03	230.66	741	1926.11	3633.305
z	137.91	68.85	206.76	213.45	741	954.45	1687.722	z	344.27	551.03	230.66	741	1926.11	3633.305
a2	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	a2	524.87	839.79	351.66	741	2159.08	4450.355
b2	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	b2	524.87	839.79	351.66	741	2159.08	4450.355
c2	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	c2	524.87	839.79	351.66	741	2159.08	4450.355

Fuente: propia

Tabla XXX. Carga viva y muerta sobre muros (Primer y segundo nivel, dirección x)

SEGUNDO NIVEL								PRIMER NIVEL						
muro	Wcv (lb/ft)			Wcm (lb/ft)			Wcu = 1.4 Wcu +1.7 Wcv	muro	Wcv (lb/ft)		Wcm (lb/ft)			Wcu = 1.4 Wcu +1.7 Wcv
	ambientes	techo	total	losa	pared	total			ambientes	total	losa	pared	total	
1	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	1	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
2	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	2	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
3	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	3	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
4	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	4	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
5	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	5	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
6	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	6	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
7	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	7	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
8	347.86	173.82	521.68	538.87	741	1279.87	2678.674	8	452.83	974.51	582.32	741	2603.19	5301.133
9	600.54	202.62	803.16	628.13	741	1369.13	3282.154	9	705.51	1508.67	742.25	741	2852.38	6558.071
10	600.54	202.62	803.16	628.13	741	1369.13	3282.154	10	705.51	1508.67	742.25	741	2852.38	6558.071
11	600.54	202.62	803.16	628.13	741	1369.13	3282.154	11	705.51	1508.67	742.25	741	2852.38	6558.071
12	640.28	178.8	819.08	538.87	741	1279.87	3184.254	12	452.83	1271.91	582.32	741	2603.19	5806.713
13	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	13	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
14	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	14	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
15	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	15	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
16	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	16	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
17	568.24	137.7	705.94	426.9	741	1167.9	2835.158	17	275.82	981.76	461.32	741	2370.22	4987.3
18	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	18	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
19	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	19	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
20	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	20	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
21	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	21	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
22	275.82	137.7	413.52	426.9	741	1167.9	2338.044	22	275.82	689.34	461.32	741	2370.22	4490.186
23	347.86	173.82	521.68	538.87	741	1279.87	2678.674	23	347.86	869.54	582.32	741	2603.19	5122.684
24	600.54	202.62	803.16	628.13	741	1369.13	3282.154	24	600.54	1403.7	742.25	741	2852.38	6379.622
25	600.54	202.62	803.16	628.13	741	1369.13	3282.154	25	600.54	1403.7	742.25	741	2852.38	6379.622
26	600.54	202.62	803.16	628.13	741	1369.13	3282.154	26	600.54	1403.7	742.25	741	2852.38	6379.622
27	347.86	173.82	521.68	538.87	741	1279.87	2678.674	27	347.86	869.54	582.32	741	2603.19	5122.684
28	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	28	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
29	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	29	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
30	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	30	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
31	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	31	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
32	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	32	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
33	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	33	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44
34	209.95	104.97	314.92	325.42	741	1066.42	2028.352	34	314.92	629.84	351.66	741	2159.08	4093.44

Fuente: propia

Cálculo de áreas de acero para columnas

$dpsf =$ diseñar para sección fracturada

$F_a = 114.30 psi$ calculado anteriormente

$F_b = 198 psi$ calculado anteriormente

Primer nivel

Tabla XXXI. Cálculo de área de acero requerida para columnas (Primer nivel, muros en sentido y)

muro	Wcu	(ft) L	(pulg) L	(adimens.) h/L	(kip*ft) Mv	psi fa	psi fb	psi fv=U	psi Fv	fa<Fa	(cm ²) Ref min	fa<fb	psi fb2	k	j	pulg ² As req	cm ² As req
1	4093.44	2.62	31.44	3.63	35.45	43.34	328.09	16.94	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.53	3.44
2	4093.44	1.97	23.64	3.63	16.37	43.34	267.98	10.43	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.33	2.11
3	4093.44	4.59	55.08	2.07	138.03	43.34	416.22	37.68	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	1.19	7.65
4	4093.44	1.97	23.64	3.63	16.37	43.34	267.98	10.43	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.33	2.11
5	4093.44	4.59	55.08	2.07	138.03	43.34	416.22	37.68	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	1.19	7.65
6	4093.44	1.97	23.64	3.63	16.37	43.34	267.98	10.43	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.33	2.11
7	4093.44	2.62	31.44	3.63	35.45	43.34	328.09	16.94	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.53	3.44
8	5301.133	16.07	192.84	0.59	1053.7	56.13	259.21	77.24	12.65	si, usar ref. min	6.86	si, dpsf	166.10	0.12	0.96	2.57	16.60
9	6558.071	2.62	31.44	3.63	35.45	69.44	328.09	15.93	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	143.05	0.11	0.96	0.53	3.41
10	6558.071	1.97	23.64	3.63	16.37	69.44	267.98	9.78	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	143.05	0.11	0.96	0.32	2.09
11	6558.071	1.97	23.64	3.63	16.37	69.44	267.98	9.78	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	143.05	0.11	0.96	0.32	2.09
12	5806.713	16.07	192.84	0.59	1053.7	61.49	259.21	77.24	12.65	si, usar ref. min	6.86	si, dpsf	156.83	0.12	0.96	2.57	16.56
13	4490.186	2.95	35.4	3.22	48.35	47.55	352.96	19.06	36.59	si, usar ref. min	1.26	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.64	4.16
14	4490.186	1.97	23.64	3.63	16.37	47.55	267.98	9.41	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.33	2.11
15	4490.186	1.97	23.64	3.63	16.37	47.55	267.98	9.41	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.33	2.11
16	4490.186	2.62	31.44	3.63	35.45	47.55	328.09	15.28	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.53	3.44
17	5337.43	13.12	157.44	0.73	807.06	56.52	297.86	69.48	13.11	si, usar ref. min	5.60	si, dpsf	165.44	0.12	0.96	2.41	15.57
18	4490.186	1.97	23.64	3.63	16.37	47.55	267.98	9.51	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.33	2.11

CONTINÚA																	
19	4490.186	1.97	23.64	3.63	16.37	47.55	267.98	9.51	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.33	2.11
20	4490.186	2.62	31.44	3.63	35.45	47.55	328.09	15.52	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.53	3.44
21	4490.186	6.89	82.68	1.38	307.54	47.55	411.57	51.23	15.75	si, usar ref. min	2.94	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	1.76	11.34
22	4490.186	1.97	23.64	3.63	16.37	47.55	267.98	9.51	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	0.33	2.11
23	5122.684	13.12	157.44	0.73	807.06	54.24	297.86	73.58	13.11	si, usar ref. min	5.60	si, dpsf	169.38	0.13	0.96	2.41	15.58
24	6379.622	2.62	31.44	3.63	35.45	67.55	328.09	16.17	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	146.32	0.11	0.96	0.53	3.41
25	6379.622	1.97	23.64	3.63	16.37	67.55	267.98	9.94	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	146.32	0.11	0.96	0.32	2.09
26	6379.622	1.97	23.64	3.63	16.37	67.55	267.98	9.94	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	146.32	0.11	0.96	0.32	2.09
27	5122.684	12.46	149.52	0.76	765.52	54.24	313.26	73.49	13.21	si, usar ref. min	5.32	si, dpsf	169.38	0.13	0.96	2.41	15.56
28	4093.44	2.62	31.44	3.63	35.45	43.34	328.09	17.22	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.53	3.44
29	4093.44	4.26	51.12	2.23	117.07	43.34	409.83	34.93	21.37	si, usar ref. min	1.82	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	1.08	6.99
30	4093.44	2.62	31.44	3.63	35.45	43.34	328.09	17.22	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.53	3.44
31	4093.44	1.97	23.64	3.63	16.37	43.34	267.98	10.54	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.33	2.11
32	4093.44	2.62	31.44	3.63	35.45	43.34	328.09	17.22	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.53	3.44
33	4093.44	4.26	51.12	2.23	117.07	43.34	409.83	34.93	21.37	si, usar ref. min	1.82	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	1.08	6.99
34	4093.44	2.62	31.44	3.63	35.45	43.34	328.09	17.22	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.53	3.44

Fuente: propia

Tabla XXXII. Cálculo de área de acero requerida para columnas (Primer nivel, muros en sentido x)

muro	Wcu	(ft) L	(pulg) L	(adimens.) h/L	(kip*ft) Mv	psi fa	psi fb	psi fv=U	psi Fv	fa<Fa	(cm ²) Ref min	fa<fb	psi fb2	k	j	pulg ² As req	cm ² As req
a	4093.44	1.97	23.64	3.63	13.13	43.34	214.94	8.39	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.26	1.70
b	4391.822	1.97	23.64	3.63	13.13	46.50	214.94	8.39	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	182.78	0.13	0.96	0.26	1.69
c	4093.44	2.62	31.44	3.63	28.44	43.34	263.21	13.7	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.43	2.76
d	4490.186	23.94	287.28	0.4	1321.1	47.55	146.44	69.61	12.08	si, usar ref. min	10.22	si, dpsf	180.98	0.13	0.96	2.17	14.02
e	3914.991	2.62	31.44	3.63	28.44	41.45	263.21	13.7	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	191.53	0.14	0.95	0.43	2.76
f	3914.991	1.97	23.64	3.63	13.13	41.45	214.94	8.39	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	191.53	0.14	0.95	0.26	1.70
g	3914.991	1.97	23.64	3.63	13.13	41.45	214.94	8.39	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	191.53	0.14	0.95	0.26	1.70
h	5715.801	2.62	31.44	3.63	28.44	60.52	263.21	12.89	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	158.50	0.12	0.96	0.42	2.74
i	5715.801	1.97	23.64	3.63	13.13	60.52	214.94	7.96	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	158.50	0.12	0.96	0.26	1.68

CONTINÚA																	
j	5715.801	1.97	23.64	3.63	13.13	60.52	214.94	7.96	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	158.50	0.12	0.96	0.26	1.68
k	5715.801	1.97	23.64	3.63	13.13	60.52	214.94	7.96	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	158.50	0.12	0.96	0.26	1.68
l	6112.08	19.7	236.4	0.48	1076.9	64.72	176.29	62.88	12.32	si, usar ref. min	8.41	si, dpsf	151.23	0.11	0.96	2.14	13.79
m	5755.182	19.7	236.4	0.48	1076.9	60.94	176.29	62.88	12.32	si, usar ref. min	8.41	si, dpsf	157.77	0.12	0.96	2.14	13.81
n	6112.08	20.34	244.03	0.47	1103.06	64.72	169.39	64.51	12.29	si, usar ref. min	8.68	si, dpsf	151.23	0.11	0.96	2.12	13.68
o	5093.458	20.34	244.08	0.47	1103.1	53.93	169.39	64.51	12.29	si, usar ref. min	8.68	si, dpsf	169.91	0.13	0.96	2.13	13.74
p	6212.915	1.97	23.64	3.63	13.13	65.79	214.94	8.17	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	149.38	0.11	0.96	0.26	1.68
q	6212.915	1.97	23.64	3.63	13.13	65.79	214.94	8.17	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	149.38	0.11	0.96	0.26	1.68
r	6066.613	6.23	74.76	1.53	204.35	64.24	334.49	40.32	16.51	si, usar ref. min	2.66	si, dpsf	152.06	0.11	0.96	1.28	8.28
s	6066.613	2.62	31.44	3.63	28.44	64.24	263.21	13.34	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	152.06	0.11	0.96	0.42	2.74
t	4093.44	1.97	23.64	3.63	13.13	43.34	214.94	8.65	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.26	1.70
u	4093.44	1.97	23.64	3.63	13.13	43.34	214.94	8.65	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.26	1.70
v	4093.44	4.59	55.08	2.07	110.73	43.34	333.9	31.38	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	188.26	0.14	0.95	0.95	6.14
w	3779.607	1.97	23.64	3.63	13.13	40.02	214.94	8.65	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	194.01	0.14	0.95	0.26	1.70
x	3779.607	4.59	55.08	2.07	110.73	40.02	333.9	31.38	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	194.01	0.14	0.95	0.95	6.15
y	3633.305	4.59	55.08	2.07	110.73	38.47	333.9	31.38	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	196.70	0.14	0.95	0.95	6.15
z	3633.305	1.97	23.64	3.63	13.13	38.47	214.94	8.65	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	196.70	0.14	0.95	0.26	1.70
a2	4450.355	4.59	55.08	2.07	110.73	47.12	333.9	31.38	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	181.71	0.13	0.96	0.95	6.13
B2	4450.355	1.97	23.64	3.63	13.13	47.12	214.94	8.65	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	181.71	0.13	0.96	0.26	1.69
c2	4450.355	1.97	23.64	3.63	13.13	47.12	214.94	8.65	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	181.71	0.13	0.96	0.26	1.69

Fuente: propia

Segundo nivel

Tabla XXXIII. Cálculo de área de acero requerida para columnas (Segundo nivel, muros en sentido y)

muro	Wcu	(ft) L	(pulg) L	(adimens.) h/L	(kip*ft) Mv	psi fa	psi fb	psi fv=U	psi Fv	fa<Fa	(cm ²) Ref min	fa<fb	psi fb2	k	j	pulg ² As req	cm ² As req
1	2028.352	2.62	31.44	3.63	11.16	21.48	103.29	10.1	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.17	1.09
2	2028.352	1.97	23.64	3.63	5.15	21.48	84.31	6.18	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.10	0.67

CONTINUA																	
3	2028.352	4.59	55.08	2.07	43.44	21.48	130.99	22.45	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.38	2.43
4	2028.352	1.97	23.64	3.63	5.15	21.48	84.31	6.18	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.10	0.67
5	2028.352	4.59	55.08	2.07	43.44	21.48	130.99	22.45	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.38	2.43
6	2028.352	1.97	23.64	3.63	5.15	21.48	84.31	6.18	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.10	0.67
7	2028.352	2.62	31.44	3.63	11.16	21.48	103.29	10.1	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.17	1.09
8	2678.674	16.07	192.84	0.59	331.61	28.36	81.58	46.02	12.65	si, usar ref. min	6.86	si, dpsf	214.21	0.15	0.95	0.82	5.28
9	3282.154	2.62	31.44	3.63	11.16	34.75	103.29	9.5	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	203.14	0.15	0.95	0.17	1.09
10	3282.154	1.97	23.64	3.63	5.15	34.75	84.31	5.81	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	203.14	0.15	0.95	0.10	0.67
11	3282.154	1.97	23.64	3.63	5.15	34.75	84.31	5.81	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	203.14	0.15	0.95	0.10	0.67
12	3184.254	16.07	192.84	0.59	331.61	33.72	81.58	46.02	12.65	si, usar ref. min	6.86	si, dpsf	204.93	0.15	0.95	0.82	5.27
13	2338.044	2.95	35.4	3.22	15.22	24.76	111.11	11.34	36.59	si, usar ref. min	1.26	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.20	1.32
14	2338.044	1.97	23.64	3.63	5.15	24.76	84.31	5.59	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.10	0.67
15	2338.044	1.97	23.64	3.63	5.15	24.76	84.31	5.59	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.10	0.67
16	2338.044	2.62	31.44	3.63	11.16	24.76	103.29	9.09	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.17	1.09
17	2835.158	13.12	157.44	0.73	254	30.02	93.74	41.39	13.11	si, usar ref. min	5.60	si, dpsf	211.34	0.15	0.95	0.77	4.95
18	2338.044	1.97	23.64	3.63	5.15	24.76	84.31	5.7	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.10	0.67
19	2338.044	1.97	23.64	3.63	5.15	24.76	84.31	5.7	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.10	0.67
20	2338.044	2.62	31.44	3.63	11.16	24.76	103.29	9.26	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.17	1.09
21	2338.044	6.89	82.68	1.38	96.79	24.76	129.53	30.53	15.75	si, usar ref. min	2.94	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.56	3.60
22	2338.044	1.97	23.64	3.63	5.15	24.76	84.31	5.7	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.10	0.67
23	2678.674	13.12	157.44	0.73	254	28.36	93.74	43.84	13.11	si, usar ref. min	5.60	si, dpsf	214.21	0.15	0.95	0.77	4.95
24	3282.154	2.62	31.44	3.63	11.16	34.75	103.29	9.66	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	203.14	0.15	0.95	0.17	1.09
25	3282.154	1.97	23.64	3.63	5.15	34.75	84.31	5.91	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	203.14	0.15	0.95	0.10	0.67
26	3282.154	1.97	23.64	3.63	5.15	34.75	84.31	5.91	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	203.14	0.15	0.95	0.10	0.67
27	2678.674	12.46	149.52	0.76	240.92	28.36	98.59	43.79	13.21	si, usar ref. min	5.32	si, dpsf	214.21	0.15	0.95	0.77	4.95
28	2028.352	2.62	31.44	3.63	11.16	21.48	103.29	10.27	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.17	1.09
29	2028.352	4.26	51.12	2.23	36.84	21.48	128.97	20.81	21.37	si, usar ref. min	1.82	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.34	2.22
30	2028.352	2.62	31.44	3.63	11.16	21.48	103.29	10.27	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.17	1.09
31	2028.352	1.97	23.64	3.63	5.15	21.48	84.31	6.29	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.10	0.67
32	2028.352	2.62	31.44	3.63	11.16	21.48	103.29	10.27	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.17	1.09

CONTINÚA																	
33	2028.352	4.26	51.12	2.23	36.84	21.48	128.97	20.81	21.37	si, usar ref. min	1.82	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.34	2.22
34	2028.352	2.62	31.44	3.63	11.16	21.48	103.29	10.27	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.17	1.09

Fuente: propia

Tabla XXXIV. Cálculo de área de acero requerida para columnas (Segundo nivel, muros en sentido x)

muro	Wcu	(ft) L	(pulg) L	(adimens.) h/L	(kip*ft) Mv	psi fa	psi fb	psi fv=U	psi Fv	fa<Fa	(cm ²) Ref min	fa<fb	psi fb2	k	j	pulg ² As req	cm ² As req
a	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54
b	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54
c	2028.352	2.62	31.44	3.63	8.95	21.48	82.83	8.16	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.14	0.88
d	2338.044	23.94	287.28	0.4	415.77	24.76	46.09	41.48	12.08	si, usar ref. min	10.22	si, dpsf	220.45	0.16	0.95	0.69	4.45
e	2028.352	2.62	31.44	3.63	8.95	21.48	82.83	8.16	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.14	0.88
f	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54
g	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54
h	2972.721	2.62	31.44	3.63	8.95	31.48	82.83	7.68	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	208.81	0.15	0.95	0.14	0.87
i	2972.721	1.97	23.64	3.63	4.13	31.48	67.61	4.73	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	208.81	0.15	0.95	0.08	0.54
j	2972.721	1.97	23.64	3.63	4.13	31.48	67.61	4.73	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	208.81	0.15	0.95	0.08	0.54
k	2972.721	1.97	23.64	3.63	4.13	31.48	67.61	4.73	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	208.81	0.15	0.95	0.08	0.54
l	3019.304	19.7	236.4	0.48	338.92	31.97	55.48	37.47	12.32	si, usar ref. min	8.41	si, dpsf	207.96	0.15	0.95	0.68	4.40
m	3019.304	19.7	236.4	0.48	338.92	31.97	55.48	37.47	12.32	si, usar ref. min	8.41	si, dpsf	207.96	0.15	0.95	0.68	4.40
n	3019.304	20.34	244.03	0.47	347.15	31.97	53.31	38.44	12.29	si, usar ref. min	8.68	si, dpsf	207.96	0.15	0.95	0.68	4.36
o	3019.304	20.34	244.08	0.47	347.15	31.97	53.31	38.44	12.29	si, usar ref. min	8.68	si, dpsf	207.96	0.15	0.95	0.68	4.36
p	3469.835	1.97	23.64	3.63	4.13	36.74	67.61	4.89	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	199.69	0.15	0.95	0.08	0.53
q	3469.835	1.97	23.64	3.63	4.13	36.74	67.61	4.89	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	199.69	0.15	0.95	0.08	0.53
r	2972.721	6.23	74.76	1.53	64.31	31.48	105.26	24.02	16.51	si, usar ref. min	2.66	si, dpsf	208.81	0.15	0.95	0.41	2.64
s	2972.721	2.62	31.44	3.63	8.95	31.48	82.83	7.96	51.89	si, usar ref. min	1.12	si, dpsf	208.81	0.15	0.95	0.14	0.87
t	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5.16	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54
u	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5.16	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54
v	2028.352	4.59	55.08	2.07	34.85	21.48	105.09	18.69	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.30	1.95

CONTINÚA																	
w	2184.836	1.97	23.64	3.63	4.13	23.13	67.61	5.16	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	223.26	0.16	0.95	0.08	0.54
x	2184.836	4.59	55.08	2.07	34.85	23.13	105.09	18.69	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	223.26	0.16	0.95	0.30	1.95
y	1687.722	4.59	55.08	2.07	34.85	17.87	105.09	18.69	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	232.38	0.17	0.94	0.30	1.95
z	1687.722	1.97	23.64	3.63	4.13	17.87	67.61	5.16	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	232.38	0.17	0.94	0.08	0.54
a2	2028.352	4.59	55.08	2.07	34.85	21.48	105.09	18.69	20.02	si, usar ref. min	1.96	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.30	1.95
B2	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5.16	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54
c2	2028.352	1.97	23.64	3.63	4.13	21.48	67.61	5.16	51.89	si, usar ref. min	0.84	si, dpsf	226.13	0.16	0.95	0.08	0.54

Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras

Primer nivel

Tabla XXXV. Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras (Primer nivel, muros en sentido y)

Muro	m Largo	cm ² As req	COLUMNAS		SOLERAS				
			As reglamentada		Fv>fv	(pulg ²) Av	(cm ²) Av	As reglamentada	
			Elemento est	cm ²				Elemento est	cm ²
1	3.44	3.37	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.29	1.88	3S1	8.55
2	2.11	2.07	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.16	3S1	8.55
3	7.65	7.52	C1+2C5	7.92	si, reforzar por corte	0.65	4.19	3S1	8.55
4	2.11	2.07	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.16	3S1	8.55
5	7.65	7.52	C1+2C5	7.92	si, reforzar por corte	0.65	4.19	3S1	8.55
6	2.11	2.07	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.16	3S1	8.55
7	3.44	3.37	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.29	1.88	3S1	8.55
8	16.60	16.44	2C1+1C4	16.66	si, reforzar por corte	1.33	8.59	3S1	8.55
9	3.41	3.36	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.27	1.77	3S1	8.55
10	2.09	2.06	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.17	1.09	3S1	8.55
11	2.09	2.06	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.17	1.09	3S1	8.55
12	16.56	16.44	3C1+1C5	16.66	si, reforzar por corte	1.33	8.59	3S1	8.55
13	4.16	4.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.33	2.12	3S1	8.55
14	2.11	2.07	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.05	3S1	8.55
15	2.11	2.07	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.05	3S1	8.55
16	3.44	3.37	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.26	1.70	3S1	8.55
17	15.57	15.42	2C4+1C2	15.84	si, reforzar por corte	1.20	7.73	3S1	8.55
18	2.11	2.07	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.06	3S1	8.55
19	2.11	2.07	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.06	3S1	8.55
20	3.44	3.37	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.27	1.73	3S1	8.55
21	11.34	11.18	2C1	10.16	si, reforzar por corte	0.88	5.70	3S1	8.55
22	2.11	2.07	C3+1C5	5.68	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.06	3S1	8.55
23	15.58	15.42	3C1	15.24	si, reforzar por corte	1.27	8.19	3S1	8.55
24	3.41	3.36	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.28	1.80	3S1	8.55
25	2.09	2.06	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.17	1.11	3S1	8.55
26	2.09	2.06	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.17	1.11	3S1	8.55
27	15.56	15.40	3C1	15.24	si, reforzar por corte	1.27	8.18	3S1	8.55
28	3.44	3.37	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.30	1.92	3S1	8.55
29	6.99	6.87	1C1+1C5	6.5	si, reforzar por corte	0.60	3.89	3S1	8.55
30	3.44	3.37	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.30	1.92	3S1	8.55
31	2.11	2.07	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.17	3S1	8.55
32	3.44	3.37	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.30	1.92	3S1	8.55
33	6.99	6.87	1C1+1C5	6.5	si, reforzar por corte	0.60	3.89	3S1	8.55
34	3.44	3.37	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.30	1.92	3S1	8.55

*Por motivos de seguridad y comodidad en obra, se reforzarán por corte todos los elementos.

Fuente: propia

Tabla XXXVI. Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras (Primer nivel, muros en sentido x)

Muro	m Largo	cm ² As req	COLUMNAS		SOLERAS				
			As reglamentada		Fv>fv	(pulg ²) Av	(cm ²) Av	As reglamentada	
			Elemento est	cm ²				Elemento est	cm ²
a	0.6	1.70	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.93	3S1	8.55
b	0.6	1.69	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.93	3S1	8.55
c	0.8	2.76	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.24	1.52	3S1	8.55
d	7.3	14.02	2C2+1C1+2C5	13.6	si, reforzar por corte	1.20	7.74	3S1	8.55
e	0.8	2.76	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.24	1.52	3S1	8.55
f	0.6	1.70	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.93	3S1	8.55
g	0.6	1.70	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.93	3S1	8.55
h	0.8	2.74	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.22	1.43	3S1	8.55
i	0.6	1.68	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.89	3S1	8.55
j	0.6	1.68	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.89	3S1	8.55
k	0.6	1.68	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.89	3S1	8.55
l	6	13.79	2C1+1C3	14.42	si, reforzar por corte	1.08	7.00	3S1	8.55
m	6	13.81	2C1+1C3	14.42	si, reforzar por corte	1.08	7.00	3S1	8.55
n	6.2	13.68	2C1+1C3	14.42	si, reforzar por corte	1.11	7.18	3S1	8.55
o	6.2	13.74	2C1+1C3	14.42	si, reforzar por corte	1.11	7.18	3S1	8.55
p	0.6	1.68	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.91	3S1	8.55
q	0.6	1.68	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.91	3S1	8.55
r	1.9	8.28	1C4+1C5	7.92	si, reforzar por corte	0.69	4.49	3S1	8.55
s	0.8	2.74	C1+1C5	6.5	no, no es necesario reforzar por corte*	0.23	1.48	3S1	8.55
t	0.6	1.70	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.15	0.96	3S1	8.55
u	0.6	1.70	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.15	0.96	3S1	8.55
v	1.4	6.14	C1+2C5	7.92	si, reforzar por corte	0.54	3.49	3S1	8.55
w	0.6	1.70	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.15	0.96	3S1	8.55
x	1.4	6.15	C4+2C5	9.34	si, reforzar por corte	0.54	3.49	3S1	8.55
y	1.4	6.15	1C3+2C5	7.1	si, reforzar por corte	0.54	3.49	3S1	8.55
z	0.6	1.70	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.15	0.96	3S1	8.55
a2	1.4	6.13	C1+2C5	7.92	si, reforzar por corte	0.54	3.49	3S1	8.55
B2	0.6	1.69	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.15	0.96	3S1	8.55
c2	0.6	1.69	C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.15	0.96	3S1	8.55

*Por motivos de seguridad y comodidad en obra, se reforzarán por corte todos los elementos.

Fuente: propia

Segundo Nivel

Tabla XXXVII. Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras (Segundo nivel, muros en sentido y)

Muro	Largo	m	cm ² As req	COLUMNAS		SOLERAS				
				As reglamentada		Fv>fv	(pulg ²) Av	(cm ²) Av	As reglamentada	
				Elemento est	cm ²				Elemento est	cm ²
1	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.17	1.12	3S1	8.55	
2	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.11	0.69	3S1	8.55	
3	1.4	2.43	1C2+2C5	5.68	si, reforzar por corte	0.39	2.50	3S1	8.55	
4	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.11	0.69	3S1	8.55	
5	1.4	2.43	1C2+2C5	5.68	si, reforzar por corte	0.39	2.50	3S1	8.55	
6	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.11	0.69	3S1	8.55	
7	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.17	1.12	3S1	8.55	
8	4.9	5.28	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.79	5.12	3S1	8.55	
9	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.06	3S1	8.55	
10	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.65	3S1	8.55	
11	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.65	3S1	8.55	
12	4.9	5.27	3C2+1C5	9.94	si, reforzar por corte	0.79	5.12	3S1	8.55	
13	0.9	1.32	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.20	1.26	3S1	8.55	
14	0.6	0.67	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.62	3S1	8.55	
15	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.62	3S1	8.55	
16	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.01	3S1	8.55	
17	4	4.95	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.71	4.60	3S1	8.55	
18	0.6	0.67	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.63	3S1	8.55	
19	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.63	3S1	8.55	
20	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.16	1.03	3S1	8.55	
21	2.1	3.60	1C2+1C5	4.26	si, reforzar por corte	0.53	3.40	3S1	8.55	
22	0.6	0.67	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.63	3S1	8.55	
23	4	4.95	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.76	4.88	3S1	8.55	
24	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.17	1.07	3S1	8.55	
25	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.66	3S1	8.55	
26	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.10	0.66	3S1	8.55	
27	3.8	4.95	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.75	4.87	3S1	8.55	
28	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.14	3S1	8.55	
29	1.3	2.22	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.36	2.31	3S1	8.55	
30	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.14	3S1	8.55	
31	0.6	0.67	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.11	0.70	3S1	8.55	
32	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.14	3S1	8.55	
33	1.3	2.22	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.36	2.31	3S1	8.55	
34	0.8	1.09	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.18	1.14	3S1	8.55	

*Por motivos de seguridad y comodidad en obra, se reforzarán por corte todos los elementos.

Fuente:propia

Tabla XXXVIII. Cálculo de área de acero para soleras y asignación de tipo de elemento estructural para columnas y soleras (Segundo nivel, muros en sentido x)

Muro	m Largo	cm ² As req	COLUMNAS		SOLERAS				
			As reglamentada		Fv>fv	(pulg ²) Av	(cm ²) Av	As reglamentada	
			Elemento est	cm ²				Elemento est	cm ²
a	0.6	0.54	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.56	3S1	8.55
b	0.6	0.54	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.56	3S1	8.55
c	0.8	0.88	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.91	3S1	8.55
d	7.3	4.45	3C2+2C5	11.36	si, reforzar por corte	0.71	4.61	3S1	8.55
e	0.8	0.88	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.91	3S1	8.55
f	0.6	0.54	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.56	3S1	8.55
g	0.6	0.54	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.56	3S1	8.55
h	0.8	0.87	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.13	0.85	3S1	8.55
i	0.6	0.54	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.08	0.53	3S1	8.55
j	0.6	0.54	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.08	0.53	3S1	8.55
k	0.6	0.54	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.08	0.53	3S1	8.55
l	6	4.40	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.65	4.17	3S1	8.55
m	6	4.40	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.65	4.17	3S1	8.55
n	6.2	4.36	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.66	4.28	3S1	8.55
o	6.2	4.36	3C2	8.52	si, reforzar por corte	0.66	4.28	3S1	8.55
p	0.6	0.53	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.08	0.54	3S1	8.55
q	0.6	0.53	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.08	0.54	3S1	8.55
r	1.9	2.64	1C2+1C5	4.26	si, reforzar por corte	0.41	2.67	3S1	8.55
s	0.8	0.87	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.14	0.89	3S1	8.55
t	0.6	0.54	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.57	3S1	8.55
u	0.6	0.54	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.57	3S1	8.55
v	1.4	1.95	1C2+2C5	5.68	no, no es necesario reforzar por corte*	0.32	2.08	3S1	8.55
w	0.6	0.54	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.57	3S1	8.55
x	1.4	1.95	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.32	2.08	3S1	8.55
y	1.4	1.95	1C2+2C5	5.68	no, no es necesario reforzar por corte*	0.32	2.08	3S1	8.55
z	0.6	0.54	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.57	3S1	8.55
a2	1.4	1.95	1C2+2C5	5.68	no, no es necesario reforzar por corte*	0.32	2.08	3S1	8.55
B2	0.6	0.54	2C5	2.84	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.57	3S1	8.55
c2	0.6	0.54	1C2+1C5	4.26	no, no es necesario reforzar por corte*	0.09	0.57	3S1	8.55

*Por motivos de seguridad y comodidad en obra, se reforzarán por corte todos los elementos.

Fuente: propia

2.1 Diseño y análisis de losas

A continuación se establecerá el tipo de materiales a usar y la carga que para la cual se diseñará:

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

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

$$CV = 400 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

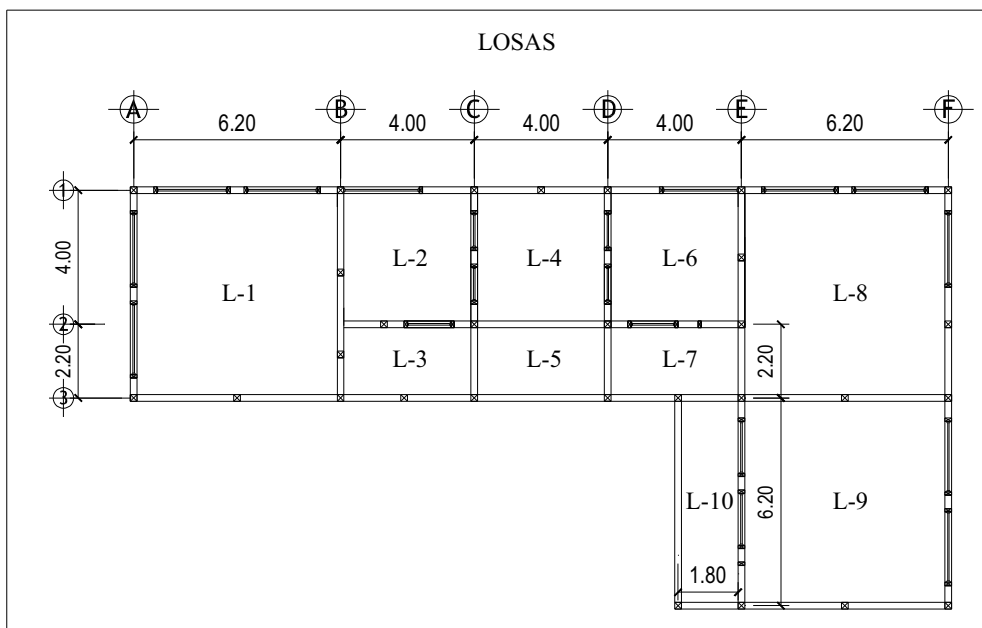
$$SC = 60 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

CV = carga viva para un edificio escolar

SC = sobrecarga

En la siguiente figura se muestran las diferentes losas por diseñar, es importante hacer ver que se presenta la mitad del edificio, por simetría:

Figura 22. Losas a diseñar



Fuente: propia

Como siguiente paso se determinará si las losas trabajan en uno o dos sentidos, esto se calculará de la siguiente forma:

$$m = \frac{a}{b}$$

si $m \leq 0.5$, trabaja en un sentido
 $m > 0.5$, trabaja en dos sentidos

$a =$ longitud del lado corto de la losa
 $b =$ longitud del lado largo de la losa

Tabla XXXIX. Modo en el que trabajan las losas del edificio

LOSA	$m = \frac{a}{b}$	Forma en que trabaja la losa
1, 8, 9	1	Dos sentidos
2, 4, 6	1	Dos sentidos
3, 5, 7	0.5	Un sentido
10	0.27	Un sentido

Fuente: propia

Habiendo establecido la forma de trabajar de cada losa, se prosigue con el cálculo del espesor de cada una de las mismas, tomando como espesor total el valor más alto (como medida de seguridad). Si se trabaja en dos sentidos se usará la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P}{180}$$

donde

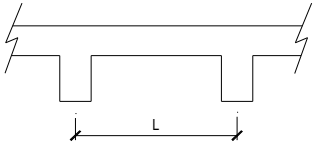
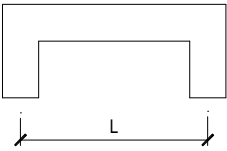
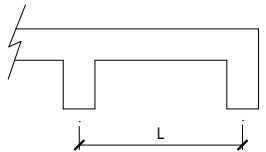
$t =$ espesor de losa [cm]

$P =$ perímetro [m]

Y si se trabaja en un sentido, la fórmula varía dependiendo el caso que se tenga, en la siguiente tabla se presentan las diferentes opciones que se puede tener:

Tabla XL. Espesores de losa

Modelo matemático	Caso	Espesor
	voladizo	$t = \frac{L}{10}$ <p>$L =$ lado corto, en todos los casos</p>

<p>CONTINÚA</p> 	<p>Continua para ambos extremos</p>	$t = \frac{L}{28}$
	<p>Simplemente apoyada</p>	$t = \frac{L}{20}$
	<p>Continua en un extremo</p>	$t = \frac{L}{24}$

Fuente: ACI-318

Los resultados que se obtengan de las fórmulas anteriores, tanto para losas en un sentido como para las que trabajan en dos sentidos, deben respetar las normas del ACI, que establecen que el espesor mínimo es de 9cms. y el máximo es de 15cms. (si $t > 15cms$, se debe diseñar una losa nervada).

Tabla XLI. Espesor de losas del edificio educativo del caserío Joya Verde

Losas en dos sentidos				Losas en un sentidos			
Losa	Fórmula	Perímetro (m)	Espesor (m)	Losa	Fórmula	L. corto (m)	Espesor (cm)
1, 8 y 9	$t = \frac{P}{180}$	24	0.13	3, 5 y 7	$t = \frac{P}{24}$	2.20	0.09
2, 4 y 6	$t = \frac{P}{180}$	15.20	0.08	10	$t = \frac{P}{24}$	1.80	0.07

Fuente: propia

Se tomará como espesor $t = 13cms$, ya que es el mayor de los calculados en la tabla de arriba.

Integración de cargas sobre la losa

$$CM = \gamma_{\text{concreto}} * t$$

$$CM = (2400 \text{ kg} / \text{m}^2)(0.13 \text{ m})$$

$$CM = 312 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$CM = \text{carga muerta}$

$\gamma_{\text{concreto}} = \text{peso específico del concreto}$

$t = \text{espesor de losa}$

$$CM_U = 1.4(CM + SC)$$

$$CM_U = 1.4(312 \text{ kg} / \text{m}^2 + 60 \text{ kg} / \text{m}^2)$$

$$CM_U = 520.8 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$CV_U = 1.7 CV_{\text{edificio escolar}}$$

$$CV_U = 1.7(400 \text{ kg} / \text{m}^2)$$

$$CV_U = 680 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$CU_{\text{total}} = CM_U + CV_U$$

$$CU_{\text{total}} = 520.8 \text{ kg} / \text{m}^2 + 680 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$CU_{\text{total}} = 1200.8 \text{ kg} / \text{m}^2$$

Momentos positivos y negativos para las losas en dos sentidos

Al tener calculadas las cargas de diseño, se procede al cálculo de los momentos actuantes en las losas, mediante:

$$Ma^- = Ca_{(-)} * CU_{\text{total}} * a^2$$

$$Ma^+ = Ca_{CV(+)} * CV_U * a^2 + Ca_{CM(+)} * CM_U * a^2$$

$$Mb^- = Cb_{(-)} * CU_{\text{total}} * b^2$$

$$Mb^+ = Cb_{CV(+)} * CV_U * b^2 + Cb_{CM(+)} * CM_U * b^2$$

donde:

$a = \text{longitud del lado corto de la losa.}$

$b = \text{longitud del lado largo de la losa.}$

$Ma^+, Mb^+ = \text{momentos positivos para el sentido } a \text{ y } b \text{ respectivamente.}$

$Ma^-, Mb^- = \text{momentos negativos para el sentido } a \text{ y } b \text{ respectivamente.}$

$Ca_{(-)}, Cb_{(-)} = \text{coeficientes para momentos negativos (ver anexos).}$

$Ca_{CV(+)}, Cb_{CV(+)}$ = coeficientes para momentos por carga viva para el sentido a y b respectivamente (ver anexos).

$Ca_{CM(+)}, Cb_{CM(+)}$ = coeficientes para momentos por carga muerta para el sentido a y b respectivamente (ver anexos).

Debe hacerse una excepción en los momentos negativos que se encuentran en los bordes discontinuos de las losas en dos direcciones, ya que el valor de los mismos debe ser 1/3 del momento positivo correspondiente al sentido en el que se está analizando.

Para el cálculo de los momentos de éste ejemplo, a y b tienen el mismo valor, por lo que los momentos en ambos sentidos serán iguales y se calcularán solamente una vez.

- **Losas 1, 8 y 9**

$$M^- = Ca_{(-)} * CU_{total} * a^2 \qquad M^+ = Ca_{CV(+)} * CV_U * a^2 + Ca_{CM(+)} * CM_U * a^2$$

$$M^- = (0.045)(1200.8)(6)^2 \qquad M^+ = (0.027)(680)(6^2) + (0.018)(520.8)(6^2)$$

$$M^- = 1945.3kg * m \qquad M^+ = 998.44kg * m$$

- **Losas 2, 4 y 6**

$$M^- = Ca_{(-)} * CU_{total} * a^2 \qquad M^+ = Ca_{CV(+)} * CV_U * a^2 + Ca_{CM(+)} * CM_U * a^2$$

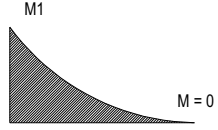
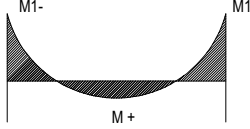
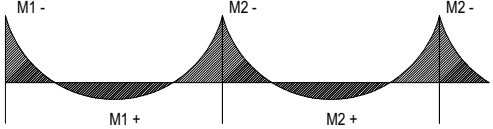
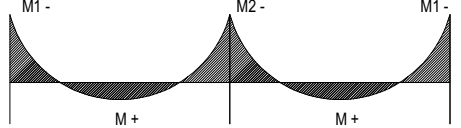
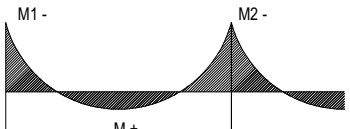
$$M^- = (0.045)(1200.8)(3.8)^2 \qquad M^+ = (0.027)(680)(3.8^2) + (0.018)(520.8)(3.8^2)$$

$$M^- = 780.28kg * m \qquad M^+ = 400.48kg * m$$

Momentos positivos y negativos para las losas en un sentido

Las fórmulas para los momentos positivos y negativos se presentan a continuación:

Tabla XLII. Momentos positivos y negativos para losas en un sentido

No.	Caso	Diagrama de momentos	Fórmulas
1	Voladizo		$M1 = \frac{WL^2}{2}$ $W = CU_{total}$ $L = \text{lado corto de la losa}$
2	Simplemente apoyada		$M1- = \frac{WL^2}{14}$ $M+ = \frac{WL^2}{10}$
3	Dos tramos continuos y un voladizo		$M1- = \frac{WL^2}{14} \quad M2- = \frac{WL^2}{10}$ $M1+ = \frac{WL^2}{9} \quad M2+ = \frac{WL^2}{10}$
4	Dos tramos continuos		$M1- = \frac{WL^2}{14} \quad M2- = \frac{WL^2}{10}$ $M1+ = \frac{WL^2}{9}$
5	Un tramo con continuidad		$M1- = \frac{WL^2}{14} \quad M2- = \frac{WL^2}{10}$ $M1+ = \frac{WL^2}{9}$

Fuente: ACI-318

- **Losa 3, 5 y 7**

Estas losas están formadas de un tramo que tiene continuidad, por lo cual se aplican las fórmulas del caso No.5 de la tabla anterior.

$$M_{1-} = \frac{WL^2}{14}$$

$$M_{1-} = \frac{(1200.8)(2)^2}{14}$$

$$M_{1-} = 343.09 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{2-} = \frac{WL^2}{10}$$

$$M_{2-} = \frac{(1200.8)(2)^2}{10}$$

$$M_{2-} = 480 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{1+} = \frac{WL^2}{9}$$

$$M_{1+} = \frac{(1200.8)(2)^2}{9}$$

$$M_{1+} = 533.69 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- **Losa 10**

Esta losa, al igual que las anteriores, está formada de un tramo que tiene continuidad, por lo cual se aplican las fórmulas del caso No.5 de la tabla anterior.

$$M_{1-} = \frac{WL^2}{14}$$

$$M_{1-} = \frac{(1200.8)(1.6)^2}{14}$$

$$M_{1-} = 219.57 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{2-} = \frac{WL^2}{10}$$

$$M_{2-} = \frac{(1200.8)(1.6)^2}{10}$$

$$M_{2-} = 307.40 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{1+} = \frac{WL^2}{9}$$

$$M_{1+} = \frac{(1200.8)(1.6)^2}{9}$$

$$M_{1+} = 341.56 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

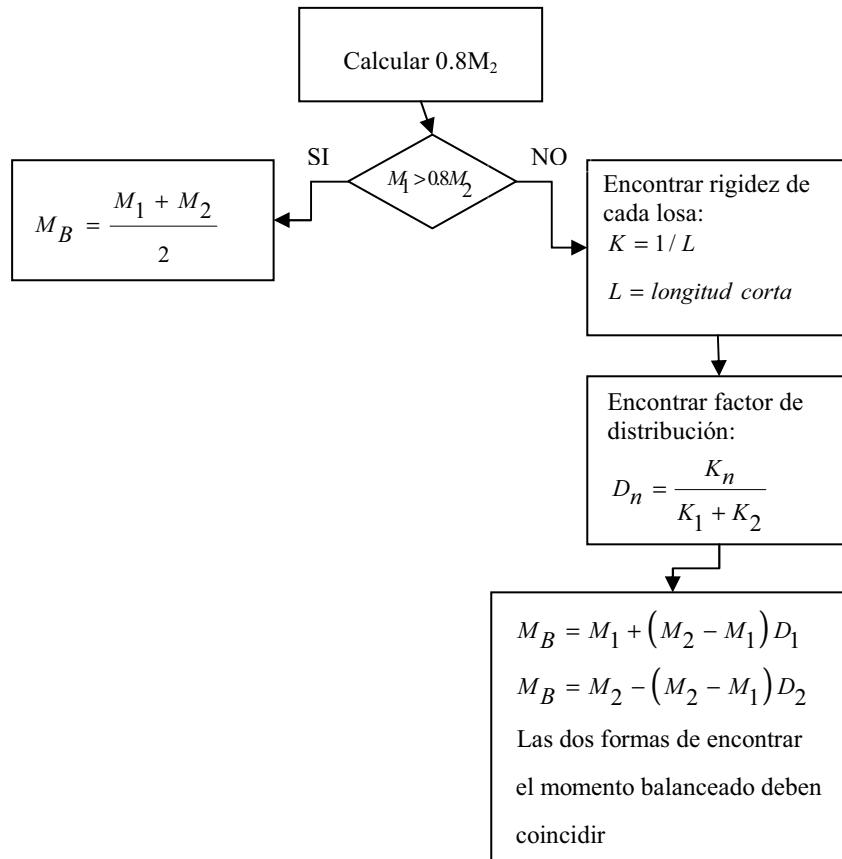
Balaceo de momentos

Este cálculo se hace para unificar los momentos que difieren entre sí en las uniones de losas, y se procede de la siguiente manera:

siendo :

M_1 = momento de menor magnitud

M_2 = momento de mayor magnitud



- **Momento balanceado entre las losas 1 y 2**

Este momento será el mismo que actuará entre las losas 6 y 8.

$M_1 = 780.28 \text{ kg} \cdot \text{m}$	$K_1 = \frac{1}{L_1}$	$K_2 = \frac{1}{L_2}$
$M_2 = 1945.3 \text{ kg} \cdot \text{m}$	$K_1 = \frac{1}{6}$	$K_2 = \frac{1}{3.8}$
$M_1 < 0.8M_2$	$K_1 = 0.17$	$K_2 = 0.26$
$780.28 < 1556.24$		

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

$$D_1 = \frac{0.17}{0.17 + 0.26} \qquad D_2 = \frac{0.26}{0.17 + 0.26} \qquad \sum(D_1 + D_2) = 1$$

$$D_1 = 0.40 \qquad D_2 = 0.6$$

$$M_B = M_1 + (M_2 - M_1)D_1 \qquad M_B = M_2 - (M_2 - M_1)D_2$$

$$M_B = 780.28 + (1165.02)(0.4) \qquad M_B = 1945.3 - (1165.02)(0.6)$$

$$M_B = 1246.29 \text{ kg} \cdot \text{m} \qquad M_B = 1246.29 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- **Momento balanceado entre las losas 2 y 3**

Este momento será el mismo que actuará entre las losas 4 y 5, así como también entre las losas 6 y 7.

(kg*m)	(kg*m)	$M_1 > 0.8M_2$
M_1	M_2	
480	780.28	no

K_1	K_2	D_1	D_2	M_B
0.5	0.26	0.66	0.34	678.18
		$\sum(D_1 + D_2) = 1$		

- **Momento balanceado entre las losas 9 y 10**

(kg*m)	(kg*m)	$M_1 > 0.8M_2$
M_1	M_2	
227.25	2013.34	no

K_1	K_2	D_1	D_2	M_B
0.63	0.17	0.79	0.21	1638.26
		$\Sigma(D_1 + D_2) = 1$		

Peralte

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 13cm - 2cm - 0.5cm$$

$$d = 10.5cm$$

donde:

d = peralte de la losa

t = espesor de losa

rec = recubrimiento

ϕ = diámetro de la varilla con la que se piensa diseñar

Área de acero mínima y espaciamiento mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0.4 \left(\frac{14.1}{f_y} \right) bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0.4 \left(\frac{14.1}{2810kg/cm^2} \right) (100cm)(10.5cm)$$

$$A_{s_{\min}} = 2.11cm^2$$

donde:

f_y = resistencia del acero

b = franja unitaria (100cm)

d = peralte

• Propuesta de armado usando el acero mínimo

$$s = \frac{(A_{\text{varilla}})(b)}{A_{s_x}}$$

$$s = \frac{(0.71cm^2)(100cm)}{2.11cm^2}$$

$$s = 35cm$$

donde:

s = espaciamiento del acero

A_{varilla} = área de la varilla a usar (3/8")

b = franja unitaria (100cm)

A_{s_x} = área para la cual quiere saberse el espaciamiento

Con base en los cálculos anteriores, debe usarse como mínimo varilla No.3 @ 35cms.

Espaciamiento máximo

$$s_{\max} = 3t$$

$$s_{\max} = 3(13\text{cm})$$

$$s_{\max} = 39\text{cm}$$

donde :

s_{\max} = espaciamiento máximo de acero

t = espesor de losa

Cálculo de área de acero y espaciamiento para cada momento actuante en las losas

Las áreas de acero se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$As = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_x * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \left[\frac{0.85 f'c}{f_y} \right]$$

donde:

As = área de acero a usarse [cm^2]

b = franja unitaria [100cm]

d = peralte [cm]

M_x = momento actuante [$\text{kg} * \text{m}$]

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

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

En cuanto al cálculo del espaciamiento, se utilizarán dos tipos de varilla, la de 3/8" y la de 1/2" para los ambientes más grandes, por lo cual habrá dos fórmulas:

$$s_{\text{var}3/8"} = \frac{100 * 0.71\text{cm}^2}{As}$$

$$s_{\text{var}1/2"} = \frac{100 * 1.27\text{cm}^2}{As}$$

Tabla XLIII. Espaciamiento y diámetro de varilla a utilizar en cada losa

MOMENTO	As (cm2) Req.	S (cm) con varilla de 3/8"	Casos a utilizar Smax = 35cm	MOMENTO	As (cm2)	S (cm) Con varilla de 1/8"	Espaciamiento a colocar (cm)	φ de varilla a utilizar (pulgadas)
332.81	1.27	56.11	35					
998.44	3.87	18.34						
1246.29	4.87	14.58		1246.29	4.87	26.07	25	1/2
400.48	1.53	46.54	35					
780.28	3.01	23.62					25	3/8
1945.3	7.78	9.13		1945.3	7.78	16.33	15	1/2
343.09	1.30	54.42	35					
533.69	2.04	34.79						
678.18	2.60	27.26					25	1/2
133.49	0.50	140.71	35					
219.57	0.83	85.33	35					
341.56	1.30	54.66	35					
1638.26	6.48	10.95		1638.26	6.48	19.59	20	1/2

Fuente: propia

Área de acero por temperatura

Éste acero se usará en el lado largo de las losas en un sentido.

$$\begin{aligned}
 A_{s_{temperatura}} &= 0.002bt \\
 A_{s_{temperatura}} &= 0.002(100)(13) \\
 A_{s_{temperatura}} &= 2.6\text{cm}^2
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 s_{\text{var } 3/8"} &= \frac{100 * 0.71\text{cm}^2}{A_s} \\
 s_{\text{var } 3/8"} &= \frac{100 * 0.71\text{cm}^2}{2.6\text{cm}} \\
 s_{\text{var } 3/8"} &= 27.3\text{cm}
 \end{aligned}$$

Se usará varilla No.3 @ 0.25m.

2.2 Diseño y análisis de la cimentación

El edificio escolar estará soportado por un cimiento corrido, que tenga las siguientes dimensiones y características:

Figura 23. Cimiento corrido

Características del cimiento :

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{Ton} / \text{m}^3$$

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

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

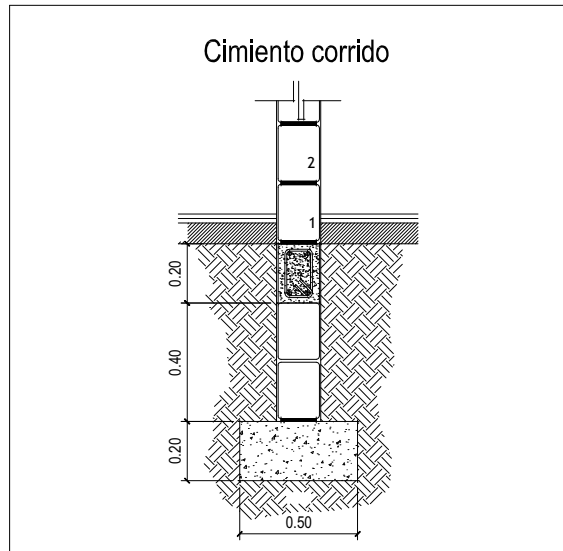
$$t = 0.20 \text{m}$$

$$F_{cu} = 1.50$$

Características del suelo :

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.3 \text{Ton} / \text{m}$$

$$q_{\text{admisible}} = 20 \text{Ton} / \text{m}^2$$



Fuente: propia

Donde:

γ_{concreto} = peso específico del concreto

t = espesor del cimiento

F_{cu} = factor de carga última (varía entre 1 y 1.5)

γ_{suelo} = peso específico del suelo

$q_{\text{admisible}}$ = valor soporte del suelo o presión admisible

Lo primero que debe determinarse es la carga que soportará el cimiento corrido por unidad lineal (W_u)

$$W_u = \frac{W_{\text{edificio}}}{L_{\text{total}}}$$

$$W_u = \frac{1115200 \text{lb}}{318.81 \text{ft}}$$

$$W_u = 3498.01 \text{lb} / \text{ft}$$

$$W_u = 5.21 \text{Ton} / \text{m}$$

W_u = peso que soportará el c.c.

W_{edificio} = peso del edificio
(calculado anteriormente)

L_{total} = longitud total de muro
(calculado anteriormente)

Carga de trabajo (W_t)

$$W_t = \frac{W_u}{F_{cu}}$$
$$W_t = \frac{5.21\text{Ton} / m}{1.5}$$
$$W_t = 3.47\text{Ton} / m$$

Cálculo de la base del cimiento corrido

$$q_{admisible} = \frac{1.5W_t}{A}$$
$$A = \frac{1.5W_t}{q_{admisible}}$$
$$A = \frac{(1.5)(3.47\text{Ton} / m)}{20\text{Ton} / m^2}$$
$$A = 0.26m^2$$
$$A = Bl$$
$$B = \frac{A}{l}$$
$$B = \frac{0.26m^2}{1m}$$
$$B = 0.26m$$

Donde:

A = área

B = base del cimiento

l = franja de longitud unitaria (1m)

Del cálculo anterior se obtiene que el cimiento corrido debe tener un ancho de 0.26m, pero para mayor comodidad se incrementará dicho ancho a 0.5m para que no haya problema más adelante con algún chequeo.

Presión actuante (q_{act})

Es la presión total vertical que actúa en la base de la cimentación. Se define como el cociente entre la carga total y el área de la cimentación; incluye todas las componentes verticales (sobrecarga, peso de la estructura, peso del cimiento, peso de la tierra, etc.).

$$P_{total} = W_t + W_{suelo} + W_{cimiento}$$

$$P_{total} = 3.47Ton + \left(\frac{1.3Ton}{m^3}\right)(0.5m * 0.6m * 1m) + \left(\frac{2.4Ton}{m^3}\right)(0.5m * 0.2m * 1m)$$

$$P_{total} = 4.10Ton$$

$$q_{act} = \frac{P_{total}}{A}$$

$$q_{act} = \frac{4.10Ton}{0.5m^2}$$

$$q_{act} = 8.20Ton / m^2$$

Con el resultado anterior, se puede establecer que es factible la construcción del edificio con el cimiento calculado, ya que la presión que éste ejerce sobre el suelo es menor a la capacidad portante:

$$q_{act} < q_{admisible}$$

Diseño del espesor del cimiento

- **Presión de diseño última ($q_{dis\ u}$)**

Es la presión actuante incrementada por un factor de seguridad llamado factor de carga última, el cual se encuentra en el rango de 1 a 1.5, como ya se estableció anteriormente. Para éste caso $F_{cu} = 1.5$

$$q_{dis\ u} = F_{cu} * q_{dis}$$

$$q_{dis\ u} = 1.5 * 8.20Ton / m^2$$

$$q_{dis\ u} = 11.81Ton / m^2$$

- **Peralte del cimientto (d)**

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi_{\text{varilla}}}{2}$$

$$d = 20\text{cm} - 7.5\text{cm} - 0.5\text{cm}$$

$$d = 12\text{cm}$$

- **Chequeo a corte**

$$x = \frac{0.5\text{m} - 0.2\text{m}}{2} - 0.12\text{m}$$

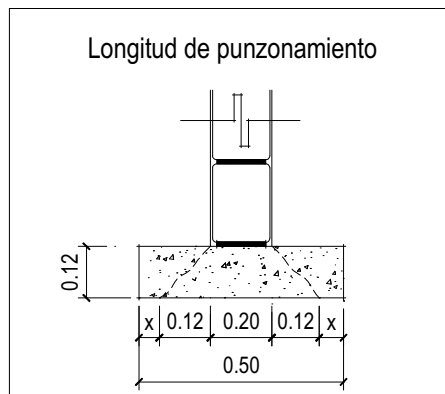
$$x = 0.03\text{m}$$

$$V_{act} = q_{dis\ u}(x)$$

$$V_{act} = (11.81\text{Ton/m})(0.03\text{m})$$

$$V_{act} = 0.35\text{Ton}$$

Figura 24. Longitud de punzonamiento



Fuente: propia

$$V_r = 0.53 * 0.85 * (\sqrt{f'c}) * b * d$$

$$V_r = 0.53 * 0.85 * (\sqrt{210\text{kg/cm}^2}) * (100\text{cm}) * (12\text{cm})$$

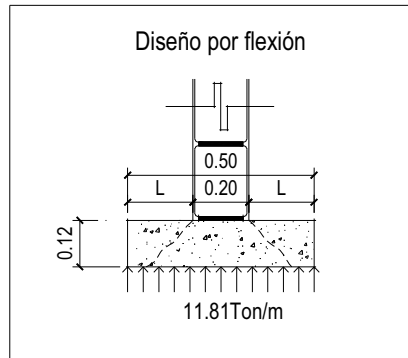
$$V_r = 7.83\text{Ton}$$

$$V_{act} < V_r$$

El hecho de que el corte actuante sea menor que el corte resistente, da la seguridad que el espesor del cimientto es capaz de soportar las cargas que se le aplican.

Diseño por flexión

Figura 25. Diseño del cemento corrido por flexión



Fuente: propia

$$L = \frac{0.5m - 0.2m}{2}$$

$$L = 0.15m$$

$$M = \frac{WL^2}{2}$$

$$M = \frac{(11.81\text{Ton}/m)(0.15m)^2}{2}$$

$$M = 0.13286\text{Ton} * m$$

$$M = 132.86\text{kg} * m$$

- Área de acero requerido

datos :

$$M = 132.86\text{kg} * m$$

$$b = 100\text{cm} \text{ (franja unitaria)}$$

$$d = 12\text{cm}$$

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

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

$$As_{requerida} = \left[(bd) - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M * b}{0.003825 f'c}} \right] \left[\frac{0.85 f'c}{f_y} \right]$$

$$As_{requerida} = \left[(100 * 12) - \sqrt{(100 * 12)^2 - \frac{132.86 * 100}{0.003825 * 210}} \right] \left[\frac{0.85 * 210}{2810} \right]$$

$$As_{requerida} = 0.44\text{cm}^2$$

$$s_{\phi=3/8''} = \frac{0.71 * 100}{As}$$

$$s_{\phi=3/8''} = \frac{0.71 * 100}{0.44}$$

$$s_{\phi=3/8''} = 161cm$$

- **Área de acero mínima**

$$As_{\min} = \left(\frac{14.1}{f_y} \right) b * d$$

$$As_{\min} = \left(\frac{14.1}{2810kg/cm^2} \right) (100cm)(12cm)$$

$$As_{\min} = 6.02cm^2$$

$$s_{\phi=3/8''} = \frac{0.71 * 100}{As}$$

$$s_{\phi=3/8''} = \frac{0.71 * 100}{6.02}$$

$$s_{\phi=3/8''} = 12cm$$

Como se puede observar, el área de acero mínimo es mucho mayor al área de acero requerida, por lo que se tomará un valor intermedio, que se aproximé al área de acero mínimo. El espaciamiento que se usará será de eslabones No.3 @ 0.20m.

Área de acero por temperatura

$$As_{temperatura} = 0.002b * t$$

$$As_{temperatura} = 0.002 * 50cm * 20cm$$

$$As_{temperatura} = 2cm^2$$

El área de acero por temperatura la cubren 3No.3 corridas.

2.3 Diseño de instalaciones

- **Instalaciones eléctricas**

Las instalaciones eléctricas de éste edificio se distribuyeron en cuatro circuitos, por cada nivel, ver plano de electricidad.

- **Instalaciones hidráulicas**

Las instalaciones hidráulicas consistieron en drenaje pluvial y sanitario. Ver detalle en planos.

2.4 Presupuesto

Tabla XLIV. Presupuesto de la escuela primaria, Caserío Joya Verde

Presupuesto escuela primaria, Caserío Joya Verde					
Renglones de trabajo					
No.	Descripción	unidad	cantidad	precio unitario	total
Preliminares					Q 10,443.60
1	Limpia y chapeo	m2	470	Q 7.96	Q 3,741.20
2	Trazo y estaqueado	ml	220	Q 15.92	Q 3,502.40
3	Bodega	m2	16	Q 200.00	Q 3,200.00
Cimentación					Q 112,059.00
4	Excavación de cimentación	ml	180	Q 26.50	Q 4,770.00
5	Relleno de cimentación	ml	180	Q 16.72	Q 3,009.60
6	Cimiento corrido	ml	180	Q 236.70	Q 42,606.00
7	Muro de cimentación	ml	180	Q 173.03	Q 31,145.40
8	Solera hidrófuga	ml	180	Q 169.60	Q 30,528.00
Muros					Q 337,134.20
9	Levantado de mampostería	m2	655	Q 173.03	Q 113,334.65
10	Columna c-1	ml	70.32	Q 202.95	Q 14,271.44
11	Columna c-2	ml	210.96	Q 168.75	Q 35,599.50
12	Columna c-3	ml	14.65	Q 189.95	Q 2,782.77
13	Columna c-4	ml	8.8	Q 224.30	Q 1,973.84
14	Columna c-5	ml	504	Q 101.05	Q 50,929.20

15	zapata Z-1	unidad	10	Q 495.00	Q 4,950.00
16	Solera intermedia	ml	308	Q 169.60	Q 52,236.80
17	Solera de corona	ml	360	Q 169.60	Q 61,056.00
Techo					Q 375,300.00
18	Losas de concreto	m2	834	Q 450.00	Q 375,300.00
Instalaciones eléctricas					Q 110,686.75
19	Instalación eléctrica (iluminación)	ml	450	Q 210.00	Q 94,500.00
20	Instalación eléctrica (fuerza)	ml	345	Q 43.15	Q 14,886.75
21	acometida eléctrica	global	1	Q 1,300.00	Q 1,300.00
Acabados					Q 386,820.00
22	Piso cerámico	m2	824	Q 230.00	Q 189,520.00
23	Puertas	unidad	21	Q 1,500.00	Q 31,500.00
24	Puerta principal (frontal)	unidad	1	Q 2,300.00	Q 2,300.00
25	Ventanas (pequeña)	unidad	14	Q 500.00	Q 7,000.00
26	Ventana (mediana)	unidad	19	Q 1,000.00	Q 19,000.00
27	Ventanas (grande)	unidad	38	Q 1,500.00	Q 57,000.00
28	Repello y cernido	m2	1310	Q 50.00	Q 65,500.00
29	gradas	global	1	Q 15,000.00	Q 15,000.00
Drenajes y agua potable					Q 46,325.00
31	Drenaje sanitario	ml	150	Q 150.00	Q 22,500.00
32	Drenaje pluvial	ml	90	Q 105.00	Q 9,450.00
35	agua potable	ml	125	Q 115.00	Q 14,375.00
TOTAL					Q1,378,768.55

2.1 Cronograma de ejecución

Escuela primaria, Caserío Joya Verde

Primer nivel

No.	ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4
	PRELIMINARES																								
1	Limpia y capeo	■																							
2	Nivelación manual		■																						
3	Trazo y estaqueado			■																					
	CIMENTACIÓN																								
4	Cimiento corrido				■	■																			
5	Muro de cimentación					■	■																		
6	Solera hidrófuga							■	■																
7	Relleno de cimentación									■															
	MUROS																								
8	Levantado de block											■	■	■	■	■	■	■							
9	columnas				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
10	Solera intermedia													■	■										
11	Solera de corona																		■	■	■	■			
12	Tallado																					■	■		
	CUBIERTA																								
13	Losa tradicional																			■	■	■	■		

Escuela primaria, Caserío Joya Verde

Segundo nivel

No.	ACTIVIDADES	Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 9			
		S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4
	MUROS																
14	Levantado de block	■	■	■	■	■	■	■	■								
15	Columnas	■	■	■	■	■	■	■	■								
16	Solera intermedia				■	■											
17	Solera de corona									■	■	■	■				
18	Tallado													■	■		
	CUBIERTA																
19	Losa tradicional									■	■	■	■				
	ACABADOS																
20	piso de granito														■	■	■

S-X número de semana

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO JOYA VERDE

3.1 Estudios preliminares

3.1.1 Estudio topográfico

El desarrollo del presente estudio se inicia con un levantamiento topográfico de primer orden, el cual fue realizado por una empresa particular contratada por la Municipalidad de Fraijanes. Con los datos obtenidos del levantamiento, se obtiene la información necesaria para determinar las diferentes pendientes del terreno y la localización de las calles de la aldea.

3.1.2 Período de diseño

El período de diseño, es el tiempo en años en que se pretende funcione adecuadamente el sistema de drenajes, en este caso será de 20 años. Para determinar este valor, se debe considerar la calidad de los materiales a utilizar en la construcción del sistema, lo cual influenciará en la vida útil del proyecto. Además deben tomarse en cuenta los recursos económicos de que dispone la aldea, y las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y de la Dirección General de Obras Públicas.

3.1.3 Población actual

La aldea Joya Verde, cuenta en la actualidad con 61 viviendas, en las cuales se asume que habitan 6 habitantes en cada una de ellas, ésto da una población de aproximadamente 366 personas que habitan la aldea.

3.1.4 Población futura

Todo sistema de alcantarillado debe diseñarse para que funcione de una forma eficiente durante un período determinado. En este caso se adoptó un período de diseño de 20 años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el futuro, se utilizó el método de incremento geométrico. Este método supone que el crecimiento de la población ocurrirá en forma exponencial; es útil en poblaciones en vías de desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión, las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. Para poder determinar la población futura se utilizará la siguiente ecuación:

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

donde :

P_f = población final

P_o = población del último censo

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño, años comprendidos entre la población inicial y final

Para determinar la población futura de diseño, se debe calcular primero la tasa de crecimiento anual r , lo cual se logra sustituyendo valores de cantidad de población de diferentes años (éstos se obtuvieron de censos proporcionados por el INE) en la ecuación anterior.

Año	Población (Habitantes)
1994	199
2002	338

$$n = (año_{final} - año_{inicial}) + 1$$

$$n = (2002 - 1994) + 1$$

$$n = 9 \text{ años}$$

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

$$338 = 199(1 + r)^9$$

$$r = 6.06\%$$

$$r \approx 6\%$$

Con el resultado anterior, se procede a calcular la población de diseño, que será la que deberá soportar el sistema de alcantarillado en 20 años.

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

$$P_f = 366(1 + 0.06)^{20}$$

$$P_f = 1173hab$$

3.2 Partes de un sistema de alcantarillado sanitario

3.2.1 Colector principal

Es el medio por el cual se evacuan y transportan las aguas residuales y desechos generados por el hombre. Lo anterior puede efectuarse a través de transportar dichos desechos por medio de tubería subterránea que actúan, hidráulicamente, como canales abiertos.

3.2.2 Diámetros de la tubería

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño de alcantarillado sanitario, es de 8 pulgadas cuando se trabaja con tubería de concreto; esto se debe a requerimientos de flujo y limpieza, así se evitan las obstrucciones en la tubería. En tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.), el diámetro mínimo es de 6 pulgadas. Para este proyecto, se utilizará tubería de concreto.

3.2.3 Profundidad de la tubería

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo y por el tráfico de los vehículos que circulan sobre las calles. En la siguiente tabla se puede apreciar la profundidad que se recomienda para la tubería. Dicha profundidad dependerá del diámetro de la tubería y del tipo de tráfico que debe soportar la calle, el cual puede ser liviano o pesado.

Tabla XLV. Profundidad de tubería mínima según el tráfico que pase sobre ella

	Diámetro (pulgadas)											
	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Profundidad para tráfico normal (m)	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2	2.1	2.3	2.6
Profundidad para tráfico pesado (m)	1.4	1.5	1.6	1.5	1.7	1.8	1.9	2	2.2	2.3	2.5	2.8

Fuente: Estudio y diseño de la red de recolección de aguas residuales, del caserío Los Angeles, del municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación. Rodas, Erick. 2004.

3.2.4 Pozo de visita

Los pozos de visita son parte de un sistema de alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Según las normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

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

En los pozos enlazados con una alcantarilla más profunda, se puede economizar la excavación manteniendo la tubería superior con una pendiente razonable y estableciendo una caída vertical en el pozo de visita. Los pozos así construidos se denominan de caída. A pesar de que las aguas residuales siguen por el tubo vertical, la alcantarilla atraviesa la pared del pozo de visita, lo que permite su limpieza.

Otras formas de disipar la energía en los pozos de visita, es disponer de planos horizontales escalonados. Esto genera un incremento en el costo de los pozos por la complejidad en su construcción, esto se aplica a los pozos de visita que tiene profundidades mayores a los 2.5m. En los pozos de visita profundos, se colocan escalones para que se pueda bajar al momento de la inspección y limpieza del sistema, suelen ser de varillas de hierro, empotradas en las juntas de los ladrillos.

3.2.5 Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a un colector principal.

Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es conveniente una conexión en Y que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos, que la que se conseguiría con una conexión en T. Sin embargo, las conexiones en T son más fáciles de instalar. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

3.3 Volumen de excavación

Es la cantidad de tierra que se removerá para la colocación de la tubería. Está determinada por la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja (la cual depende del diámetro de la tubería a instalar) y de la longitud que existe entre pozos. Para determinar el ancho de las zanjas es recomendable utilizar la tabla 3.2. La fórmula que se propone para obtener el volumen de excavación es la siguiente:

$$V = \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) * d * t$$

donde :

$V =$ volumen de excavación $[m^3]$

$H_1 =$ profundidad del primer pozo $[m]$

$H_2 =$ profundidad del segundo pozo $[m]$

$d =$ distancia entre pozos $[m]$

$t =$ ancho de zanja $[m]$

Tabla XLVI. Ancho de zanja, en relación al diámetro y profundidad de tubería

Profundidad de zanja (cm)	0 a 1.3 (m)	1.31 a 1.85 (m)	1.86 a 2.35 (m)	2.36 a 2.85 (m)	2.86 a 3.35 (m)	3.36 a 3.85 (m)	3.86 a 4.35 (m)	4.36 a 4.85 (m)	4.86 a 5.35 (m)	5.36 a 5.85 (m)	5.86 a 6.35 (m)
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"			70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"			75	75	75	75	75	75	75	80	80
15"			90	90	90	90	110	90	90	90	90
18"			110	110	110	110	110	110	110	110	110

Fuente: Estudio y diseño de la red de recolección de aguas residuales, del caserío Los Angeles, del municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación. Rodas, Erick. 2004.

3.4 Cota invert

Esta cota es la profundidad que existe desde la cota del terreno hasta el diámetro inferior interno de la tubería, estas pueden ser:

- de salida: aquella que sale del pozo de visita
- de entrada: cota que ingresa en el próximo pozo de visita.

Las cotas invert deben calcularse utilizando las siguientes ecuaciones:

$$Ci_s = C_T - (PI + \phi)$$

$$Ci_e = Ci_s - \frac{S * L}{100}$$

$$H_{pozo} = CT - Ci_s + 0.2$$

donde :

H_{pozo} = altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles

Ci_s = cota invert de salida

Ci_e = cota invert de entrada

CT = cota del terreno

L = distancia horizontal entre pozos

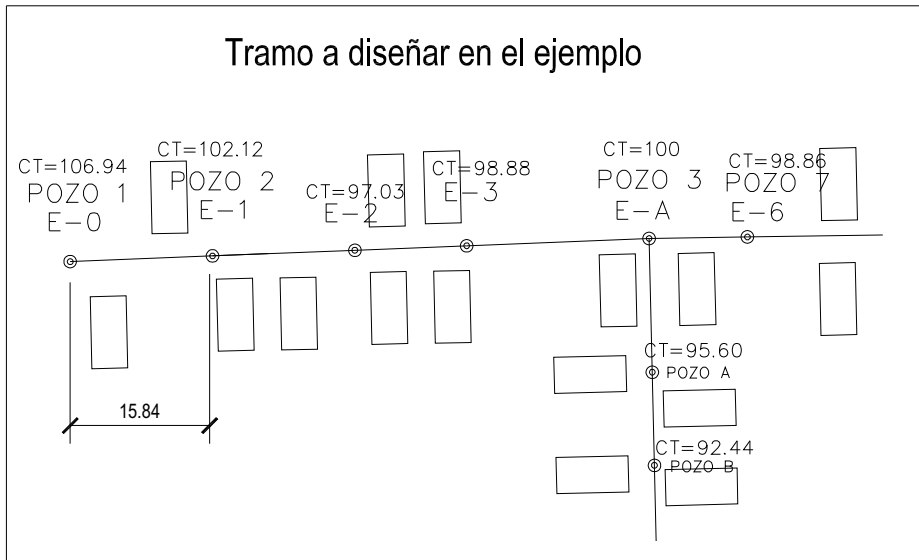
$S\%$ = pendiente de la tubería

ϕ = diámetro de la tubería

3.5 Diseño y cálculo hidráulico

Para el ejemplo de diseño se emplearan los puntos localizados entre las estaciones E-0 y E-2, los cuales pueden observar en la siguiente figura.

Figura 26. Tramo de drenaje sanitario a diseñar



Fuente: propia

3.5.1 Principios básicos de diseño

3.5.1.1 Tirante

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. El drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión. El tirante máximo de flujo a transportar lo da la relación d/D , donde d es la profundidad o altura del flujo, y D es el diámetro interior de la tubería. Esta relación debe ser mayor de 0.10 para que exista arrastre de las aguas residuales y menor de 0.75 para que funcione como un canal abierto.

$$q < Q$$

donde :

q = caudal de diseño

Q = caudal a sección llena

$$0.1 < d/D < 0.75$$

donde:

d = tirante

D = diámetro interno de la tubería

3.5.1.2 Velocidad de flujo

La velocidad del flujo se ve influenciada por la pendiente del terreno, así como por el diámetro y el tipo de tubería que se utilizará, pero principalmente por el caudal que circula dentro de la misma. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena, v debe de ser mayor de 0.30 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería y, por lo tanto, algún taponamiento, y menor o igual que 3 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos son aplicables para tubería de concreto.

$$0.3 \text{ m/seg} < v < 3.00 \text{ m/seg}$$

3.5.1.3 Pendientes máximas y mínimas

Para reducir costos por excavación, la pendiente de la tubería deberá adaptarse a la pendiente del terreno. Se debe considerar un rango comprendido entre 1% y 11%, aunque puede llegar a ampliarse en los casos en que se considere necesario, no es recomendable utilizar pendientes menores al 1% puesto que puede hacerse difícil el mantener las cotas y, en algunos casos, se podrían invertir los ángulos.

3.5.1.4 Factor de rugosidad

Es un valor adimensional y experimental, indica cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería que se va a utilizar. Varía de un material a otro y se altera con el tiempo.

Los valores de factor de rugosidad de algunas de las tuberías más empleadas en nuestro medio, son:

Tabla XLVII. Factores de rugosidad (n)

Material	Rugosidad
Superficie de mortero de cemento	0.011 – 0.030
mampostería	0.017 – 0.030
Tubería de concreto con diámetro < 24"	0.011 – 0.016
Tubería de concreto con diámetro > 24"	0.013 – 0.018
Tubería de asbesto cemento	0.009 – 0.011
P.V.C	0.006 – 0.011

Fuente: Cardona Padilla Jorge Alberto. Trabajo de graduación, ingeniero civil, 2006.

Para el diseño de este proyecto se utilizará una rugosidad de 0.015 que corresponde a una tubería de concreto con diámetro menor a 24", según lo presentado en la tabla XLVII.

3.5.2 Caudal domiciliar

Es el agua que, habiendo sido utilizada para realizar todas las actividades de los hogares, es desechada y conducida a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable, se ha determinado utilizar una dotación igual a 150 lts/hab/día, que es la dotación recomendada para áreas urbanas.

Una parte de esta agua no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno que varía entre 0.70 a 0.85, el cual queda integrado en la ecuación de caudal domiciliar, de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * No.hab * F.R.}{86400}$$

donde:

Dot = dotación [lts / hab / día]

No.hab = número de habitantes

Q_{dom} = caudal domiciliar [lts / seg]

F.R. = factor de retorno

La teoría anterior, se le aplica al tramo mostrado en la figura 26, donde están conectadas 2 viviendas al sistema. A continuación procede a determinar la población actual y la población futura del sistema.

datos

de viviendas = 2

hab / vivienda = 6

$r = 6\%$

$$P_o = (\# \text{ de viviendas}) * (\# \text{ hab / vivienda})$$

$$P_o = (2 \text{ viviendas}) * (6 \text{ hab / vivienda})$$

$$P_o = 12 \text{ hab}$$

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

$$P_f = 12 \left(1 + \frac{6}{100} \right)^{20}$$

$$P_f = 38 \text{ hab}$$

Según los datos anteriores la población actual es de 12 habitantes y la población a 20 años, con un crecimiento del 6% anual, será de 38 habitantes.

Luego se procede a determinar el caudal domiciliar, tanto para la población actual como para la población futura:

datos :

$$Dot = 150\text{ lts} / \text{ hab} / \text{ dia}$$

$$F.R. = 0.85$$

$$P_o = 24\text{ hab}$$

$$P_f = 77\text{ hab}$$

$$Q_{dom \text{ actual}} = \frac{(150\text{ lts} / \text{ hab} / \text{ dia}) * (24\text{ hab}) * (0.85)}{86400}$$

$$Q_{dom \text{ actual}} = 0.0181\text{ lts} / \text{ seg}$$

$$Q_{dom \text{ futuro}} = \frac{(150\text{ lts} / \text{ hab} / \text{ dia}) * (77\text{ hab}) * (0.85)}{86400}$$

$$Q_{dom \text{ futuro}} = 0.057\text{ lts} / \text{ seg}$$

3.5.3 Caudal de conexiones ilícitas

Este proyecto se diseña como un sistema de drenaje sanitario, por lo tanto se considera ilegal el aporte de agua de lluvia que proveniente de la conexión que hacen los usuarios de sus bajadas, hacia el sistema de alcantarillado. Existen varios métodos que se aplica para determinar el caudal de aporte pluvial al sistema de alcantarillado, entre los cuales están:

3.5.3.1 Método racional

Este representa un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos, patios y permeabilidad del suelo, así como de la intensidad de lluvia. Se calcula según la siguiente ecuación:

$$Q_{pluvial} = \frac{C * I * A}{360}$$

donde:

$Q_{pluvial}$ = caudal de aguas pluviales (caudal ilícito)

C = coeficiente de escorrentía (en techos y patios)

I = intensidad de lluvia en el área [mm/hora]

A = área estimada para techos y patios [Hectáreas]

El coeficiente de escorrentía está en función directa del tipo de superficie por donde corre el agua pluvial, sean éstos patios y techos de las viviendas. La intensidad de lluvia, se expresa en mm/hora y se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{3125}{T + 4.78}$$

Donde T es el tiempo de concentración; para tramos iniciales se puede utilizar 12 minutos.

3.5.3.2 Método utilizado por la municipalidad de Guatemala

Para el cálculo del caudal de conexiones ilícitas (Q_{CI}) se toma una dotación de 100 lts/hab./día

$$Q_{CI} = \frac{(100 \text{ lts / hab / día}) * (\text{población})}{86400}$$

A continuación se presentará el cálculo del caudal de conexiones ilícitas para la población actual y futura.

$$Q_{CI\text{actual}} = \frac{(100\text{ lts / hab / día}) * (12)}{86400}$$

$$Q_{CI\text{actual}} = 0.0139\text{ lts / seg}$$

$$Q_{CI\text{futuro}} = \frac{(100\text{ lts / hab / día}) * (38)}{86400}$$

$$Q_{CI\text{futuro}} = 0.04398\text{ lts / seg}$$

3.5.3.3 Método utilizado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM)

Este método toma para conexiones ilícitas un 10% del caudal domiciliar.

$$Q_{CI} = 10\% (Q_{dom})$$

$$Q_{CI\text{actual}} = 10\% (Q_{dom\text{ actual}})$$

$$Q_{CI\text{futuro}} = 10\% (Q_{dom\text{ futuro}})$$

$$Q_{CI\text{actual}} = (0.1)(0.018\text{ lts / seg})$$

$$Q_{CI\text{futuro}} = (0.1)(0.057\text{ lts / seg})$$

$$Q_{CI\text{actual}} = 0.0018\text{ lts / seg}$$

$$Q_{CI\text{futuro}} = 0.0057\text{ lts / seg}$$

Éste es el método que se utilizará en el presente proyecto, para determinar el caudal de conexiones ilícitas. La ventaja de este método es que se puede utilizar cuando no se cuentan con los datos de áreas de techos, de patios, ni de calles, que pudieran llegar a descargarse en el sistema de alcantarillado.

3.5.4 Caudal medio

Este caudal se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre el tiempo total en un día, y se expresa en litros/habitante/segundo. Los caudales que se toman en cuenta son:

- Caudal domiciliar.
- Caudal comercial.
- Caudal industrial.
- Caudal de infiltración.
- Caudal de conexiones ilícitas.

En este proyecto no se tomará en cuenta el caudal industrial debido a que no existen industrias en la aldea, lo mismo sucede con el caudal comercial, ya que no existen comercios de importancia, llegando únicamente a nivel de tiendas familiares.

$$Q_m = Q_{dom} + Q_{CI}$$

$$Q_{m \text{ actual}} = Q_{dom \text{ actual}} + Q_{CI \text{ actual}}$$

$$Q_{m \text{ actual}} = 0.018 \text{ lts / seg} + 0.0018 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{m \text{ actual}} = 0.0198 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{m \text{ futuro}} = Q_{dom \text{ futuro}} + Q_{CI \text{ futuro}}$$

$$Q_{m \text{ futuro}} = 0.057 \text{ lts / seg} + 0.0057 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{m \text{ futuro}} = 0.0627 \text{ lts / seg}$$

3.5.4.1 Factor de caudal medio

El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$F_{qm} = \frac{Q_m}{\# \text{ hab}}$$

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio se han establecido valores de este factor con base en la experiencia. Tales valores se presentan en la tabla 3.4.

Tabla XLVIII. Valores permitidos de factor de caudal medio

Fqm	Institución
0.0046	INFOM
0.0030	Municipalidad de Guatemala
0.002 a 0.005	DGOP

Fuente: Cardona Padilla Jorge Alberto. Trabajo de graduación, ingeniero civil, 2006.

Aquí se usarán los factores propuestos por DGOP. Se tomará 0.002 cuando el resultado de la ec. de Fqm se acerque a éste valor, y de la misma manera, se usará 0.005 cuando el resultado se aproxime a éste.

$$\begin{aligned}
 Fqm_{actual} &= \frac{Q_m \text{ actual}}{\# \text{ hab}} & Fqm_{futuro} &= \frac{Q_m \text{ futuro}}{\# \text{ hab}} \\
 Fqm_{actual} &= \frac{0.0198 \text{ lts / seg}}{12} & Fqm_{futuro} &= \frac{0.0627 \text{ lts / seg}}{38} \\
 Fqm_{actual} &= 0.0016 \therefore & Fqm_{futuro} &= 0.0016 \therefore \\
 Fqm_{actual} &= 0.002 & Fqm_{futuro} &= 0.002
 \end{aligned}$$

3.5.5 Factor de Harmond

Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio en forma simultánea. Está dado de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Donde P es la población acumulada. A continuación se presenta el cálculo del factor de Harmond para el ejemplo en curso.

$$\begin{aligned}
 F.H._{actual} &= \frac{18 + \sqrt{P_{actual} / 1000}}{4 + \sqrt{P_{actual} / 1000}} & F.H._{futuro} &= \frac{18 + \sqrt{P_{futuro} / 1000}}{4 + \sqrt{P_{futuro} / 1000}} \\
 F.H._{actual} &= \frac{18 + \sqrt{12 / 1000}}{4 + \sqrt{12 / 1000}} & F.H._{futuro} &= \frac{18 + \sqrt{38 / 1000}}{4 + \sqrt{38 / 1000}} \\
 F.H._{actual} &= 4.41 & F.H._{futuro} &= 4.34
 \end{aligned}$$

3.5.6 Caudal de diseño

Este es el caudal que se utilizará para determinar los diámetros, las pendientes de las tuberías, así también las velocidades en que se transportarán las aguas residuales, dicho caudal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$q_{diseño} = \#hab * F.H. * Fqm$$

Para determinar el valor de los caudales de diseño, ya sean actuales o futuros se procede a sustituir valores en la ecuación anterior:

$$\begin{aligned} q_{diseño\ act} &= \#hab_{act} * F.H._{act} * Fqm_{act} & q_{diseño\ fut} &= \#hab_{fut} * F.H._{fut} * Fqm_{fut} \\ q_{diseño\ act} &= (12)(4.41)(0.002) & q_{diseño\ fut} &= (38)(4.34)(0.002) \\ q_{diseño\ act} &= 0.106\text{lt} / \text{seg} & q_{diseño\ fut} &= 0.3295\text{lt} / \text{seg} \end{aligned}$$

3.5.7 Velocidad de flujo y caudal a sección llena

El caudal, la velocidad del flujo y área, cuando la tubería trabaja a su máxima capacidad, está dado por las siguientes ecuaciones:

$$Q = V * A \qquad V = \frac{0.03429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$A = (5.067 * 10^{-4}) \phi^2$$

donde :

Q = caudal a sección llena.

V = velocidad a sección llena [m/s].

A = área a sección llena.

n = factor de rugosidad.

S = pendiente de la tubería.

ϕ = diámetro de la tubería [pulg].

El próximo paso es determinar la pendiente del terreno, lo cual se realiza de la siguiente forma:

$$S_{\text{terreno}} = \frac{(CT_i - CT_f) * 100}{L}$$

$$S_{\text{terreno}} = \frac{(106.94m - 102.12m) * 100}{15.84}$$

$$S_{\text{terreno}} = 30.43\%$$

donde :

S_{terreno} = pendiente del terreno natural

CT_i = cota del terreno inicial

CT_f = cota del terreno final

L = longitud entre cota inicial y final

El diseño del drenaje sanitario se puede iniciar seleccionando la pendiente del terreno, pero en muchos casos esto no es posible, debido a que ésta puede ser mayor o menor a las pendientes permitidas, por lo que se puede seleccionar otra pendiente. En el presente caso iniciaremos seleccionando la pendiente del terreno natural, que es 31.28%.

$$V = \frac{0.03429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0.03429 * (8)^{2/3} * (30.43/100)^{1/2}}{0.015}$$

$$V = 5.04m/s$$

$$A = (5.067 * 10^{-4}) \phi^2$$

$$A = (5.067 * 10^{-4}) (8)^2$$

$$A = 0.032m^2$$

$$Q = V * A$$

$$Q = (5.04m/s)(0.032m^2)$$

$$Q = 0.1644m^3/s$$

$$Q = 163.44lts/s$$

3.5.8 Velocidad de flujo y caudal a sección parcialmente llena

Se procede a calcular la relación de caudales (caudal diseño y caudal a sección llena), tanto en lo actual como en lo futuro.

$$\frac{q_{dis\ act}}{Q} = \frac{0.106\text{ts / seg}}{163.44\text{ts / seg}} \qquad \frac{q_{dis\ fut}}{Q} = \frac{0.3295\text{ts / seg}}{163.44\text{ts / seg}}$$

$$\frac{q_{dis\ act}}{Q} = 0.000647 \qquad \frac{q_{dis\ fut}}{Q} = 0.00204$$

Luego se procede a buscar en las tablas de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular (las cuales se encuentran en el anexo) los valores obtenidos anteriormente para caudal actual y futuro, luego se toman los valores adyacentes, con los que se procede a calcular la velocidad a sección parcial y el tirante de la que correrá por la tubería.

relación	actual	futuro
v/V	0.13133	1.9558
d/D	0.018	0.033

- **Cálculo de la velocidad**

$$\frac{v_{actual}}{V} = 0.13133 \qquad \frac{v_{futura}}{V} = 1.9558$$

$$v_{actual} = 0.13133 * V \qquad v_{futura} = 1.9558 * V$$

$$v_{actual} = 0.13133 * (5.04\text{m / s}) \qquad v_{futura} = 1.9558 * (5.04\text{m / s})$$

$$v_{actual} = 0.66\text{m / seg} \qquad v_{futura} = 0.99\text{m / seg}$$

- **Cálculo del tirante**

$$\begin{array}{ll} \frac{d_{actual}}{D} = 0.018 & \frac{d_{futuro}}{D} = 0.033 \\ d_{actual} = 0.018 * D & d_{actual} = 0.033 * D \\ d_{actual} = 0.018 * (8") & d_{actual} = 0.033 * (8") \\ d_{actual} = 0.144" & d_{actual} = 0.26" \end{array}$$

Por lo que se puede observar, ambas velocidades, actual y futura, se encuentran dentro del rango de diseño, el cual fue explicado en temas anteriores, pero esto no sucede con el tirante de diseño, debido a que este tramo es inicial, por lo que el caudal no es muy significativo.

El tirante se podría incrementar reduciendo la pendiente de la tubería, pero esto reduciría la velocidad de diseño, por lo que se consideró mantener la velocidad dentro de los límites permitidos para evitar sedimentación, aunque esto implique un tirante pequeño.

3.5.9 Cotas invert y profundidad de pozo

Este es el último paso en el diseño del tramo. Se procede a determinar la profundidad mínima del pozo inicial, seleccionándola de la tabla XLV; se toma una profundidad de 1.20 metros para una tubería de 8 pulgadas de diámetro, considerando un tráfico liviano.

$$\begin{array}{ll} C_{i_s} = C_T - (PI + \phi) & C_{i_e} = C_{i_s} - \frac{S * L}{100} \\ C_{i_s} = 106.94 - \left(1.20 + \left(\frac{8" * 2.54}{100} \right) \right) & C_{i_e} = 105.54 - \frac{(30.43\%) * 15.84}{100} \\ C_{i_s} = 105.54m & C_{i_e} = 100.72m \end{array}$$

$$H_{\text{pozo}} = CT - (C_{i_s} + 0.2)$$

$$H_{\text{pozo}} = 106.94 - (105.54 + 0.2)$$

$$H_{\text{pozo}} = 1.60m$$

3.6 Propuesta de tratamiento de aguas residuales

3.6.1 Diseño de planta de tratamiento para las aguas residuales

Los resultados del diseño y cálculo de la planta de tratamiento, se presentan en los planos del anexo.

3.6.2 Dimensionamiento de los pozos de absorción

Éstos serán pozos excavados a mano, por tanto se respeta la profundidad acorde a la topografía del terreno y a las pendientes mínimas de diseño. El diámetro es apropiado para realizar la excavación por un obrero.

3.7 Planos

El diseño final del drenaje sanitario para el Caserío Joya Verde se presenta en un juego completo de planos, revisados y aprobados por el departamento de EPS de la Facultad de Ingeniería de la USAC. Dichos documentos se pueden encontrar en el anexo.

3.8 Presupuesto

La tabla XLIX presenta el presupuesto del proyecto, dados en cantidades de trabajo y precio de venta de cada uno de ellos.

El proyecto tendrá un valor de setecientos ochenta y nueve mil doscientos diez quetzales.

Tabla XLIX. Presupuesto del drenaje sanitario, Caserío Joya Verde

Presupuesto de drenaje sanitario, Caserío Joya Verde, Municipio de Fraijanes					
Renglones de Trabajo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Preliminares					
1	Replanteo topográfico	700	ml	Q 14.00	Q 9,800.00
2	limpieza	700	ml	Q 4.50	Q 3,150.00
3	Trazo y nivelación	700	ml	Q 20.00	Q 14,000.00
Estructura principal					
5	colector principal	700	ml	Q 500.00	Q350,000.00
6	pozos de visita (4m. Aprox.)	6	Unidad	Q 8,760.00	Q 52,560.00
7	pozos de visita (2m. Aprox.)	12	Unidad	Q 6,700.00	Q 80,400.00
8	paso aéreo	8	ml	Q 1,250.00	Q 10,000.00
9	conexiones domiciliarias	61	Unidad	Q 1,300.00	Q 79,300.00
Pavimentos					
10	Reposición de pavimento de adoquín	700	m2	Q 150.00	Q105,000.00
Tratamiento de las aguas residuales					
11	planta de tratamiento anaeróbica (30m3)	1	Unidad	Q 75,000.00	Q 75,000.00
12	pozo de absorción	2	Unidad	Q 5,000.00	Q 10,000.00
TOTAL					Q789,210.00

Fuente: propia

3.1 Programa de trabajo

No.	ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6	
		S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2	S-3	S-4	S-1	S-2
1	Limpia, chapeo y trazo	■	■																				
2	Replanteo topográfico		■	■																			
3	zanjeo			■	■	■	■	■	■														
4	excavación para pozos					■	■	■	■	■	■												
5	construcción de pozos							■	■	■	■	■	■										
6	colector principal							■	■	■	■	■	■										
7	acometidas							■	■	■	■	■	■										
8	tallado de pozos									■	■	■	■	■	■	■	■						
9	prueba del sistema																	■	■				
10	relleno																			■	■	■	■

S-X número de semana

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Las amenazas potenciales

Son amenazas potenciales aquellas que probablemente se producirán sobre el ambiente, como consecuencia de las distintas acciones asociadas a la construcción y funcionamiento de los proyectos.

Los impactos debidos al sistema de drenaje se producen, principalmente, sobre el medio natural, por la corta de arbolado y excavaciones que se realizarán para la colocación de los colectores y sobre el paisaje por la intrusión visual de los pasos aéreos.

Por otro lado, la estructura escolar será construida dentro del área urbana del municipio por lo que no producirá mayor contaminación ambiental, aunque sí afectará a la población debido al personal que trabajará en la obra y al traslado de materiales.

Durante las distintas fases de cada proyecto, se producirán los siguientes efectos sobre el medio:

4.1.1 Fase de construcción

- Modificación de la topografía y geomorfología local.
- Afectación al suelo.
- Alteración en la calidad del agua.
- Alteración de la red de drenaje.
- Alteración de la calidad del aire.
- Alteración de los niveles de presión sonora.

- Alteración de las comunidades florísticas.
- Alteración de las comunidades faunísticas.
- Alteración de la calidad de paisaje.
- Incremento y expansión de nuevas condiciones económicas.
- Incremento en la interacción entre los núcleos de población.
- Generación de empleos.
- Generación de residuos.

4.1.2 Fase de operación

- Alteración de los niveles de presión sonora.
- Alteración de las comunidades faunísticas.
- Afectación somera de la vegetación que crece en el área de servidumbre.
- Incremento y expansión de nuevas condiciones económicas.
- Incremento en la interacción entre los núcleos de población.

De manera global, en la próxima tabla se describe sobre qué factor ambiental se producirá el impacto:

Tabla L. Medios afectados según la fase del proyecto

Fases de proyecto	Medio potencialmente afectado
Construcción	Suelo Agua Ruido Flora y vegetación Fauna Medio socioeconómico Paisaje
Operación	Ruido Fauna Medio Socioeconómico

Fuente: Cardona Padilla Jorge Alberto. Trabajo de graduación, ingeniero civil, 2006.

En los próximos temas se describirán los impactos potenciales que como consecuencia de la construcción de los proyectos podrían producirse sobre el medio, agrupados en función, por un lado, del elemento que es afectado, y por el otro, de la fase en la que se producen.

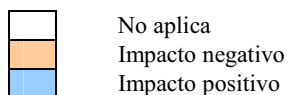
4.2 Tipos de vulnerabilidades de la población

En la próxima tabla se muestran las vulnerabilidades que afectarán al proyecto durante su construcción.

Tabla LI. Vulnerabilidades durante la etapa de construcción

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN											
Componentes	Actividades del proyecto									Impactos	
	Ubicación de instalaciones auxiliares	Contratación de mano de obra	Desbroce para cimientos o bases	Apertura de caminos de acceso	Movimiento de tierras	Excavación y construcción de cimientos o bases	Uso y mantenimiento de maquinaria	Disposición de exceso de suelo	Podas y/o talas en el recorrido del sistema	Montaje de estructuras principales	
MEDIO FÍSICO											
Ruido											Aumentos de emisiones acústicas
Calidad del aire											Generación de emisiones de material articulado y gases
Geología y Geomorfología											Alteración del suelo
Hidrología e Hidrogeología											Alteración de causas
Calidad de agua Superficial											Variación de la calidad de las aguas
Suelo											Generación de procesos erosivos
MEDIO BIÓTICO											
Flora y Vegetación											Alteración de estructura y hábitat para la flora
Fauna											Alteración de hábitat para la fauna y pérdida de diversidad

MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL											
Socioeconomía y nivel de empleo		■									Aumento del nivel de empleo
Calidad de vida	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Molestias y cambios en la calidad de vida de la población
Patrón de uso del suelo			■					■	■		Cambios en el patrón de uso del suelo
Infraestructuras y servicios	■		■					■		■	Efectos sobre infraestructura local
MEDIO PERCEPTUAL											
Paisaje y estética	■		■	■	■	■	■	■	■	■	Alteración de la calidad y fragilidad visual



Fuente: propia

En la próxima tabla se muestran las vulnerabilidades que afectarán al proyecto durante su operación.

Tabla LII. Vulnerabilidades durante la etapa de operación

ETAPA DE OPERACIÓN				
Componentes	Actividades del proyecto			Impactos
	Presencia de instalaciones sanitarias (*)	Operación del sistema de alcantarillado	Mantenimiento del sistema de alcantarillado	
MEDIO FÍSICO				
Ruido		■	■	Aumento de emisiones acústicas (trabajadores, maquinaria)
Calidad del aire	■	■	■	Emisión de ozono y maquinaria de mantenimiento
Geología y geomorfología				N/I
Hidrología e Hidrogeología	■			N/I
Calidad de agua superficial	■			N/I
Suelo				N/I

MEDIO BIÓTICO				
Flora y vegetación				Alteración de estructura y hábitat para la flora
Fauna				Alteración de hábitat para la fauna (avifauna)
MEDIO SOCIECONÓMICO Y CULTURAL				
Socioeconomía y nivel de empleo				Cambio en las condiciones socioeconómicas
Calidad de vida				Cambio de condiciones de vida de la población
Patrón de uso del suelo				Cambio del patrón de uso del suelo
Infraestructura local				Efectos sobre infraestructura local
MEDIO PERCEPTUAL				
Paisaje y estética				Alteración de la calidad y fragilidad visual

N/I: No se identifican impactos

(*): Incluye postes, plantas de tratamiento, bombas, etc.



No aplica

Impacto negativo

Impacto positivo

Fuente: propia

4.3 Medidas de mitigación

4.3.1 Medio físico

4.3.1.1 Suelo

La mayor parte de los efectos potenciales sobre el suelo se desarrollarán sobre la fase de construcción.

Los posibles efectos sobre el suelo que se identifican son:

- Degradación del suelo por fenómenos erosivos
- Compactación del suelo
- Contaminación por vertidos accidentales
- Inestabilidad de taludes
- Modificaciones del relieve
- Ocupación del suelo

Durante la construcción de estructuras principales y en algunos casos las auxiliares, se procede a la deforestación de los pasillos de circulación o las áreas

destinadas para las mismas estructuras. Además de dichos pasillos se debe considerar la deforestación que se provoca al crear accesos necesarios, con lo que se incrementaría esta superficie. En dichas zonas se elimina tanto la vegetación arbórea como arbustiva.

De esta manera contribuye a la degradación del suelo, principalmente la capa vegetal, lo que favorece procesos erosivos. El proceso de degradación es debido principalmente a la utilización de los suelos forestales para otros usos, y a la acción del viento y la lluvia principalmente (erosividad por intensidad y continuidad), viéndose potenciado por la pendiente del terreno.

Las excavaciones se realizarán con el celo y cuidado necesario, para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante, éstas dependerán del tipo de suelo (tierra, roca o mixta); por lo que los efectos sobre las capas más superficiales del suelo no se considerarán graves, aunque se produciría modificación y destrucción del perfil edáfico, por la apertura de las fundaciones, pérdida de cierto volumen de estrato orgánico y una compactación del suelo, debido al movimiento de la maquinaria en torno al área de trabajo.

La compactación del suelo supone una disminución de la permeabilidad del suelo, dificultando la regeneración de vegetación. Este efecto será reducido debido a la limitación de la superficie afectada.

En algunos casos se podría producir una contaminación del suelo debida al derrame de materiales o vertido de residuos, por accidente o descuido, que pudieran ser potencialmente contaminantes (combustible, aceite, concreto, aditivos) durante la fase de construcción.

Las acciones del proyecto, como la apertura de nuevos accesos o las excavaciones, pueden ocasionar fenómenos de inestabilidad de taludes en zonas de

pendiente fuerte y de escasa cubierta vegetal, en momentos de máxima pluviometría. De igual manera estas acciones pueden dar lugar a modificaciones del relieve, aunque serían mínimas, ya que se aprovechan los caminos existentes y el volumen de las excavaciones es muy reducido.

4.3.1.2 Hidrología e hidrogeología

Los efectos producidos por cualquier proyecto sobre el agua son debidos a los aportes que se realicen sobre los ríos, por los vertidos de aguas residuales sanitarias o, a vertidos accidentales de desechos de materiales, detergentes, combustibles, aceites, aditivos utilizados por la maquinaria. También es afectada por el aumento de sedimentos en suspensión en las aguas superficiales que son producidas por movimiento y remoción de tierra, y arrastradas por las precipitaciones.

Se producirán principalmente durante la fase de construcción, debido a las siguientes acciones:

- Movimiento de tierras.
- Circulación de maquinaria pesada.
- Operaciones de lavado de maquinaria.
- Transporte, carga y descarga de materiales.

Estos aportes son generalmente consecuencia del arrastre de material de desecho, estrato orgánico y vertidos, influyendo en la calidad de las aguas, por aumento, principalmente, de los sólidos en suspensión. De cualquier manera, los aportes tendrían lugar en los periodos de lluvia, cuando el caudal es mayor, actuando el cauce como auto depurador por decantación de los mismos, de manera que la afectación no sería significativa. De cualquier manera, la existencia de una cubierta vegetal potente, minimiza los arrastres que se puedan producir.

A causa de la presencia de personal de obra en las proximidades de los ríos, se podría producir ocasionalmente el vertido de aguas residuales y/o sanitarias a dicho cauce, o incluso se podrían producir vertidos accidentales al cauce que alterarían la calidad de las aguas, ya que durante la construcción se utilizan productos que alterarían la calidad de las aguas, como los combustibles, aditivos, etc. La adopción de buenas prácticas y las medidas preventivas oportunas eliminarían este efecto.

Los procesos por los cuales un contaminante presente en el suelo pasa a incorporarse a la red superficial de agua son ciertamente complejos, pero en el caso objeto de estudio se puede asumir que el arrastre y la infiltración por parte del agua superficial será la principal causa de movilización de contaminación.

La contaminación de las aguas subterráneas se produce cuando se dan simultáneamente una serie de circunstancias o factores favorables, como la existencia de acuíferos subterráneos (superficiales o profundos), materiales o suelos con cierta permeabilidad, susceptible de reducirse por la compactación de los mismos; presencia o cercanía de focos contaminantes.

4.3.1.3 Ruido

En la valoración del impacto debido al ruido por efecto de la maquinaria o de los trabajadores del proyecto, habrá que tener en cuenta que el nivel de ruido generado en el área rural varía entre los 20 y 35 dB, y que puede llegar a ser muy superiores en el caso de uso de maquinaria agrícola o presencia de carreteras.

A modo de ejemplo, una lluvia moderada provoca un ruido de alrededor de 50 dB, e incluso una conversación en un local cerrado se sitúa en torno a 60 dB.

Se adjuntan, a continuación, en la tabla LIII los valores límite recomendados por la OMS, expresados como nivel de presión acústica para distintos ambientes (dB).

Tabla LIII. Valores límite de exposición al ruido recomendados por la OMS

TIPO DE AMBIENTE	PERÍODO	Leq. dB (A)
Laboral	8 horas	75
Doméstico, auditorio, aula	-----	45
Dormitorio	Noche	35
Exterior diurno	Día	55
Exterior nocturno	noche	45

Fuente: datos de la OMS

4.3.1.4 Calidad del aire

Durante la fase de construcción, el impacto potencial es debido al incremento de polvo en el ambiente, por el movimiento de maquinaria. Este incremento de partículas en suspensión, que podría suponer un efecto negativo sobre la flora y las personas, se puede comparar con el producido por la maquinaria agrícola en la realización de los trabajos habituales del campo, por lo que se considera prácticamente nulo si se tiene en cuenta su carácter temporal, ya que una vez finalizada la construcción no se producirá ninguna contaminación por aumento de partículas en suspensión.

Además, se trata de un impacto fácilmente mitigable con las medidas correctoras oportunas, consistentes en regar aquellas zonas donde interese evitar que se levante más polvo. Por todo ello se puede considerar un impacto no significativo.

Por lo que respecta al clima general de la zona, la alteración que puede producir sobre el mismo un proyecto como el que se investiga, se puede considerar igualmente nula.

4.3.2 Medio biótico

4.3.2.1 La flora y la vegetación

Los efectos se harán patentes sobre la fase de construcción. La corta de arbolado provoca la aparición de un pasillo deforestado al que se denomina calle o servidumbre. Su creación provoca la modificación de la cubierta vegetal de forma permanente, pues la calle debe mantenerse libre de arbolado mientras dure el periodo de construcción.

Cuando en la construcción del proyecto se atraviesan terrenos ocupados por pastos o pastizales, no se produce ningún efecto grave y permanente sobre la vegetación. Por el contrario, al cruzar masas forestales, la apertura de calles puede suponer un efecto importante de carácter permanente, cuya magnitud depende del valor botánico y ecológico de las especies afectadas, de las formaciones atravesadas y del número de pies arbóreos que se deban eliminar, cuya importancia podría ser mayor debido a su alto valor ecológico por ser el hábitat natural de una diversidad de faunas.

Este impacto posee una magnitud superior cuando la calle se abre por primera vez, durante la fase de construcción, ya que durante la operación, las actividades se realizarán sobre un medio ya modificado.

Una vez finalizada la fase de construcción, se procederá a la recuperación de los accesos que no vayan a ser necesarios mediante la re vegetación de los mismos.

Otro posible efecto será la modificación de la flora presente, por servir de pasillo de introducción a especies invasoras foráneas, que antes de la apertura de la servidumbre veían condicionada su entrada.

4.3.2.2 Fauna

Al estudiar los impactos sobre la fauna hay que diferenciar claramente durante la fase de construcción y la de operación.

Durante la fase de obras hay que tener en cuenta las afecciones que se producen como consecuencia de la pérdida, fragmentación y alteración del hábitat, repercutiendo especialmente sobre la fauna terrestre y acuática, como consecuencia de la alteración de la calidad de las aguas. También se pueden producir afecciones sobre toda la fauna presente, en el área del proyecto, ya que puede variar sus pautas de comportamiento como consecuencia de los ruidos, mayor presencia humana, movimiento de maquinaria, y otras molestias que las obras pueden ocasionar.

Durante la fase de operación, los mayores riesgos son para la acuática. La afección de los peces se origina por la contaminación de las fuentes de agua.

4.3.3 Medio socioeconómico

4.3.3.1 Efectos potenciales sobre la población

Durante la fase de construcción, la población puede verse afectada por la circulación de maquinaria pesada, incremento de partículas en suspensión, ruidos, humos, etc. Se trata de afecciones temporales que terminarán una vez finalicen las obras.

Respecto a la población activa, se generarán empleos, principalmente durante la fase de construcción, y en menor medida en la de operación. Serán de tipo directo en la propia construcción del proyecto, y también indirectos en el sector servicios (alojamientos, restaurantes, comercio, etc.).

En lo que respecta a la fase de operación, es de prever que los puestos necesarios serán cubiertos por técnicos de la propia municipalidad, pudiéndose necesitar asistencia para otros aspectos, como puede ser el servicio de mantenimiento del proyecto.

4.3.3.2 Efectos potenciales sobre la infraestructura y servicios

El efecto más importante será la recolección de las aguas negras domésticas y su transporte hacia los lugares de tratamiento, para la remoción de la mayor cantidad de contaminantes que sea posible, y así verterlas a los desfuegos.

Así también, con el proyecto de la escuela primaria, se contribuirá a aumentar el nivel de escolaridad que existe en el área, proveyendo de un ambiente agradable y seguro para los estudiantes.

4.3.4 Medio perceptual

4.3.4.1 Efectos potenciales sobre el paisaje

Se modifican las condiciones de visibilidad del entorno cuando se provoca una falta de ajuste o un excesivo contraste entre las estructuras y el paisaje que la rodea, a través de diferencias considerables de color, forma, escala, línea o textura, es decir, los elementos básicos que lo definen.

Desde el inicio de la fase de construcción, los elementos de las estructuras en relación directa con los componentes del paisaje, provocan una intrusión visual.

Las estructuras, además de suponer por sí mismas la aparición de un elemento extraño en el paisaje, llevan consigo una serie de actuaciones, como pueden ser la

compactación del suelo y la pérdida de la cubierta vegetal, que constituyen una afección clara hacia el entorno.

La apertura de nuevos accesos, tiene menos impacto, integrándose muchos de ellos de nuevo a medida que van siendo revegetados.

EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

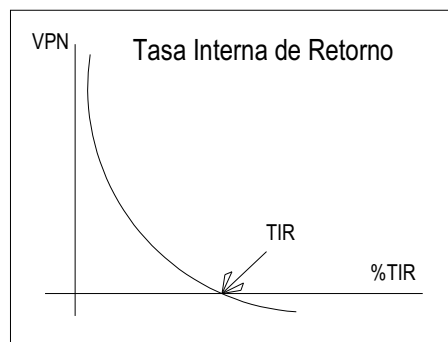
El proyecto de alcantarillado sanitario no traerá ganancias, debido a que la inversión inicial es muy grande y la renta que se puede obtener por la prestación del servicio es pequeña. Esto será confirmado con la determinación de la tasa interna de retorno y el valor presente neto del proyecto.

Sin embargo, pese a que económicamente el proyecto no será fuente de ingresos, éste será de beneficio para la población, debido a que las aguas residuales ya no circularán ni se acumularán sobre las calles de la comunidad; los malos olores y el crecimiento de insectos, dejarán de ser molestias para los habitantes del caserío; lo que contribuirá a que la calidad de vida de la población mejore y la apariencia de las calles de la comunidad tengan una apariencia limpia y agradable.

5.1 Tasa interna de retorno (TIR)

Conceptualmente podemos decir que la tasa interna de retorno, es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa, se interpreta con ayuda de la siguiente gráfica.

Figura 27. Tasa interna de retorno



Fuente: propia

El lugar que está indicando la flecha, es la TIR cuando el valor del VPN es cero, eso quiere decir, que en dicha posición la TIR estará generando el porcentaje de utilidad que se desea, para lo cual se utilizarán las siguientes fórmulas, siendo la tasa interna de retorno la incógnita a despejar:

$$VPN = VPN_{beneficio} - VPN_{gastos} = 0$$

$$VPN_{beneficio} = Ingresos \left[\frac{(1 + TIR)^n - 1}{TIR(1 + TIR)^n} \right] + (valor rescate) \left[\frac{1}{(1 + TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{costo} = P - \left[egressos + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1 + TIR)^n - 1} \right) \right] \left[\frac{(1 + TIR)^n - 1}{TIR(1 + TIR)^n} \right]$$

$$G = (egresos)(tasa de aumento)$$

Donde:

$VPN_{beneficio}$	Valor presente neto beneficio
VPN_{costo}	Valor presente neto costo
n	Vida útil, período de diseño
Valor rescate	Valor que se pretende recuperar al terminar el período de diseño
P	Inversión inicial (se ingresa con signo negativo, por ser éste un desembolso)
G	Gradiente de egresos

El procedimiento para encontrar la TIR, es buscar un dato que sea menor a dicha tasa, y otro que sea mayor, para así poder interpolar.

El primer paso que se hará, para calcular la TIR del presente proyecto, es establecer los valores de ingresos y egresos. Los ingresos deben ser altos, ya que el costo del proyecto así lo requiere, así que se establece que por cada casa deberá haber un

aporte de Q67.00 mensuales (la municipalidad deberá decidir que cantidad pagarán las personas del caserío y la forma en que debe pagarse la otra parte); como se conectarán en total 74 casas a la red de drenaje, nos da un ingreso total de Q59,496.00 al año.

Los egresos, que en este caso es el costo de mantenimiento, no son muy altos, ya que este tipo de obra no requiere de mucho mantenimiento, así que se destinarán Q10,000.00 anuales, que tendrán un aumento del 10% anual.

Se considera que al finalizar el período de diseño no habrá un valor de rescate, puesto que nadie comprará el sistema o desembolsará algo por el mismo, entonces éste valor será cero.

- **Primera iteración, asumiendo TIR = 0.05%**

Inversión inicial (P)	Q789210.00
Valor rescate	Q0.00
Ingresos por servicios	Q59496.00
Egresos por mantenimiento	Q10000.00
n	20 años
G	Q1000.00
TIR	0.3%

$$VPN_{beneficio} = Ingresos \left[\frac{(1 + TIR)^n - 1}{TIR (1 + TIR)^n} \right] + (valor rescate) \left[\frac{1}{(1 + TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{beneficio} = 59496 \left[\frac{(1 + 0.003)^{20} - 1}{0.003 (1 + 0.003)^{20}} \right] + (0) \left[\frac{1}{(1 + 0.003)^{20}} \right]$$

$$VPN_{beneficio} = 1153248.112$$

$$VPN_{\text{costo}} = P - \left[\text{egresos} + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1+TIR)^n - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{\text{costo}} = -789210 - \left[10000 + 1000 \left(\frac{1}{0.003} - \frac{20}{(1+0.003)^{20} - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+0.003)^{20} - 1}{0.003(1+0.003)^{20}} \right]$$

$$VPN_{\text{costo}} = -1165260.168$$

$$VPN = VPN_{\text{beneficio}} - VPN_{\text{gastos}}$$

$$VPN = 1153248.112 - 1165260.168$$

$$VPN = -12012.06$$

El dato del VPN obtenido anteriormente (con una TIR = 0.3%), es menor a cero, por lo cual se seguirá variando la TIR hasta que se encuentre un dato mayor a cero, para poder interpolar entre el resultado positivo y el negativo.

- **Segunda iteración, asumiendo TIR = 0.2%**

Inversión inicial (P)	Q789210.00
Valor rescate	Q0.00
Ingresos por servicios	Q59496.00
Egresos por mantenimiento	Q10000.00
n	20 años
G	Q1000.00
TIR	0.2%

$$VPN_{\text{beneficio}} = \text{Ingresos} \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right] + (\text{valor rescate}) \left[\frac{1}{(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{\text{beneficio}} = 59496 \left[\frac{(1+0.002)^{20} - 1}{0.002(1+0.002)^{20}} \right] + (0) \left[\frac{1}{(1+0.002)^{20}} \right]$$

$$VPN_{\text{beneficio}} = 1165294.001$$

$$VPN_{\text{costo}} = P - \left[\text{egresos} + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1+TIR)^n - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{\text{costo}} = -789210 - \left[10000 + 1000 \left(\frac{1}{0.002} - \frac{20}{(1+0.002)^{20} - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+0.002)^{20} - 1}{0.002(1+0.002)^{20}} \right]$$

$$VPN_{\text{costo}} = -1169837.612$$

$$VPN = VPN_{\text{beneficio}} - VPN_{\text{gastos}}$$

$$VPN = 1165294.001 - 1169837.612$$

$$VPN = -4543.61$$

El VPN sigue siendo negativo, por lo que se seguirá variando la TIR.

- **Tercera iteración, asumiendo TIR = 0.1%**

Inversión inicial (P)	Q789,210.00
Valor rescate	Q789,210.00
Ingresos por servicios	Q19,980.00
Egresos por mantenimiento	Q10000.00
n	20 años
G	Q1000.00
TIR	0.1%

$$VPN_{\text{beneficio}} = \text{Ingresos} \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right] + (\text{valor rescate}) \left[\frac{1}{(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{\text{beneficio}} = 59496 \left[\frac{(1+0.001)^{20} - 1}{0.001(1+0.001)^{20}} \right] + (0) \left[\frac{1}{(1+0.001)^{20}} \right]$$

$$VPN_{\text{beneficio}} = 1177516.94$$

$$VPN_{\text{costo}} = P - \left[\text{egresos} + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1+TIR)^n - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right]$$

$$VPN_{\text{costo}} = -789210 - \left[10000 + 1000 \left(\frac{1}{0.001} - \frac{20}{(1+0.001)^{20} - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+0.001)^{20} - 1}{0.001(1+0.001)^{20}} \right]$$

$$VPN_{\text{costo}} = -1174487.123$$

$$VPN = VPN_{\text{beneficio}} - VPN_{\text{gastos}}$$

$$VPN = 1177516.94 - 1174487.123$$

$$VPN = 3029.82$$

El resultado de VPN con una TIR de 0.1%, proporcionó el dato positivo que se buscaba, por lo cual se procederá a interpolar entre este resultado y el anterior, para encontrar la TIR.

- **Cálculo de la TIR**

0.1%	VPN = 3029.82
TIR	VPN = 0
0.2%	VPN = - 4543.61

$$TIR = \left[\frac{(0.1 - 0.2)(0 - (-4543.61))}{(3029.82 - (-4543.61))} \right] + 0.2$$

$$TIR = 0.140005915\%$$

5.2 Valor presente neto

Este método es una alternativa para toma de decisiones de inversión, el cual permite determinar, de ante mano, si una inversión vale la pena o no.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser: $VPN < 0$, $VPN = 0$, $VPN > 0$.

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable, ya que se está estimando que habrá pocos ingresos y no se logrará recuperar la inversión en el tiempo previsto; pero, cuando nos da un $VPN < 0$, cercano a cero, nos está indicando que la opción puede ser rentable, y se pretende obtener una tasa de utilidad muy grande.

Cuando el $VPN = 0$, está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea. Y por último, cuando el $VPN > 0$, se establece que la opción es rentable, y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

En este caso, el VPN se utilizará para comprobar el resultado del análisis realizado con el método de la tasa interna de retorno.

Analizando el presente proyecto se tiene que se realizará una inversión inicial de Q789,210.00, se harán gastos de operación y mantenimiento que ascienden a Q10000.00 por año, con una tasa de aumento del 10% anual, y la municipalidad podría recibir, por concepto de servicios de parte de la comunidad, la cantidad de Q59,596.00, la vida útil del proyecto es de 20 años, con una tasa del 0.14%. Al finalizar su período de diseño se espera que la obra ya no se recupere nada de su valor inicial.

$$VPN = P - \left[\text{egresos} + G \left(\frac{1}{TIR} - \frac{n}{(1+TIR)^n - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right] + \text{ingresos} \left[\frac{(1+TIR)^n - 1}{TIR(1+TIR)^n} \right] \\ + (\text{valor rescate}) \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

$$VPN = -789210 - \left[10000 + 1000 \left(\frac{1}{0.0014} - \frac{20}{(1+0.0014)^{20} - 1} \right) \right] \left[\frac{(1+0.0014)^{20} - 1}{0.0014(1+0.0014)^{20}} \right] \\ + 59496 \left[\frac{(1+0.0014)^{20} - 1}{0.0014(1+0.0014)^{20}} \right] + (0) \left[\frac{1}{(1+0.0014)^{20}} \right]$$

$$VPN = -12.27$$

Como se puede ver, el valor del VPN es un número negativo cercano a cero, por lo cual se establece que la opción puede ser rentable.

CONCLUSIONES

1. Debido a las grandes pendientes que presenta el terreno del caserío Joya Verde, algunos pozos de visita tuvieron que diseñarse con profundidades mayores a los tres metros; para así, mantener las relaciones hidráulicas de velocidad y tirante dentro de las tuberías. No fue posible mantener estas relaciones en los tramos iniciales, donde el caudal que recibe el colector es muy escaso.
2. El diseño del edificio escolar posee gran cantidad de muros de pequeña longitud, debido a los requerimientos de área de iluminación natural y de ventilación, establecidos por el Ministerio de Educación. Lo anterior obliga a utilizar gran cantidad de columnas de pequeña sección.
3. Por medio del análisis realizado con los métodos de VPN y TIR se estableció que el proyecto no será rentable, pues no traerá ganancias al municipio; sin embargo, la realización de los mismos es de suma importancia, por el desarrollo que representan.
4. El estudio de impacto ambiental indica que la realización de los proyectos traerá consecuencias solamente durante la fase de construcción, por lo cual serán momentáneas y superficiales.

RECOMENDACIONES

1. Es importante, que al momento de ejecutar los proyectos, se cuente con una supervisión calificada y constante, para evitar que se produzcan errores o alteraciones en las especificaciones y planos. Provocando pérdidas en tiempo y costos.
2. Las autoridades del Municipio deben de cerciorarse de los costos al momento de construir, debido a la constante alza de precios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fausto Noriega Milian. Estudio del diseño de un edificio con muros estructurales de ladrillo de barro cocido. Tesis de graduación ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 1977.
2. Argueta Hernández, Oscar. Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios. Tesis de graduación ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 1981.
3. Catalán López, Juan Roberto. Estudio de los parámetros de adherencia y fricción bloque de concreto mortero. Tesis de graduación ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 1986.
4. Aguilar Estrada, Hugo Elfego. Diseño y ejecución de drenaje sanitario, 14 avenida "B" zona 5 y diseño de acueducto aldea Agua Caliente del Municipio de San Marcos. Tesis de graduación ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 1997.
5. Cardona Padilla, Jorge Alberto. Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para La aldea los planes, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula y Diseño de una escuela preprimaria en el casco urbano del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula. Tesis de graduación ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala 2006.

Tabla LIV. Diseño del drenaje sanitario para el caserío Joya Verde

DE PV	A PV	COTAS DE TERRENO		DH (m)	S(%) Terreno	No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		CAUDAL DOMICILIAR		CAUDAL PLUVIAL		CAUDAL MEDIO		F _{QM} CHECADO	
		Inicio	Final			Local	Acum	Local	Acum	Local	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut	Act.	Fut	Act.	Fut.
1	2	106.94	102.12	15.84	30.43	2	2	12	12	38	38	0.018	0.057	0.002	0.006	0.019	0.062	0.002	0.002
2	3	102.12	100.00	48.58	4.36	7	9	42	54	135	173	0.080	0.256	0.008	0.026	0.088	0.281	0.002	0.002
5	4	107.22	108.28	4.6	-23.04	1	1	6	6	19	19	0.009	0.028	0.001	0.003	0.010	0.031	0.002	0.002
4	3	108.28	100.00	52.04	15.91	3	4	18	24	58	77	0.035	0.114	0.004	0.011	0.039	0.125	0.002	0.002
6	7	93.31	88.14	22.07	23.43	3	3	18	18	58	58	0.027	0.085	0.003	0.009	0.029	0.094	0.002	0.002
7	8	88.14	85.75	52.97	4.51	3	6	18	36	58	115	0.053	0.170	0.005	0.017	0.058	0.187	0.002	0.002
11	10	99.80	92.91	17.36	39.69	1	1	6	6	19	19	0.009	0.028	0.001	0.003	0.010	0.031	0.002	0.002
10	9	92.91	89.66	32.51	10.00	1	3	6	18	19	58	0.027	0.085	0.003	0.009	0.029	0.094	0.002	0.002
9	8	89.66	85.75	23.06	16.96	2	5	12	30	38	96	0.044	0.142	0.004	0.014	0.049	0.156	0.002	0.002
12	13	88.27	80.32	21.24	37.43	5	5	30	30	96	96	0.044	0.142	0.004	0.014	0.049	0.156	0.002	0.002
13	14	80.32	78.45	64.99	2.88	4	9	24	54	77	173	0.080	0.256	0.008	0.026	0.088	0.281	0.002	0.002
17	16	99.26	84.13	60.03	25.20	5	5	30	30	96	96	0.044	0.142	0.004	0.014	0.049	0.156	0.002	0.002
16	15	84.13	78.62	36.9	14.93	3	18	18	108	58	346	0.159	0.511	0.016	0.051	0.175	0.562	0.002	0.002
15	14	78.62	78.45	17.92	0.95	0	18	0	108	0	346	0.159	0.511	0.016	0.051	0.175	0.562	0.002	0.002
3	8	100.00	85.75	45.78	31.13	6	32	36	192	115	616	0.283	0.909	0.028	0.091	0.312	1.000	0.002	0.002
8	14	85.75	78.45	46.93	15.56	6	47	36	282	115	904	0.416	1.335	0.042	0.133	0.458	1.468	0.002	0.002
14	desf	78.45	78.21	4	5.95	0	74	0	444	0	1424	0.655	2.101	0.066	0.210	0.721	2.311	0.002	0.002
5	18	107.22	99.55	16.86	45.49	2	2	12	12	38	38	0.018	0.057	0.002	0.006	0.019	0.062	0.002	0.002
18	10	99.55	92.91	28.75	23.10	3	5	18	30	58	96	0.044	0.142	0.004	0.014	0.049	0.156	0.002	0.002

CONTINÚA

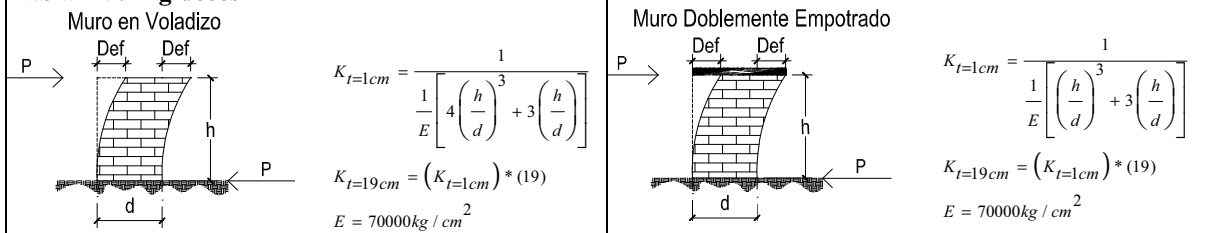
DE PV	A PV	FACT. HARM.		q _a (Lts/seg)		DIAM. (Plg.)	S(%) TUBO	SECCIÓN LLENA		q _d /Q		v/V		d/D		v (m/s)		TIRANTE		CHEQUEO VELOCIDAD	
		ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			V (m/s)	Q (Lts./s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
1	2	4.41	4.34	0.11	0.33	8	30.43	5.04	163.58	0.0006	0.0020	0.1313	0.1958	0.018	0.033	0.66	0.99	0.144	0.26	OK	OK
2	3	4.31	4.17	0.47	1.44	8	5.40	2.12	68.91	0.0068	0.0210	0.2829	0.4012	0.058	0.100	0.60	0.85	0.464	0.80	OK	OK
5	4	4.43	4.38	0.05	0.17	8	32.00	5.17	167.74	0.0003	0.0010	0.1160	0.1588	0.015	0.024	0.60	0.82	0.12	0.19	OK	OK
4	3	4.37	4.27	0.21	0.66	8	16.00	3.66	118.61	0.0018	0.0055	0.1879	0.2668	0.031	0.053	0.69	0.98	0.248	0.42	OK	OK
6	7	4.39	4.30	0.16	0.50	8	31.41	5.12	166.19	0.0010	0.0030	0.1588	0.2221	0.024	0.040	0.81	1.14	0.192	0.32	OK	OK
7	8	4.34	4.23	0.31	0.98	8	7.50	2.50	81.21	0.0038	0.0120	0.2399	0.3368	0.045	0.076	0.60	0.84	0.36	0.61	OK	OK
11	10	4.43	4.38	0.05	0.17	8	39.69	5.76	186.81	0.0003	0.0009	0.1160	0.1544	0.015	0.023	0.67	0.89	0.12	0.18	OK	OK
10	9	4.39	4.30	0.16	0.50	8	14.00	3.42	110.95	0.0014	0.0045	0.1758	0.2502	0.028	0.048	0.60	0.86	0.224	0.38	OK	OK
9	8	4.35	4.25	0.26	0.82	8	16.96	3.77	122.10	0.0021	0.0067	0.1997	0.2829	0.034	0.058	0.75	1.07	0.272	0.46	OK	OK
12	13	4.35	4.25	0.26	0.82	8	37.43	5.59	181.42	0.0014	0.0045	0.1758	0.2502	0.028	0.048	0.98	1.40	0.224	0.38	OK	OK
13	14	4.31	4.17	0.47	1.44	8	5.40	2.12	68.91	0.0068	0.0210	0.2829	0.4012	0.058	0.100	0.60	0.85	0.464	0.80	OK	OK
17	16	4.35	4.25	0.26	0.82	8	25.20	4.59	148.87	0.0018	0.0055	0.1879	0.2668	0.031	0.053	0.86	1.22	0.248	0.42	OK	OK
16	15	4.23	4.05	0.91	2.81	8	15.50	3.60	116.75	0.0078	0.0240	0.2984	0.4162	0.063	0.106	1.07	1.50	0.504	0.85	OK	OK
15	14	4.23	4.05	0.91	2.81	8	3.30	1.66	53.87	0.0170	0.0521	0.3752	0.5273	0.090	0.155	0.62	0.88	0.72	1.24	OK	OK
3	8	4.15	3.93	1.60	4.84	8	25.50	4.62	149.74	0.0107	0.0323	0.3253	0.4570	0.072	0.123	1.50	2.11	0.576	0.98	OK	OK
8	14	4.09	3.83	2.31	6.92	8	8.40	2.65	85.94	0.0268	0.0806	0.4309	0.5984	0.112	0.191	1.14	1.59	0.896	1.53	OK	OK
14	desf	4.00	3.70	3.55	10.53	8	2.00	1.29	41.94	0.0847	0.2510	0.6077	0.8315	0.196	0.341	0.79	1.08	1.568	2.73	OK	OK
5	18	4.41	4.34	0.11	0.33	8	45.49	6.17	200.01	0.0005	0.0017	0.1265	0.1839	0.017	0.030	0.78	1.13	0.136	0.24	OK	OK
18	10	4.35	4.25	0.26	0.82	8	23.00	4.39	142.21	0.0018	0.0057	0.1879	0.2701	0.031	0.054	0.82	1.18	0.248	0.43	OK	OK
10	16	4.30	4.15	0.52	1.60	8	18.60	3.94	127.89	0.0040	0.0125	0.2433	0.3424	0.046	0.078	0.96	1.35	0.368	0.62	OK	OK

CONTINÚA

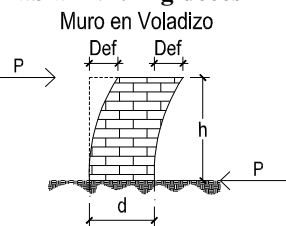
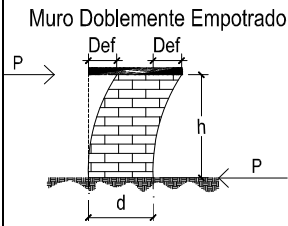
DE PV	A PV	COTAS DE TERRE.		DH (m)	DIAM. (Plg.)	S(% TUBO	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)
		INICIO	FINAL				salida	entrada	INICIO	FINAL	
1	2	106.94	102.12	15.84	8	30.43	105.54	100.72	1.40	3.50	0.60
2	3	102.12	100.00	48.58	8	5.40	98.62	96.00	3.50	4.00	0.60
5	4	107.22	108.28	4.6	8	32.00	105.82	104.34	1.40	3.97	0.60
4	3	108.28	100.00	52.04	8	16.00	104.31	95.99	3.97	4.04	0.60
6	7	93.31	88.14	22.07	8	31.41	91.91	84.97	1.40	3.20	0.60
7	8	88.14	85.75	52.97	8	7.50	84.94	80.97	3.20	4.81	0.60
11	10	99.80	92.91	17.36	8	39.69	98.40	91.51	1.40	1.46	0.60
10	9	92.91	89.66	32.51	8	14.00	91.48	86.93	1.46	2.76	0.60
9	8	89.66	85.75	23.06	8	16.96	86.90	82.99	2.76	2.76	0.60
12	13	88.27	80.32	21.24	8	37.43	86.87	78.92	1.40	2.07	0.60
13	14	80.32	78.45	64.99	8	5.40	78.25	74.74	2.07	3.74	0.60
17	16	99.26	84.13	60.03	8	25.20	97.86	82.73	1.40	1.43	0.60
16	15	84.13	78.62	36.9	8	15.50	82.70	76.98	1.43	1.67	0.60
15	14	78.62	78.45	17.92	8	3.30	76.95	76.36	1.67	2.09	0.60
3	8	100.00	85.75	45.78	8	25.50	95.96	84.29	4.04	4.81	0.60
8	14	85.75	78.45	46.93	8	8.40	80.94	77.00	4.81	3.74	0.60
14	desf	78.45	78.21	4	8	2.00	74.71	74.63	PTAR		
5	18	107.22	99.55	16.86	8	45.49	105.82	98.15	1.40	1.43	0.60
18	10	99.55	92.91	28.75	8	23.00	98.12	91.50	1.43	1.46	0.60
10	16	92.92	84.13	46.97	8	18.60	91.45	82.72	1.46	1.43	0.60

Fuente: propia

Tabla LV. Rigideces

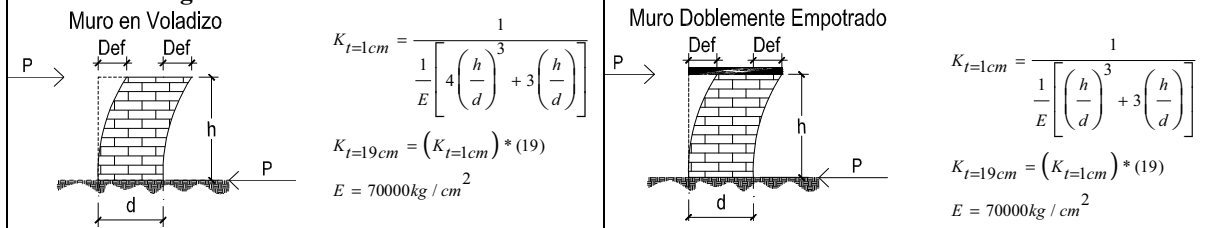


h/d	t = 1cm.		t = 19cm		h/d	t = 1cm.		t = 19cm	
	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)		Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)
0.11	211269.0934	208753.3251	4014112.775	3966313.178	0.46	47382.58595	39562.68538	900269.1331	751691.0222
0.12	193515.5697	190781.4408	3676795.824	3624847.375	0.47	46240.54463	38350.02838	878570.3481	728650.5392
0.13	178481.7324	175531.8615	3391152.915	3335105.369	0.48	45144.04821	37187.2025	857736.916	706556.8475
0.14	165584.8457	162422.0374	3146112.068	3086018.711	0.49	44090.34995	36071.3925	837716.649	685356.4575
0.15	154397.5738	151024.8112	2933553.901	2869471.413	0.5	43076.92308	35000	818461.5385	665000
0.16	144599.4183	141019.8556	2747388.948	2679377.256	0.51	42101.43921	33970.62221	799927.3449	645441.8219
0.17	135945.2956	132162.2499	2582960.617	2511082.749	0.52	41161.74921	32981.03308	782073.235	626639.6285
0.18	128244.5881	124261.5315	2436647.173	2360969.098	0.53	40255.86629	32029.16667	764861.4594	608554.1668
0.19	121346.8109	117167.3619	2305589.407	2226179.875	0.54	39381.95091	31113.10235	748257.0674	591148.9446
0.2	115131.5789	110759.4937	2187500	2104430.38	0.55	38538.29743	30231.05161	732227.6512	574389.9806
0.21	109501.4399	104940.6036	2080527.359	1993871.469	0.56	37723.32207	29381.34637	716743.1193	558245.581
0.22	104376.6626	99631.08034	1983156.589	1892990.527	0.57	36935.55221	28562.42849	701775.492	542686.1413
0.23	99691.38396	94765.1719	1894136.295	1800538.266	0.58	36173.61682	27772.84038	687298.7197	527683.9673
0.24	95390.72039	90288.09642	1812423.687	1715473.832	0.59	35436.23781	27011.2166	673288.5183	513213.1154
0.25	91428.57143	86153.84615	1737142.857	1636923.077	0.6	34722.22222	26276.27628	659722.2222	499249.2492
0.26	87765.93077	82323.49842	1667552.685	1564146.47	0.61	34030.45531	25566.81632	646578.6509	485769.51
0.27	84369.57248	78763.90183	1603021.877	1496514.135	0.62	33359.89416	24881.70526	633837.9891	472752.4
0.28	81211.01871	75446.64413	1543009.356	1433486.239	0.63	32709.56199	24219.87774	621481.6777	460177.677
0.29	78265.72107	72347.23365	1487048.7	1374597.439	0.64	32078.54294	23580.32942	609492.3158	448026.2591
0.3	75512.40561	69444.44444	1434735.707	1319444.444	0.65	31465.97741	22962.11251	597853.5708	436280.1378
0.31	72932.54469	66719.78833	1385718.349	1267675.978	0.66	30871.05777	22364.33157	586550.0976	424922.2999
0.32	70509.9278	64157.08588	1339688.628	1218984.632	0.67	30293.02443	21786.13978	575567.4641	413936.6559
0.33	68230.31044	61742.11553	1296375.898	1173100.195	0.68	29731.16234	21226.7355	564892.0844	403307.9745
0.34	66081.12497	59462.32467	1255541.374	1129784.169	0.69	29184.79772	20685.35914	554511.1567	393021.8236
0.35	64051.24099	57306.59026	1216973.579	1088825.215	0.7	28653.29513	20161.29032	544412.6074	383064.5161
0.36	62130.76574	55265.01945	1180484.549	1050035.37	0.71	28136.05471	19653.84525	534585.0394	373423.0597
0.37	60310.87672	53328.78261	1145906.658	1013246.87	0.72	27632.50973	19162.37429	525017.6848	364085.1116
0.38	58583.68093	51489.9727	1113089.938	978309.4812	0.73	27142.12431	18686.25983	515700.3618	355038.9368
0.39	56942.09558	49741.48639	1081899.816	945088.2414	0.74	26664.39131	18224.91419	506623.4348	346273.3695
0.4	55379.74684	48076.92308	1052215.19	913461.5385	0.75	26198.83041	17777.77778	497777.7778	337777.7778
0.41	53890.88328	46490.49867	1023926.782	883319.4747	0.76	25744.98635	17344.31741	489154.7406	329542.0307
0.42	52470.30181	44976.97179	996935.7344	854562.464	0.77	25302.42726	16924.02467	480746.118	321556.4687
0.43	51113.28383	43531.5803	971152.3928	827100.0256	0.78	24870.74319	16516.41448	472544.1207	313811.8752
0.44	49815.54017	42149.98651	946495.2633	800849.7437	0.79	24449.5447	16121.02375	464541.3492	306299.4512
0.45	48573.16333	40828.2298	922890.1032	775736.3663	0.8	24038.46154	15737.41007	456730.7692	299010.7914

Tabla LVI. Rigideces					Muro Doblemente Empotrado				
Muro en Voladizo					Muro Doblemente Empotrado				
 $K_{t=1cm} = \frac{1}{E} \left[4 \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$ $K_{t=19cm} = (K_{t=1cm})^{* (19)}$ $E = 70000 \text{ kg/cm}^2$					 $K_{t=1cm} = \frac{1}{E} \left[\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$ $K_{t=19cm} = (K_{t=1cm})^{* (19)}$ $E = 70000 \text{ kg/cm}^2$				
h/d	t = 1cm.		t = 19cm		h/d	t = 1cm.		t = 19cm	
	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)		Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)
0.81	23637.14151	15365.15061	449105.6888	291937.8616	1.16	13886.42019	7198.991648	263841.9836	136780.8413
0.82	23245.24934	15003.84098	441659.7374	285072.9787	1.17	13694.30745	7058.976335	260191.8416	134120.5504
0.83	22862.46561	14653.09427	434386.8466	278408.7912	1.18	13505.6083	6922.380729	256606.5577	131525.2339
0.84	22488.4859	14312.54008	427281.232	271938.2614	1.19	13320.24397	6789.105929	253084.6355	128993.0127
0.85	22123.01979	13981.82363	420337.3761	265654.649	1.2	13138.13814	6659.056317	249624.6246	126522.07
0.86	21765.79015	13660.605	413550.0128	259551.495	1.21	12959.21679	6532.139432	246225.119	124110.6492
0.87	21416.53228	13348.55832	406914.1133	253622.608	1.22	12783.40816	6408.265857	242884.755	121757.0513
0.88	21074.99326	13045.37106	400424.8719	247862.05	1.23	12610.64263	6287.349099	239602.2099	119459.6329
0.89	20740.93125	12750.74337	394077.6938	242264.124	1.24	12440.85263	6169.305484	236376.2	117216.8042
0.9	20414.1149	12464.38746	387868.1831	236823.3618	1.25	12273.9726	6054.054054	233205.4795	115027.027
0.91	20094.32275	12186.02701	381792.1323	231534.5133	1.26	12109.93887	5941.516465	230088.8385	112888.8128
0.92	19781.34269	11915.3966	375845.5111	226392.5354	1.27	11948.6896	5831.616894	227025.1023	110800.721
0.93	19474.97146	11652.24119	370024.4578	221392.5826	1.28	11790.16471	5724.281946	224013.1295	108761.357
0.94	19175.01419	11396.31567	364325.2696	216529.9977	1.29	11634.30584	5619.440567	221051.8111	106769.3708
0.95	18881.28393	11147.38435	358744.3946	211800.3026	1.3	11481.05626	5517.02396	218140.0689	104823.4552
0.96	18593.60125	10905.22055	353278.4238	207199.1904	1.31	11330.36079	5416.965503	215276.8549	102922.3445
0.97	18311.79387	10669.60619	347924.0835	202722.5177	1.32	11182.16579	5319.200673	212461.15	101064.8128
0.98	18035.69625	10440.33142	342678.2288	198366.2969	1.33	11036.41908	5223.666972	209691.9625	99249.67248
0.99	17765.14929	10217.19419	337537.8366	194126.6897	1.34	10893.06989	5130.303855	206968.3279	97475.77324
1	17500	10000	332500	190000	1.35	10752.06881	5039.052658	204289.3075	95742.0005
1.01	17240.10116	9788.561479	327561.9221	185982.6681	1.36	10613.36775	4949.856539	201653.9872	94047.27424
1.02	16985.3111	9582.698137	322720.911	182071.2646	1.37	10476.91987	4862.660409	199061.4775	92390.54777
1.03	16735.49338	9382.23605	317974.3741	178262.4849	1.38	10342.67957	4777.410873	196510.9118	90770.80658
1.04	16490.51654	9187.007576	313319.8143	174553.144	1.39	10210.60243	4694.056171	194001.4461	89187.06726
1.05	16250.25391	8996.851102	308754.8243	170940.1709	1.4	10080.64516	4612.546125	191532.2581	87638.37638
1.06	16014.58334	8811.610783	304277.0834	167420.6049	1.41	9952.765596	4532.83208	189102.5463	86123.80952
1.07	15783.38699	8631.136306	299884.3529	163991.5898	1.42	9826.922623	4454.866853	186711.5298	84642.47021
1.08	15556.55117	8455.282667	295574.4723	160650.3707	1.43	9703.076166	4378.604686	184358.4472	83193.48904
1.09	15333.96612	8283.909949	291345.3562	157394.289	1.44	9581.187147	4304.001196	182042.5558	81776.02273
1.1	15115.5258	8116.883117	287194.9903	154220.7792	1.45	9461.217456	4231.013328	179763.1317	80389.25323
1.11	14901.12782	7954.071826	283121.4287	151127.3647	1.46	9343.129916	4159.599309	177519.4684	79032.38688
1.12	14690.67319	7795.350229	279122.7905	148111.6544	1.47	9226.88826	4089.718611	175310.8769	77704.65361
1.13	14484.06618	7640.596805	275197.2575	145171.3393	1.48	9112.457093	4021.331902	173136.6848	76405.30614
1.14	14281.21425	7489.694181	271343.0707	142304.1894	1.49	8999.801876	3954.401011	170996.2356	75133.61921
1.15	14082.02781	7342.528977	267558.5284	139508.0506	1.5	8888.888889	3888.888889	168888.8889	73888.88889

Fuente: propia

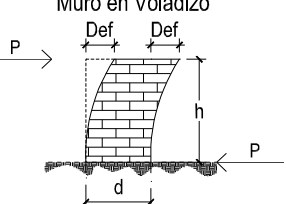
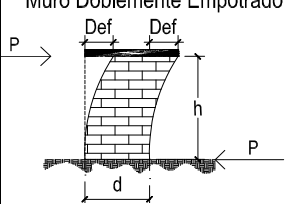
Tabla LVII. Rigideces



h/d	t = 1cm.		t = 19cm		h/d	t = 1cm.		t = 19cm	
	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)		Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)
1.51	8779.685213	3824.75957	166814.0191	72670.43183	1.86	5826.120596	2235.034718	110696.2913	42465.65965
1.52	8672.158703	3761.978138	164771.0154	71477.58463	1.87	5761.694821	2203.5576	109472.2016	41867.59439
1.53	8566.277966	3700.510692	162759.2813	70309.70314	1.88	5698.157834	2172.652096	108264.9989	41280.38982
1.54	8462.012334	3640.324309	160778.2344	69166.16188	1.89	5635.495053	2142.305652	107074.406	40703.80739
1.55	8359.331851	3581.38702	158827.3052	68046.35338	1.9	5573.692173	2112.506036	105900.1513	40137.61468
1.56	8258.207242	3523.667772	156905.9376	66949.68766	1.91	5512.735166	2083.241324	104741.9682	39581.58515
1.57	8158.609903	3467.136401	155013.5882	65875.59162	1.92	5452.610274	2054.499895	103599.5952	39035.498
1.58	8060.511875	3411.763605	153149.7256	64823.50849	1.93	5393.303997	2026.270422	102472.7759	38499.13802
1.59	7963.885826	3357.520914	151313.8307	63792.89737	1.94	5334.803097	1998.541864	101361.2588	37972.29541
1.6	7868.705036	3304.380665	149505.3957	62783.23263	1.95	5277.094582	1971.303454	100264.7971	37454.76563
1.61	7774.943379	3252.315974	147723.9242	61794.00351	1.96	5220.165709	1944.544697	99183.14847	36946.34923
1.62	7682.575305	3201.300716	145968.9308	60824.71136	1.97	5164.003971	1918.255357	98116.07545	36446.85178
1.63	7591.575824	3151.309495	144239.9406	59874.88041	1.98	5108.597097	1892.425454	97063.34485	35956.08362
1.64	7501.920492	3102.317626	142536.4893	58944.0349	1.99	5053.933047	1867.045254	96024.72788	35473.85982
1.65	7413.585395	3054.30111	140858.1225	58031.7211	2	5000	1842.105263	95000	35000
1.66	7326.547136	3007.236614	139204.3956	57137.49567	2.01	4946.786359	1817.596222	93988.94082	34534.32821
1.67	7240.78282	2961.101449	137574.8736	56260.92752	2.02	4894.280739	1793.509096	92991.33405	34076.67282
1.68	7156.270038	2915.873549	135969.1307	55401.59743	2.03	4842.471966	1769.835073	92006.96735	33626.86638
1.69	7072.986859	2871.531457	134386.7503	54559.09768	2.04	4791.349069	1746.565553	91035.6323	33184.74552
1.7	6990.911815	2828.054299	132827.3245	53733.03167	2.05	4740.901279	1723.692149	90077.1243	32750.15082
1.71	6910.023888	2785.421771	131290.4539	52923.01365	2.06	4691.118025	1701.206671	89131.24247	32322.92674
1.72	6830.3025	2743.614121	129775.7475	52128.66829	2.07	4641.988925	1679.10113	88197.78958	31902.92147
1.73	6751.727502	2702.612129	128282.8225	51349.63044	2.08	4593.503788	1657.367729	87276.57198	31489.98685
1.74	6674.279159	2662.397095	126811.304	50585.5448	2.09	4545.652606	1635.998855	86367.39951	31083.97825
1.75	6597.938144	2622.95082	125360.8247	49836.06557	2.1	4498.425551	1614.98708	85470.08547	30684.75452
1.76	6522.685528	2584.255593	123931.025	49100.85626	2.11	4451.812972	1594.32515	84584.44647	30292.17785
1.77	6448.502764	2546.294174	122521.5525	48379.58931	2.12	4405.805391	1574.005984	83710.30243	29906.11369
1.78	6375.371684	2509.049784	121132.062	47671.9459	2.13	4360.393499	1554.022668	82847.47649	29526.43068
1.79	6303.274488	2472.506086	119762.2153	46977.61563	2.14	4315.568153	1534.36845	81995.79491	29153.00056
1.8	6232.193732	2436.647173	118411.6809	46296.2963	2.15	4271.320372	1515.03674	81155.08707	28785.69805
1.81	6162.112323	2401.457561	117080.1341	45627.69366	2.16	4227.641334	1496.021097	80325.18534	28424.40084
1.82	6093.013507	2366.922168	115767.2566	44971.52119	2.17	4184.522372	1477.315234	79505.92507	28068.98944
1.83	6024.880864	2333.026307	114472.7364	44327.49983	2.18	4141.954974	1458.913008	78697.14451	27719.34715
1.84	5957.698299	2299.755674	113196.2677	43695.35781	2.19	4099.930776	1440.80842	77898.68474	27375.35999
1.85	5891.450033	2267.096335	111937.5506	43074.83037	2.2	4058.441558	1422.995609	77110.38961	27036.91657

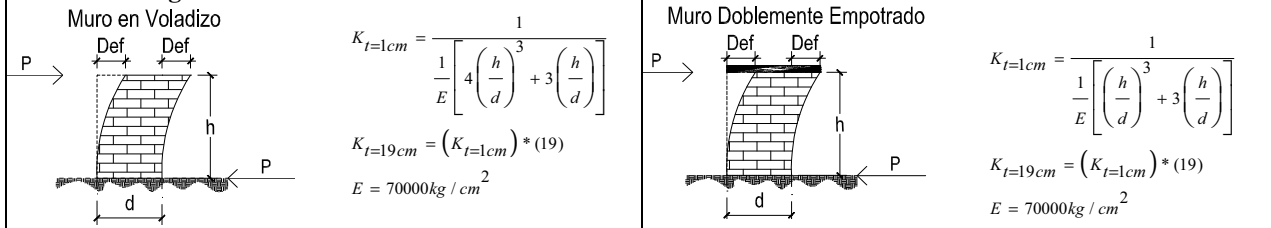
Fuente: propia

Tabla LVIII. Rigideces

Muro en Voladizo					Muro Doblemente Empotrado				
		$K_{t=1cm} = \frac{1}{E} \left[4 \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$ $K_{t=19cm} = (K_{t=1cm})^{* (19)}$ $E = 70000 \text{ kg/cm}^2$					$K_{t=1cm} = \frac{1}{E} \left[\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$ $K_{t=19cm} = (K_{t=1cm})^{* (19)}$ $E = 70000 \text{ kg/cm}^2$		
h/d	t = 1cm.		t = 19cm		h/d	t = 1cm.		t = 19cm	
	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)		Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)
2.21	4017.479249	1405.468848	76332.10573	26703.90811	2.56	2862.140973	935.9682212	54380.67849	17783.3962
2.22	3977.035913	1388.222542	75563.68234	26376.2283	2.57	2835.776956	925.8233996	53879.76217	17590.64459
2.23	3937.103755	1371.251224	74804.97135	26053.77326	2.58	2809.720284	915.8222262	53384.68539	17400.6223
2.24	3897.675115	1354.549553	74055.82718	25736.4415	2.59	2783.96669	905.9622098	52895.36712	17213.28199
2.25	3858.742463	1338.112306	73316.1068	25424.13381	2.6	2758.51198	896.2409096	52411.72762	17028.57728
2.26	3820.298402	1321.934381	72585.66965	25116.75324	2.61	2733.352022	886.6559346	51933.68841	16846.46276
2.27	3782.33566	1306.010792	71864.37755	24814.20504	2.62	2708.482751	877.2049423	51461.17227	16666.8939
2.28	3744.84709	1290.336661	71152.09472	24516.39657	2.63	2683.900169	867.8856377	50994.1032	16489.82712
2.29	3707.825668	1274.907225	70448.68769	24223.23728	2.64	2659.600337	858.6957716	50532.40639	16315.21966
2.3	3671.264488	1259.717823	69754.02528	23934.63864	2.65	2635.57938	849.6331405	50076.00823	16143.02967
2.31	3635.156764	1244.763901	69067.97852	23650.51411	2.66	2611.833486	840.6955848	49624.83624	15973.21611
2.32	3599.495824	1230.041003	68390.42065	23370.77906	2.67	2588.3589	831.880988	49178.8191	15805.73877
2.33	3564.275108	1215.544776	67721.22705	23095.35074	2.68	2565.151927	823.1872758	48737.88662	15640.55824
2.34	3529.488168	1201.270958	67060.27519	22824.14821	2.69	2542.20893	814.6124151	48301.96968	15477.63589
2.35	3495.128664	1187.215386	66407.44462	22557.09234	2.7	2519.526329	806.1544131	47871.00025	15316.93385
2.36	3461.190365	1173.373985	65762.61693	22294.10572	2.71	2497.100599	797.8113163	47444.91137	15158.41501
2.37	3427.66714	1159.74277	65125.67566	22035.11264	2.72	2474.92827	789.5812097	47023.63712	15002.04298
2.38	3394.552965	1146.317844	64496.50633	21780.03903	2.73	2453.005926	781.4622158	46607.11259	14847.7821
2.39	3361.841913	1133.095392	63874.99634	21528.81245	2.74	2431.330204	773.4524939	46195.27388	14695.59738
2.4	3329.528158	1120.071685	63261.03501	21281.36201	2.75	2409.897795	765.5502392	45788.0581	14545.45455
2.41	3297.605971	1107.243072	62654.51345	21037.61836	2.76	2388.705436	757.7536821	45385.40329	14397.31996
2.42	3266.069716	1094.605982	62055.32461	20797.51366	2.77	2367.74992	750.0610871	44987.24848	14251.16066
2.43	3234.913852	1082.156921	61463.36319	20560.98149	2.78	2347.028086	742.4707526	44593.53363	14106.9443
2.44	3204.132929	1069.892468	60878.52564	20327.95689	2.79	2326.536821	734.9810096	44204.19961	13964.63918
2.45	3173.721585	1057.809277	60300.71012	20098.37626	2.8	2306.273063	727.5902212	43819.18819	13824.2142
2.46	3143.67455	1045.904072	59729.81644	19872.17737	2.81	2286.233793	720.296782	43438.44206	13685.63886
2.47	3113.986636	1034.173648	59165.74608	19649.29931	2.82	2266.41604	713.0991174	43061.90476	13548.88323
2.48	3084.652742	1022.614865	58608.4021	19429.68243	2.83	2246.816878	705.9956825	42689.52069	13413.91797
2.49	3055.667851	1011.224651	58057.68918	19213.26838	2.84	2227.433426	698.984962	42321.2351	13280.71428
2.5	3027.027027	1000	57513.51351	19000	2.85	2208.262846	692.0654694	41956.99408	13149.24392
2.51	2998.725413	988.937966	56975.78285	18789.82135	2.86	2189.302343	685.2357462	41596.74452	13019.47918
2.52	2970.758233	978.0356662	56444.40642	18582.67766	2.87	2170.549164	678.4943613	41240.43412	12891.39286
2.53	2943.120785	967.2902778	55919.29492	18378.51528	2.88	2152.000598	671.8399108	40888.01136	12764.9583
2.54	2915.808447	956.6990363	55400.36049	18177.28169	2.89	2133.653975	665.2710168	40539.42552	12640.14932
2.55	2888.816668	946.2592345	54887.5167	17978.92546	2.9	2115.506664	658.7863274	40194.62661	12516.94022

Fuente: propia

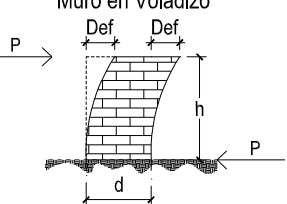
Tabla LIX. Rigideces



h/d	t = 1cm.		t = 19cm		h/d	t = 1cm.		t = 19cm	
	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)		Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)
2.91	2097.556074	652.3845157	39853.56542	12395.3058	3.26	1575.654748	471.8128744	29937.4402	8964.444613
2.92	2079.799655	646.0642798	39516.19344	12275.22132	3.27	1563.345079	467.6858102	29703.5565	8886.030393
2.93	2062.23489	639.8243415	39182.46292	12156.66249	3.28	1551.158813	463.6062227	29472.01745	8808.518232
2.94	2044.859306	633.6634466	38852.3268	12039.60549	3.29	1539.094461	459.5734386	29242.79477	8731.895334
2.95	2027.67046	627.5803639	38525.73874	11924.02691	3.3	1527.150555	455.5867958	29015.86055	8656.14912
2.96	2010.665951	621.5738847	38202.65307	11809.90381	3.31	1515.325646	451.6456432	28791.18728	8581.26722
2.97	1993.84341	615.6428227	37883.0248	11697.21363	3.32	1503.618307	447.7493406	28568.74783	8507.237472
2.98	1977.200506	609.7860132	37566.80961	11585.93425	3.33	1492.027129	443.8972586	28348.51546	8434.047914
2.99	1960.734938	604.0023126	37253.96383	11476.04394	3.34	1480.550724	440.0887782	28130.46376	8361.686786
3	1944.444444	598.2905983	36944.44444	11367.52137	3.35	1469.187723	436.3232906	27914.56673	8290.142522
3.01	1928.326793	592.6497679	36638.20906	11260.34559	3.36	1457.936775	432.6001971	27700.79872	8219.403745
3.02	1912.379785	587.0787391	36335.21592	11154.49604	3.37	1446.796548	428.9189089	27489.1344	8149.459269
3.03	1896.601255	581.576449	36035.42385	11049.95253	3.38	1435.765728	425.2788468	27279.54884	8080.29809
3.04	1880.989069	576.1418539	35738.79231	10946.69522	3.39	1424.843021	421.6794413	27072.01741	8011.909384
3.05	1865.541124	570.7739287	35445.28135	10844.70464	3.4	1414.027149	418.1201319	26866.51584	7944.282506
3.06	1850.255346	565.4716667	35154.85157	10743.96167	3.41	1403.316852	414.6003675	26663.02018	7877.406983
3.07	1835.129694	560.2340792	34867.46418	10644.44751	3.42	1392.710885	411.119606	26461.50682	7811.272514
3.08	1820.162155	555.0601952	34583.08094	10546.14371	3.43	1382.208025	407.6773139	26261.95247	7745.868965
3.09	1805.350745	549.9490606	34301.66415	10449.03215	3.44	1371.80706	404.2729666	26064.33415	7681.186365
3.1	1790.69351	544.8997384	34023.17669	10353.09503	3.45	1361.506799	400.9060477	25868.62918	7617.214906
3.11	1776.188523	539.9113083	33747.58194	10258.31486	3.46	1351.306064	397.5760493	25674.81522	7553.944936
3.12	1761.833886	534.9828659	33474.84383	10164.67445	3.47	1341.203695	394.2824716	25482.87021	7491.36696
3.13	1747.627726	530.1135228	33204.9268	10072.15693	3.48	1331.198547	391.0248229	25292.7724	7429.471635
3.14	1733.5682	525.3024061	32937.79581	9980.745716	3.49	1321.28949	387.8026193	25104.50031	7368.249766
3.15	1719.65349	520.5486583	32673.41631	9890.424507	3.5	1311.47541	384.6153846	24918.03279	7307.692308
3.16	1705.881802	515.8514367	32411.75425	9801.177297	3.51	1301.755207	381.4626503	24733.34893	7247.790356
3.17	1692.251372	511.2099132	32152.77607	9712.988351	3.52	1292.127796	378.3439552	24550.42813	7188.535149
3.18	1678.760457	506.6232742	31896.44868	9625.842211	3.53	1282.592108	375.2588455	24369.25006	7129.918065
3.19	1665.407341	502.0907201	31642.73948	9539.723682	3.54	1273.147087	372.2068745	24189.79466	7071.930616
3.2	1652.190332	497.611465	31391.61631	9454.617834	3.55	1263.791691	369.1876027	24012.04213	7014.564451
3.21	1639.107762	493.1847365	31143.04749	9370.509993	3.56	1254.524892	366.2005972	23835.97295	6957.811348
3.22	1626.157987	488.8097756	30897.00175	9287.385736	3.57	1245.345676	363.2454323	23661.56785	6901.663214
3.23	1613.339385	484.4858361	30653.44832	9205.230886	3.58	1236.253043	360.3216886	23488.80781	6846.112084
3.24	1600.650358	480.2121846	30412.3568	9124.031508	3.59	1227.246004	357.4289535	23317.67408	6791.150116
3.25	1588.08933	475.9881003	30173.69727	9043.773906	3.6	1218.323587	354.5668206	23148.14815	6736.769592

Tabla LX. Rigideces

Muro en Voladizo

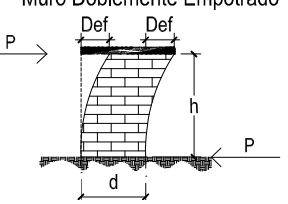


$$K_{t=1cm} = \frac{1}{E} \left[4 \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

$$K_{t=19cm} = (K_{t=1cm}) * (19)$$

$$E = 70000 \text{ kg / cm}^2$$

Muro Doblemente Empotrado



$$K_{t=1cm} = \frac{1}{E} \left[\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

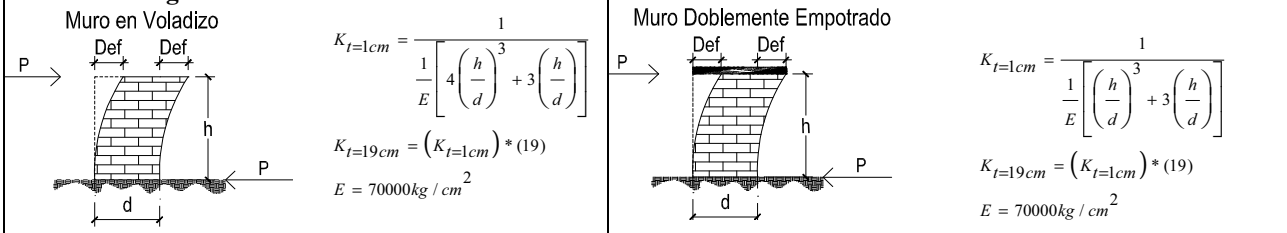
$$K_{t=19cm} = (K_{t=1cm}) * (19)$$

$$E = 70000 \text{ kg / cm}^2$$

h/d	t = 1cm.		t = 19cm		h/d	t = 1cm.		t = 19cm	
	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)		Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)
3.61	1209.484828	351.7348901	22980.21174	6682.962913	3.96	946.2127268	268.9447114	17978.04181	5109.949516
3.62	1200.728781	348.9327682	22813.84683	6629.722596	3.97	939.8398698	266.9788112	17856.95753	5072.597412
3.63	1192.054507	346.1600671	22649.03564	6577.041276	3.98	933.5226268	265.0318814	17736.92991	5035.605746
3.64	1183.461084	343.4164053	22485.7606	6524.911701	3.99	927.2604082	263.1036954	17617.94776	4998.970212
3.65	1174.947599	340.7014069	22324.00439	6473.32673	4	921.0526316	261.1940299	17500	4962.686567
3.66	1166.513154	338.0147017	22163.74992	6422.279333	4.01	914.8987218	259.3026646	17383.07571	4926.750627
3.67	1158.156858	335.3559256	22004.98031	6371.762586	4.02	908.7981109	257.4293826	17267.16411	4891.158269
3.68	1149.877837	332.7247196	21847.6789	6321.769673	4.03	902.7502376	255.5739697	17152.25451	4855.905424
3.69	1141.675225	330.1207304	21691.82927	6272.293878	4.04	896.7545479	253.736215	17038.33641	4820.988085
3.7	1133.548168	327.5436101	21537.41519	6223.328592	4.05	890.8104944	251.9159105	16925.39939	4786.402299
3.71	1125.495823	324.9930159	21384.42064	6174.867302	4.06	884.9175363	250.1128509	16813.43319	4752.144167
3.72	1117.517359	322.4686104	21232.82982	6126.903597	4.07	879.0751396	248.3268341	16702.42765	4718.209848
3.73	1109.611955	319.970061	21082.62714	6079.43116	4.08	873.2827767	246.5576606	16592.37276	4684.595551
3.74	1101.7788	317.4970406	20933.7972	6032.443771	4.09	867.5399266	244.8051336	16483.2586	4651.297539
3.75	1094.017094	315.0492264	20786.32479	5985.935302	4.1	861.8460743	243.0690594	16375.07541	4618.312128
3.76	1086.326048	312.626301	20640.19491	5939.899719	4.11	856.2007114	241.3492466	16267.81352	4585.635684
3.77	1078.704882	310.2279514	20495.39275	5894.331077	4.12	850.6033354	239.6455065	16161.46337	4553.264624
3.78	1071.152826	307.8538694	20351.9037	5849.223519	4.13	845.0534501	237.9576532	16056.01555	4521.195412
3.79	1063.669121	305.5037513	20209.71331	5804.571275	4.14	839.5505651	236.2855033	15951.46074	4489.424563
3.8	1056.253018	303.1772981	20068.80734	5760.368664	4.15	834.094196	234.6288758	15847.78972	4457.94864
3.81	1048.903775	300.874215	19929.17172	5716.610084	4.16	828.6838644	232.9875922	15744.99342	4426.764251
3.82	1041.620662	298.5942116	19790.79257	5673.290021	4.17	823.3190973	231.3614765	15643.06285	4395.868053
3.83	1034.402957	296.337002	19653.65618	5630.403038	4.18	817.9994277	229.7503551	15541.98913	4365.256747
3.84	1027.249947	294.1023043	19517.749	5587.943782	4.19	812.7243939	228.1540568	15441.76348	4334.927079
3.85	1020.16093	291.8898408	19383.05768	5545.906975	4.2	807.4935401	226.5724125	15342.37726	4304.875838
3.86	1013.135211	289.6993378	19249.56901	5504.287418	4.21	802.3064155	225.0052558	15243.82189	4275.09986
3.87	1006.172104	287.5305257	19117.26998	5463.079988	4.22	797.162575	223.4524222	15146.08892	4245.596021
3.88	999.2709319	285.3831388	18986.14771	5422.279637	4.23	792.0615787	221.9137494	15049.16999	4216.361239
3.89	992.4310263	283.2569152	18856.1895	5381.881389	4.24	787.0029919	220.3890776	14953.05685	4187.392475
3.9	985.651727	281.1515969	18727.38281	5341.880342	4.25	781.9863851	218.878249	14857.74132	4158.686731
3.91	978.9323822	279.0669297	18599.71526	5302.271664	4.26	777.0113338	217.3811077	14763.21534	4130.241046
3.92	972.2723483	277.0026628	18473.17462	5263.050593	4.27	772.0774187	215.8975002	14669.47095	4102.052503
3.93	965.6709895	274.9585492	18347.7488	5224.212435	4.28	767.1842252	214.4272748	14576.50028	4074.118221
3.94	959.1276783	272.9343455	18223.42589	5185.752565	4.29	762.3313439	212.970282	14484.29553	4046.435359
3.95	952.6417948	270.9298118	18100.1941	5147.666423	4.3	757.5183698	211.5263743	14392.84903	4019.001112

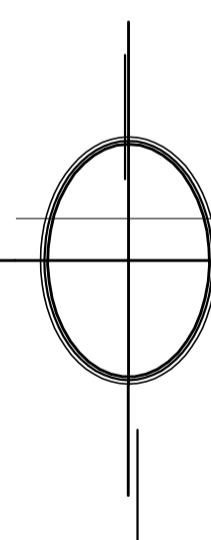
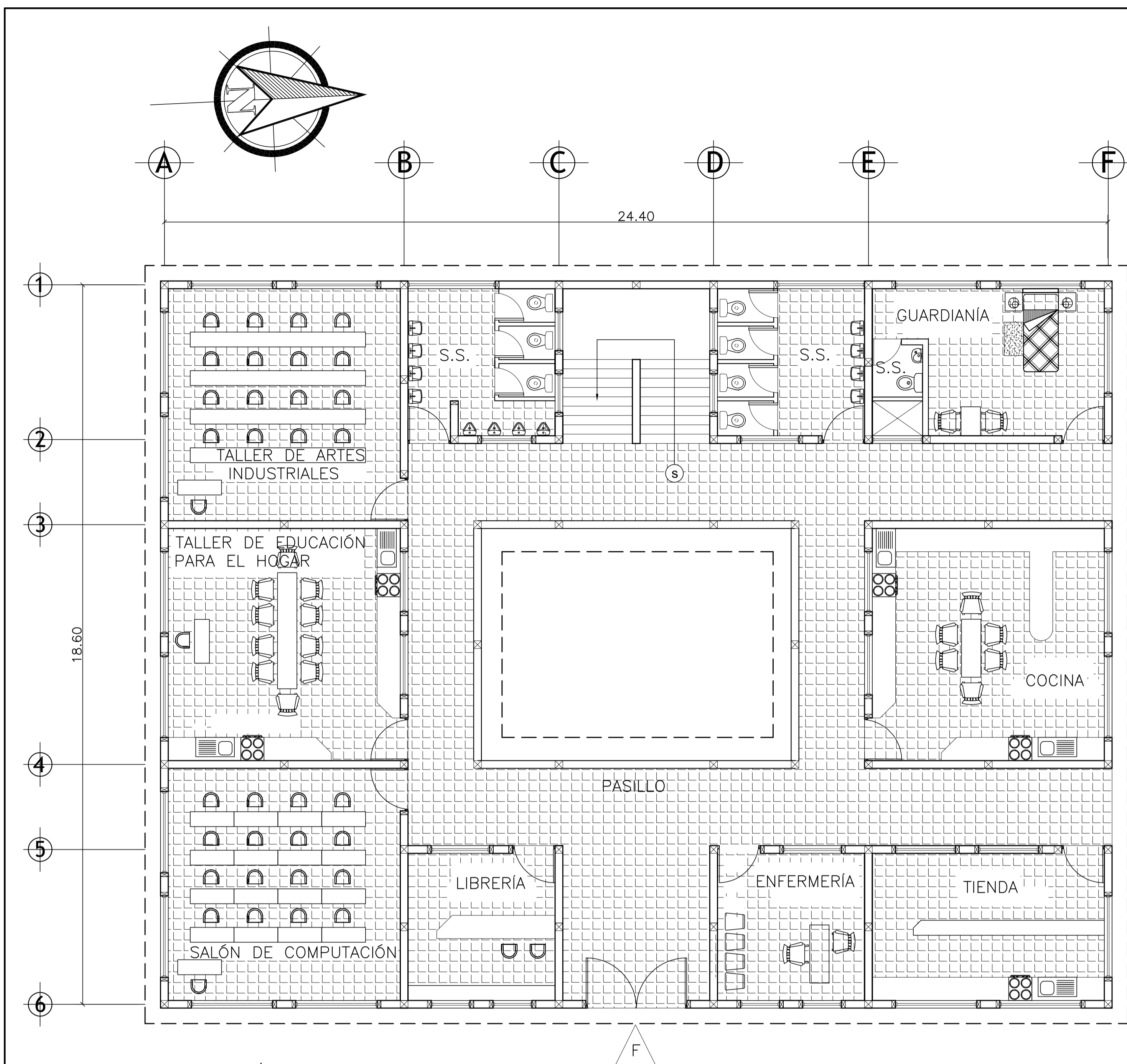
Fuente: propia

Tabla LXI. Rigideces



h/d	t = 1cm.		t = 19cm		h/d	t = 1cm.		t = 19cm	
	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)		Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)	Kemp (kg/cm2)	Kvoladizo (kg/cm2)
4.31	752.7449031	210.095406	14302.15316	3991.812714	4.66	607.7723878	167.1606726	11547.67537	3176.05278
4.32	748.0105484	208.6772334	14212.20042	3964.867435	4.67	604.1901641	166.1128575	11479.61312	3156.144292
4.33	743.314915	207.2717148	14122.98339	3938.16258	4.68	600.6354792	165.0737334	11412.0741	3136.400935
4.34	738.6576168	205.8787101	14034.49472	3911.695492	4.69	597.1080742	164.0432111	11345.05341	3116.821011
4.35	734.0382722	204.4980814	13946.72717	3885.463546	4.7	593.6076932	163.0212021	11278.54617	3097.402839
4.36	729.4565041	203.1296923	13859.67358	3859.464154	4.71	590.1340828	162.0076192	11212.54757	3078.144764
4.37	724.9119395	201.7734084	13773.32685	3833.694759	4.72	586.6869926	161.0023761	11147.05286	3059.045147
4.38	720.4042102	200.4290969	13687.67999	3808.152842	4.73	583.2661751	160.0053879	11082.05733	3040.10237
4.39	715.9329518	199.0966269	13602.72608	3782.835912	4.74	579.8713852	159.0165703	11017.55632	3021.314836
4.4	711.4978045	197.7758691	13518.45829	3757.741513	4.75	576.5023806	158.0358403	10953.54523	3002.680965
4.41	707.0984125	196.4666958	13434.86984	3732.86722	4.76	573.1589218	157.0631158	10890.01951	2984.199199
4.42	702.734424	195.1689811	13351.95406	3708.210641	4.77	569.8407718	156.0983156	10826.97466	2965.867997
4.43	698.4054914	193.8826007	13269.70434	3683.769413	4.78	566.547696	155.1413598	10764.40622	2947.685837
4.44	694.111271	192.6074318	13188.11415	3659.541204	4.79	563.2794626	154.1921692	10702.30979	2929.651215
4.45	689.8514232	191.3433533	13107.17704	3635.523714	4.8	560.0358423	153.2506655	10640.681	2911.762645
4.46	685.6256122	190.0902457	13026.88663	3611.714669	4.81	556.8166082	152.3167716	10579.51556	2894.018661
4.47	681.433506	188.8479909	12947.23661	3588.111827	4.82	553.6215358	151.3904111	10518.80918	2876.41781
4.48	677.2747763	187.6164723	12868.22075	3564.712974	4.83	550.4504033	150.4715085	10458.55766	2858.958661
4.49	673.1490989	186.3955749	12789.83288	3541.515924	4.84	547.3029909	149.5599894	10398.75683	2841.639798
4.5	669.0561529	185.1851852	12712.06691	3518.518519	4.85	544.1790816	148.6557801	10339.40255	2824.459822
4.51	664.9956213	183.9851909	12634.91681	3495.718628	4.86	541.0784603	147.7588079	10280.49075	2807.41735
4.52	660.9671906	182.7954815	12558.37662	3473.114148	4.87	538.0009145	146.8690009	10222.01738	2790.511017
4.53	656.9705509	181.6159475	12482.44047	3450.703003	4.88	534.9462339	145.986288	10163.97844	2773.739473
4.54	653.0053958	180.4464811	12407.10252	3428.483141	4.89	531.9142105	145.1105991	10106.37	2757.101383
4.55	649.0714222	179.2869757	12332.35702	3406.452538	4.9	528.9046385	144.2418648	10049.18813	2740.59543
4.56	645.1683307	178.1373261	12258.19828	3384.609196	4.91	525.9173142	143.3800164	9992.428969	2724.220312
4.57	641.2958251	176.9974284	12184.62068	3362.951139	4.92	522.9520362	142.5249863	9936.088687	2707.97474
4.58	637.4536125	175.86718	12111.61864	3341.476419	4.93	520.0086051	141.6767076	9880.163497	2691.857444
4.59	633.6414034	174.7464796	12039.18667	3320.183112	4.94	517.0868238	140.8351139	9824.649653	2675.867164
4.6	629.8589116	173.6352271	11967.31932	3299.069315	4.95	514.1864973	140.00014	9769.543448	2660.00266
4.61	626.1058539	172.5333239	11896.01122	3278.133153	4.96	511.3074324	139.1717212	9714.841215	2644.262702
4.62	622.3819503	171.4406722	11825.25706	3257.372772	4.97	508.4494382	138.3497935	9660.539326	2628.646077
4.63	618.6869241	170.3571758	11755.05156	3236.786341	4.98	505.6123257	137.534294	9606.634188	2613.151586
4.64	615.0205016	169.2827396	11685.38953	3216.372052	4.99	502.795908	136.7251601	9553.122252	2597.778041
4.65	611.3824121	168.2172694	11616.26583	3196.128119	5	500	135.9223301	9500	2582.524272

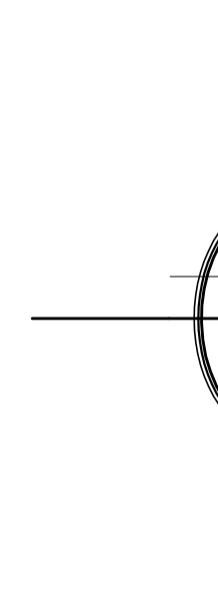
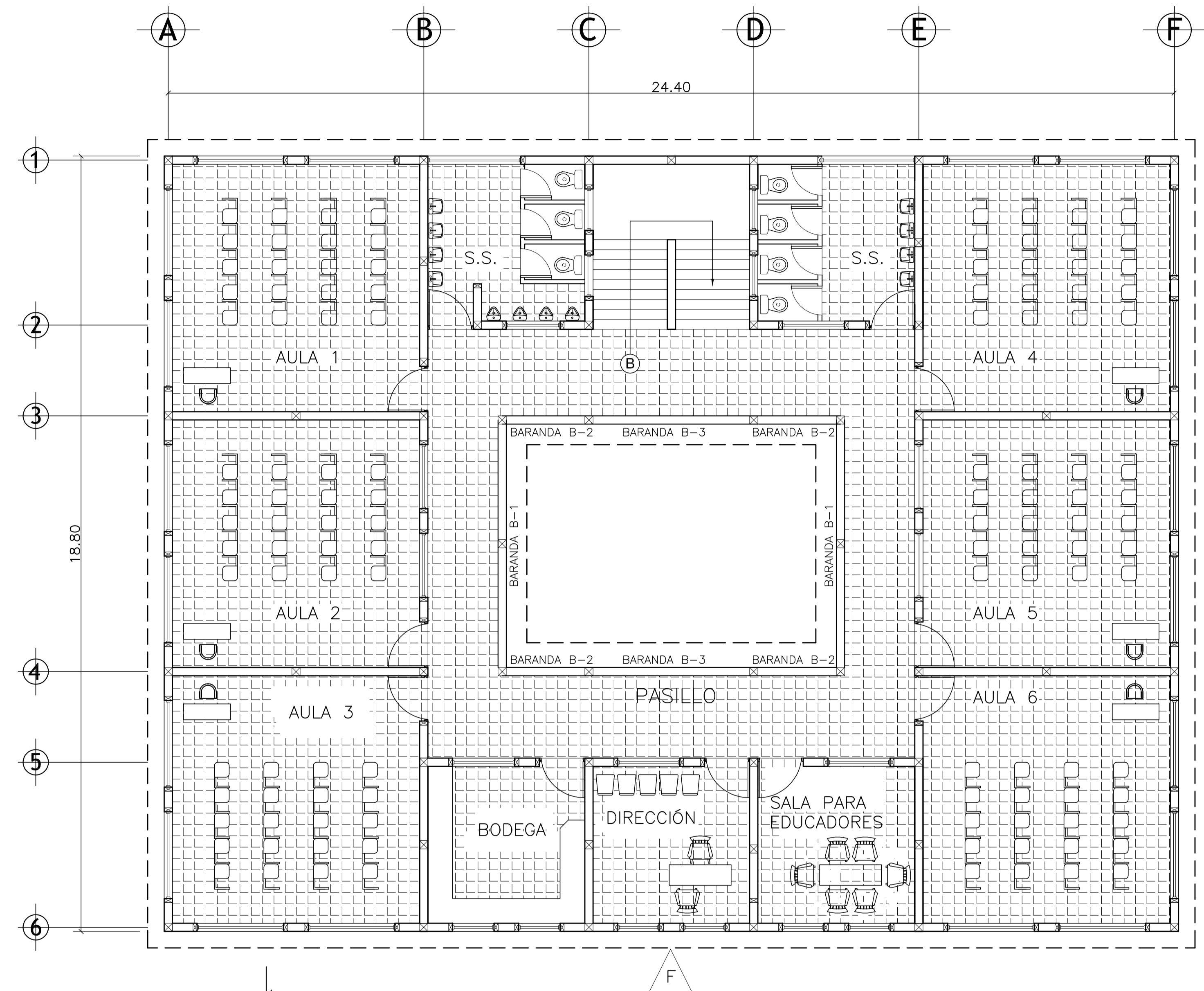
Fuente: propia



PLANTA AMUEBLADA

1er. NIVEL

ESCALA 1/75



PLANTA AMUEBLADA

2do. NIVEL

ESCALA 1/75

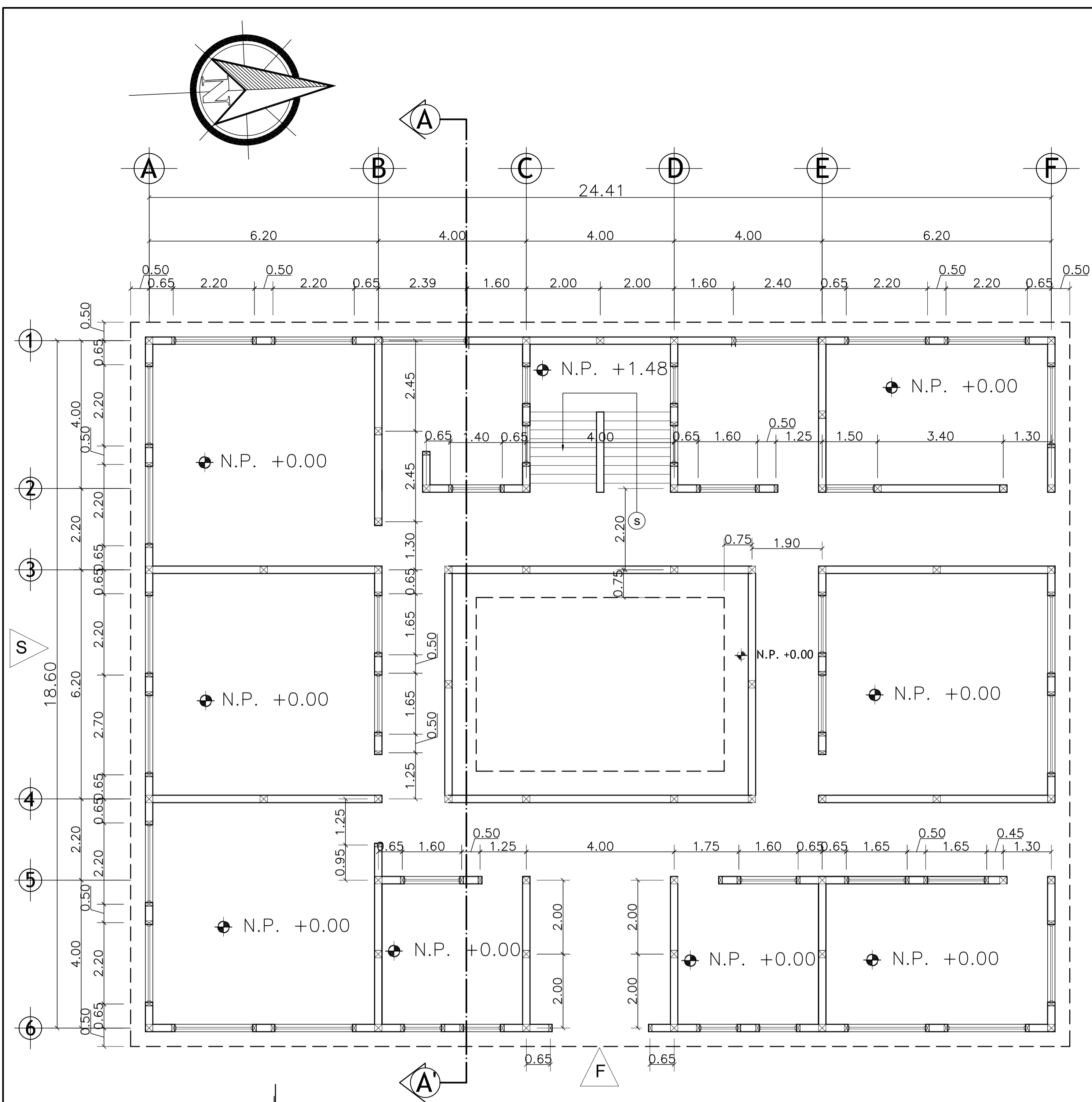
SIMBOLOGIA	
	INDICA MEDIDA EN COTA - MEDIDAS DADAS EN METROS -
	INDICA FACHADA FRONTAL
	INDICA PROYECCIÓN DE VOLADIZO
	INDICA NORTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

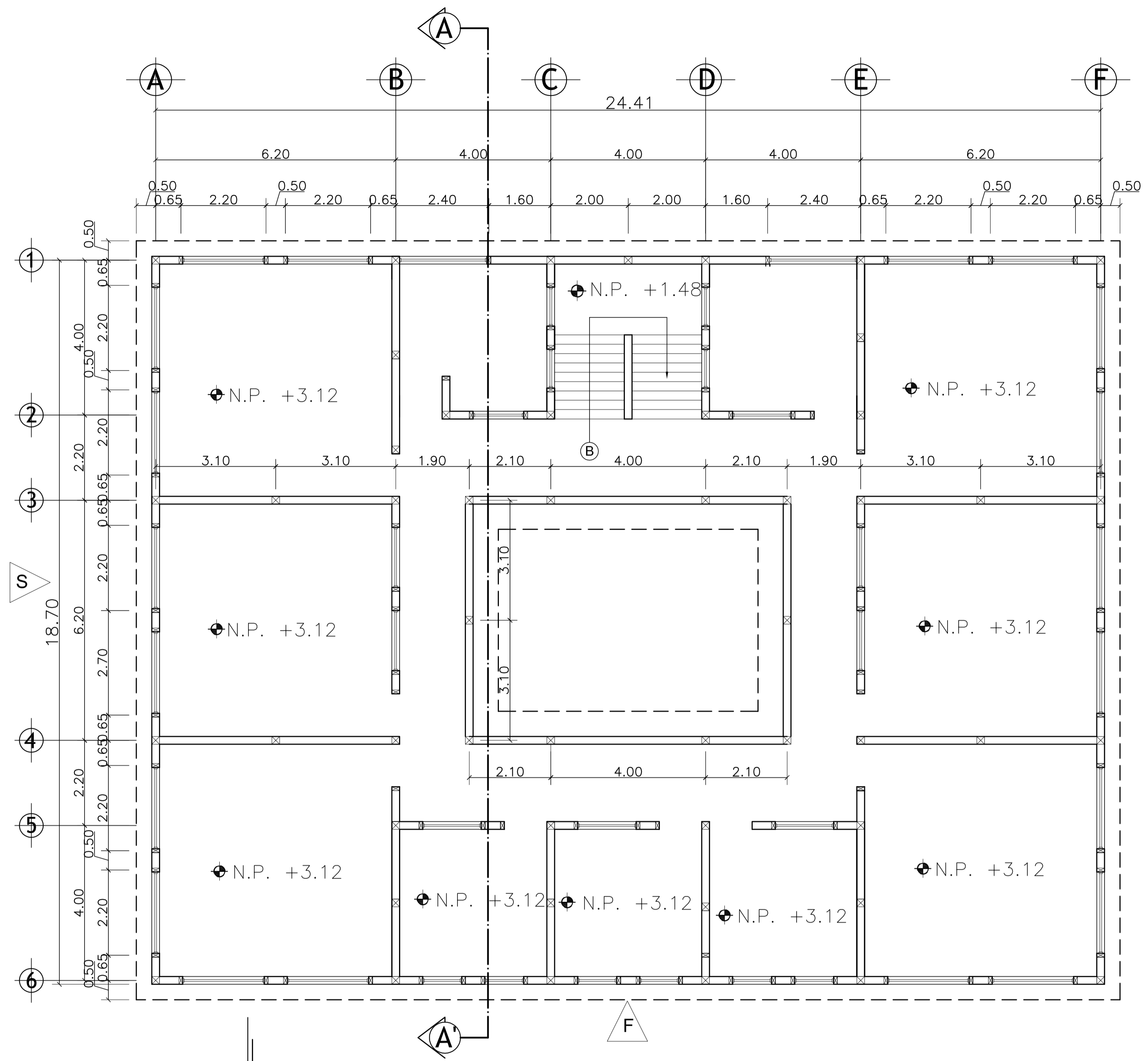
PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA AMUEBLADA	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA 1 16
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



PLANTA ACOTADA
 1er. NIVEL ESCALA 1/75



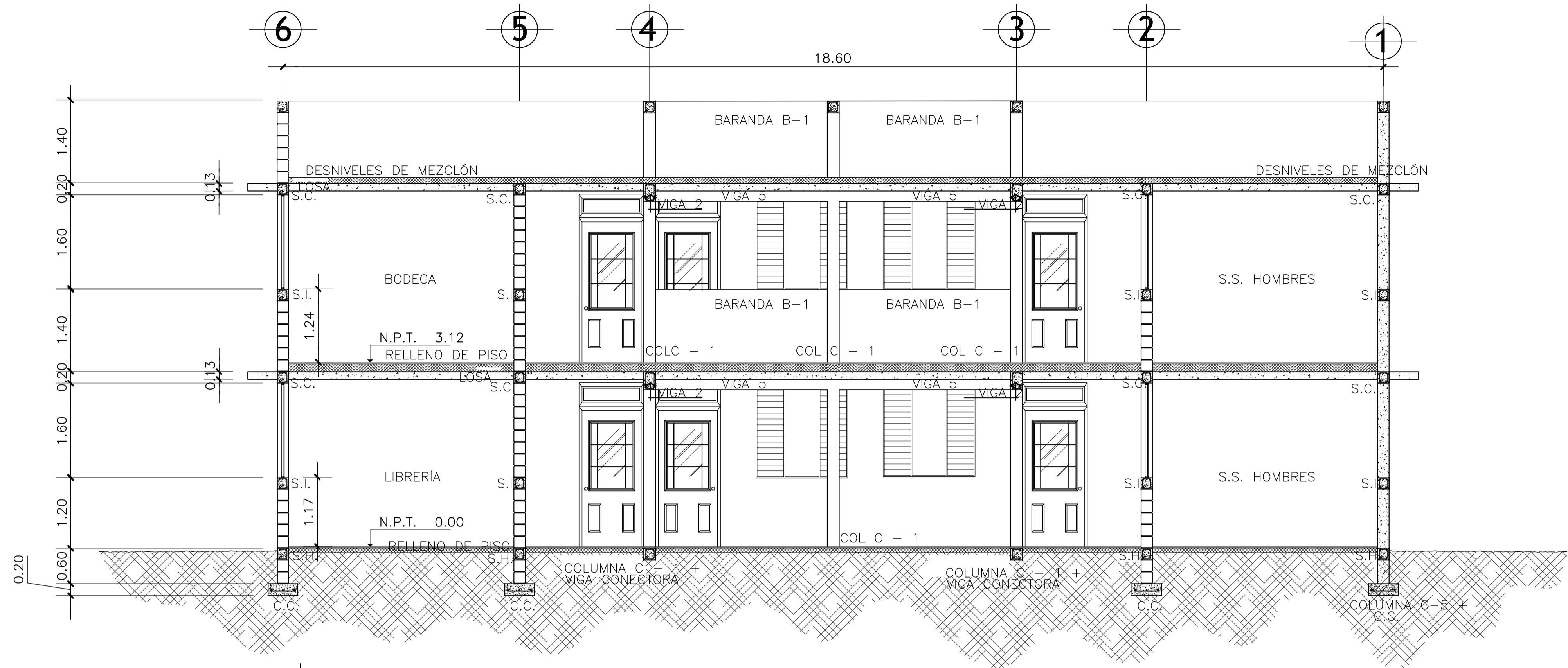
PLANTA ACOTADA
 2do. NIVEL ESCALA 1/75

SIMBOLOGIA	
	NIVEL DE PISO
	INDICA MEDIDA EN COTA - MEDIDAS DADAS EN METROS -
	INDICA FACHADA FRONTAL
	ELEVACIÓN SUR
	INDICA SECCIÓN
	INDICA PROYECCIÓN DE VOLADIZO
	INDICA NORTE

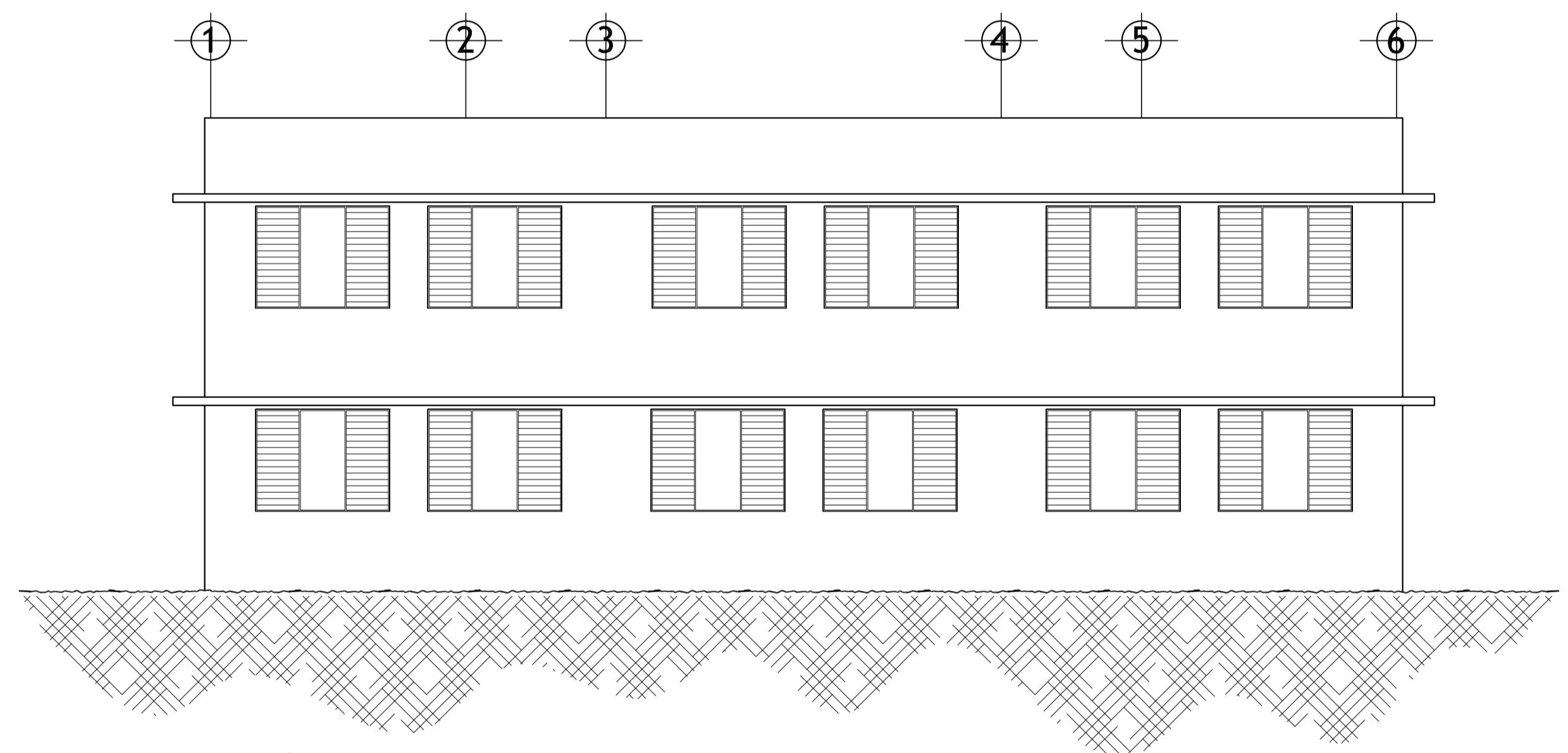
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA ACOTADA	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

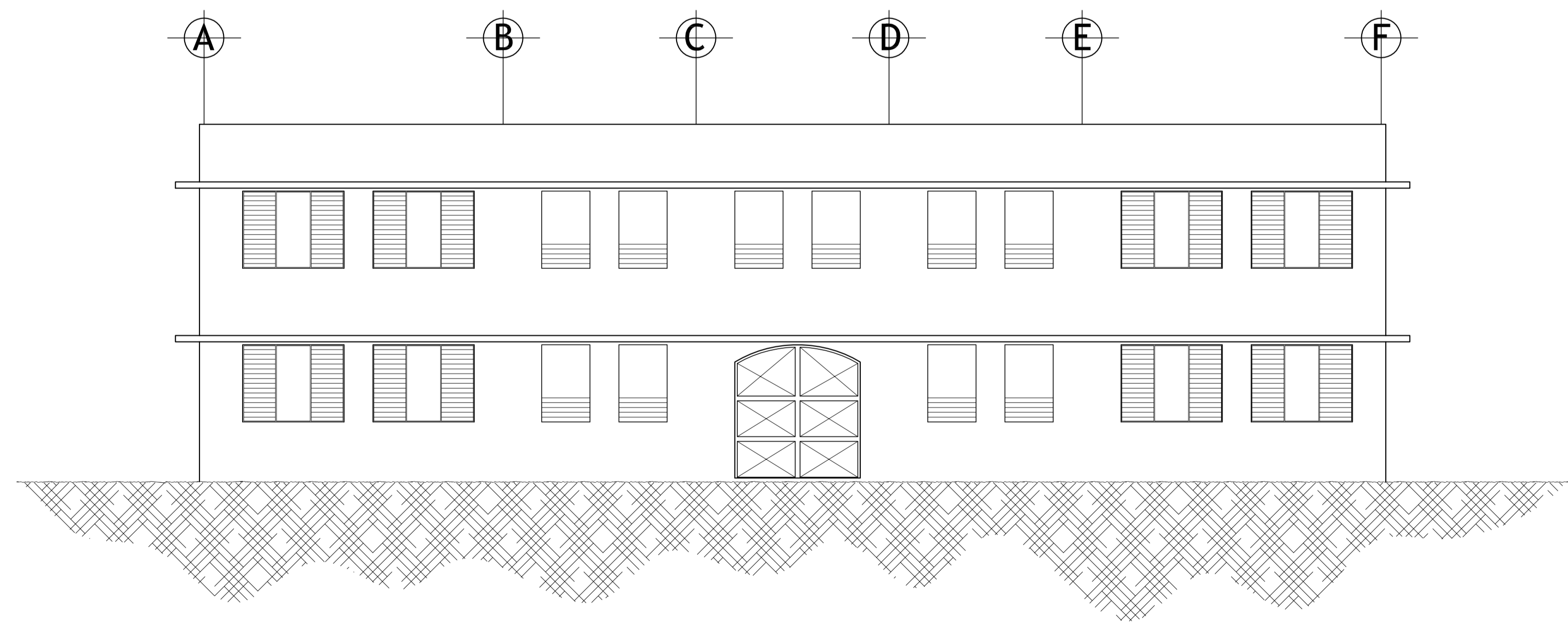
	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES, GUATEMALA	CÁLCULO:	ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA	2 16
	DISEÑO:	ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO:	ANGÉLICA JUÁREZ	



SECCIÓN A-A'
 ESCALA 1/50



ELEVACIÓN SUR
 ESCALA 1/75



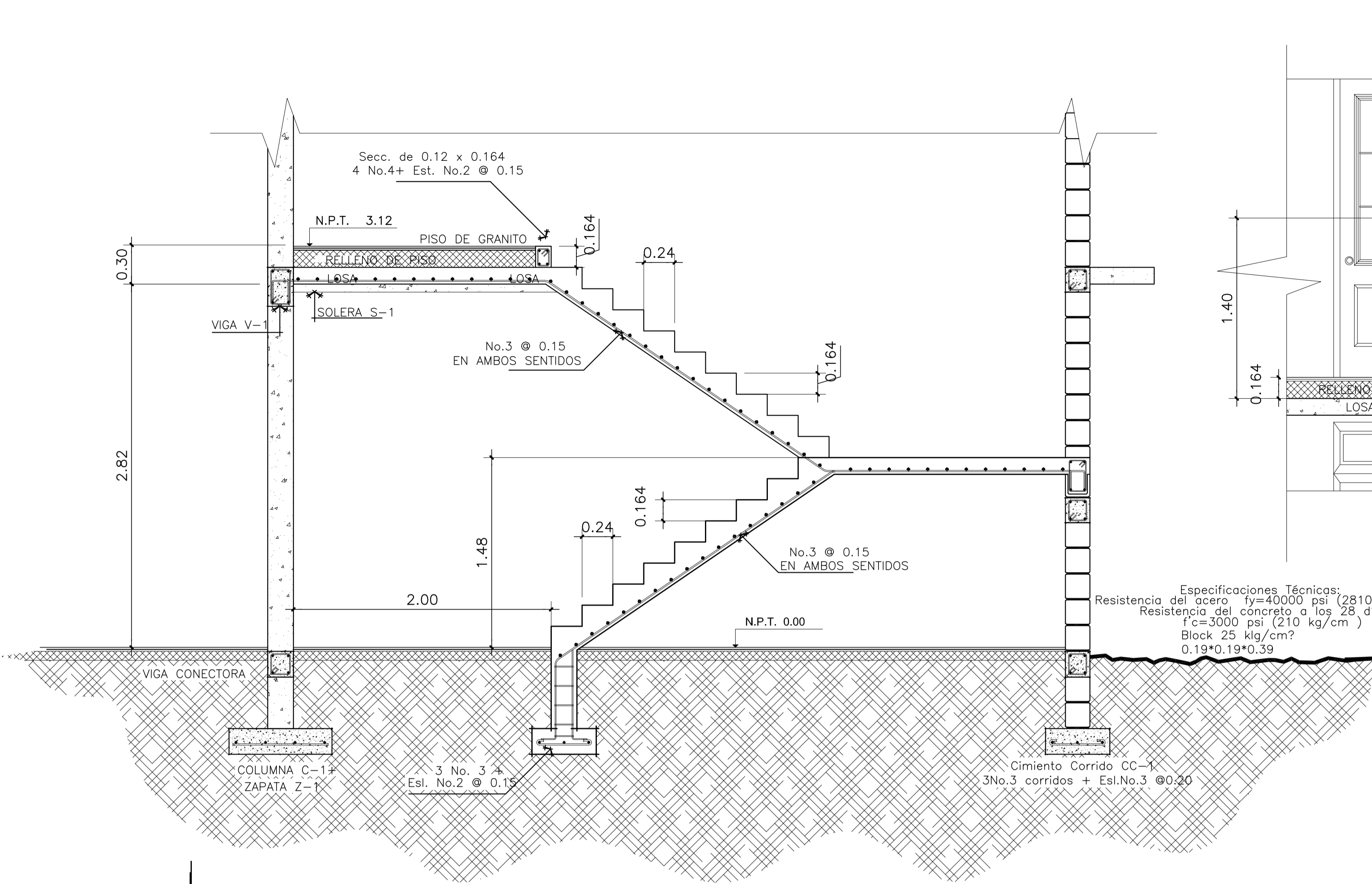
ELEVACIÓN FRONTAL
 ESCALA 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	ELEVACIÓN FRONTAL Y SUR + SECCIÓN A-A'	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

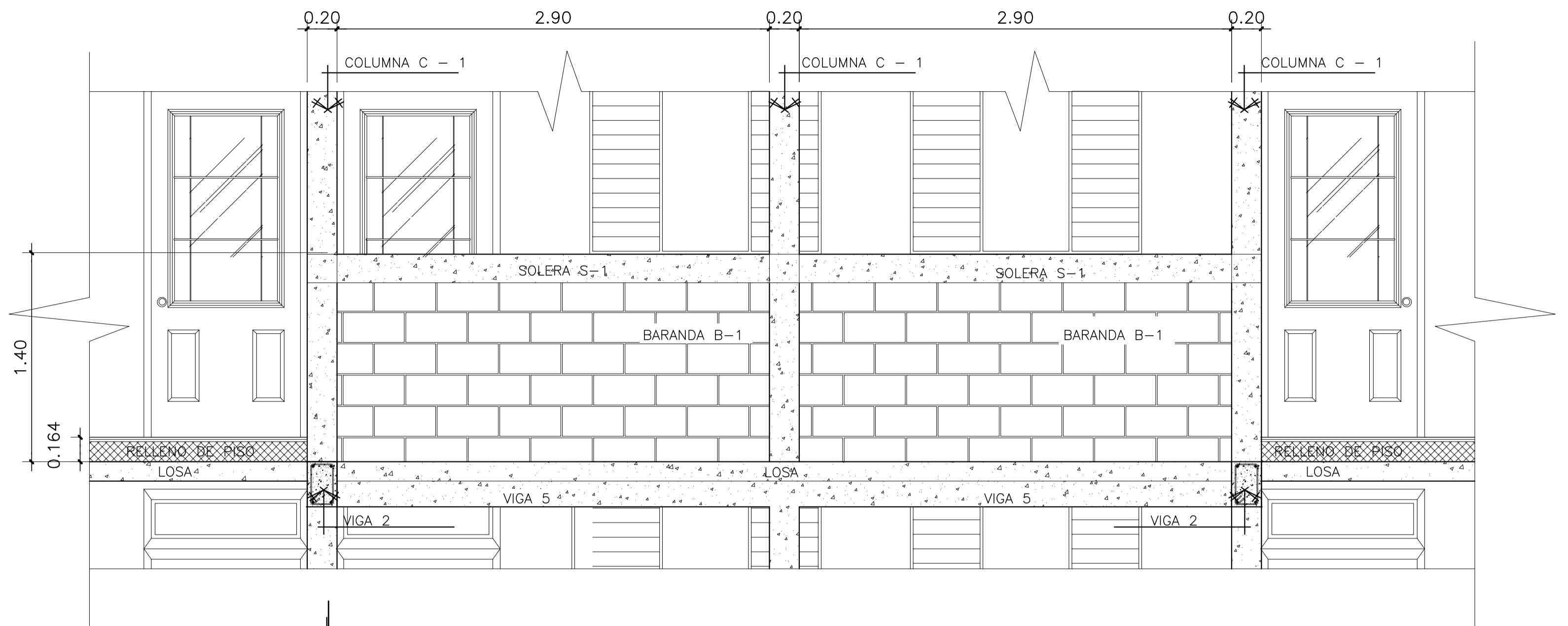
	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	3

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ
EPESISTA



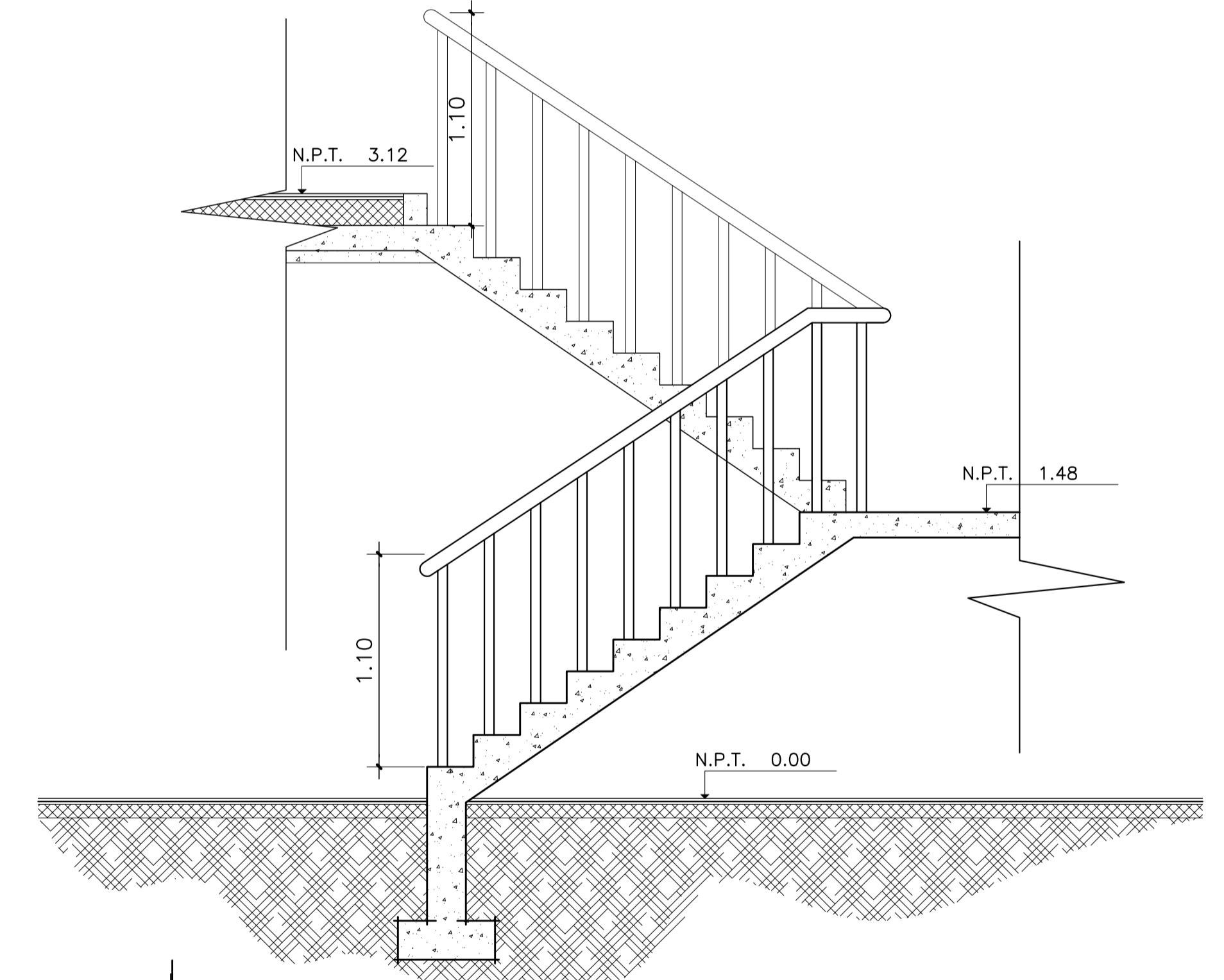
DETALLE DE GRADAS

ESCALA 1/25



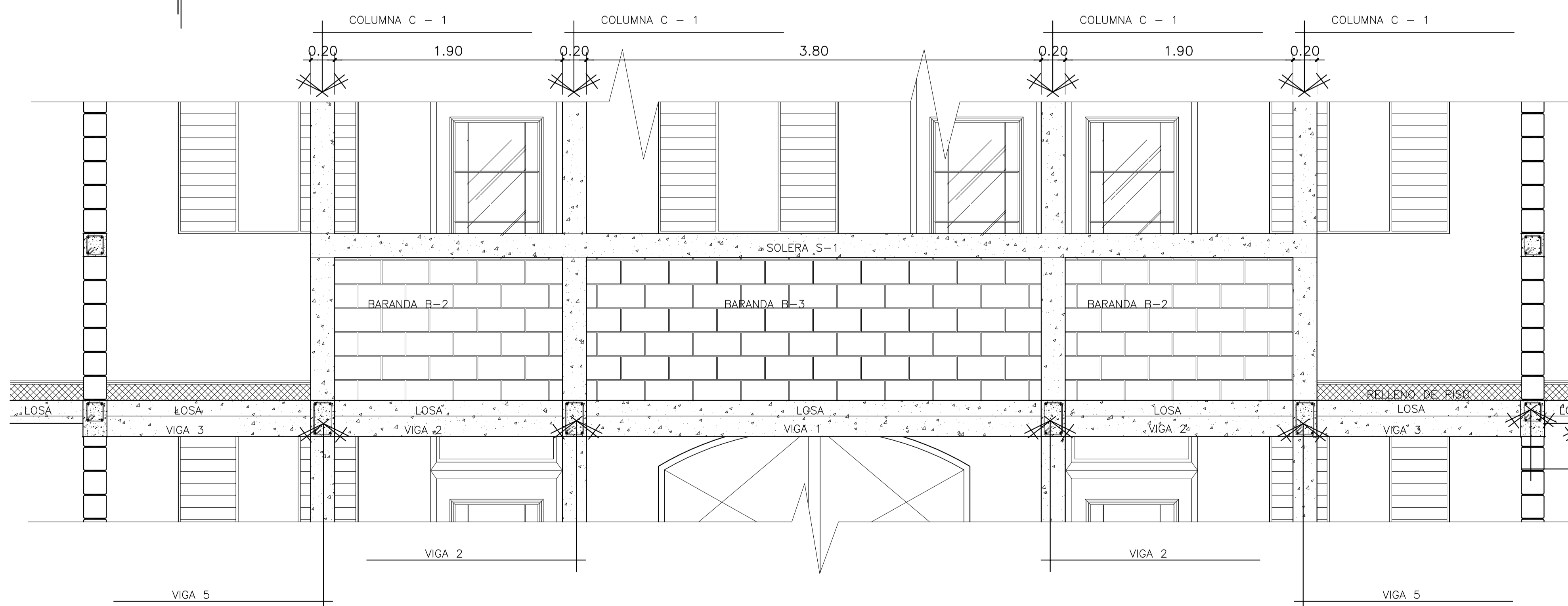
DETALLE DE BARANDA B-1

ESCALA 1/25



BARANDA DE GRADAS

ESCALA 1/25




DETALLE DE BARANDA B-2 Y B-3

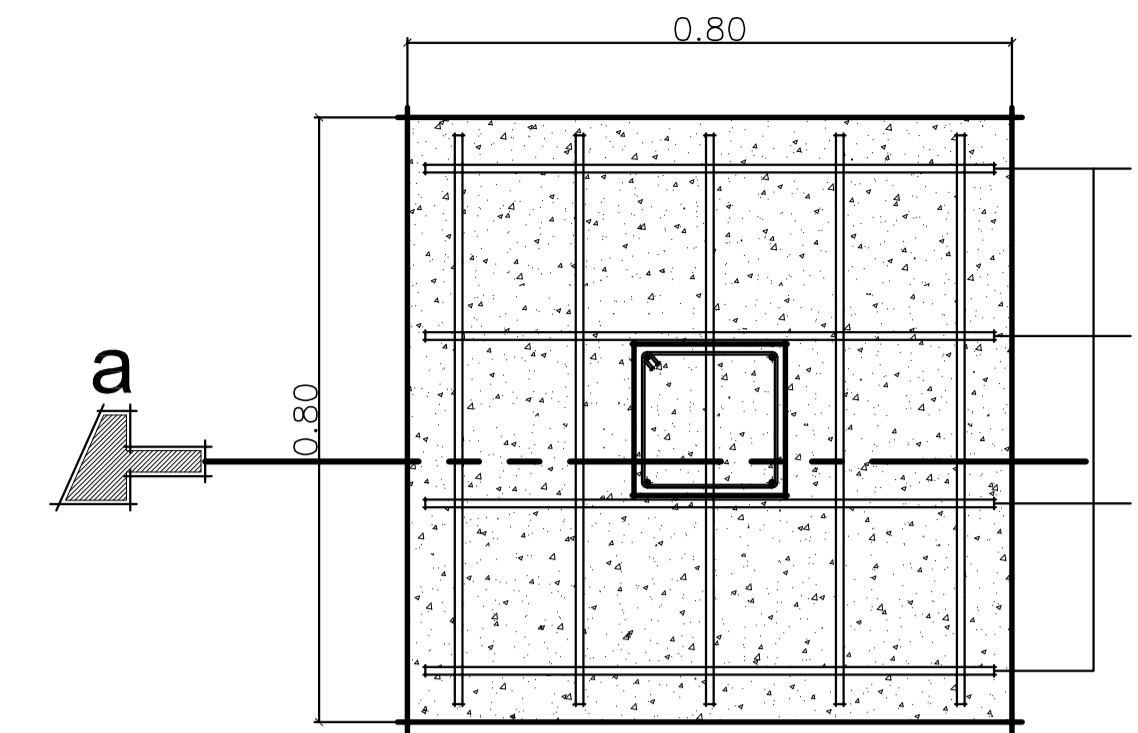
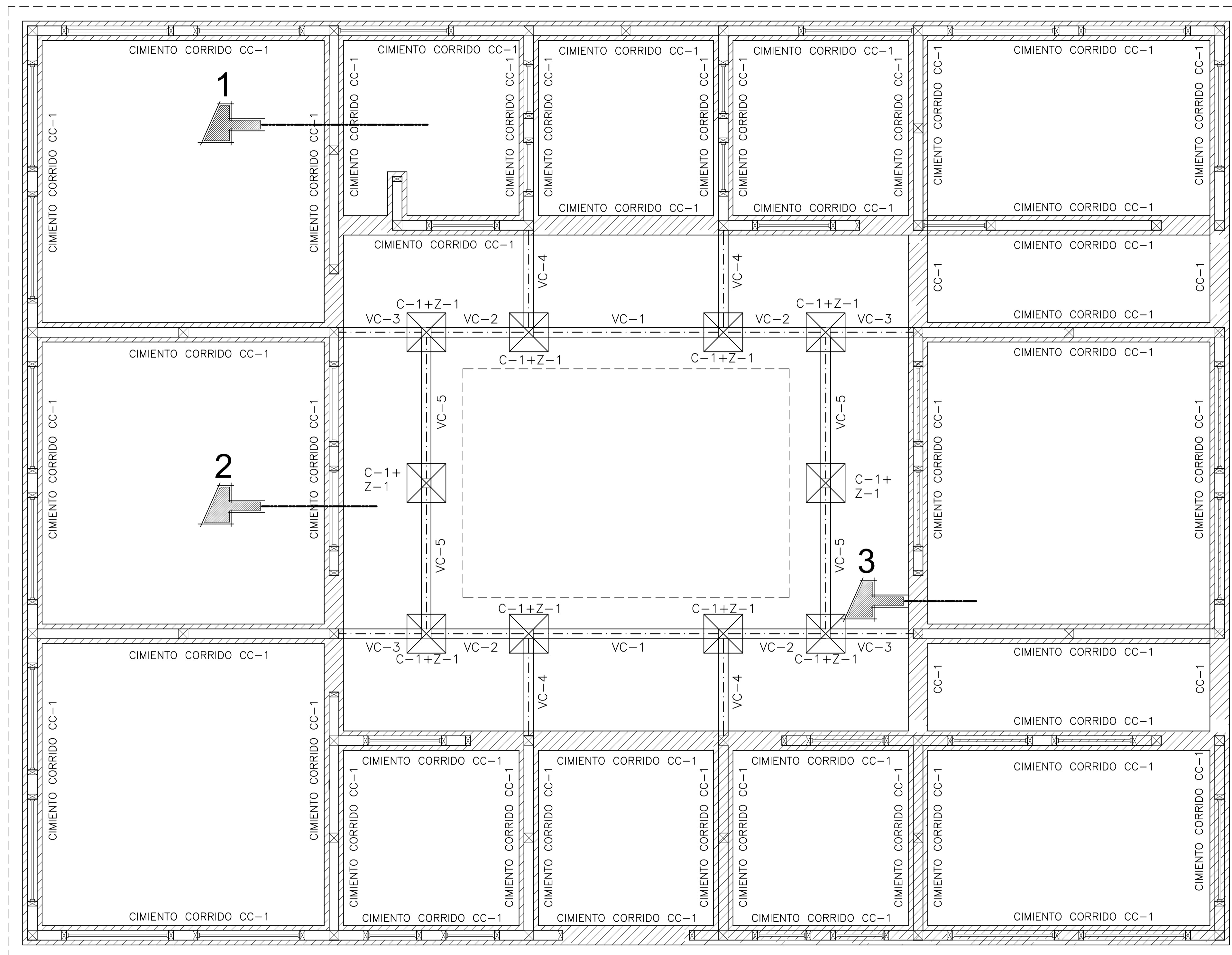
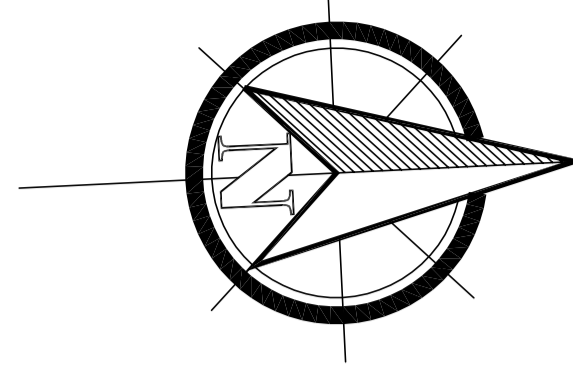
ESCALA 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

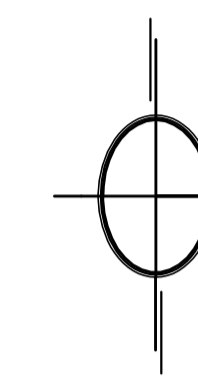
PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	DETALLE DE GRADAS Y BARANDAS	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	4 / 16

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



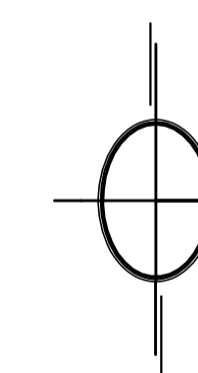
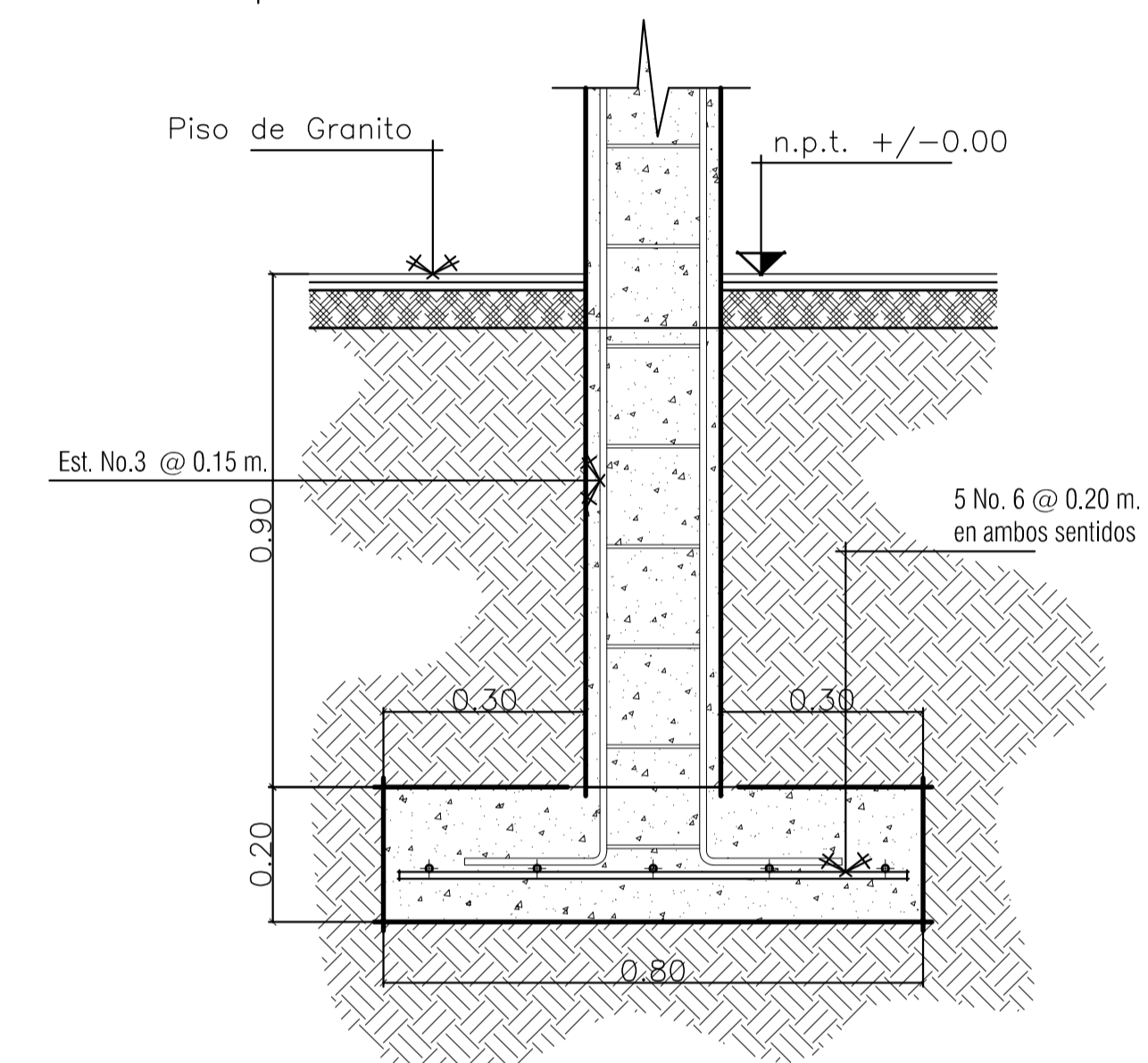
4 No. 4 @ 0.20 m.
en ambos sentidos



Zapata Z-1

Sección a-a

ESCALA 1/10



Detalle de Zapata Z-1

ESCALA 1/10

SIMBOLOGIA

	INDICA SECCIÓN
	INDICA VIGA CONECTORA
	INDICA VOLADIZO
	INDICA NORTE

PLANTA DE CIMIENTOS

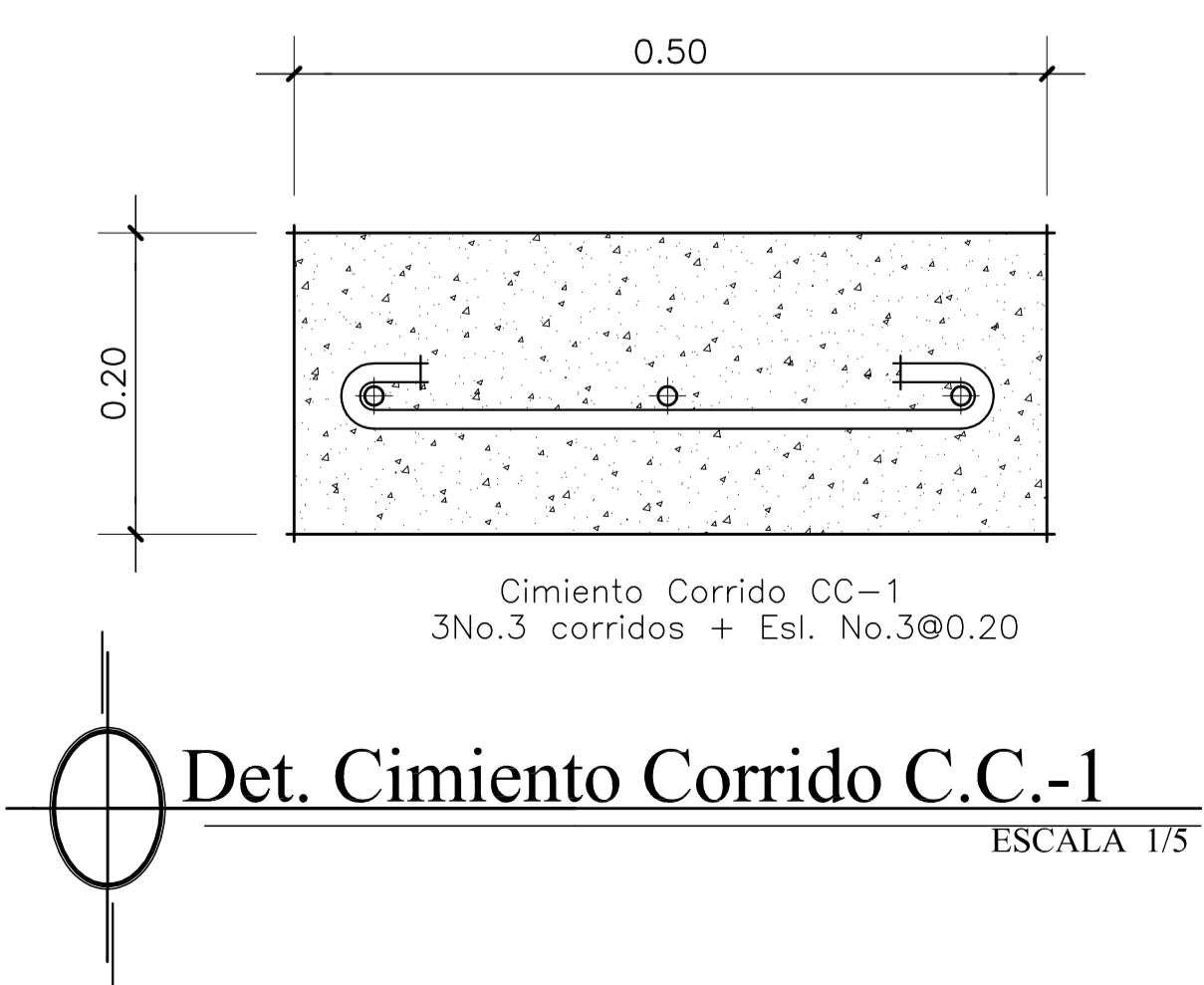
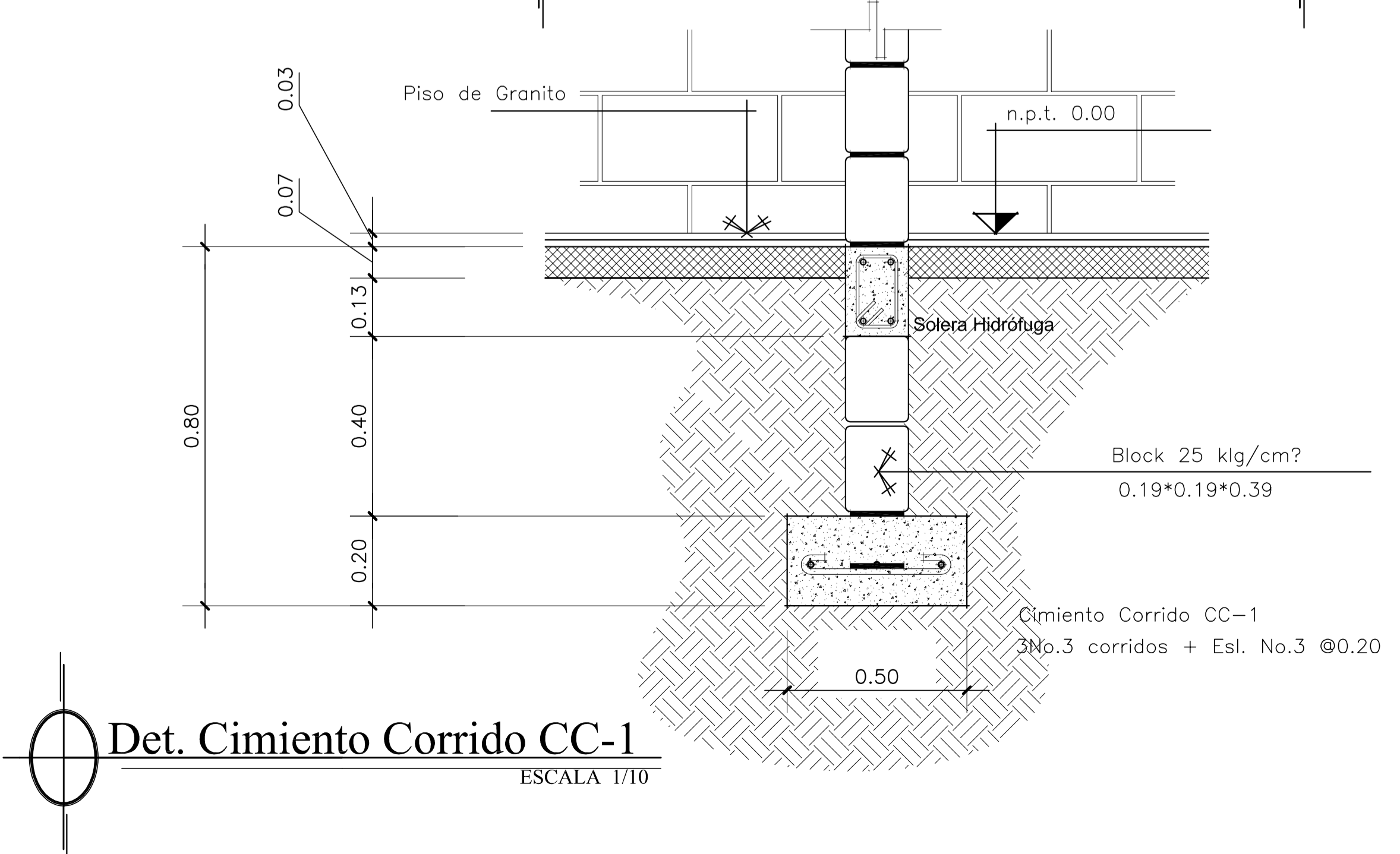
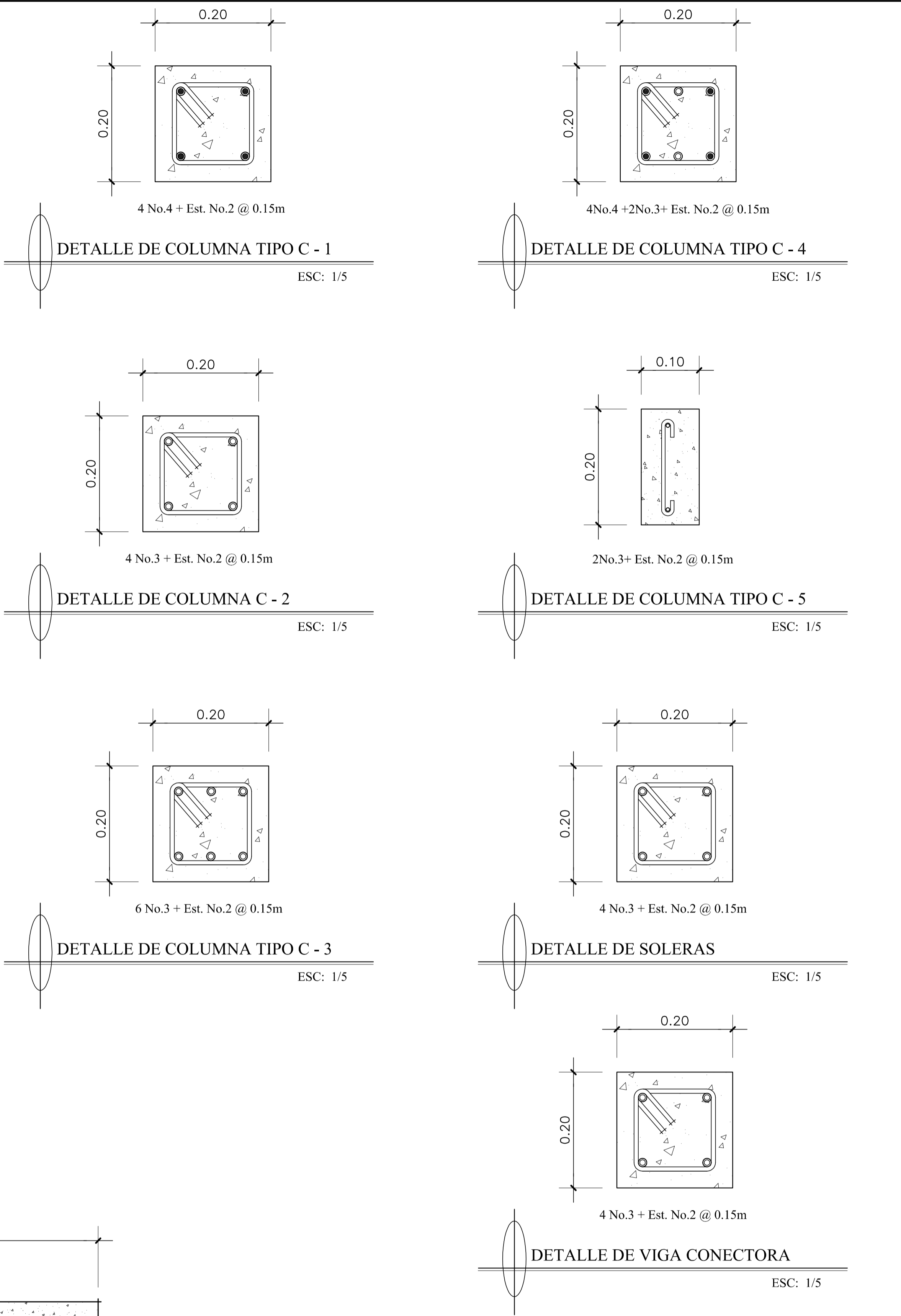
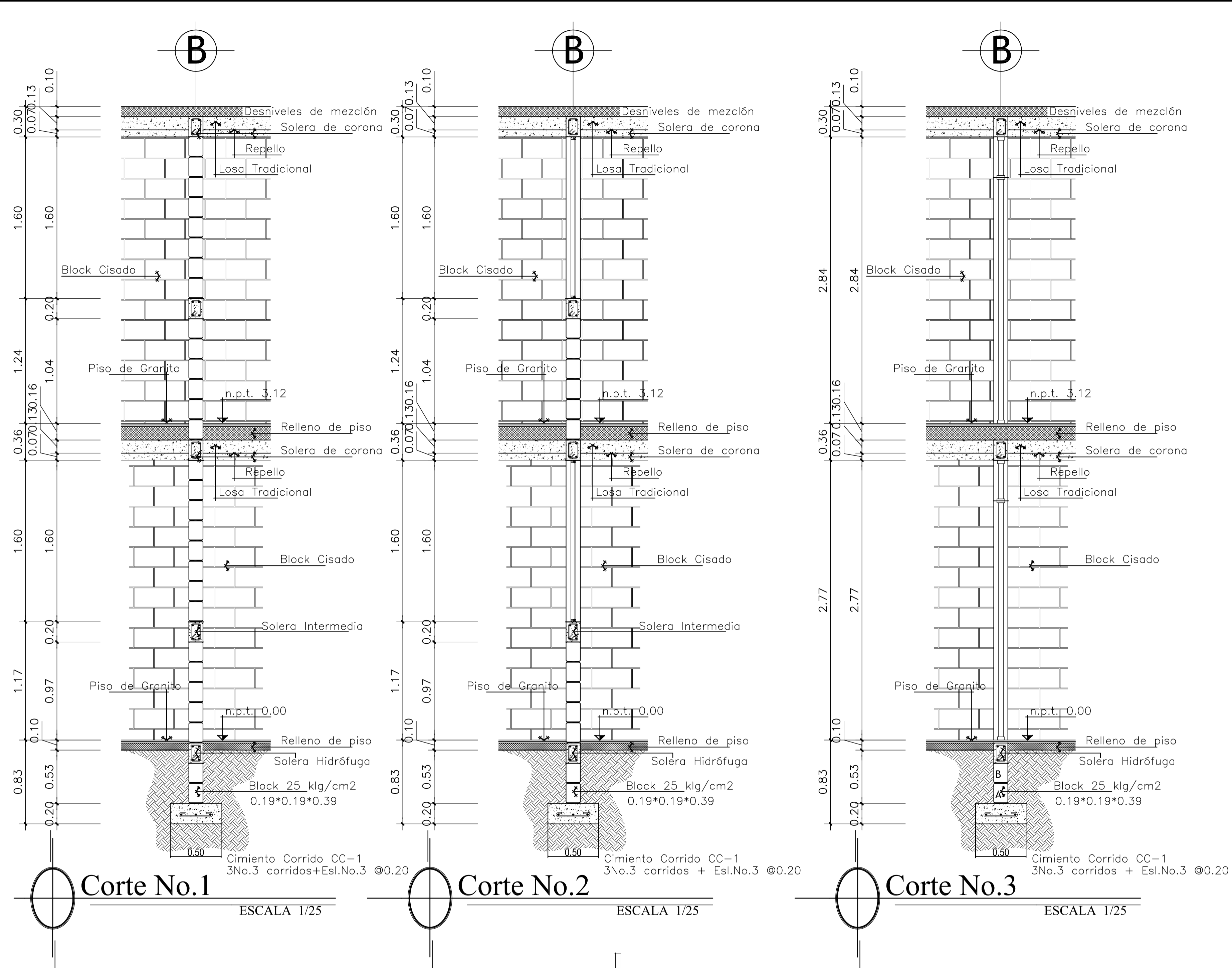
ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE CIMIENTOS	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	5
		16	

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA

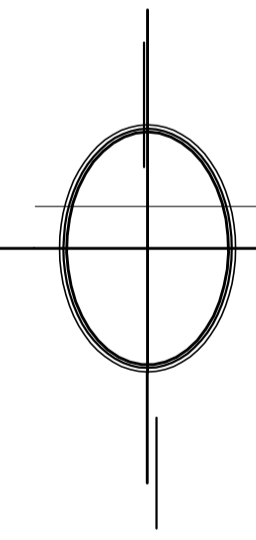
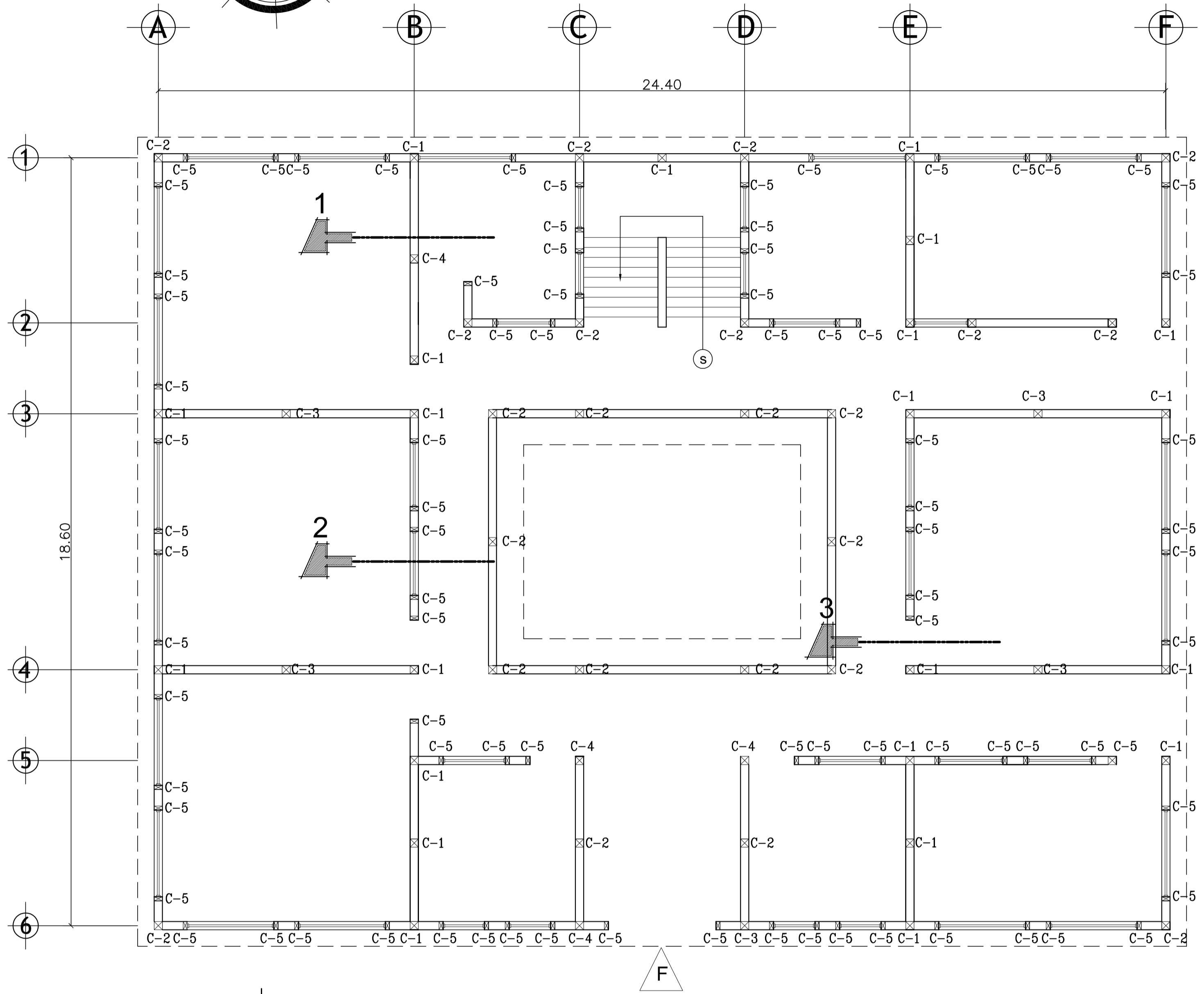
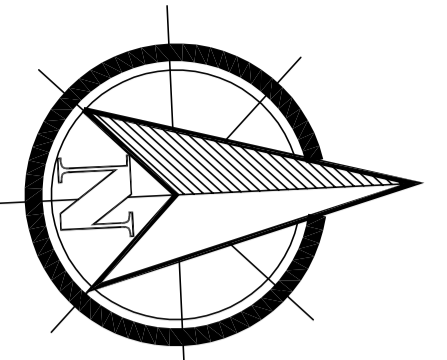


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	CORTES DE MURO + DETALLES DE COLUMNAS	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	6

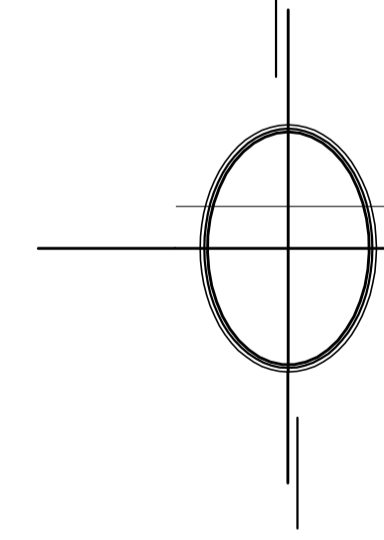
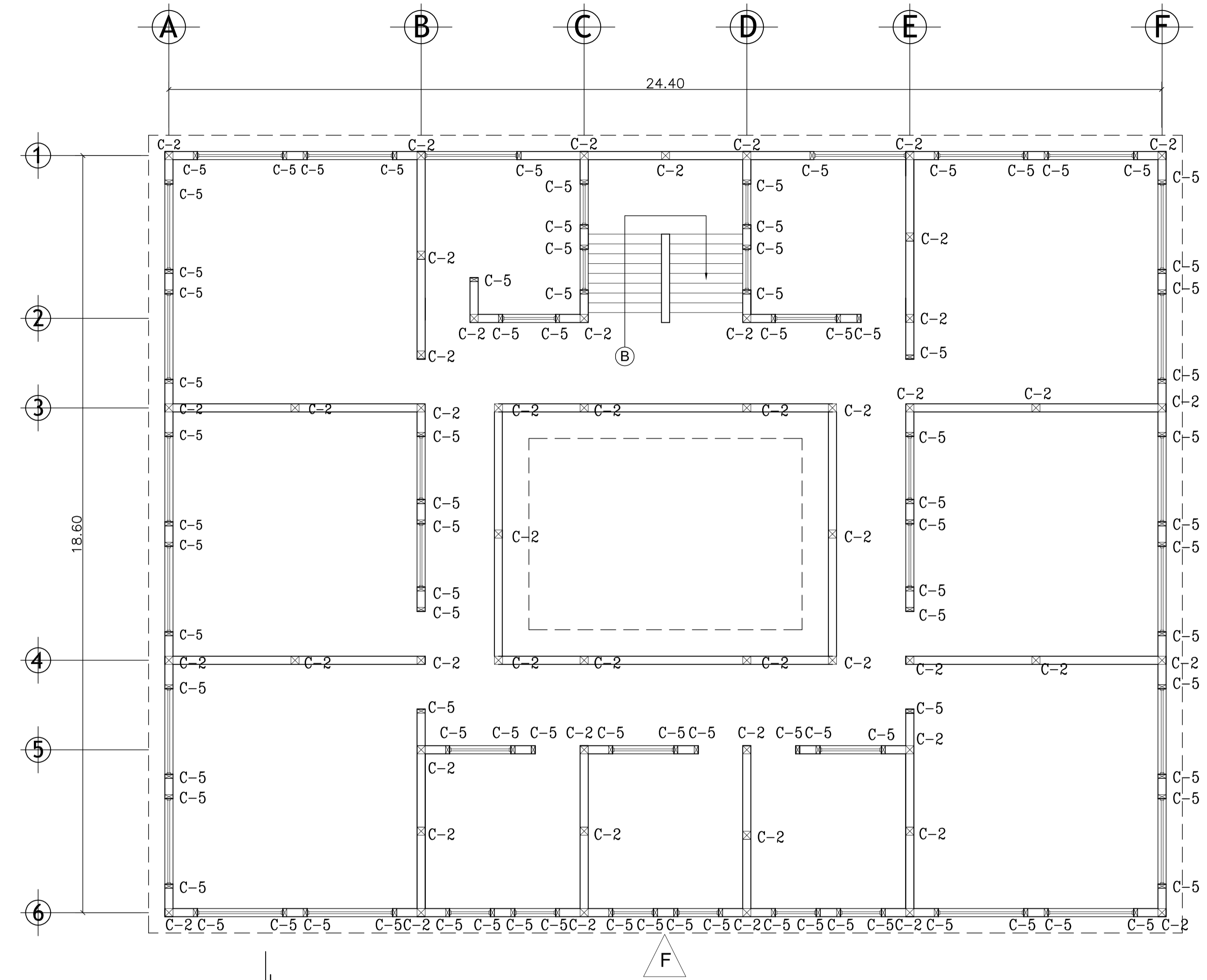
ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



PLANTA DE COLUMNAS

1er. NIVEL

ESCALA 1/75



PLANTA DE COLUMNAS

2do. NIVEL

ESCALA 1/75

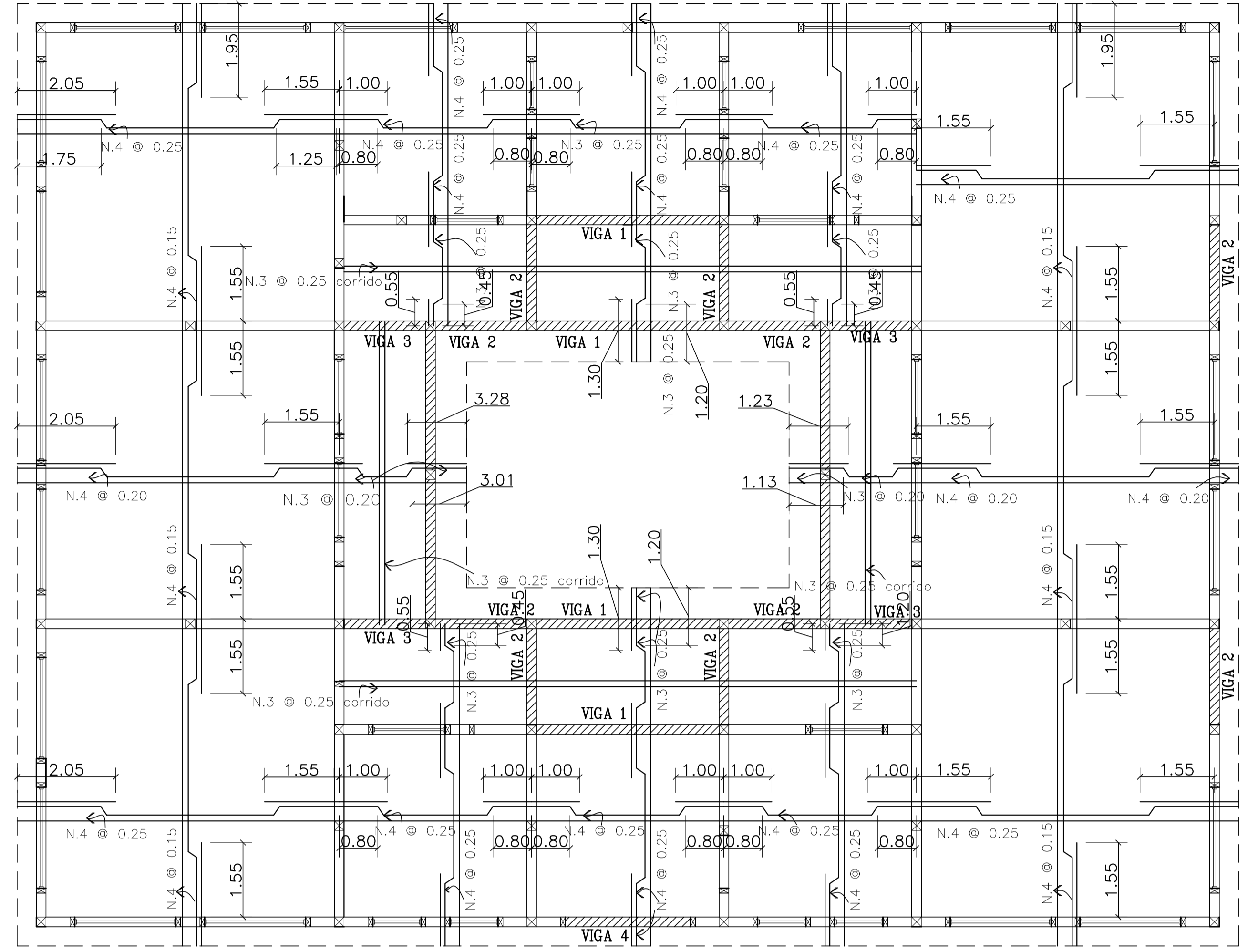
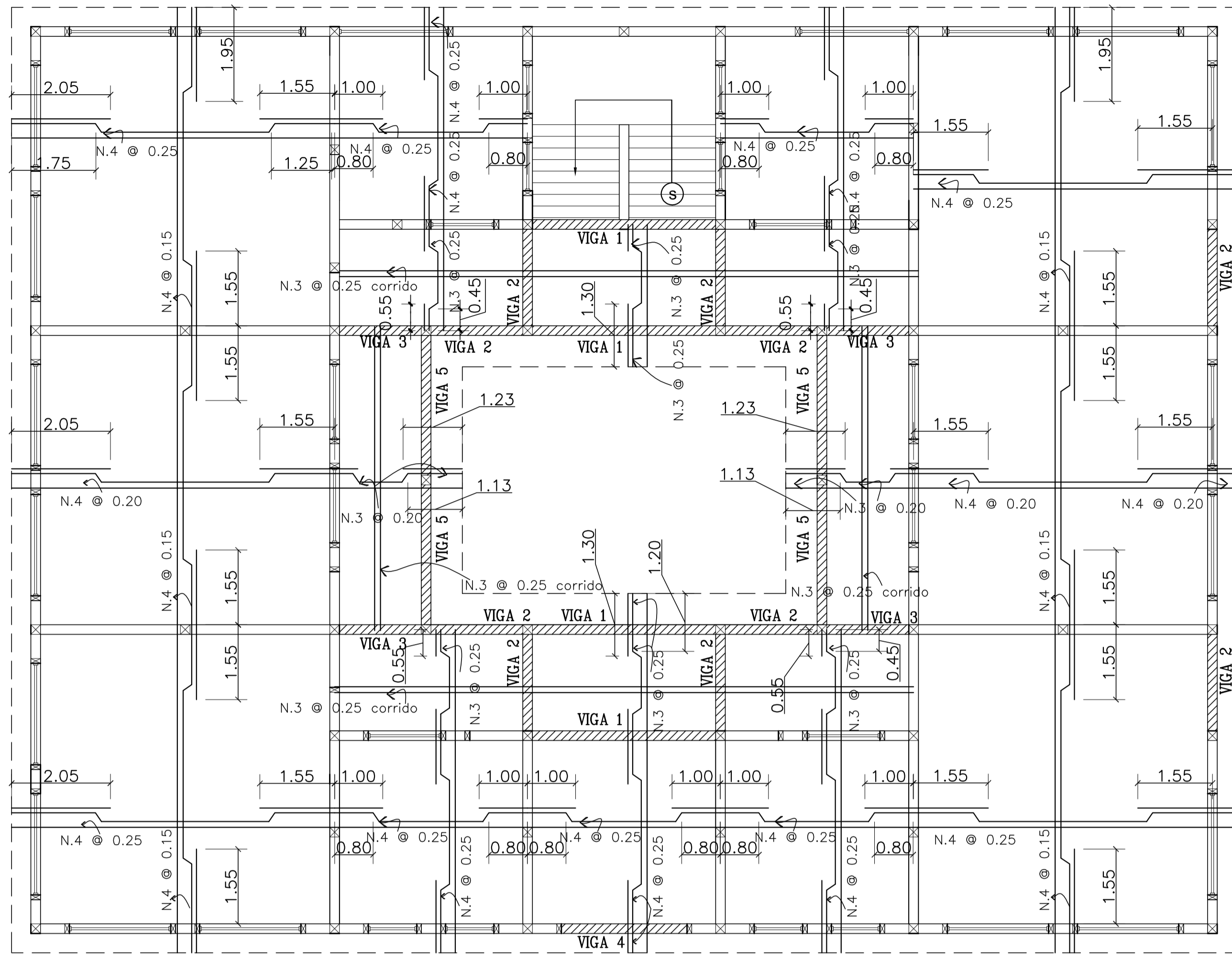
SIMBOLOGIA	
	INDICA MEDIDA EN COTA - MEDIDAS DADAS EN METROS -
	INDICA SECCIÓN
	INDICA FACHADA FRONTAL
	INDICA COLUMNA
	INDICA VOLADIZO
	INDICA NORTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERÍO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE COLUMNAS	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

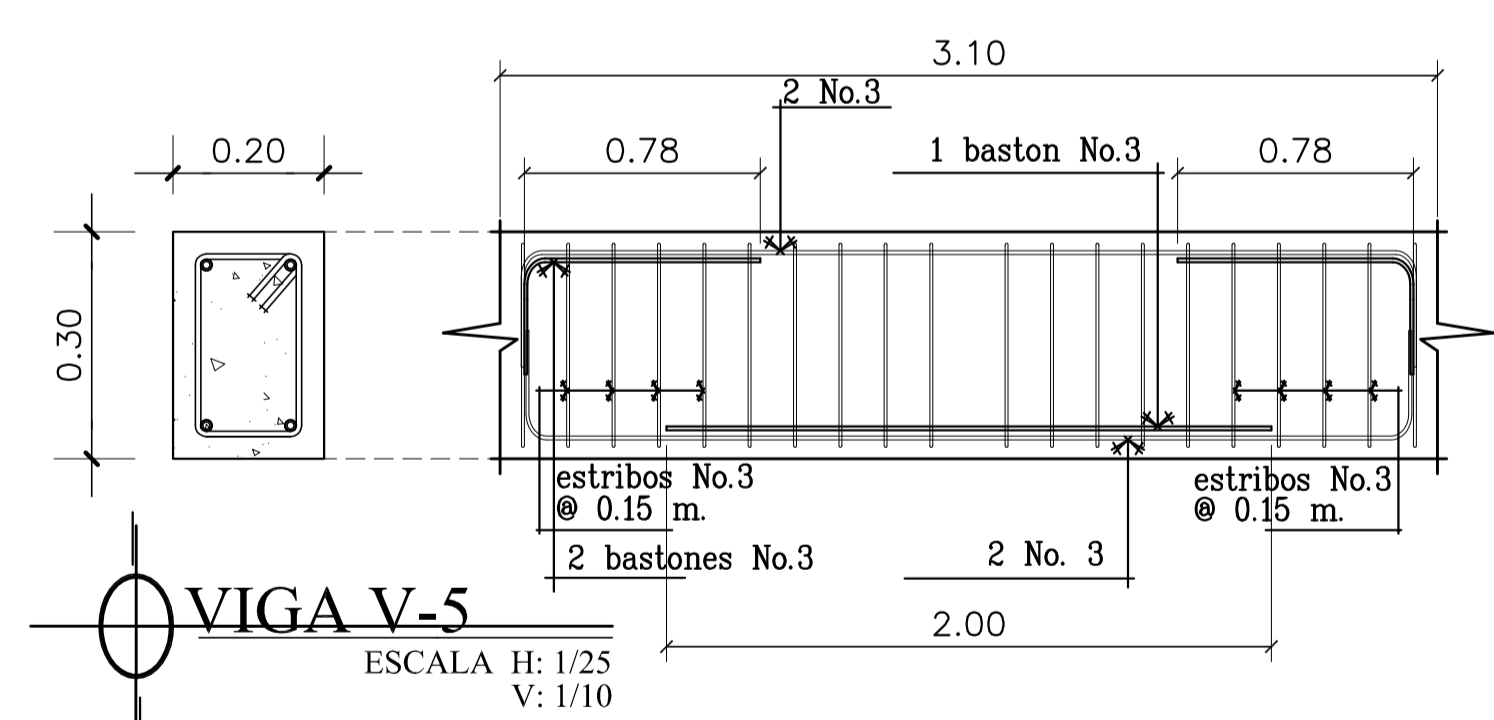
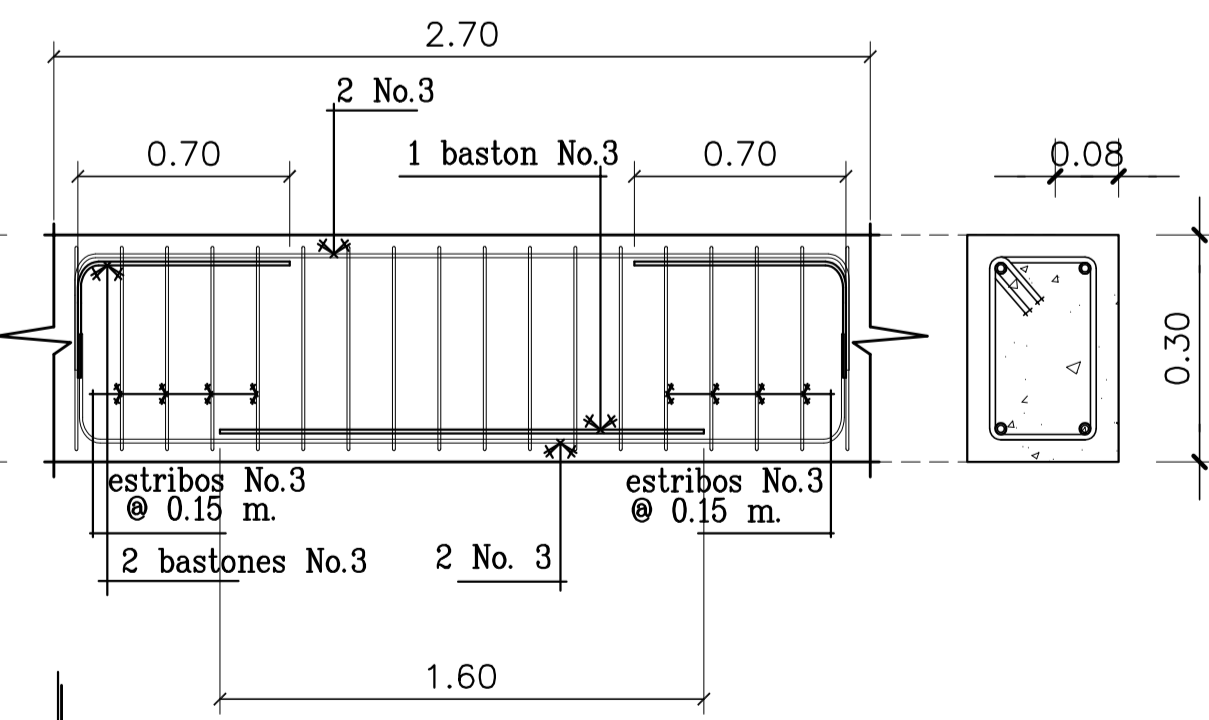
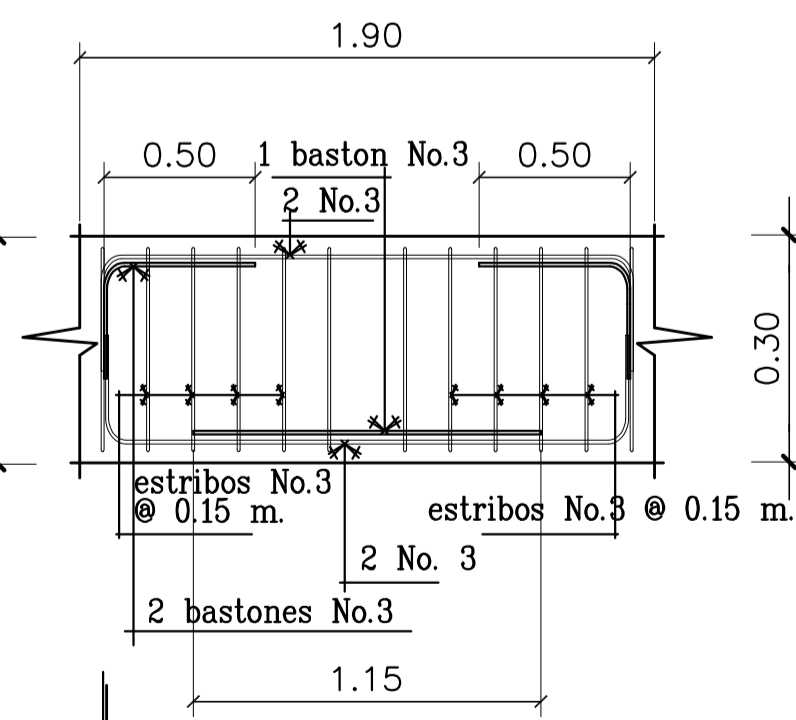
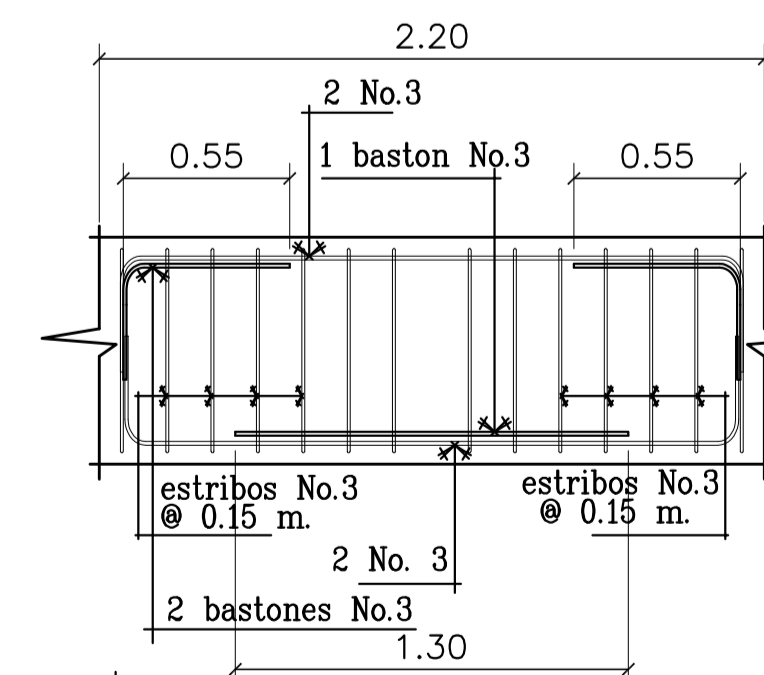
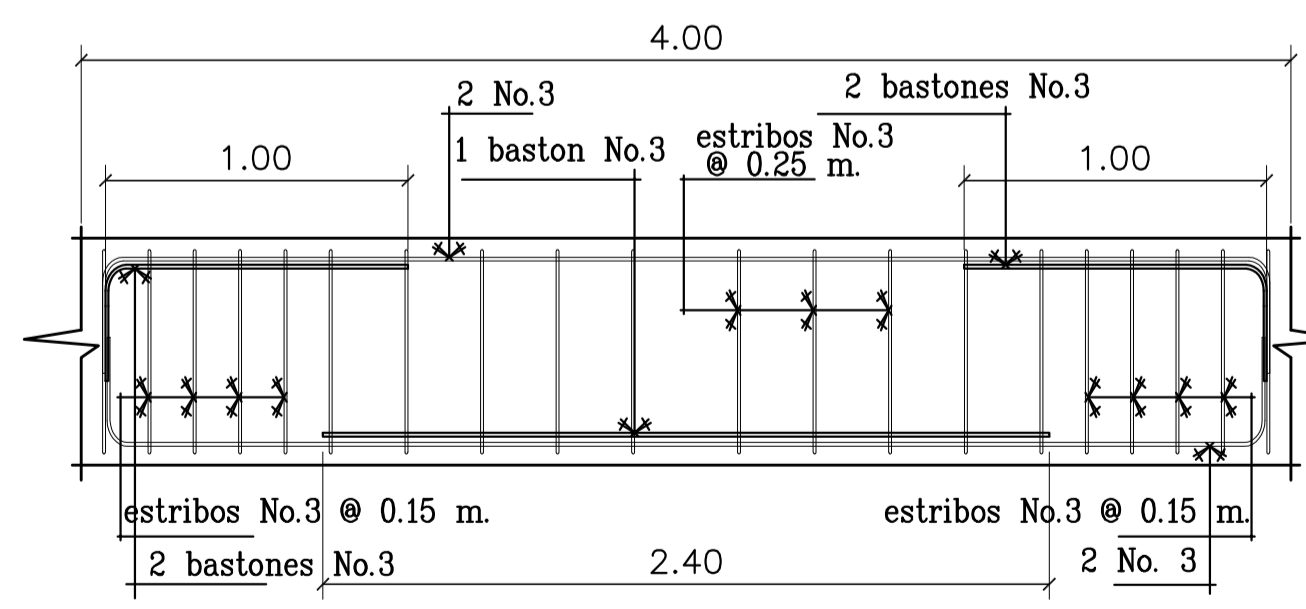
	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	7 / 16

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



PLANTA DE LOSAS Y VIGAS
1er. NIVEL
ESCALA 1/75

PLANTA DE LOSAS Y VIGAS
2do. NIVEL
ESCALA 1/75



VIGA V-1
ESCALA H: 1/25
V: 1/10

VIGA V-2
ESCALA H: 1/25
V: 1/10

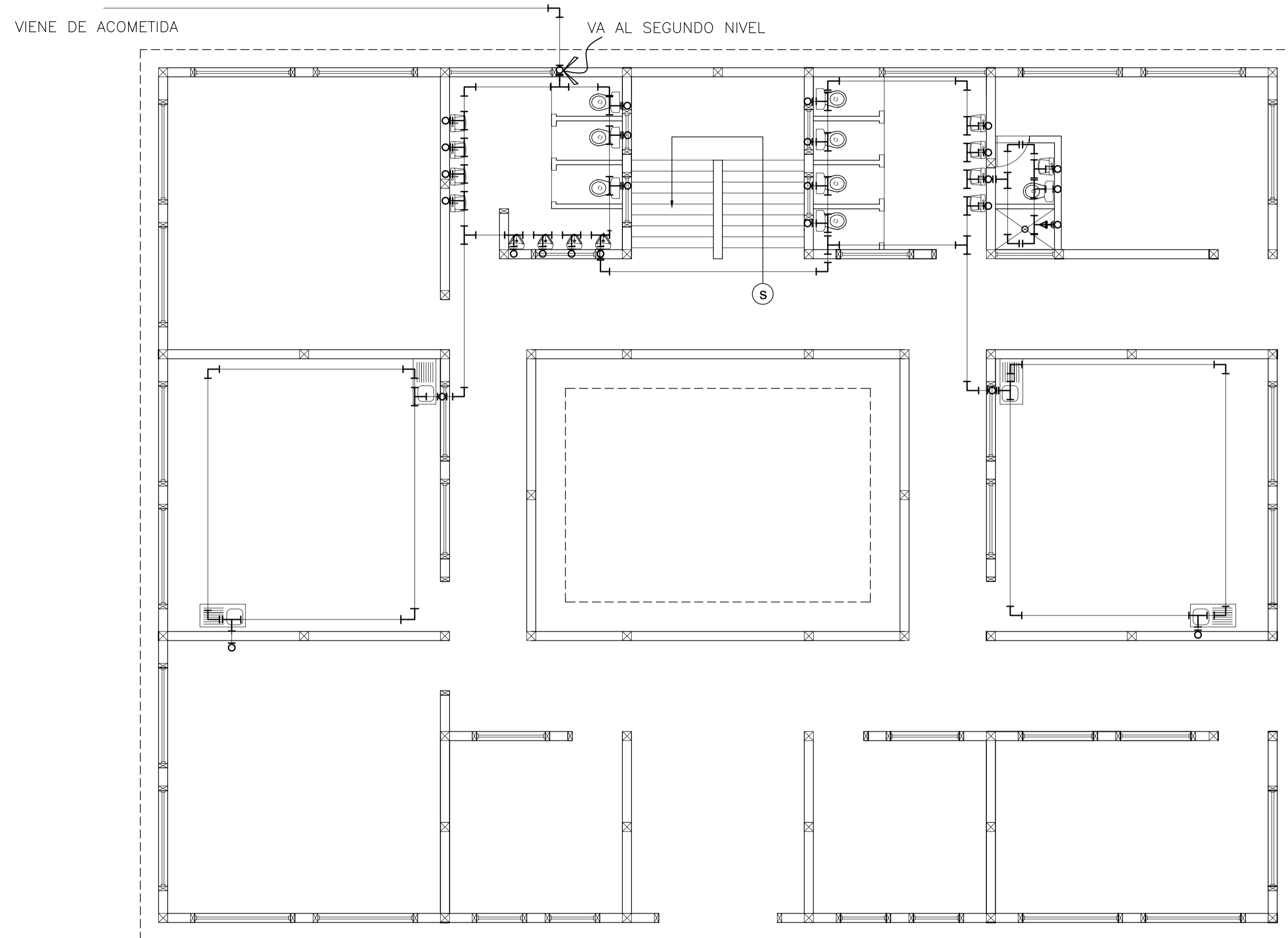
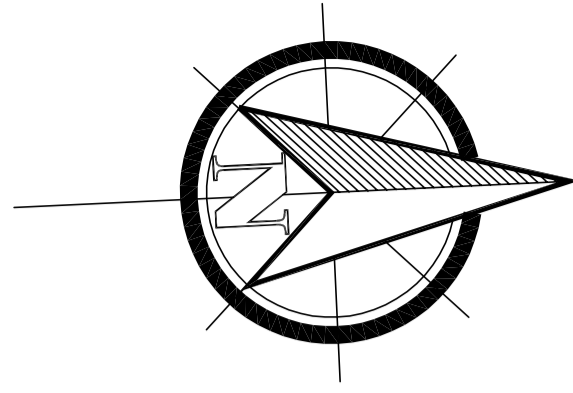
VIGA V-3
ESCALA H: 1/25
V: 1/10

VIGA V-4
ESCALA H: 1/25
V: 1/10

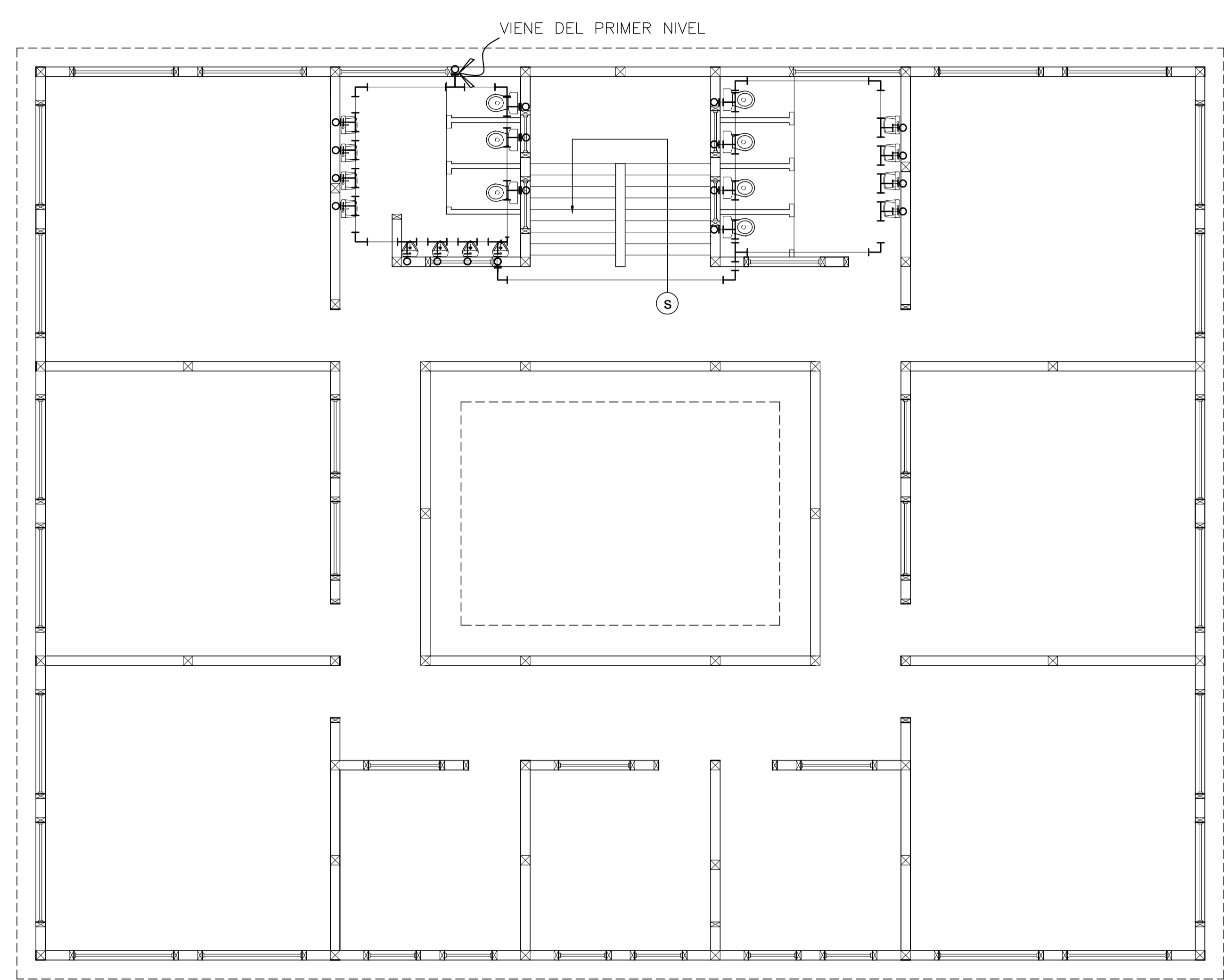
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE LOSAS Y VIGAS	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	8
ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR		CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA	



PLANTA DE AGUA POTABLE
 Ter. NIVEL ESCALA 1/75



PLANTA DE AGUA POTABLE
 2ndo. NIVEL ESCALA 1/75

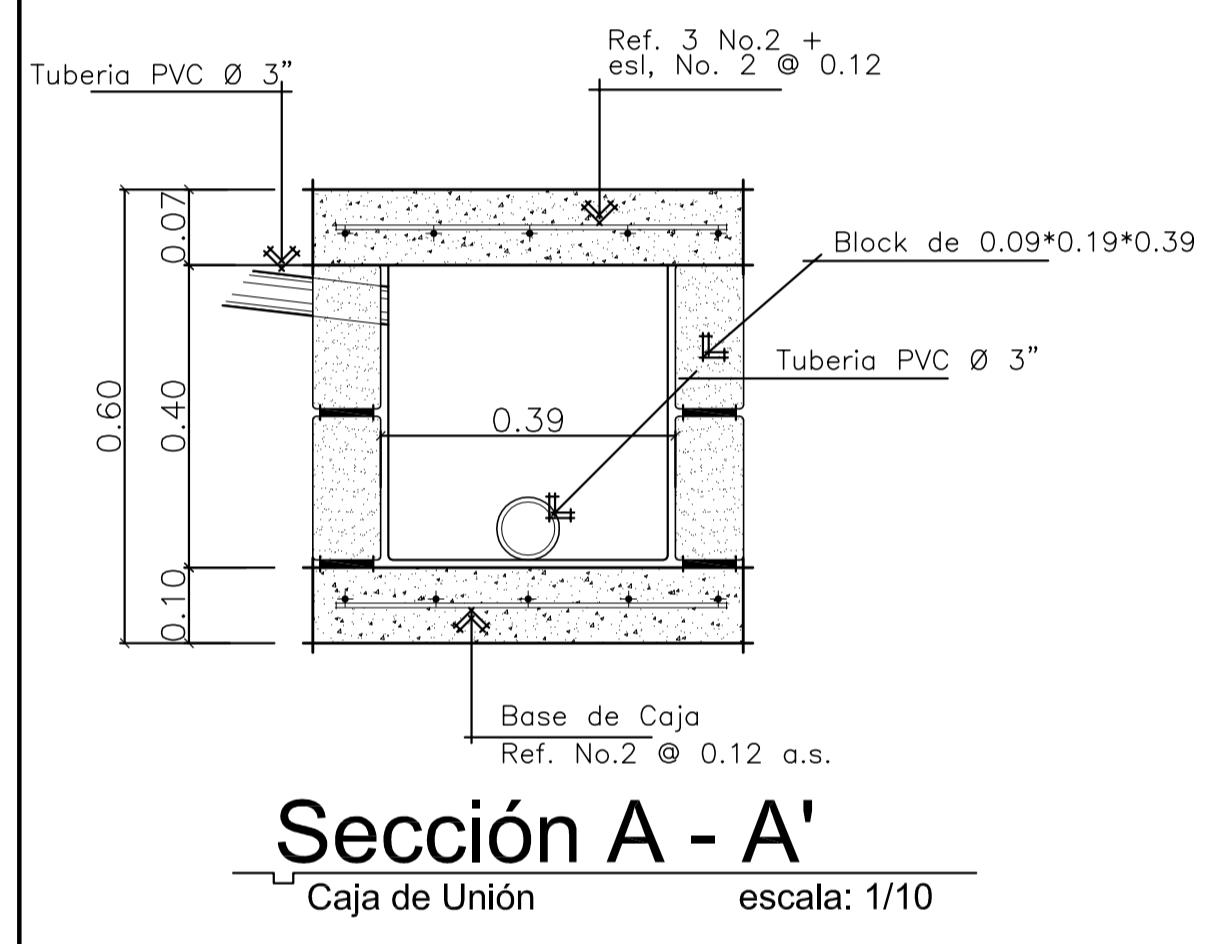
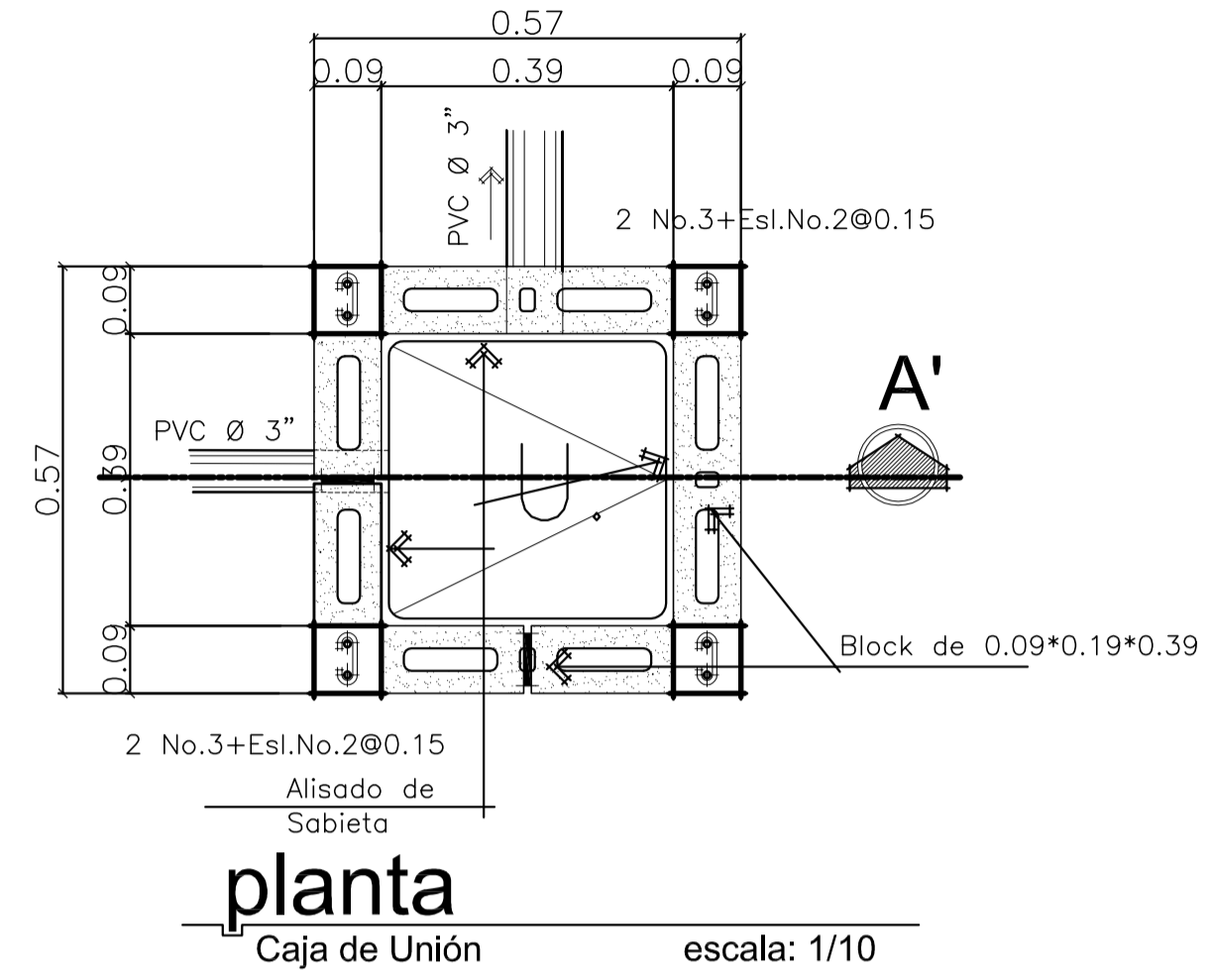
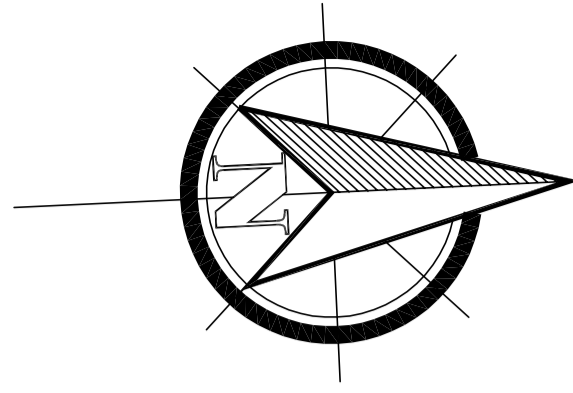
SIMBOLOGÍA	
—	INDICA TUBERÍA DE P.V.C. ø 3/4"
○	CODO P.V.C. ø 3/4" PLANTA
⊕	TEE P.V.C. ø 3/4" PLANTA
⊥	TEE P.V.C. ø 3/4"
└┘	CODO P.V.C. ø 3/4" A 90 PERFIL
↻	DUCHA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE AGUA POTABLE	FECHA: NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	9 / 16

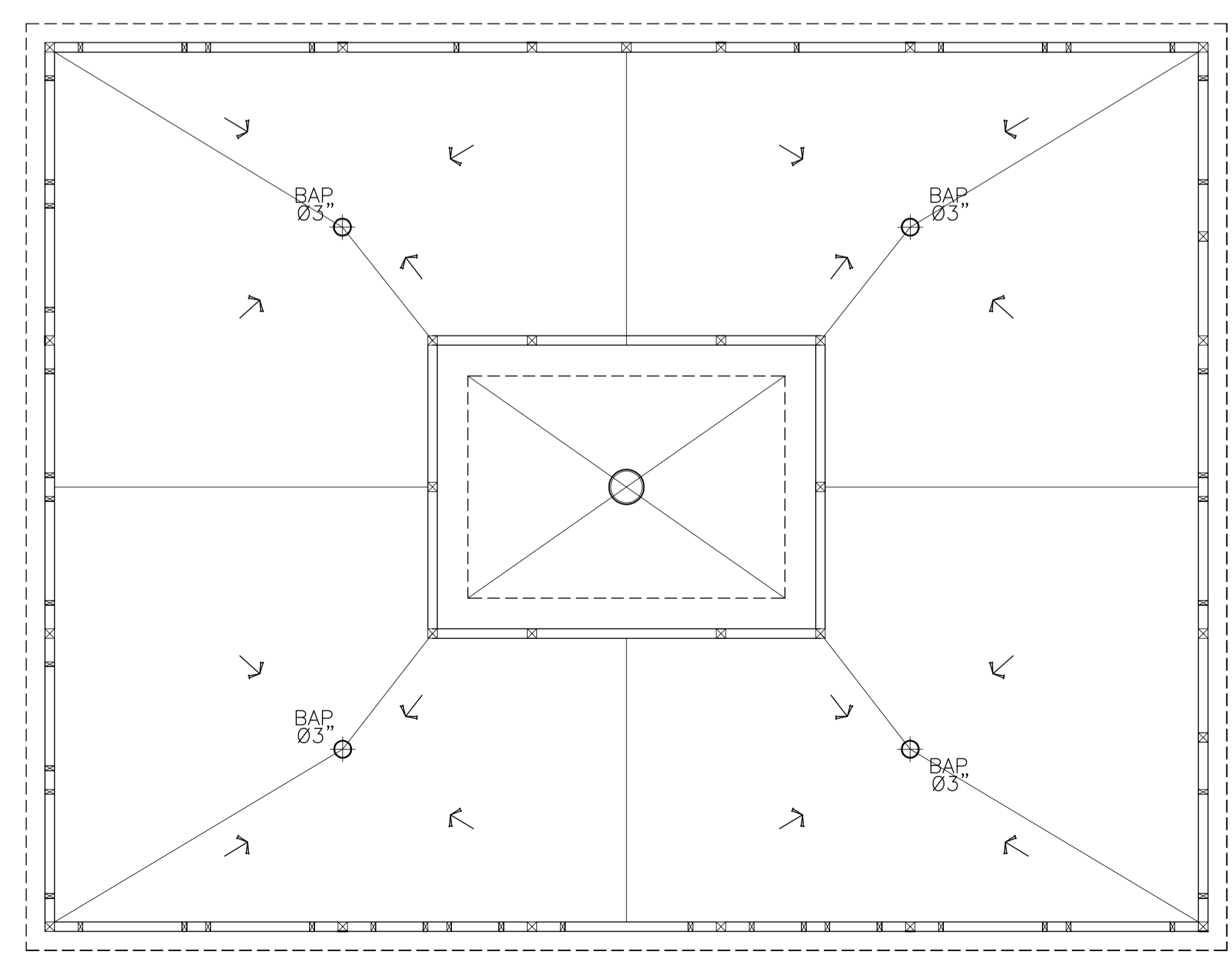
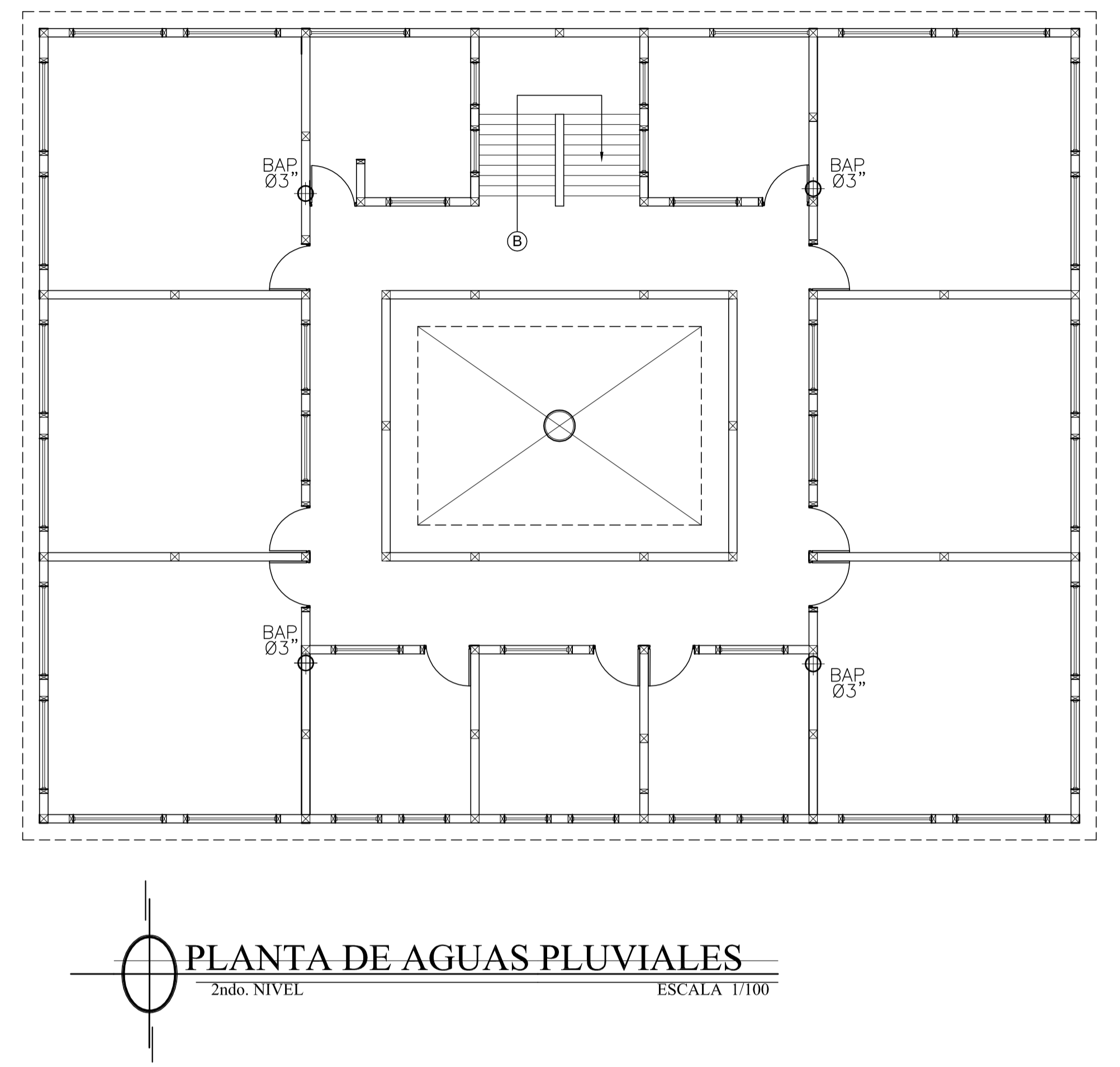
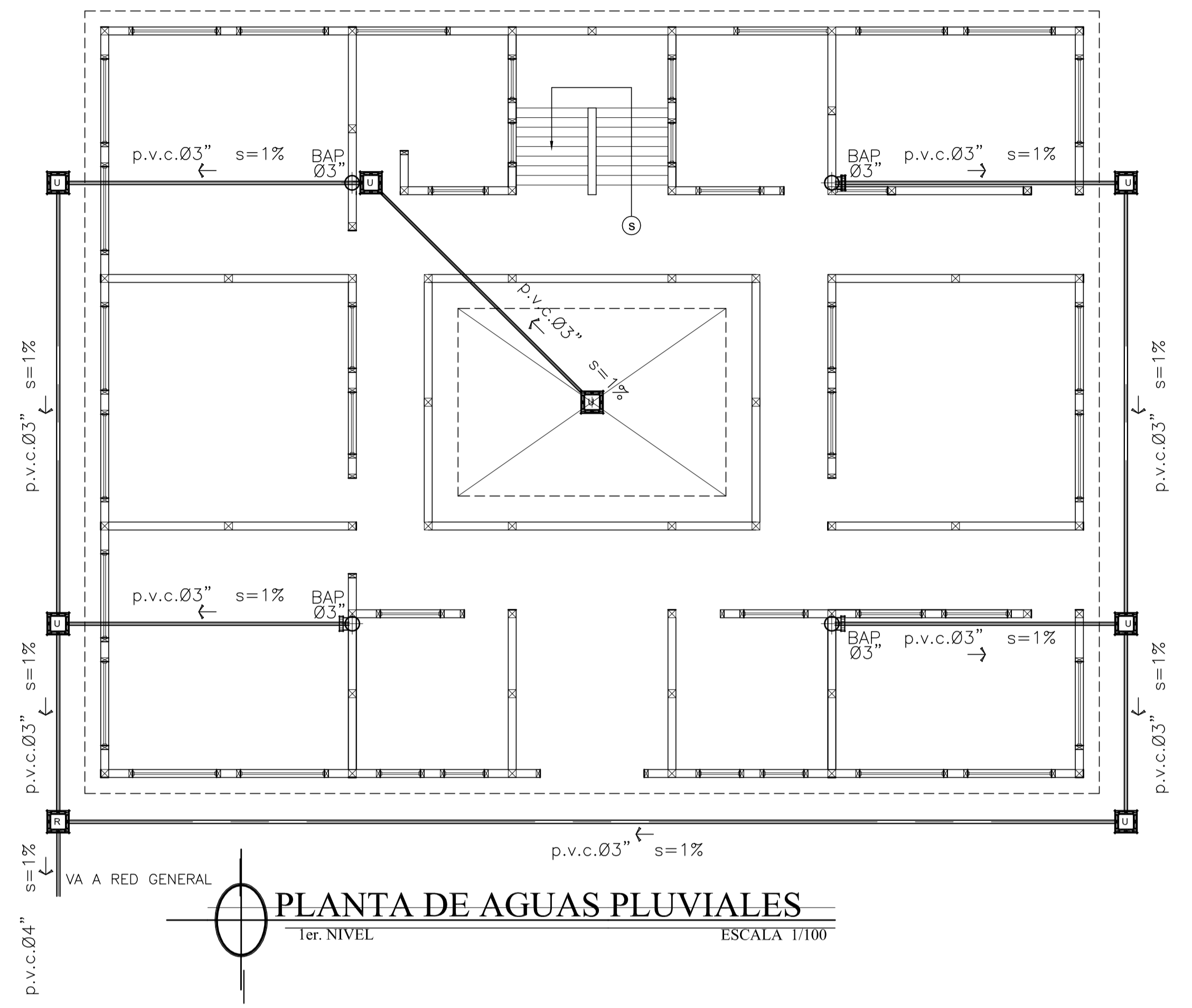
ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ
EPESISTA



SIMBOLOGIA	
	TUBERÍA AGUAS PLUVIALES P.V.C. Ø INDICADO
	CODO VERTICAL 90° P.V.C. Ø INDICADO
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNIÓN
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL Ø INDICADO
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	REPOSADERA

especificaciones:

1. La Tubería de Instalación Será de P.V.C., Norma ASTM 2241.93 de 125 PSI.
2. Las Tapaderas Deberan Quedarse a Nivel de Jardín o Banqueta.
3. Sellar Con Concreto La Conexion de Edificio Existente a la Candela Domiciliar.

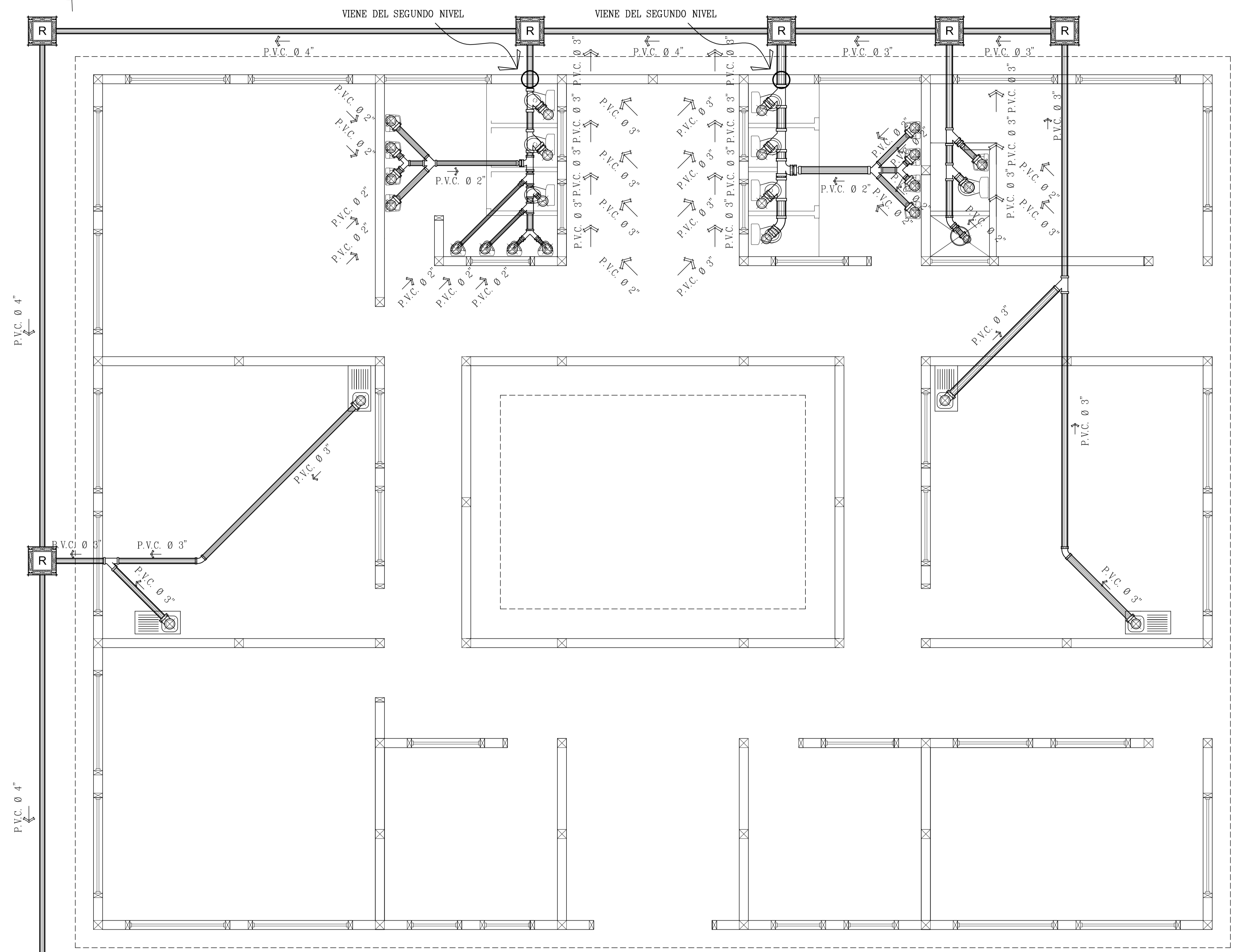
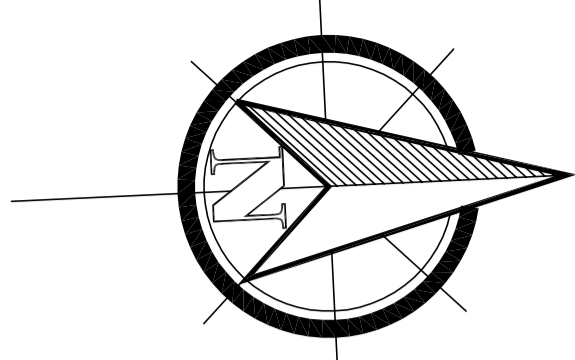


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE AGUA PLUVIAL	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

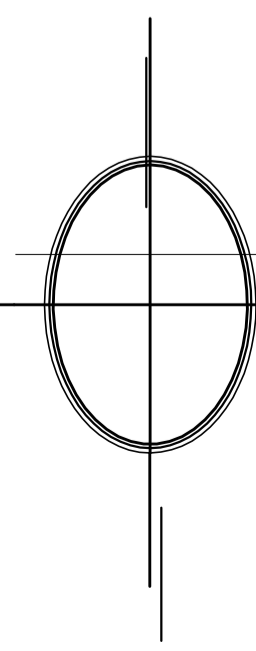
	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	10
		16	

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



SIMBOLOGIA	
	TUBERÍA AGUAS NEGRAS P.V.C.
	Ø INDICADO
	CODO VERTICAL 90° P.V.C.
	Ø INDICADO
	CAJA DE UNIÓN
	CAJA DE REGISTRO
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	REPOSADERA
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	YE
	YE DOBLE
	CODO 45° PERFIL
	INDICACIÓN DE CONTINUIDAD DE LA TUBERÍA
	REDUCTOR DE 3\" A 2\"
	TE PERFIL

VA A RED GENERAL



PLANTA DE DRENAJES

1er. NIVEL

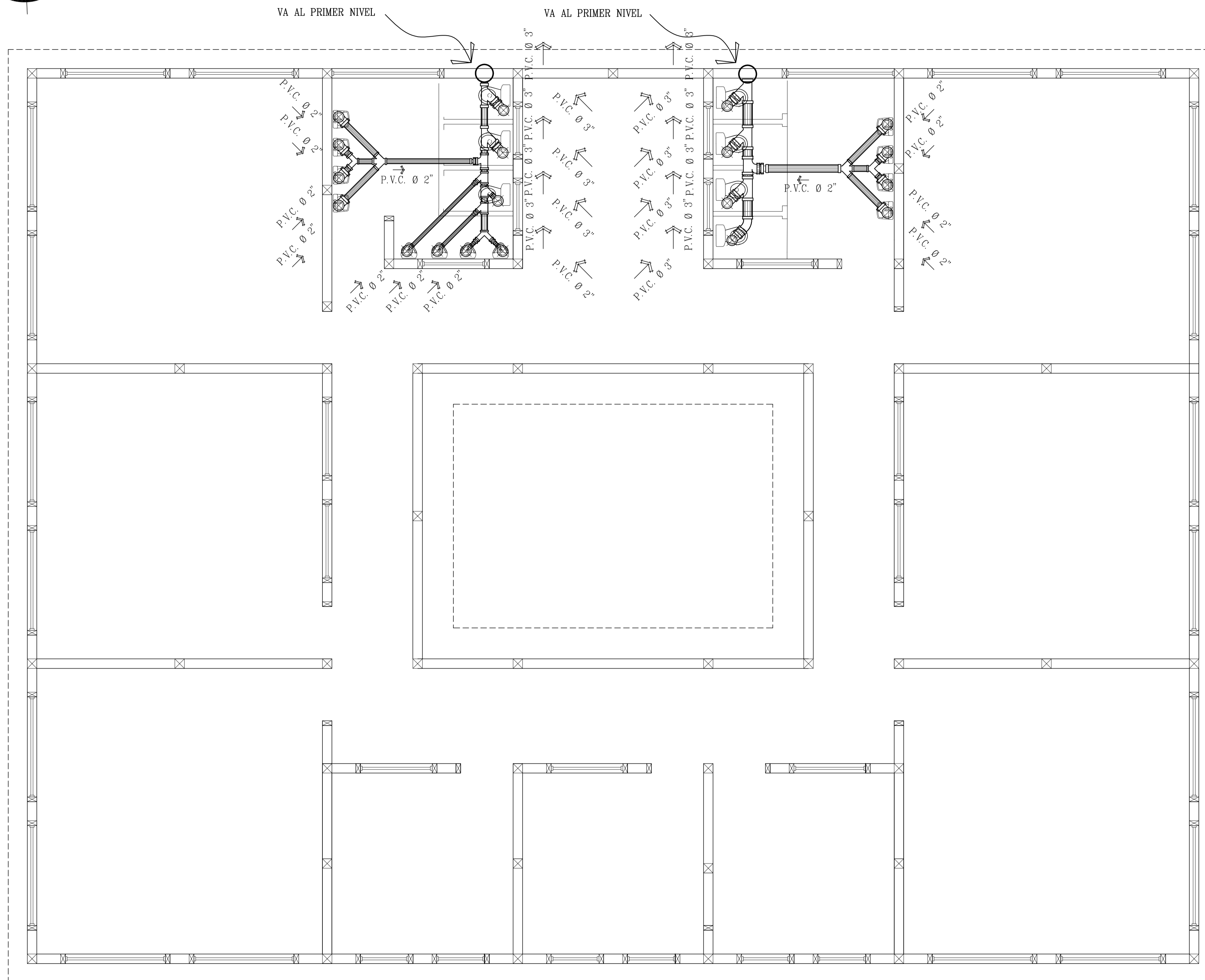
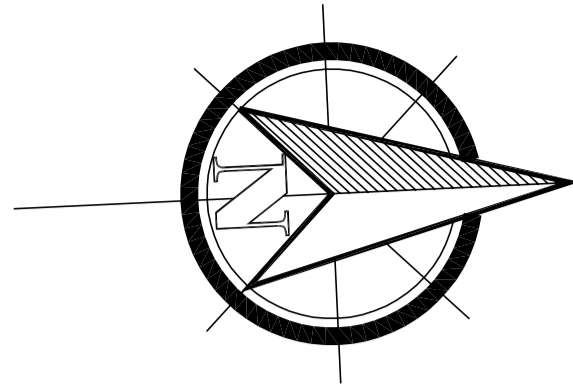
ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERÍO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE DRENAJE (1er. nivel)	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	11

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



SIMBOLOGIA	
	TUBERÍA AGUAS NEGRAS P.V.C.
	∅ INDICADO CODO VERTICAL 90° P.V.C. ∅ INDICADO
	CAJA DE UNIÓN
	CAJA DE REGISTRO
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	REPOSADERA
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	YE
	YE DOBLE
	CODO 45° PERFIL
	INDICACIÓN DE CONTINUIDAD DE LA TUBERÍA
	REDUCTOR DE 3" A 2"
	TE PERFIL

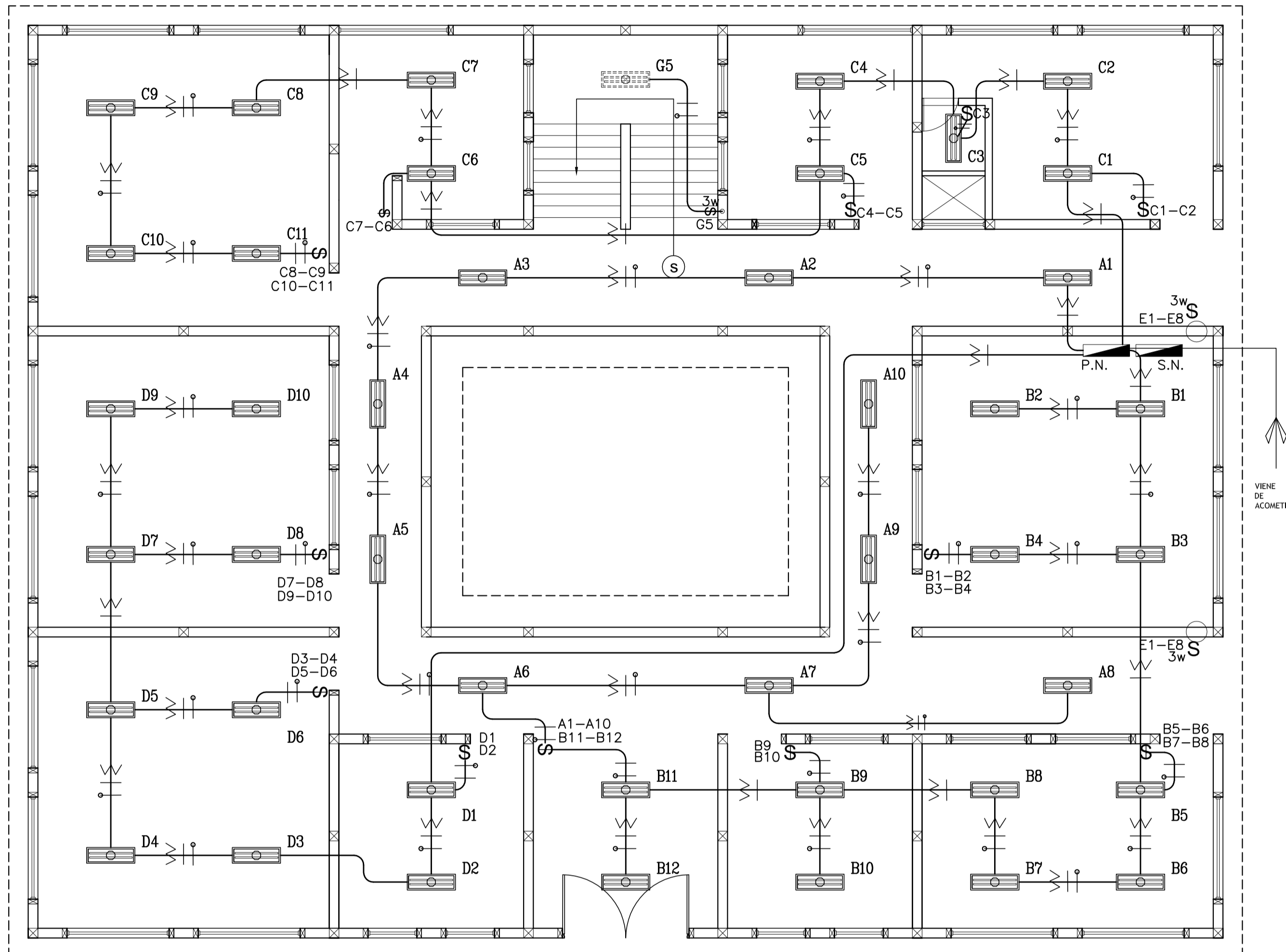
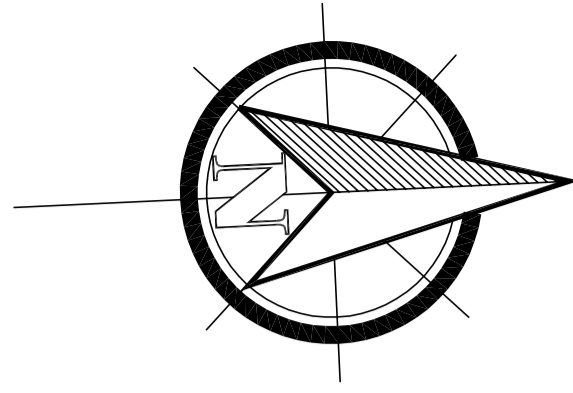
PLANTA DE DRENAJES
 2do. NIVEL ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

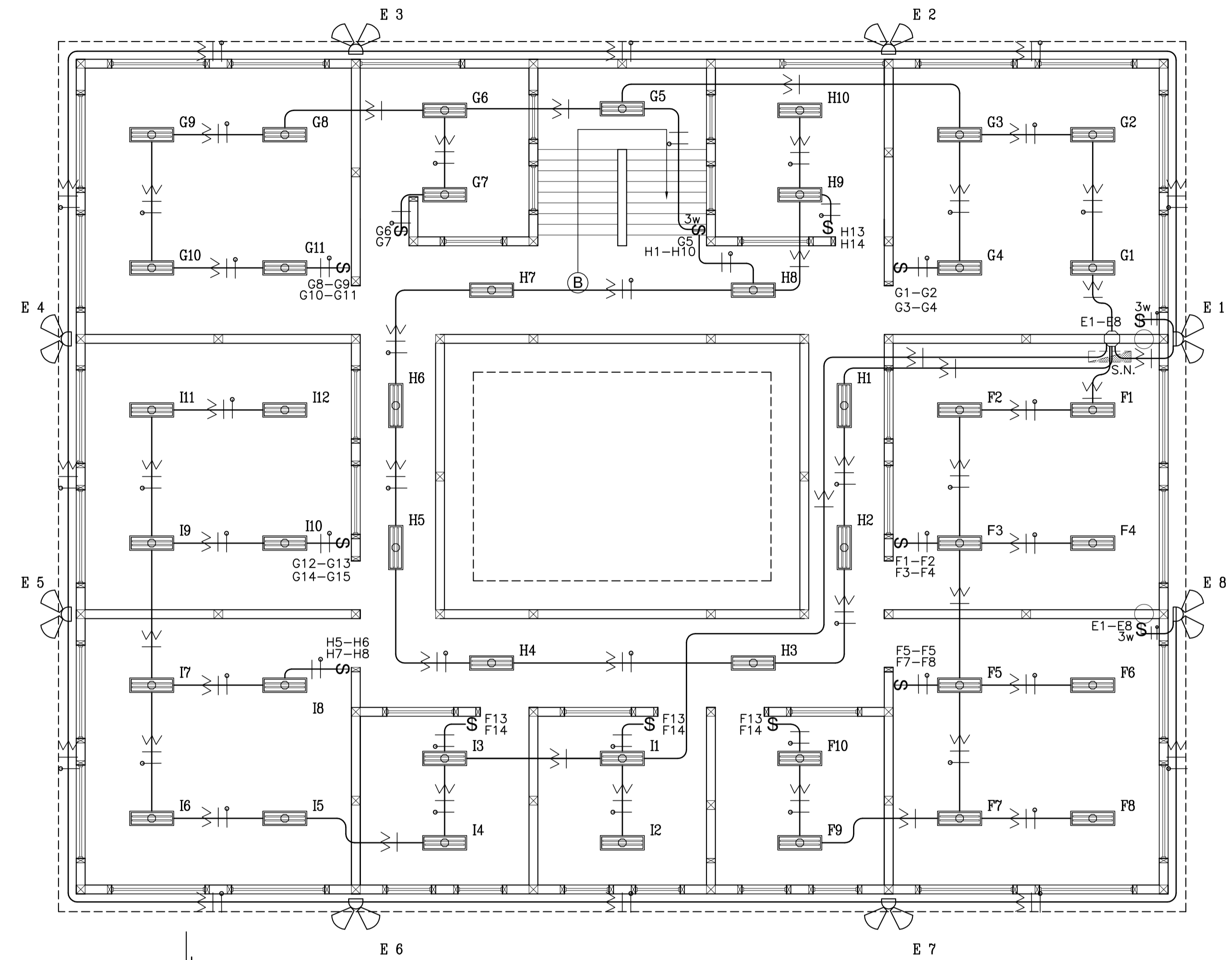
PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERÍO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE DRENAJE (1er. nivel)	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	12

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
 ASESOR CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ
 EPESISTA



PLANTA DE ILUMINACIÓN
 1er. NIVEL ESCALA 1/75



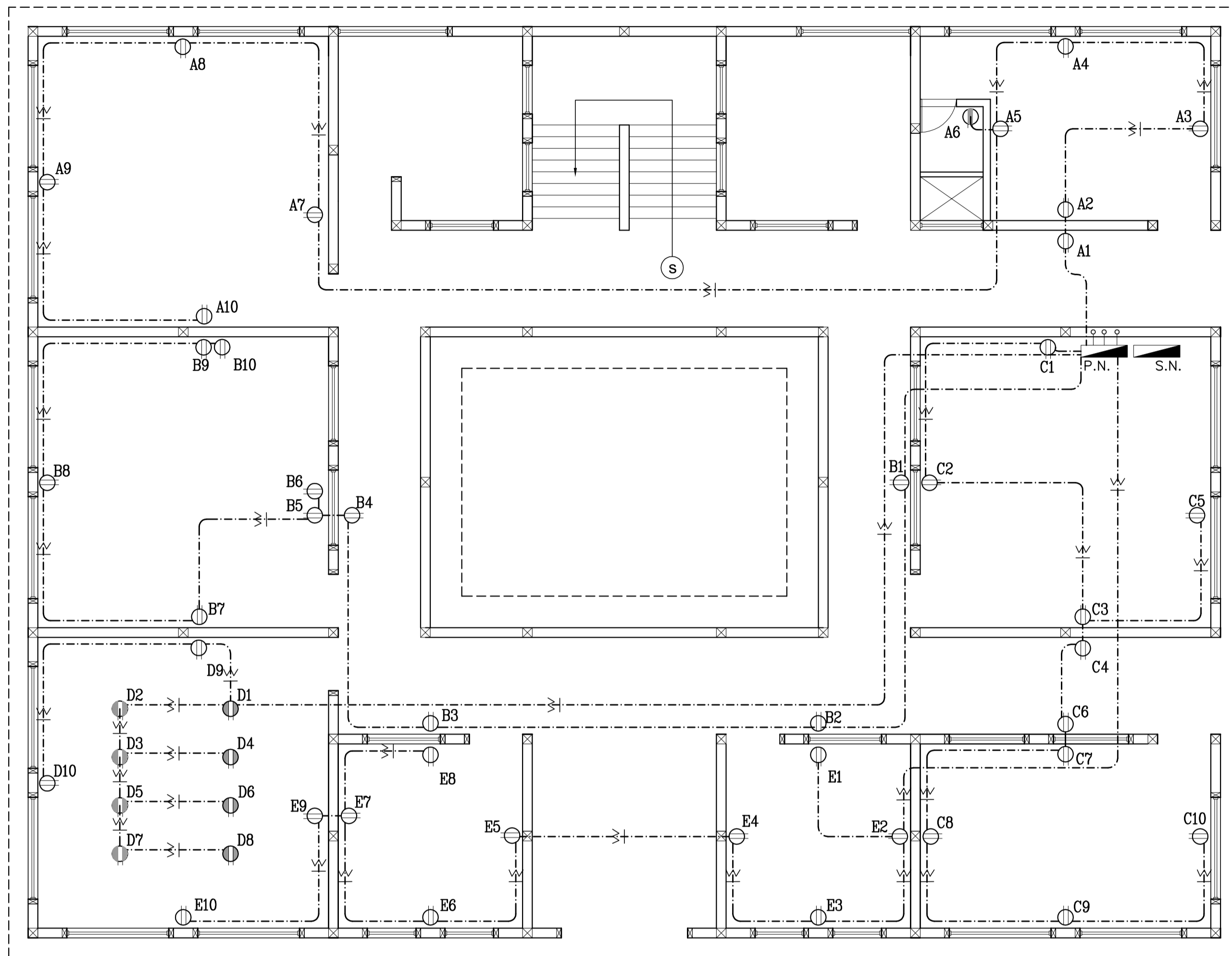
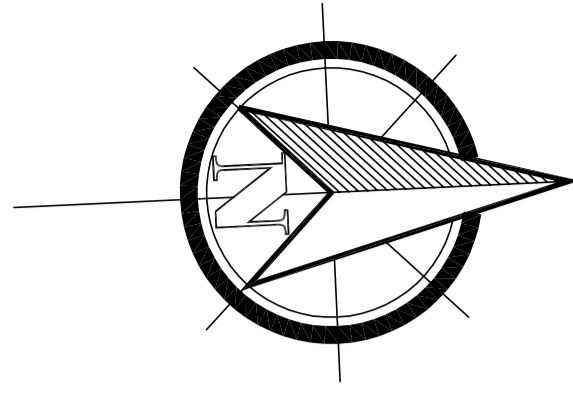
PLANTA DE ILUMINACIÓN
 2ndo. NIVEL ESCALA 1/75

SIMBOLOGIA	
	ILUMINACIÓN EN CIELO
	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 14 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY(3 VÍAS) SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	PROYECCIÓN DE TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.

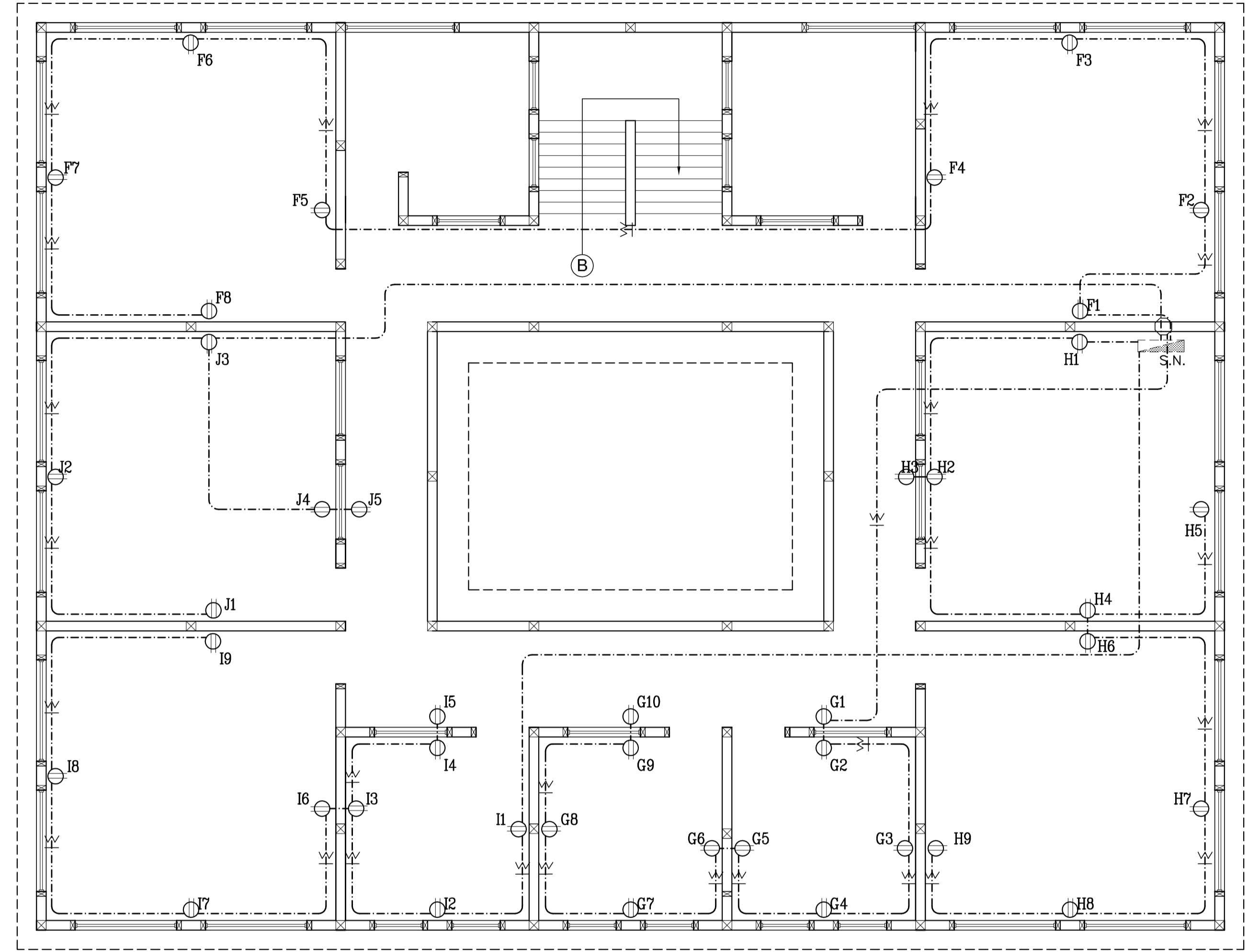
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERÍO JOYA VERDE	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE ILUMINACIÓN	FECHA: NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	13



PLANTA DE FUERZA
 1er. NIVEL ESCALA 1/75



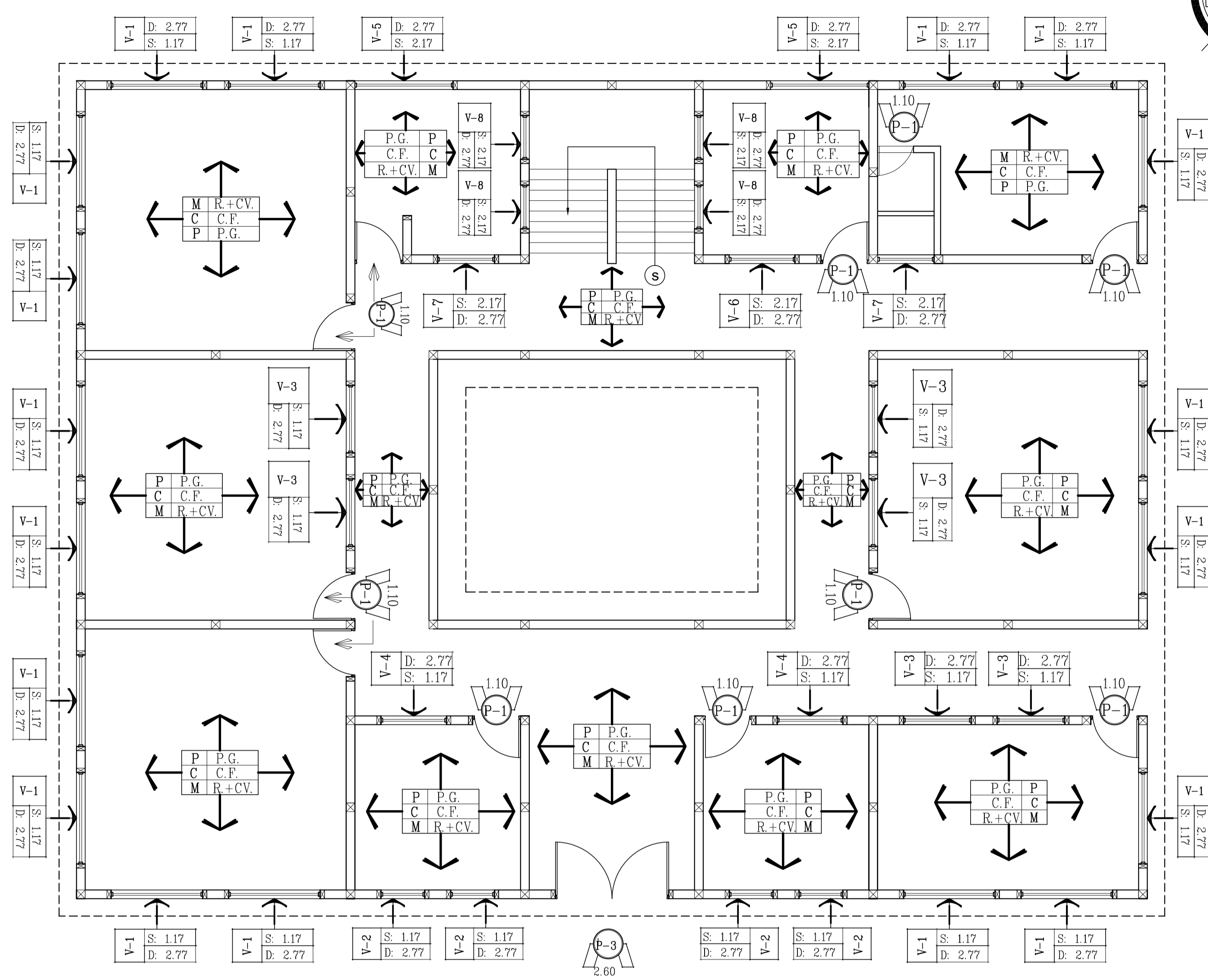
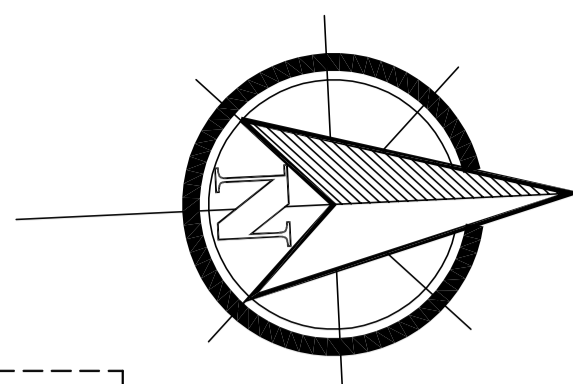
PLANTA DE FUERZA
 2do. NIVEL ESCALA 1/75

SIMBOLOGIA	
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE SALIDA PARA DUCHA 120 V. H=2.00 S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DOBLE DE PISO 120 V. H=0.00 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	PROYECCIÓN DE TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERÍO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE FUERZA	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

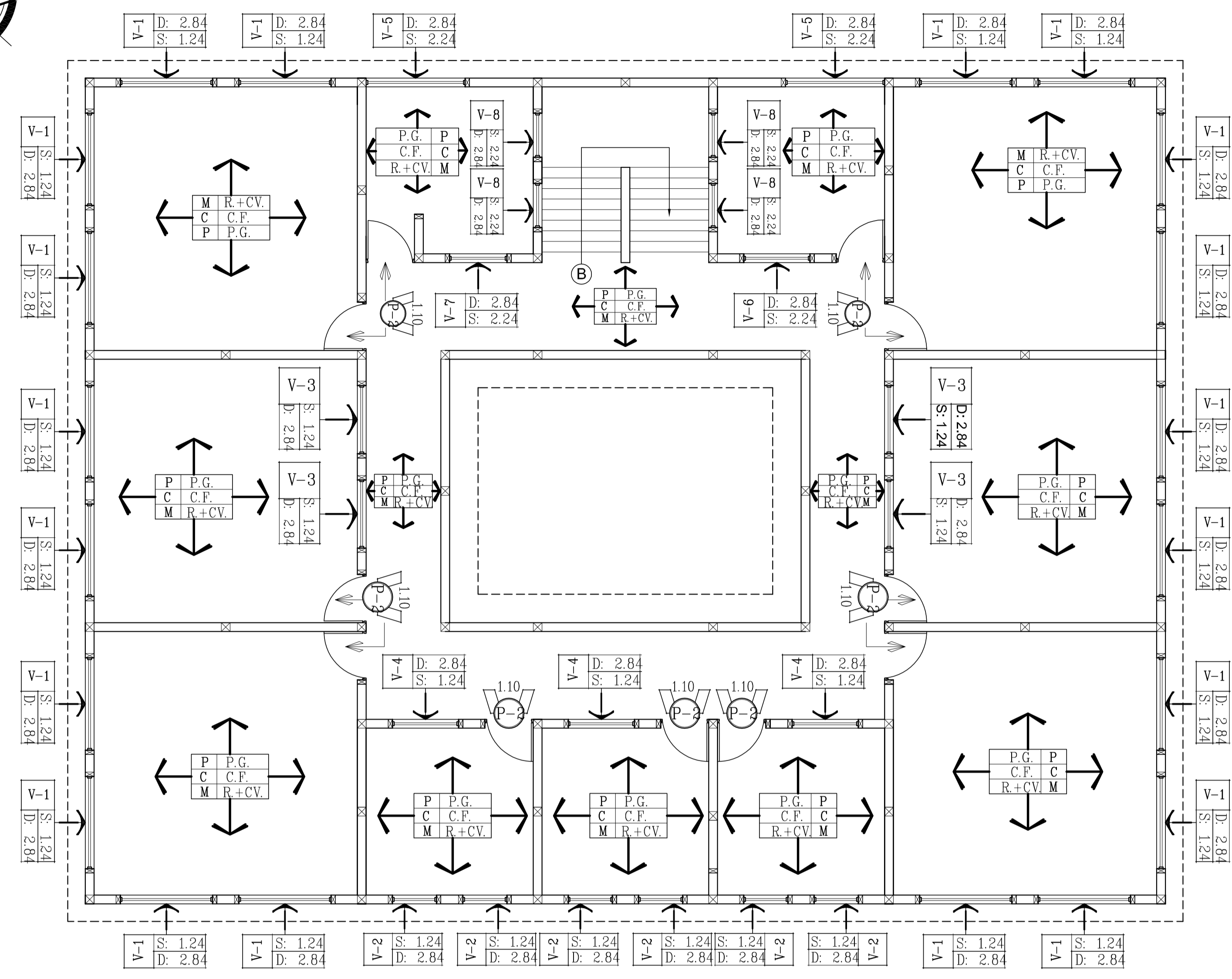
	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO:	ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA	14
	DISEÑO:	ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO:	ANGÉLICA JUÁREZ	16



PLANTA DE ACABADOS

1er. NIVEL

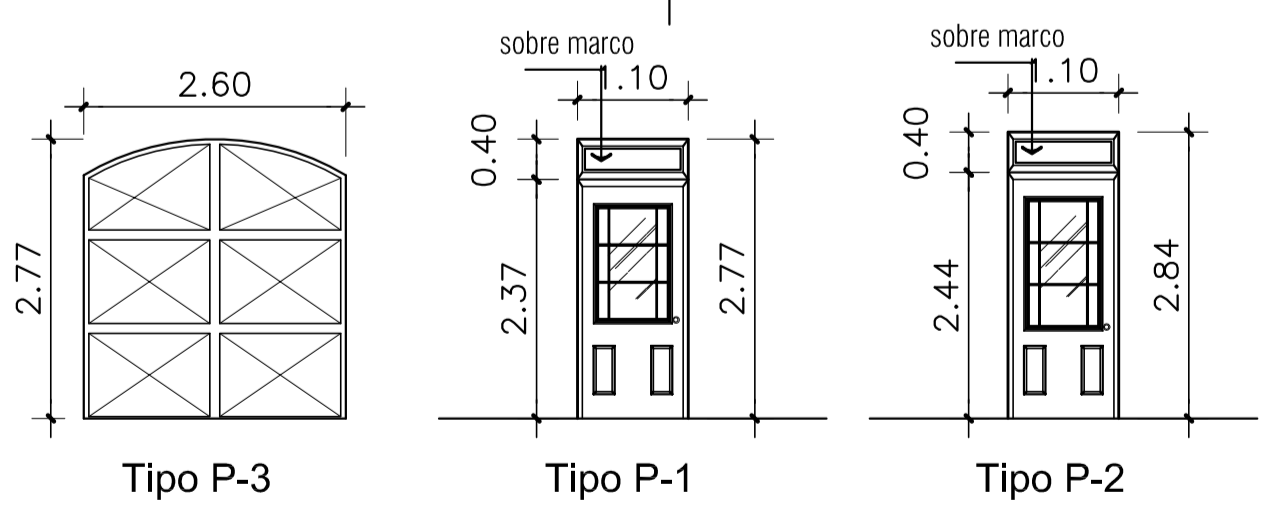
ESCALA 1/75



PLANTA DE ACABADOS

2ndo. NIVEL

ESCALA 1/75



Elevaciones de Puertas

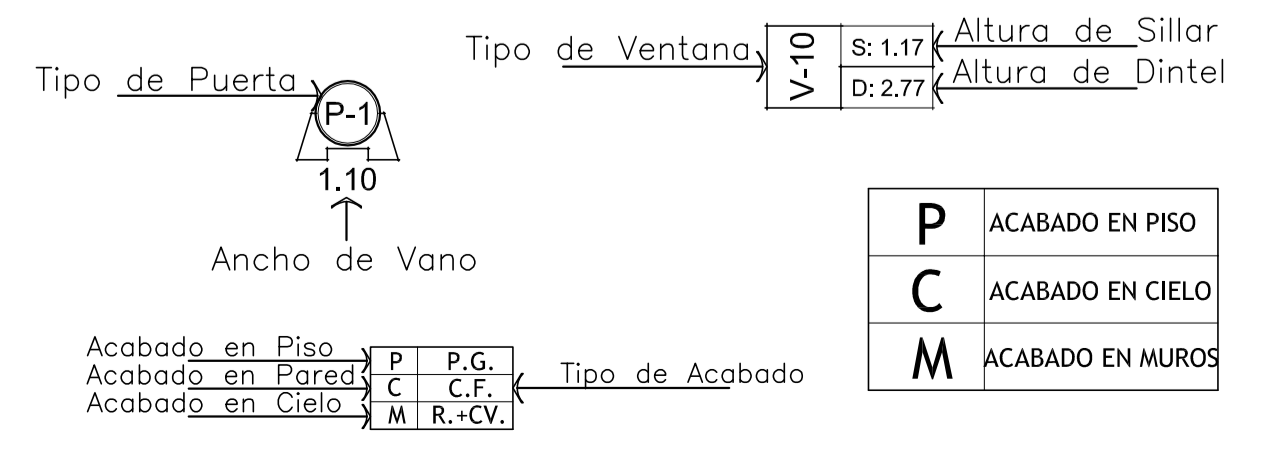
Escala 1/75

SIMBOLOGIA	
P.G.	PISO DE GRANITO
C.F.	CERNIDO FINO
R+CV	REPELLO Y CERNIDO VERTICAL
(P.N.)	PRIMER NIVEL
(S.N.)	SEGUNDO NIVEL

Planilla de Puertas				
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P-1	11	1.10	2.77	INCLUYE SOBREMARCO DE 0.40 m.
P-2	11	1.10	2.84	INCLUYE SOBREMARCO DE 0.40 m.
P-3	1	2.60	2.77	

Planilla de Ventanas					
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	SILLAR S.N.P.T.	DINTEL S.N.P.T.
V-1	38	2.10	1.60	1.17 (P.N.) 1.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)
V-2	10	1.00	1.60	1.17 (P.N.) 1.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)
V-3	10	1.55	1.60	1.17 (P.N.) 1.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)
V-4	5	1.50	1.60	1.17 (P.N.) 1.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)
V-5	4	2.25	0.60	2.17 (P.N.) 2.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)
V-6	2	1.50	0.60	2.17 (P.N.) 2.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)
V-7	3	1.30	0.60	2.17 (P.N.) 2.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)
V-8	8	1.00	0.60	2.17 (P.N.) 2.24 (S.N.)	2.77 (P.N.) 2.84 (S.N.)

Simbología



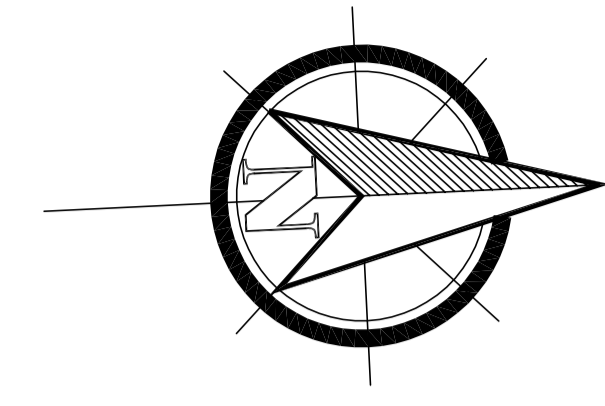
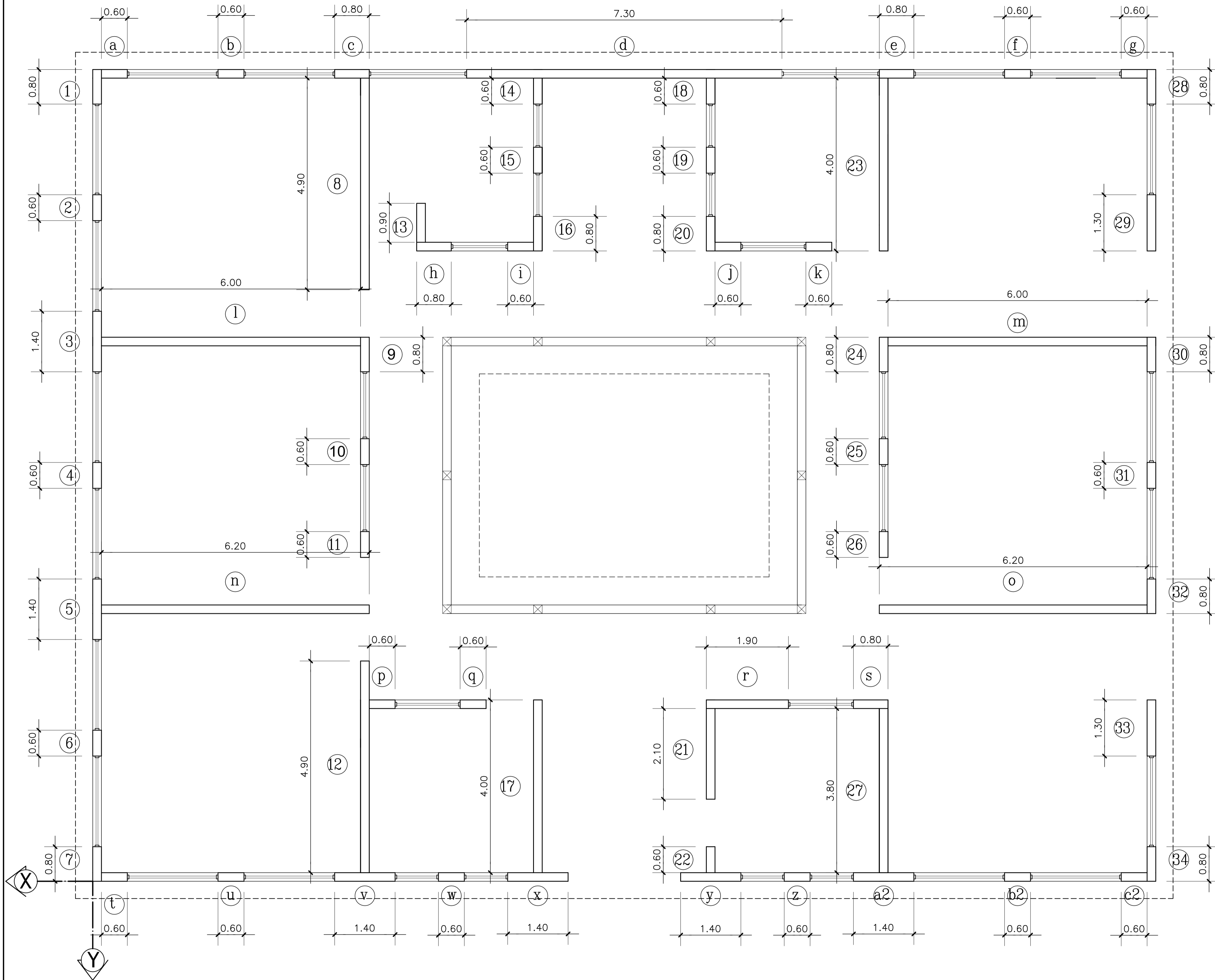
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE 2008

EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA
DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ
CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ
DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ
HOJA: 15 / 16



ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA




PLANTA TÍPICA DE MUROS DE CORTE

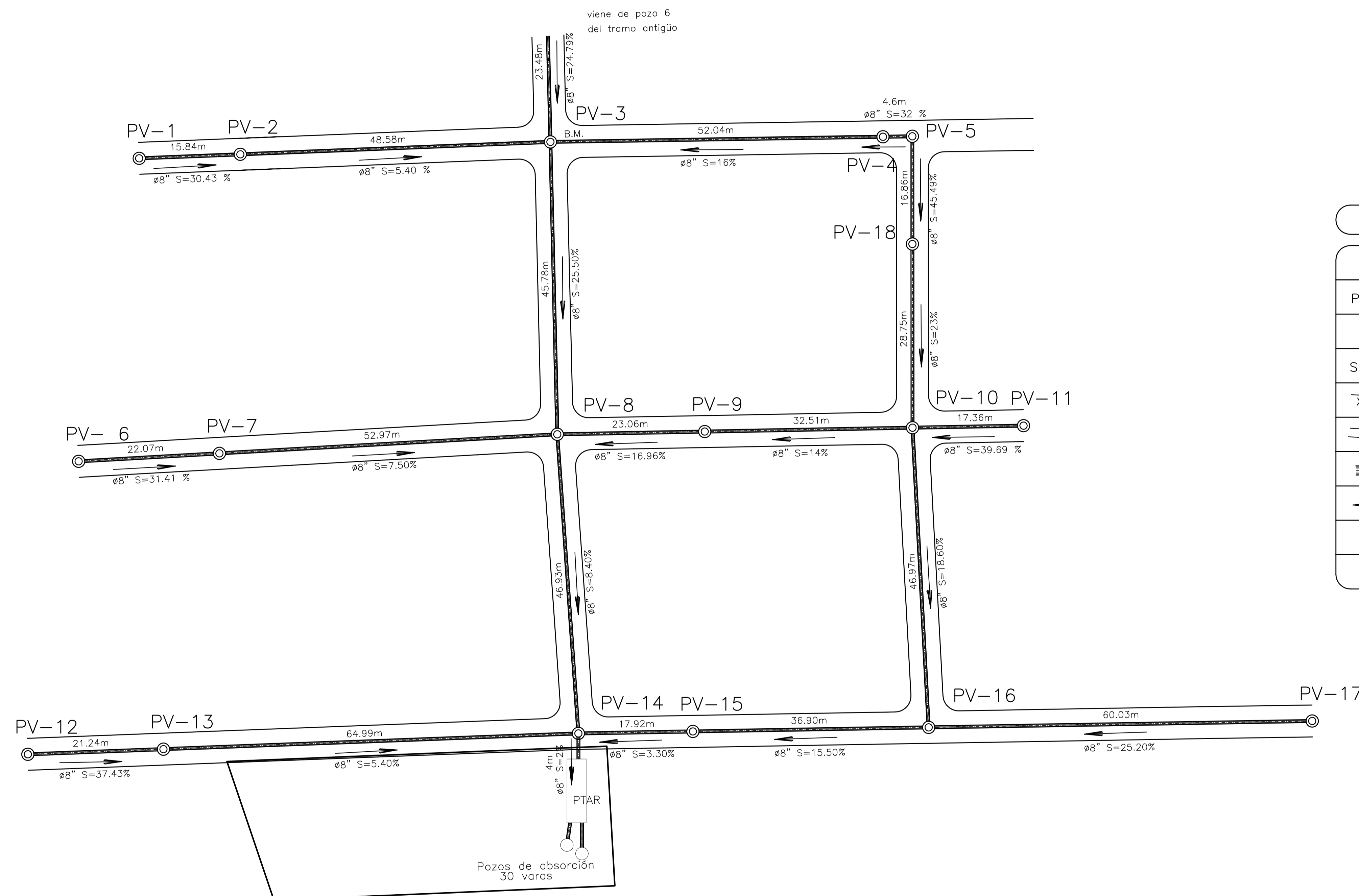
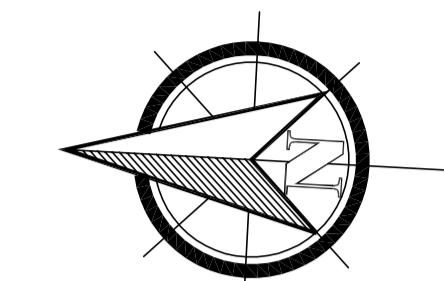
ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DISEÑO DE ESCUELA EN EL CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA TÍPICA DE MUROS DE CORTE	FECHA:	OCTUBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	16 / 16

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



SIMBOLOGIA	
B.M.	Banco de marca
PV - XX	Pozo de visita
∅	Diámetro de la tubería
S = XX%	Pendiente de la tubería
XX.XX m	Longitud de la tubería
	Carretera
	Línea central
	Dirección del flujo
PTAR	Planta de tratamiento de agua residual
	Indica norte

PLANTA GENERAL

ESCALA 1/400

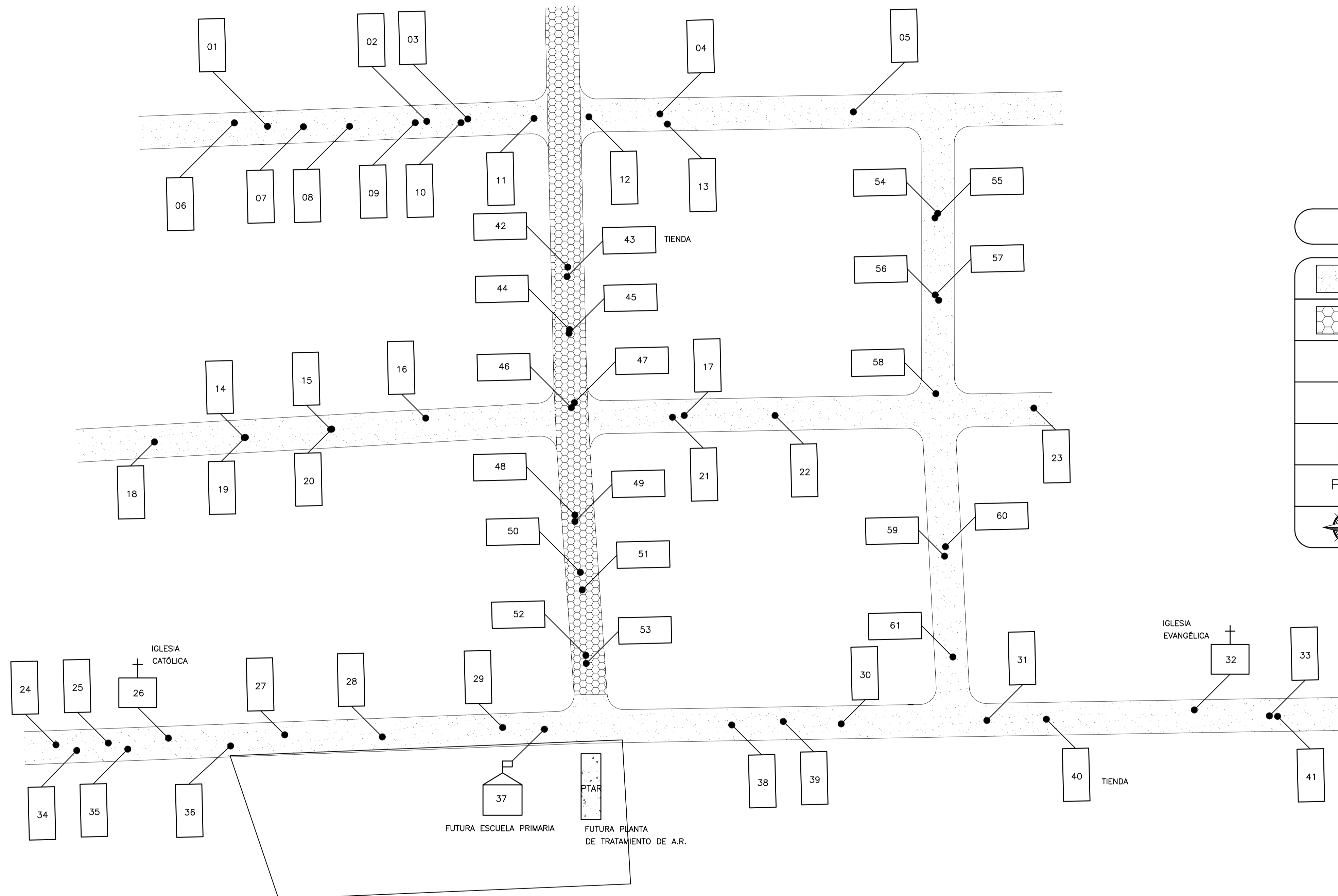
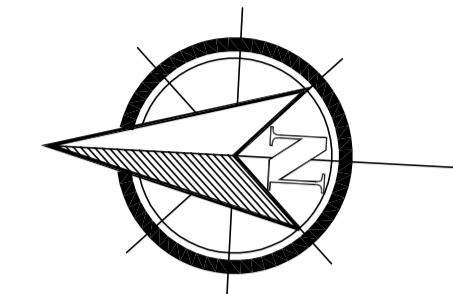
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DRENAJE SANITARIO CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA GENERAL	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	1 / 9

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ASESOR

CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ
EPESISTA



SIMBOLOGIA	
	CALLE DE TIERRA
	CALLE DE ADOQUÍN
	VIVIENDA
	FUTURA ESCUELA
	IGLESIA
	FUTURA PLANTA DE TRATAMIENTO
	INDICA NORTE

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

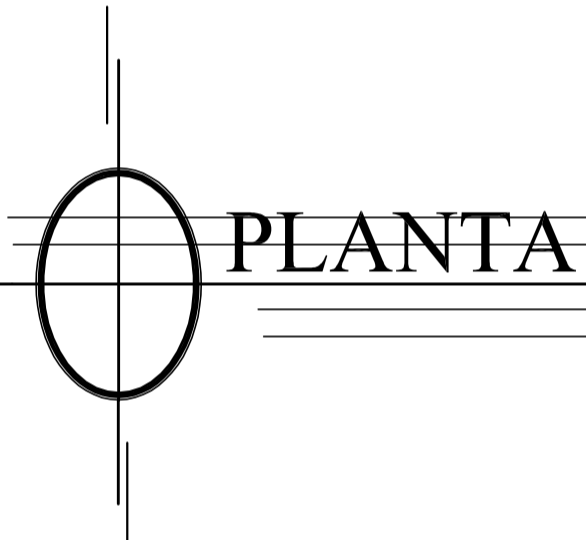
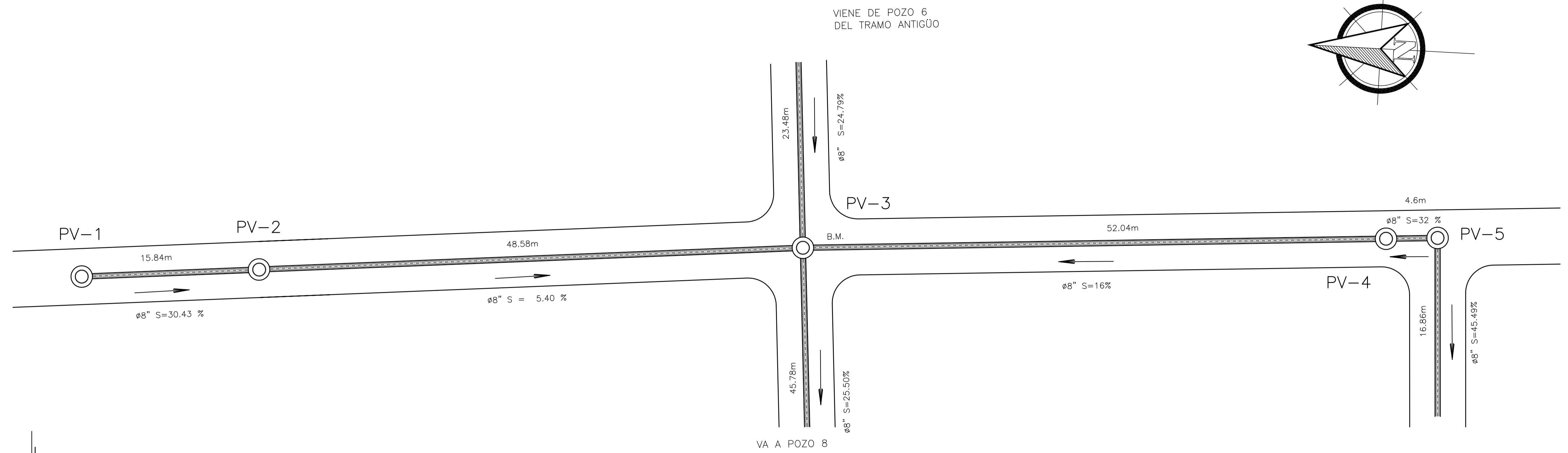
ESCALA 1/400

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

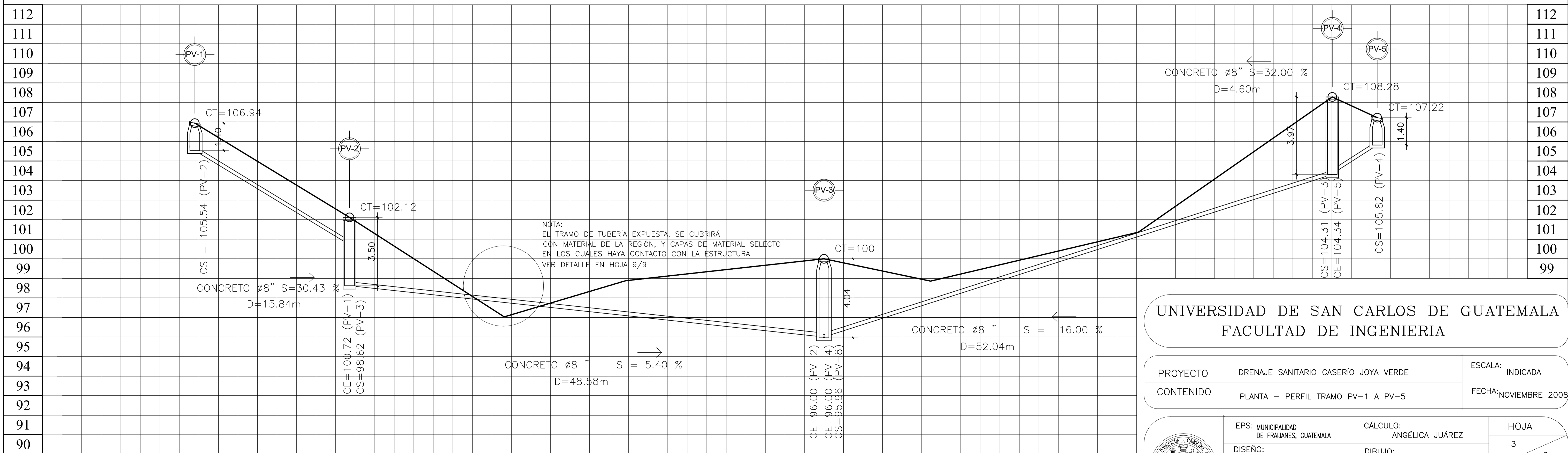
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	2 / 9

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA



ESCALA 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DRENAJE SANITARIO CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA - PERFIL TRAMO PV-1 A PV-5	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

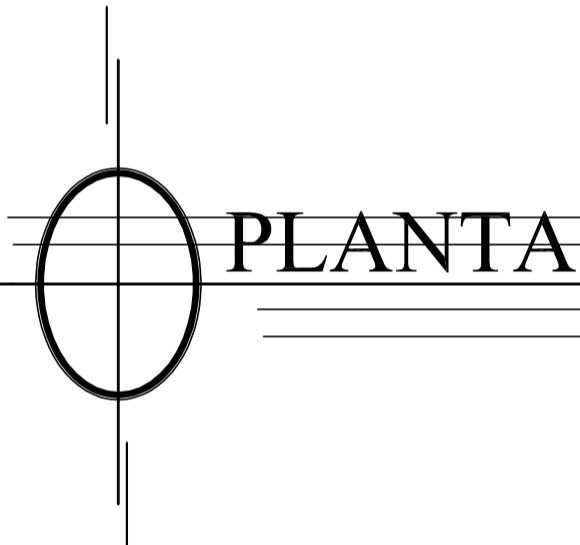
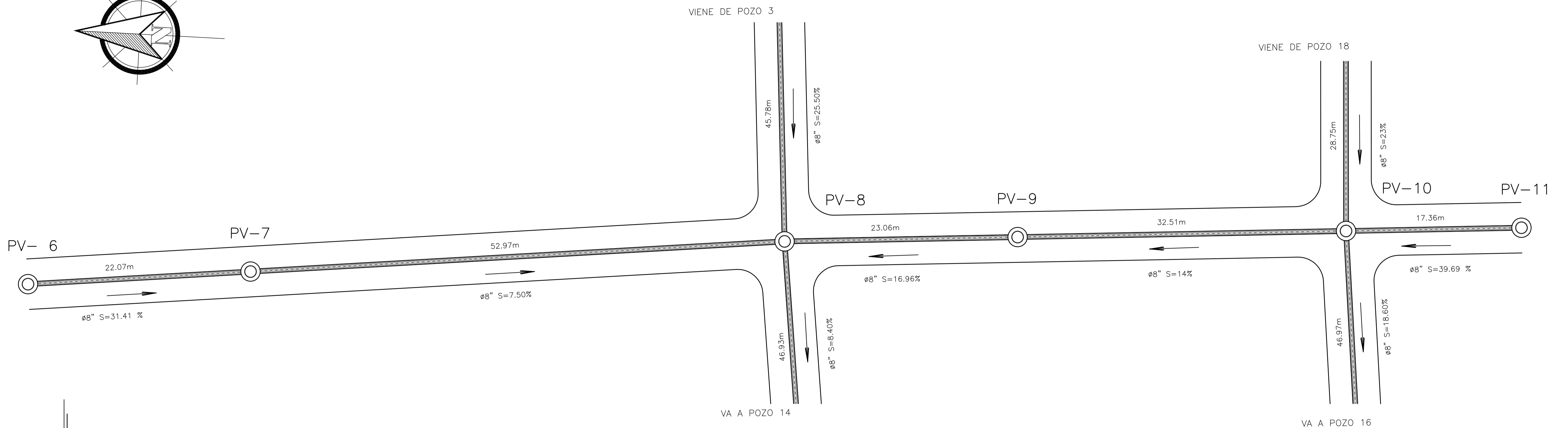
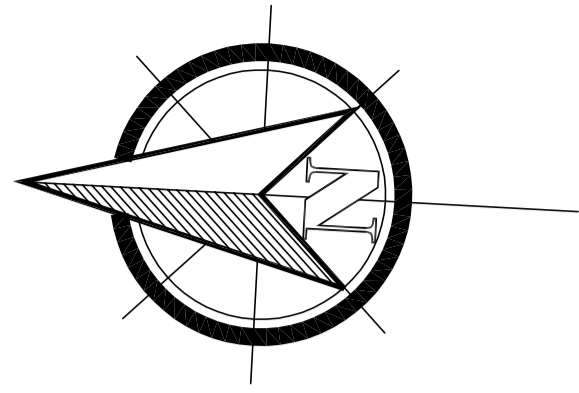
	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	3

ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ ASESOR

CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA

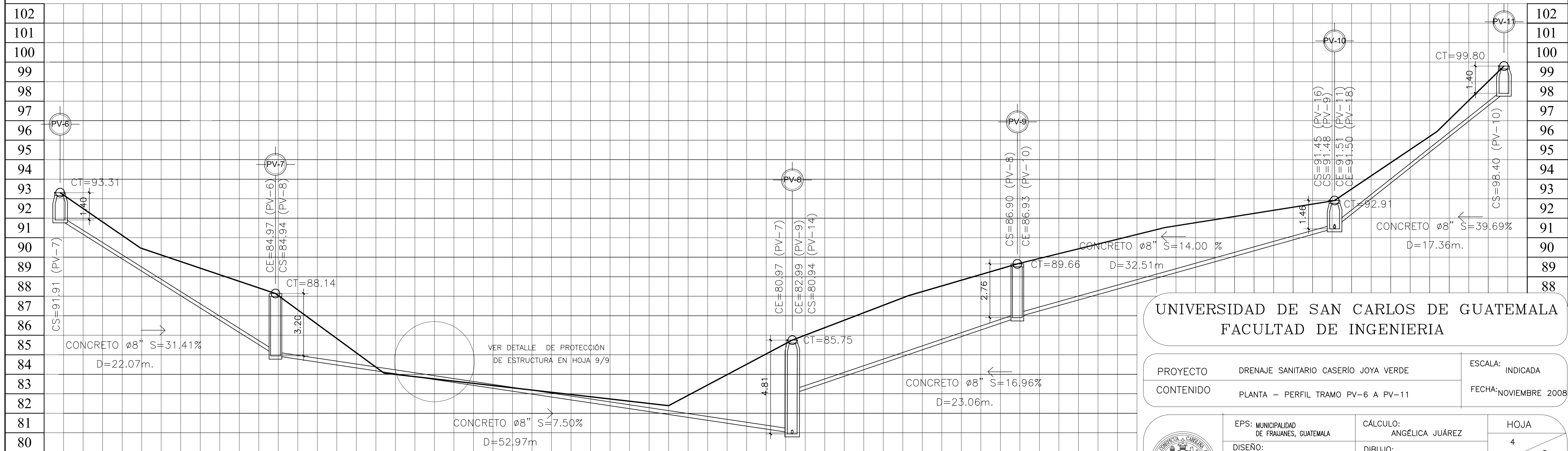
PERFIL TRAMO PV-1 A PV-5

ESCALA H = 1/200 V = 1/100



PLANTA

ESCALA 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO CASERIO JOYA VERDE
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO PV-6 A PV-11
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE 2008

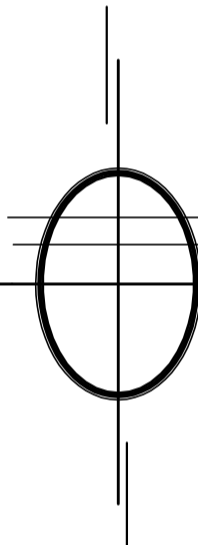
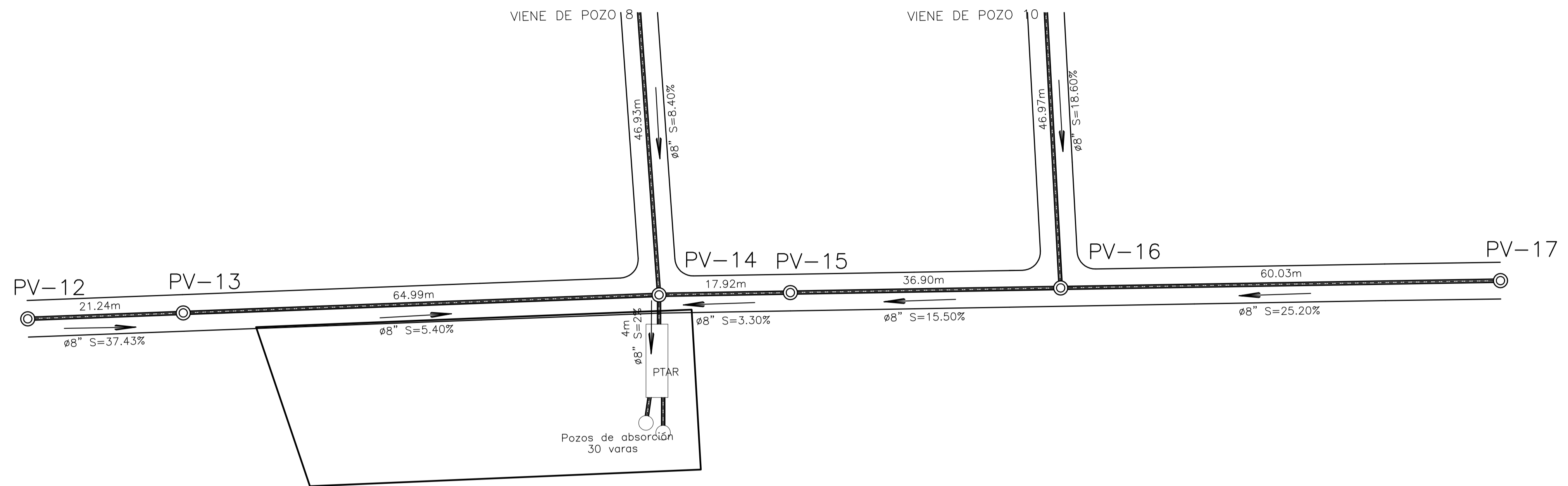
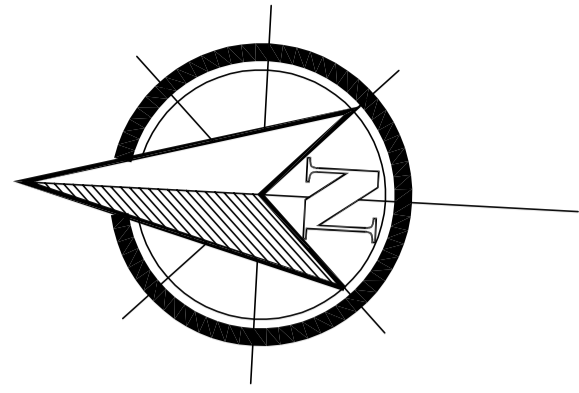
EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA
DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ
CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ
DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ
HOJA: 4/9



ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA

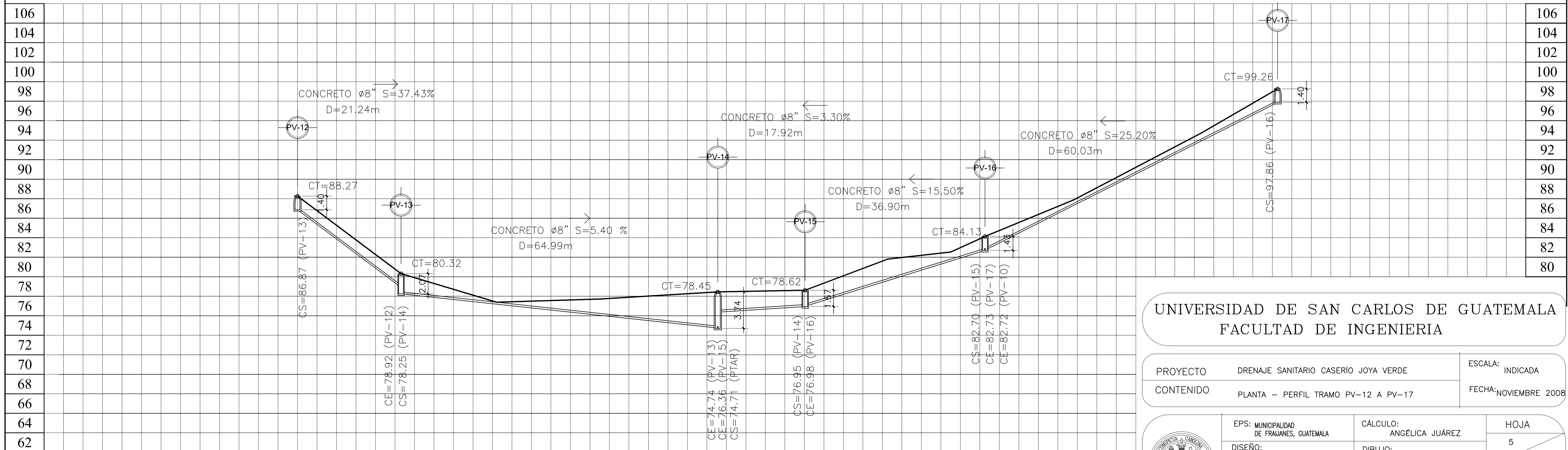
PERFIL TRAMO DE PV-6 A PV-9

ESCALA H = 1/200 V = 1/100



PLANTA

ESCALA 1/400



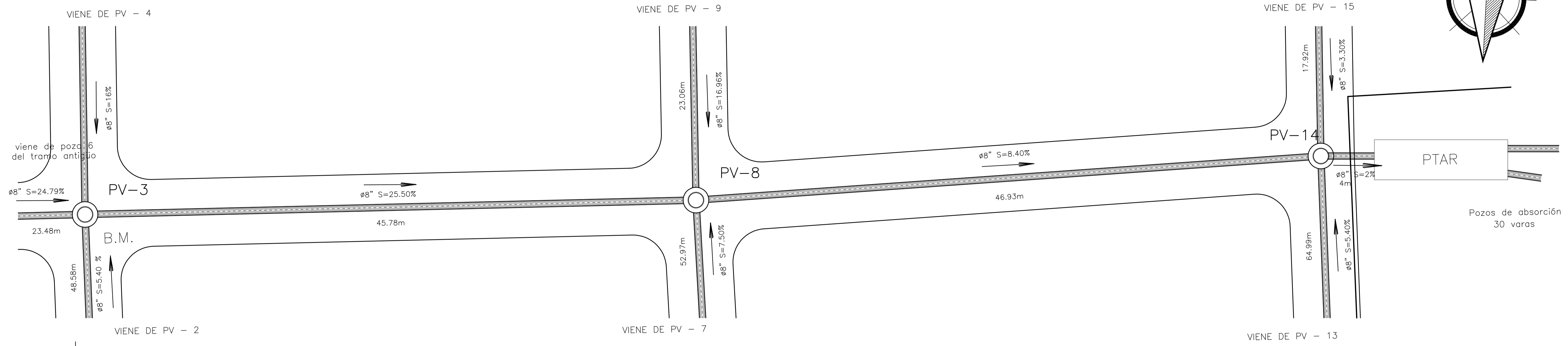
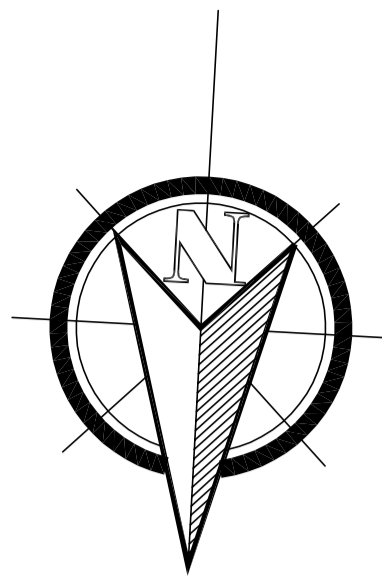
PERFIL TRAMO PV-12 A PV-17

ESCALA H = 1/400 V = 1/200



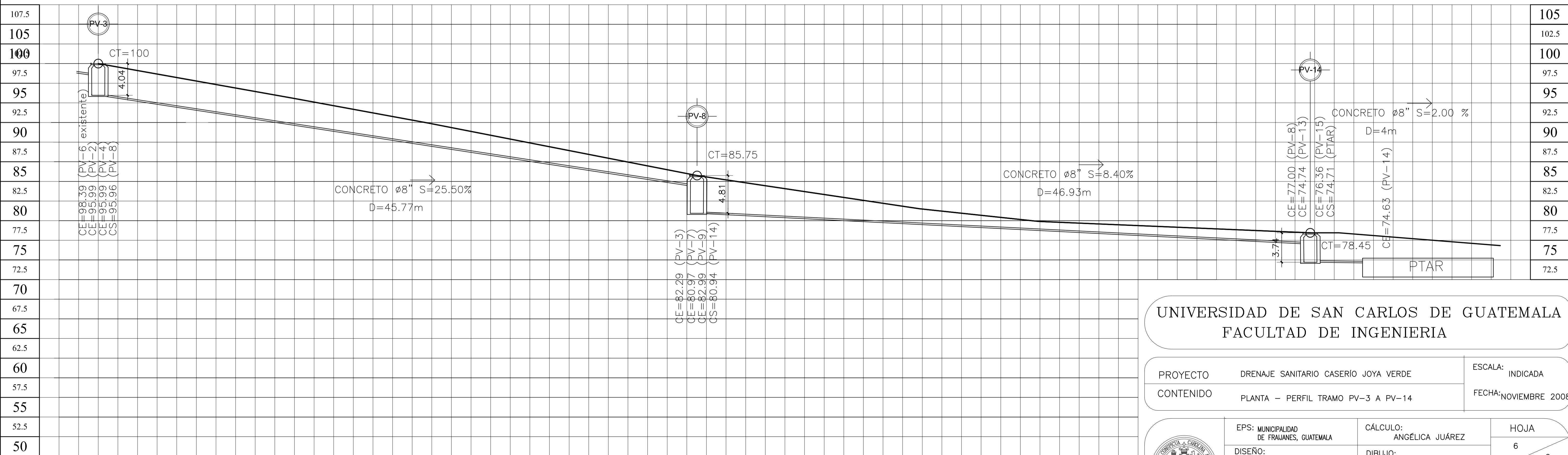
ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ
ASESOR

CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ
EPESISTA



PLANTA

ESCALA 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO CASERIO JOYA VERDE
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO PV-3 A PV-14
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE 2008

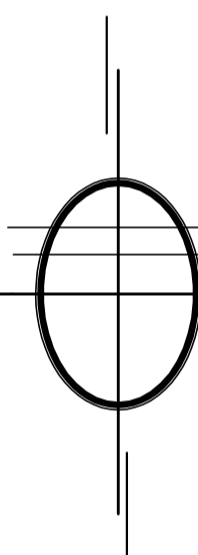
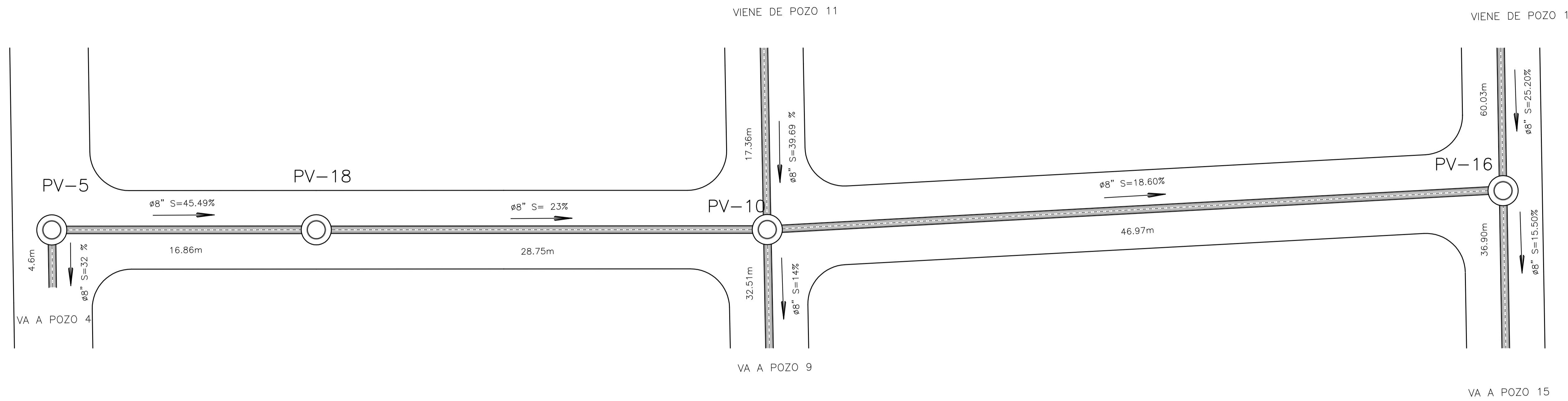
EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA
DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ
CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ
DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ
HOJA: 6 / 9



ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ ASESOR
CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA

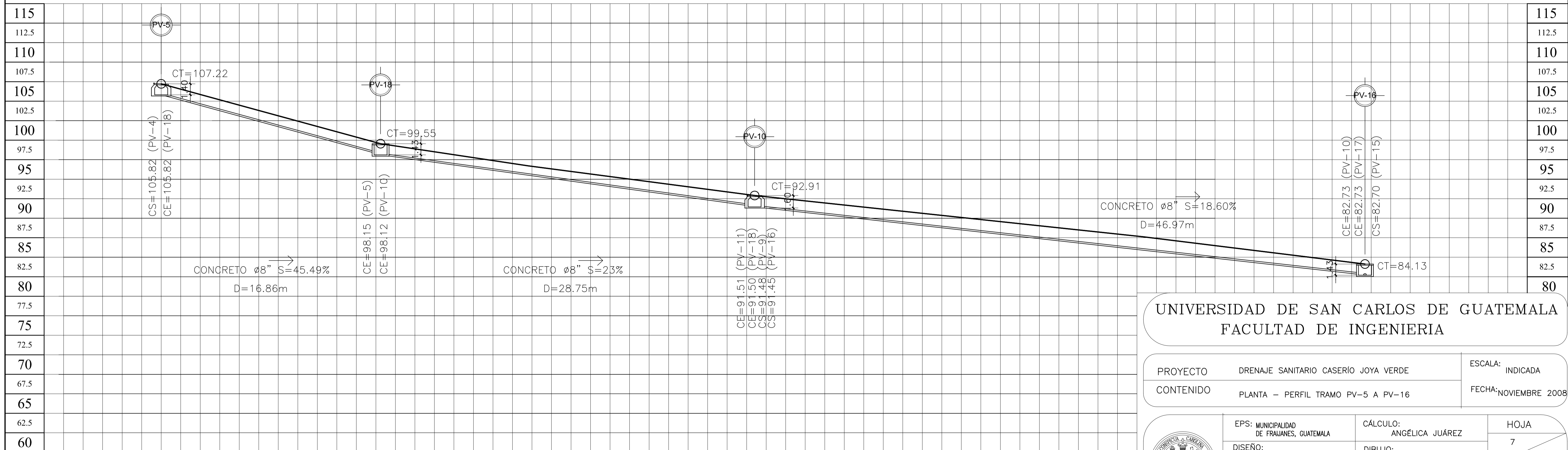
PERFIL TRAMO DE PV-3 A PTAR

ESCALA H = 1/150 V = 1/250



PLANTA

ESCALA 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO	DRENAJE SANITARIO CASERIO JOYA VERDE	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA - PERFIL TRAMO PV-5 A PV-16	FECHA:	NOVIEMBRE 2008

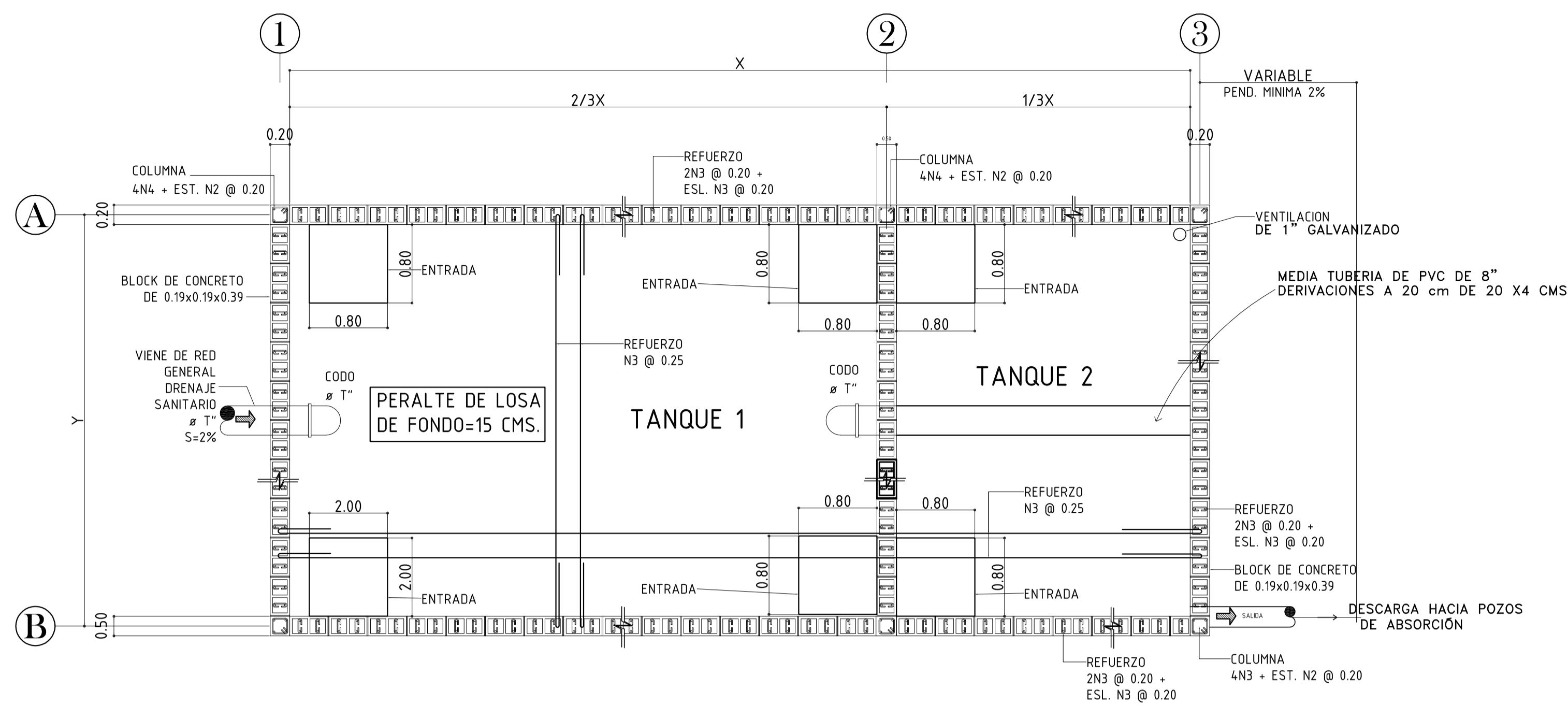
EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA	7
DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ		9



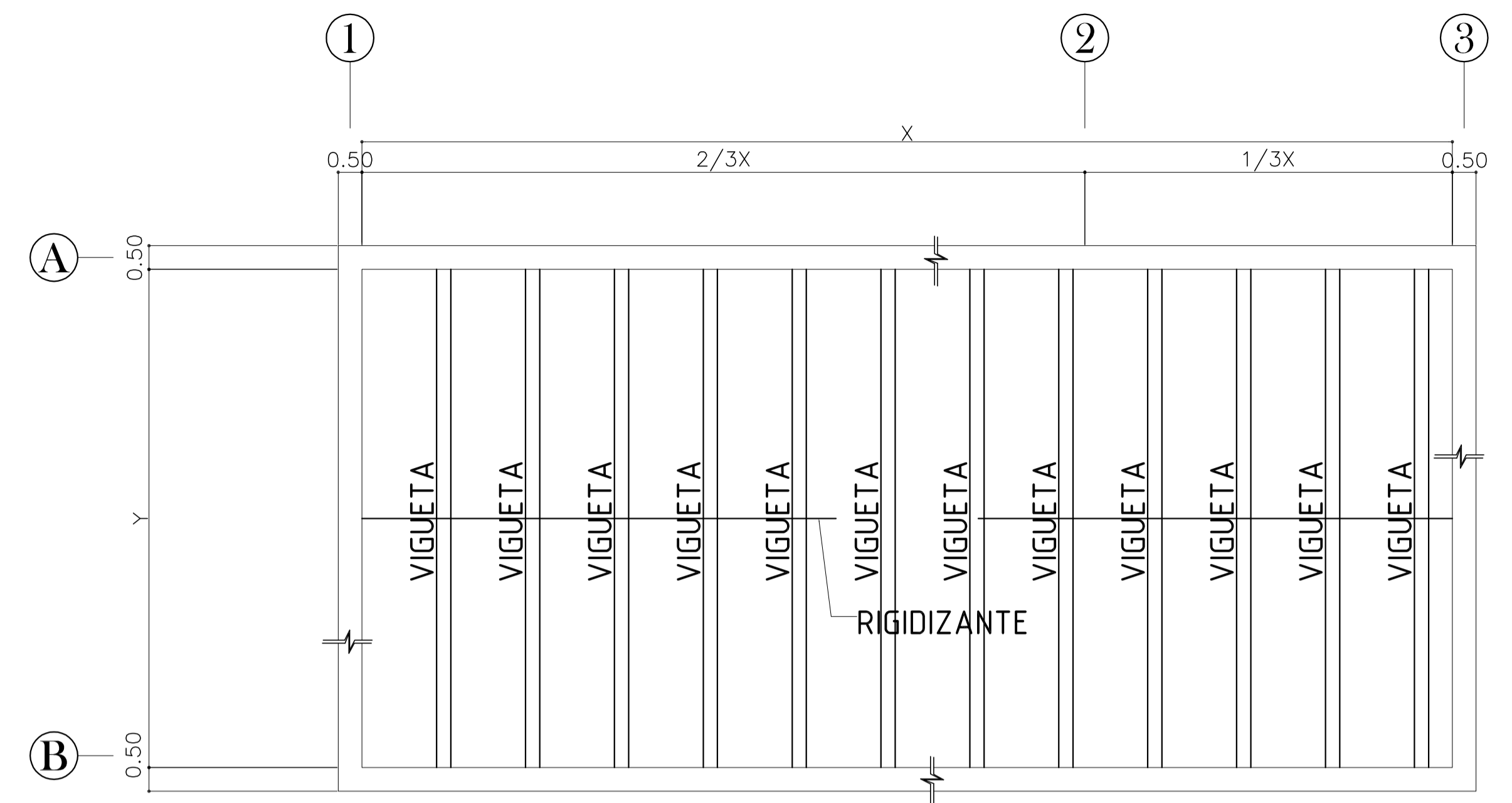
ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ ASESOR CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA

PERFIL TRAMO DE PV-5 AL PV-16

ESCALA H = 1/150 V = 1/250

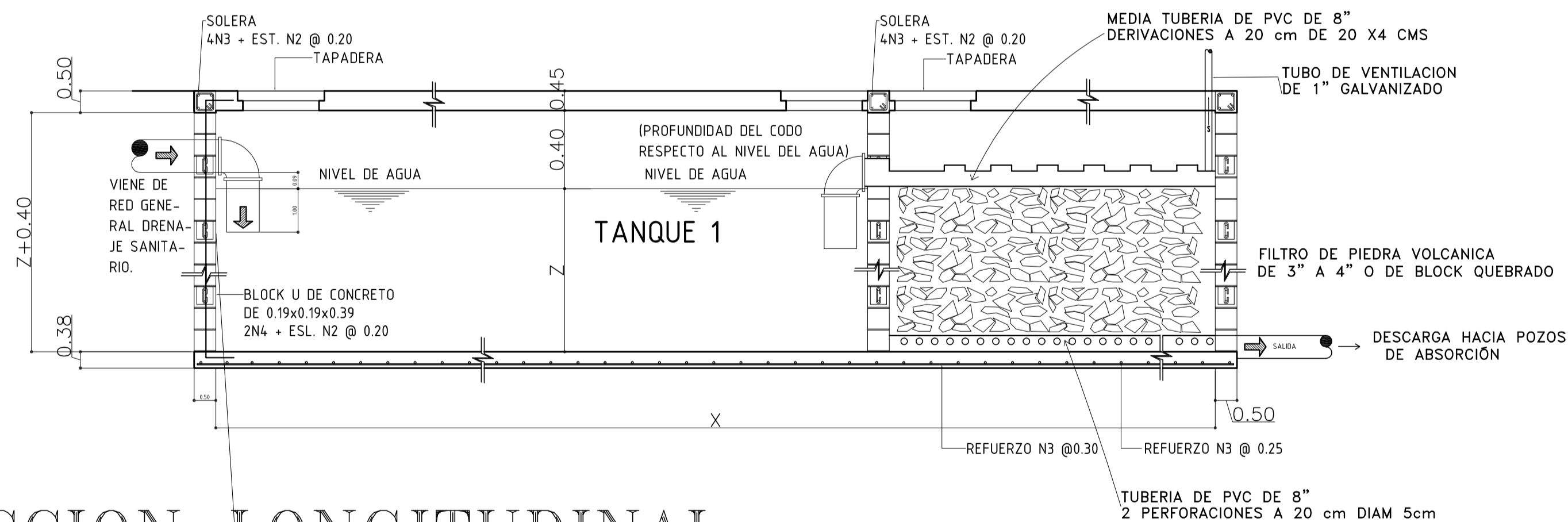


PLANTA DE SEDIMENTADOR Y FILTRO PERCOLADOR. ESCALA 1:40
 ARMADO DE MUROS + LOSA DE FONDO

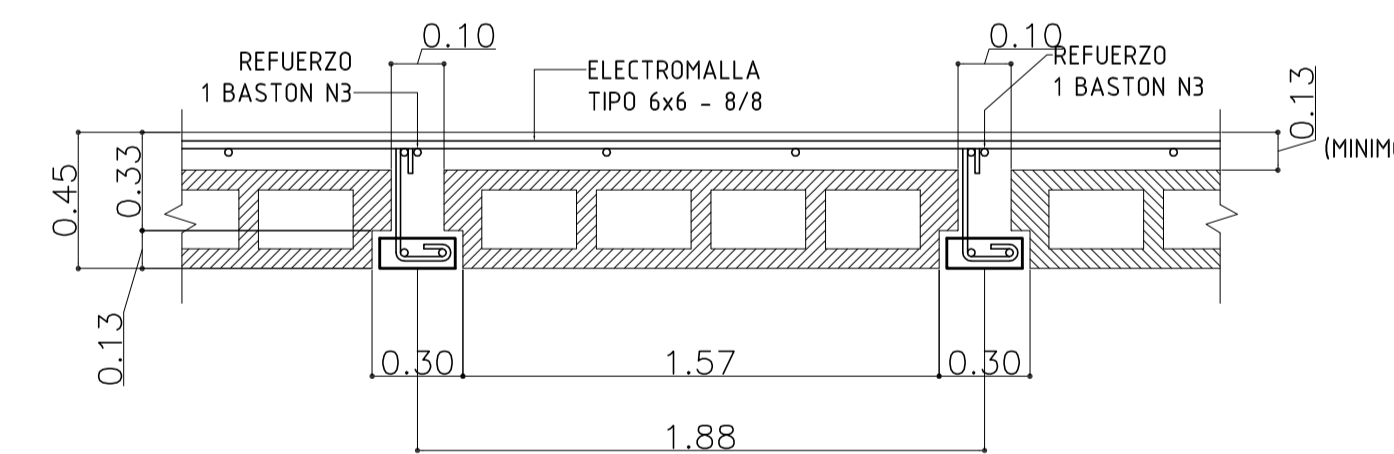


PLANTA DE LOSA PREFABRICADA DE TECHO
 ESCALA 1:40

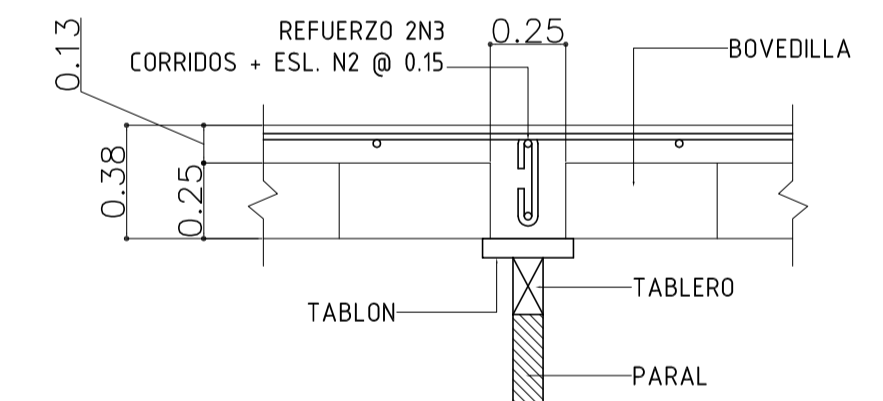
NOTAS:
 SE COLOCARAN BASTONES N3 A 1/5 DE LA LUZ SOBRE CADA VIGUETA Y MALLA ELECTROSOLDADA TIPO 6x6 8/8 $f_y = 84,000 \text{ lbs./pul}^2$.
 CARGA VIVA = 150 kg/m^2 .
 CONCRETO = $3,000 \text{ lbs./pulg}^2$.
 ACERO DE REFUERZO = $40,000 \text{ lbs./pulg}^2$.



SECCION LONGITUDINAL ESCALA 1:40
 ARMADO DE MUROS + LOSA DE FONDO



DETALLE TIPICO DE LOSA PREFABRICADA ESCALA 1:10



DETALLE TIPICO DE NERVIOS RIGIDIZANTE ESCALA 1:10

NOTA:
 VER UBICACION DE SEDIMENTADOR Y FILTRO PERCOLADOR EN RED GENERAL DE AGUAS NEGRAS

SEDIMENTADOR Y FILTRO PERCOLADOR	VOLUMEN m^3	LARGO m	ANCHO m	ALTO m	\varnothing TUBERIA (")	PROFUNDIDAD POZO P
		X	Y	Z	T	
1	60.00 m^3	10.00 m	3.00 m	2.00 m	8"	2 POZOS 30 VARAS










UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DRENAJE SANITARIO CASERIO JOYA VERDE ESCALA: INDICADA
 CONTENIDO PLANTA DE TRATAMIENTO FECHA: NOVIEMBRE 2008

	EPS: MUNICIPALIDAD DE FRAJANES, GUATEMALA	CÁLCULO: ANGÉLICA JUÁREZ	HOJA
	DISEÑO: ANGÉLICA JUÁREZ	DIBUJO: ANGÉLICA JUÁREZ	9
ING. OSCAR ARQUETA HERNÁNDEZ ASESOR		CARMEN ANGÉLICA JUÁREZ LÓPEZ EPESISTA	










ANEXO

Tabla LXII. Coeficientes para momentos negativos en losas

$\left. \begin{aligned} M_{A CM} &= C_{A CM} \times w \times A^2 \\ M_{B CM} &= C_{B CM} \times w \times B^2 \end{aligned} \right\} w = \text{carga uniforme total, muerta más viva}$										
Relación $m = \frac{A}{B}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 	
1.00	$C_{A CM}$		0.045	0.076	0.050	0.075	0.071	0.071	0.033	0.061
	$C_{B CM}$		0.045		0.050				0.061	0.033
0.95	$C_{A CM}$		0.050	0.072	0.055	0.079	0.075	0.067	0.038	0.065
	$C_{B CM}$		0.041		0.045				0.056	0.029
0.90	$C_{A CM}$		0.055	0.070	0.060	0.080	0.079	0.062	0.043	0.068
	$C_{B CM}$		0.037		0.040				0.052	0.025
0.85	$C_{A CM}$		0.060	0.065	0.066	0.082	0.083	0.057	0.049	0.072
	$C_{B CM}$		0.031		0.034				0.046	0.021
0.80	$C_{A CM}$		0.065	0.061	0.071	0.083	0.086	0.051	0.055	0.075
	$C_{B CM}$		0.027		0.029				0.041	0.017
0.75	$C_{A CM}$		0.069	0.056	0.076	0.085	0.088	0.044	0.061	0.078
	$C_{B CM}$		0.022		0.024				0.036	0.014
0.70	$C_{A CM}$		0.074	0.050	0.081	0.086	0.091	0.038	0.068	0.081
	$C_{B CM}$		0.017		0.019				0.029	0.011
0.65	$C_{A CM}$		0.077	0.043	0.085	0.087	0.093	0.031	0.074	0.083
	$C_{B CM}$		0.014		0.015				0.024	0.008
0.60	$C_{A CM}$		0.081	0.035	0.089	0.088	0.095	0.024	0.080	0.085
	$C_{B CM}$		0.010		0.011				0.018	0.006
0.55	$C_{A CM}$		0.084	0.028	0.092	0.089	0.096	0.019	0.085	0.086
	$C_{B CM}$		0.007		0.008				0.014	0.005
0.50	$C_{A CM}$		0.086	0.022	0.094	0.090	0.097	0.014	0.089	0.088
	$C_{B CM}$		0.006		0.006				0.010	0.003










Fuente: ACI-318

Tabla LXIII. Coeficientes para momentos en losas por carga viva

$\left. \begin{aligned} M_{A CM} &= C_{A CM} \times w \times A^2 \\ M_{B CM} &= C_{B CM} \times w \times B^2 \end{aligned} \right\} w = \text{carga uniforme total, muerta más viva}$										
Relación $m = \frac{A}{B}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 	
1.00	$C_{A CM}$	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{B CM}$	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{A CM}$	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{B CM}$	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{A CM}$	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{B CM}$	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{A CM}$	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{B CM}$	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{A CM}$	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{B CM}$	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{A CM}$	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{B CM}$	0.029	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{A CM}$	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{B CM}$	0.010	0.012	0.016	0.014	0.011	0.018	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{A CM}$	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{B CM}$	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{A CM}$	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{B CM}$	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{A CM}$	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{B CM}$	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{A CM}$	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{B CM}$	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

Fuente: ACI-318

Tabla LXIV. Coeficientes para momentos positivos en losas por carga muerta

		$\left. \begin{aligned} M_{A CM} &= C_{A CM} \times w \times A^2 \\ M_{B CM} &= C_{B CM} \times w \times B^2 \end{aligned} \right\} w = \text{carga uniforme total, muerta más viva}$								
Relación $m = \frac{A}{B}$		Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00	$C_{A CM}$	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{B CM}$	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{A CM}$	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{B CM}$	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{A CM}$	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{B CM}$	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{A CM}$	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{B CM}$	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{A CM}$	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{B CM}$	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{A CM}$	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{B CM}$	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{A CM}$	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{B CM}$	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{A CM}$	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{B CM}$	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{A CM}$	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{B CM}$	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{A CM}$	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{B CM}$	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{A CM}$	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{B CM}$	0.006	0.002	0.007	0.004	0.01	0.003	0.007	0.004	0.002

Fuente: ACI-318

Tabla LXV. Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular

q/Q	v/V	d/D
0.000034	0.056141	0.005
0.000050	0.063370	0.006
0.000070	0.070215	0.007
0.000093	0.076728	0.008
0.001200	0.082970	0.009
0.000151	0.088980	0.010
0.000151	0.088980	0.010
0.000185	0.094787	0.011
0.000223	0.100417	0.012
0.000265	0.105887	0.013
0.000311	0.111215	0.014
0.000361	0.116413	0.015
0.000415	0.121493	0.016
0.000473	0.126464	0.017
0.000536	0.131335	0.018
0.000536	0.131335	0.018
0.000672	0.140803	0.020
0.000746	0.145412	0.021
0.000825	0.149945	0.022
0.000908	0.154406	0.023
0.000995	0.158800	0.024
0.000995	0.158800	0.024
0.000995	0.158800	0.024
0.001086	0.163129	0.025
0.001182	0.167398	0.026
0.001182	0.167398	0.026
0.001182	0.167398	0.026
0.001282	0.171609	0.027
0.001386	0.175765	0.028
0.001495	0.179868	0.029
0.001608	0.183921	0.030
0.001725	0.187926	0.031
0.001847	0.191885	0.032
0.001973	0.195800	0.033
0.002103	0.199672	0.034
0.002238	0.203503	0.035
0.002378	0.207295	0.036

q/Q	v/V	d/D
0.002521	0.211049	0.037
0.002823	0.218448	0.039
0.002980	0.222095	0.040
0.003142	0.225709	0.041
0.003308	0.229291	0.042
0.003479	0.232842	0.043
0.003479	0.232842	0.043
0.003654	0.236362	0.044
0.003834	0.239853	0.045
0.004019	0.243315	0.046
0.004208	0.246749	0.047
0.004401	0.250157	0.048
0.004401	0.250157	0.048
0.004699	0.253537	0.049
0.004802	0.256893	0.050
0.005009	0.260223	0.051
0.005221	0.263528	0.052
0.005438	0.266810	0.053
0.005659	0.270068	0.054
0.005885	0.273304	0.055
0.006115	0.276517	0.056
0.006350	0.279709	0.057
0.006590	0.282879	0.058
0.006834	0.286029	0.059
0.007083	0.289158	0.060
0.007337	0.292267	0.061
0.007595	0.295356	0.062
0.008398	0.304512	0.065
0.008675	0.307527	0.066
0.008956	0.310524	0.067
0.009243	0.313504	0.068
0.009533	0.316466	0.069
0.009829	0.319412	0.070
0.010129	0.322342	0.071
0.010434	0.325255	0.072
0.010744	0.328152	0.073
0.011058	0.331034	0.074

q/Q	v/V	d/D
0.011377	0.333900	0.075
0.011701	0.336751	0.076
0.012029	0.339587	0.077
0.012362	0.342408	0.078
0.012700	0.345215	0.079
0.013043	0.348007	0.080
0.013390	0.350786	0.081
0.013742	0.353551	0.082
0.014098	0.356302	0.083
0.014459	0.359039	0.084
0.014825	0.361764	0.085
0.015196	0.364475	0.086
0.015571	0.367173	0.087
0.015951	0.369859	0.088
0.016336	0.372532	0.089
0.016726	0.375193	0.090
0.017120	0.377842	0.091
0.017518	0.380479	0.092
0.017922	0.383103	0.093
0.018330	0.385717	0.094
0.018743	0.388318	0.095
0.019161	0.390908	0.096
0.019583	0.393487	0.097
0.020010	0.396055	0.098
0.020441	0.398611	0.099
0.020878	0.401157	0.100
0.021319	0.403692	0.101
0.021765	0.406216	0.102
0.022215	0.408730	0.103
0.022670	0.411234	0.104
0.023130	0.413727	0.105
0.023594	0.416210	0.106
0.024063	0.418683	0.107
0.024537	0.421146	0.108
0.025015	0.423599	0.109
0.025498	0.426042	0.110

q/Q	v/V	d/D
0.025986	0.428476	0.111
0.026479	0.430901	0.112
0.026976	0.433316	0.113
0.027477	0.435721	0.114
0.027984	0.438117	0.115
0.028495	0.440505	0.116
0.029010	0.442883	0.117
0.029531	0.445252	0.118
0.030056	0.447612	0.119
0.030585	0.449964	0.120
0.031119	0.452307	0.121
0.031658	0.454641	0.122
0.032202	0.456967	0.123
0.032750	0.459284	0.124
0.033302	0.461593	0.125
0.033860	0.463893	0.126
0.034422	0.466185	0.127
0.034988	0.468470	0.128
0.035559	0.470746	0.129
0.036135	0.473014	0.130
0.036715	0.475274	0.131
0.037300	0.477526	0.132
0.037890	0.479770	0.133
0.038484	0.482007	0.134
0.039083	0.484236	0.135
0.039686	0.486457	0.136
0.040294	0.488671	0.137
0.040906	0.490877	0.138
0.041523	0.493076	0.139
0.042154	0.495268	0.140
0.042771	0.497452	0.141
0.043401	0.499629	0.142
0.044036	0.501799	0.143
0.044676	0.503961	0.144
0.045320	0.506117	0.145
0.045969	0.508265	0.146
0.046622	0.510407	0.147
0.047280	0.512541	0.148
0.047943	0.514669	0.149
0.048609	0.516790	0.150
0.049281	0.518904	0.151

q/Q	v/V	d/D
0.049956	0.521011	0.152
0.050637	0.523112	0.153
0.051322	0.525206	0.154
0.052011	0.527293	0.155
0.052705	0.529374	0.156
0.053403	0.531449	0.157
0.054106	0.533517	0.158
0.054813	0.535578	0.159
0.055524	0.537633	0.160
0.056240	0.539682	0.161
0.056961	0.541725	0.162
0.057686	0.543761	0.163
0.058415	0.545792	0.164
0.059149	0.547816	0.165
0.059887	0.549834	0.166
0.060630	0.551845	0.167
0.061377	0.553851	0.168
0.062128	0.555851	0.169
0.062884	0.557845	0.170
0.063644	0.559833	0.171
0.064409	0.561815	0.172
0.065178	0.563791	0.173
0.065951	0.565762	0.174
0.066729	0.567726	0.175
0.067511	0.569685	0.176
0.068298	0.571638	0.177
0.069088	0.573586	0.178
0.069883	0.575528	0.179
0.070683	0.577464	0.180
0.071487	0.579395	0.181
0.072295	0.581320	0.182
0.073107	0.583240	0.183
0.073924	0.585154	0.184
0.074745	0.587063	0.185
0.075570	0.588966	0.186
0.075400	0.590864	0.187
0.077234	0.592756	0.188
0.078072	0.594644	0.189
0.078914	0.596526	0.190
0.079761	0.598402	0.191
0.080612	0.600274	0.192

q/Q	v/V	d/D
0.081467	0.602140	0.193
0.082326	0.604001	0.194
0.083190	0.605857	0.195
0.084058	0.607708	0.196
0.084930	0.609553	0.197
0.085806	0.611394	0.198
0.086687	0.613230	0.199
0.087571	0.615060	0.200
0.088460	0.616886	0.201
0.089353	0.618706	0.202
0.090250	0.620522	0.203
0.091152	0.622332	0.204
0.092057	0.624138	0.205
0.092967	0.625939	0.206
0.093881	0.627735	0.207
0.094799	0.629526	0.208
0.095721	0.631312	0.209
0.096647	0.633094	0.210
0.097577	0.634871	0.211
0.098512	0.636643	0.212
0.099450	0.638410	0.213
0.100393	0.640173	0.214
0.101340	0.641931	0.215
0.102290	0.643684	0.216
0.103245	0.645433	0.217
0.104204	0.647177	0.218
0.105167	0.648917	0.219
0.106134	0.650652	0.220
0.107105	0.652382	0.221
0.108080	0.654108	0.222
0.109059	0.655830	0.223
0.110042	0.657546	0.224
0.111029	0.659259	0.225
0.112020	0.660967	0.226
0.113015	0.662670	0.227
0.114014	0.664370	0.228
0.115017	0.666064	0.229
0.116024	0.667755	0.230
0.117035	0.669441	0.231
0.118050	0.671122	0.232
0.119069	0.672800	0.233

q/Q	v/V	d/D
0.120091	0.674473	0.234
0.121118	0.676142	0.235
0.122149	0.677806	0.236
0.123183	0.679466	0.237
0.124221	0.681122	0.238
0.125263	0.682774	0.239
0.126310	0.684422	0.240
0.127360	0.686065	0.241
0.128413	0.687704	0.242
0.129471	0.689369	0.243
0.130533	0.690670	0.244
0.131598	0.692597	0.245
0.132667	0.694220	0.246
0.133740	0.695839	0.247
0.134817	0.697453	0.248
0.135897	0.699064	0.249
0.136982	0.700670	0.250
0.138070	0.702273	0.251
0.139163	0.703871	0.252
0.140258	0.705466	0.253
0.141357	0.707056	0.254
0.142460	0.708642	0.255
0.143567	0.710225	0.256
0.144678	0.711804	0.257
0.145792	0.713378	0.258
0.146910	0.714949	0.259
0.148032	0.716516	0.260
0.149158	0.718079	0.261
0.150287	0.719638	0.262
0.151420	0.721193	0.263
0.152556	0.722745	0.264
0.153696	0.724292	0.265
0.154840	0.725836	0.266
0.155988	0.727376	0.267
0.157139	0.728912	0.268
0.158293	0.730444	0.269
0.159452	0.731973	0.270
0.160613	0.733498	0.271
0.161779	0.735019	0.272
0.162948	0.736536	0.273
0.164121	0.738050	0.274

q/Q	v/V	d/D
0.165297	0.739560	0.275
0.166477	0.741066	0.276
0.167660	0.742568	0.277
0.168847	0.744067	0.278
0.170037	0.745563	0.279
0.171231	0.747054	0.280
0.172428	0.748542	0.281
0.173629	0.750026	0.282
0.174833	0.751507	0.283
0.176041	0.752984	0.284
0.177253	0.754458	0.285
0.178467	0.755927	0.286
0.179686	0.757394	0.287
0.180907	0.758856	0.288
0.182132	0.760316	0.289
0.183361	0.761771	0.290
0.184593	0.763223	0.291
0.185828	0.764672	0.292
0.187066	0.766117	0.293
0.188309	0.767559	0.294
0.189554	0.768997	0.295
0.190803	0.770431	0.296
0.192055	0.771863	0.297
0.193310	0.773290	0.298
0.194569	0.774715	0.299
0.195831	0.776135	0.300
0.197097	0.777553	0.301
0.198365	0.778967	0.302
0.199637	0.780377	0.303
0.200913	0.781784	0.304
0.202191	0.783188	0.305
0.203473	0.784588	0.306
0.204758	0.785985	0.307
0.206046	0.787379	0.308
0.207338	0.788769	0.309
0.208633	0.790156	0.310
0.209930	0.791539	0.311
0.211232	0.792920	0.312
0.212536	0.794297	0.313
0.213843	0.795670	0.314
0.215154	0.797040	0.315

q/Q	v/V	d/D
0.216468	0.798407	0.316
0.217785	0.799771	0.317
0.219105	0.801131	0.318
0.220428	0.802488	0.319
0.221755	0.803842	0.320
0.223084	0.805193	0.321
0.224416	0.806540	0.322
0.225752	0.807884	0.323
0.227091	0.809225	0.324
0.228433	0.810563	0.325
0.229777	0.811897	0.326
0.231125	0.813228	0.327
0.232476	0.814556	0.328
0.233830	0.815881	0.329
0.235187	0.817203	0.330
0.236547	0.818521	0.331
0.237910	0.819836	0.332
0.239275	0.821148	0.333
0.240644	0.822457	0.334
0.242016	0.823763	0.335
0.243391	0.825065	0.336
0.244768	0.826365	0.337
0.246149	0.827661	0.338
0.247532	0.828954	0.339
0.248919	0.830244	0.340
0.250308	0.831531	0.341
0.251700	0.832815	0.342
0.253095	0.834096	0.343
0.254493	0.835374	0.344
0.255894	0.836648	0.345
0.257297	0.837920	0.346
0.258704	0.839188	0.347
0.260113	0.840454	0.348
0.261525	0.841716	0.349
0.262940	0.842975	0.350
0.264357	0.844231	0.351
0.265778	0.845485	0.352
0.267201	0.846735	0.353
0.268627	0.847982	0.354
0.270055	0.849226	0.355
0.271487	0.850467	0.356
0.272921	0.851705	0.357
0.271357	0.852940	0.358

q/Q	v/V	d/D
0.275797	0.854172	0.359
0.277239	0.855401	0.360
0.278684	0.856627	0.361
0.280131	0.857580	0.362
0.281581	0.859070	0.363
0.283034	0.860288	0.364
0.284489	0.861502	0.365
0.285947	0.862713	0.366
0.287407	0.863921	0.367
0.288871	0.865127	0.368
0.290336	0.866329	0.369
0.291805	0.867528	0.370
0.293275	0.868725	0.371
0.294749	0.869918	0.372
0.296225	0.296225	0.373
0.297703	0.977030	0.374
0.299184	0.991840	0.375
0.300667	0.874664	0.376
0.302153	0.875843	0.377
0.303642	0.877019	0.378
0.305132	0.878192	0.379
0.306626	0.879362	0.380
0.308121	0.880530	0.381
0.309620	0.881694	0.382
0.311120	0.882856	0.383
0.312623	0.884015	0.384
0.314128	0.885171	0.385
0.315636	0.886324	0.386
0.317146	0.887474	0.387
0.318659	0.888622	0.388
0.320174	0.889766	0.389
0.311691	0.890908	0.390
0.323210	0.892047	0.391
0.324732	0.893183	0.392
0.326256	0.894316	0.393
0.327782	0.895447	0.394
0.329311	0.896574	0.395
0.330842	0.897699	0.396
0.332375	0.898821	0.397
0.333910	0.899940	0.398
0.335448	0.901057	0.399

q/Q	v/V	d/D
0.336988	0.902170	0.400
0.338530	0.903281	0.401
0.340074	0.904389	0.402
0.341620	0.905495	0.403
0.343169	0.906597	0.404
0.344720	0.907697	0.405
0.346272	0.908794	0.406
0.347827	0.909888	0.407
0.349385	0.910879	0.408
0.350944	0.912068	0.409
0.352505	0.913154	0.410
0.354068	0.914237	0.411
0.355634	0.945317	0.412
0.357201	0.916395	0.413
0.358771	0.917470	0.414
0.360342	0.918542	0.415
0.361916	0.918611	0.416
0.363492	0.920578	0.417
0.365069	0.921742	0.418
0.366649	0.922803	0.419
0.368230	0.923862	0.420
0.369814	0.924918	0.421
0.371399	0.925971	0.422
0.372986	0.927021	0.423
0.374576	0.928069	0.424
0.376167	0.929114	0.425
0.377600	0.930156	0.426
0.379355	0.931196	0.427
0.380952	0.932233	0.428
0.382551	0.933267	0.429
0.384151	0.934299	0.430
0.385753	0.935327	0.431
0.387358	0.936354	0.432
0.388964	0.937377	0.433
0.390571	0.938398	0.434
0.392181	0.939416	0.435
0.400255	0.944467	0.440
0.416530	0.954371	0.450
0.432962	0.964012	0.46
0.449538	0.973393	0.47
0.466246	0.982517	0.48
0.483071	0.991385	0.49
0.5	1	0.5

q/Q	v/V	d/D
0.517019	1.008362	0.51
0.534114	1.016474	0.52
0.551271	1.024336	0.53
0.568475	1.031949	0.54
0.585711	1.039313	0.55
0.602964	1.04643	0.56
0.620219	1.0533	0.57
0.637461	1.059922	0.58
0.654673	1.066296	0.59
0.67184	1.072422	0.6
0.688945	1.0783	0.61
0.705972	1.083927	0.62
0.722903	1.089305	0.63
0.739721	1.09443	0.64
0.756408	1.099301	0.65
0.772947	1.103917	0.66
0.789319	1.108275	0.67
0.805504	1.112372	0.68
0.821484	1.116207	0.69
0.837238	1.119774	0.7
0.855745	1.123072	0.71
0.867985	1.126096	0.72
0.882936	1.12884	0.73
0.897575	1.131301	0.74
0.911878	1.133473	0.75
0.925821	1.135349	0.76
0.939379	1.136922	0.77
0.952524	1.138184	0.78
0.96523	1.139128	0.79
0.977467	1.139742	0.8
0.989203	1.140015	0.81
1.000405	1.139936	0.82
1.011038	1.139489	0.83
1.021064	1.138659	0.84
1.03044	1.137427	0.85
1.039122	1.13577	0.86
1.04706	1.133664	0.87
1.054195	1.131077	0.88
1.060466	1.127975	0.89

Fuente: Cardona Padilla, Jorge.
Trabajo de graduación,
ingeniero civil, 2006.

Tabla LXVI. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.7	1	0	26	27.09	14.21	9.84
1	6	1.1	0.01	27	29.24	15.9	11.6
2	6.3	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.7
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.1	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.2	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.6	2.21	0.35	34	52.64	36.5	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.8	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.5	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.6	5.45	2.18	43	134.58	126.5	211.55
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.6
19	16.56	6.7	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.8	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6	49	298.71	344.63	881.99
24	23.36	11.4	7.08	50	347.5	415.14	1072.8
25	25.13	12.72	8.34				

Fuente: Cardona Padilla, Jorge Alberto. Trabajo de graduación, ingeniero civil, 2006.