



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

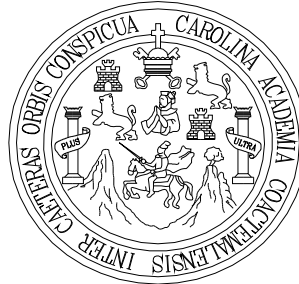
**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y
ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE
SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**

Rolmy Orlando Salguero Ramírez

Asesorado por Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, junio 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y
ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE
SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ

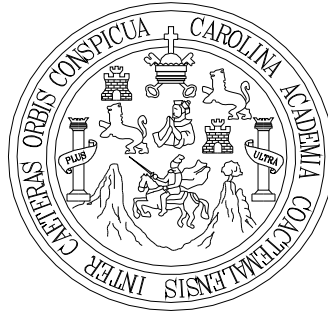
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha octubre de 2006

Rolmy Orlando Salguero Ramírez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 25 de febrero de 2011.
Ref.EPS.D-161.02.11

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Robmy Orlando Salguero Ramírez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivallaga Ochoaera.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Heara Sarmiento Zecón de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/rs



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 25 de febrero de 2011.
Ref:EPS.DOC.319.02.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zecaña,

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Rolmy Orlando Salguero Ramírez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200212928**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

Ing. Manuel Alfredo Arzavilla Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
21 de marzo de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro,

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rolmy Orlando Salguero Ramirez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

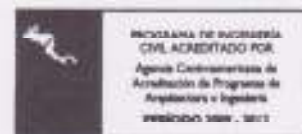

Ing. Ronald Leonardo Calderón Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

Abdeb.

Más de 130 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
2 de marzo de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro,

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**, desarrollada por el estudiante de Ingeniería Civil Rolmy Orlando Saiguero Ramírez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoa.

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,

¡SEY ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa

Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Abdch.

Más de 130 ^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua



PROGRAMA DE INGENIERIA
CIVIL Acreditado POR
Agencia Centroamericana de
Acreditación de Programas de
Arquitectura e Ingeniería
PERIODO 2009 - 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Ralmy Orlando Salguero Ramirez, titulado DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio de 2011

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.177.2011

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 DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**, presentado por la estudiante universitaria **Rolmy Orlando Salguero Ramirez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Ríos
Decano



Guatemala, junio de 2011

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Por darme sabiduría y mantenerme dentro de la senda correcta durante el transcurso de mi vida.

Mi padre Fredy Orlando Salguero Rivera (q.e.p.d.), que desde el cielo ha estado conmigo durante todo este tiempo y estará celebrando este triunfo que lo habría llenado de mucho orgullo.

Mi madre Ileana Ramírez Guevara, quien me ha dado su apoyo incondicional en todo momento. Gracias a su carácter y entereza se ha convertido en la persona más importante de mi vida, siendo mi guía, mi ejemplo a seguir, quien me ha mantenido a flote cuando he estado a punto de naufragar. No hay palabras que puedan describir lo que mi madre significa en mi vida, y aunque no siempre te lo diga, te quiero mucho.

Mis hermanos Ileana Edith, Gustavo Amílcar y Andrea Melissa, quienes representan un motivo para seguir adelante y me inspiran para tratar de influir de manera positiva en sus vidas.

Mis tíos Quienes siempre me han demostrado su apoyo de una u otra manera, alentándome para poder sobrepasar las barreras que muchas veces se interponen en el camino.

AGRADECIMIENTOS A:

USAC - Facultad de Ingeniería Por haber sido como una segunda casa para mí.

Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa Por permitirme desarrollar mi trabajo de E.P.S.

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta Por asesorarme durante la duración del E.P.S.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Monografía	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Límites y colindancias	1
1.1.3. Clima	3
1.1.4. Topografía	4
1.1.5. Suelo	4
1.1.6. Vías de acceso, comunicación y transporte	4
1.1.7. Idioma	5
1.1.8. Servicios públicos	5
1.1.9. Aspectos de salud	5
1.1.10. Producción	6
1.1.11. Datos de la población	6
1.1.12. Datos de vivienda	7
1.1.13. Datos sobre el uso del agua	8
1.1.14. Canalización de las aguas servidas	8
1.1.15. Necesidades prioritarias de la aldea	9

2.	DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO	11
2.1.	Descripción del proyecto	11
2.2.	Métodos estadísticos para estimar población futura	11
2.2.1.	Método de incremento geométrico	12
2.3.	Método de incremento de la población futura	12
2.4.	Desarrollo del proyecto de drenaje sanitario para proyecto de viviendas en aldea Carbonera	13
2.4.1.	Levantamiento topográfico	13
2.4.1.1.	Levantamiento planimétrico	13
2.4.1.2.	Levantamiento altimétrico	14
2.4.2.	Características del sub.-suelo	14
2.4.3.	Tipo de sistema a utilizar	14
2.4.4.	Período de diseño	15
2.4.5.	Determinación de las aguas servidas	15
2.4.6.	Población tributaria	16
2.4.7.	Dotación	16
2.4.8.	Factor de retorno al sistema	17
2.4.9.	Factor de flujo instantáneo	17
2.4.10.	Relación de diámetros y caudales	18
2.4.11.	Caudal domiciliar	18
2.4.12.	Caudal de infiltración	19
2.4.13.	Caudal de conexiones ilícitas	20
2.4.14.	Caudal comercial	20
2.4.15.	Factor de caudal medio	21
2.4.16.	Caudal de diseño	22
2.4.17.	Diseño de drenaje sanitario para el proyecto de viviendas en aldea Carbonera	23
2.4.18.	Obras accesorias	23
2.5.	Ejemplo del diseño hidráulico del sistema	27

2.6.	Cuadro del diseño hidráulico	33
2.7.	Propuesta de tratamiento de aguas servidas	37
2.8.	Características del agua residual	38
2.8.1.	Fosa séptica	39
2.9.	Planos	51
2.10.	Evaluación socio-económica	52
2.11.	Análisis financiero	54
2.9.1.	VPN (Valor Presente Neto)	54
2.9.2.	TIR (Tasa Interna de Retorno)	57
2.9.3.	Relación Costo-Beneficio	58
3.	DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO	61
3.1.	Diseño estructural de la edificación escolar	61
3.1.1.	Descripción del proyecto	61
3.1.2.	Diseño arquitectónico	61
3.1.2.1.	Ubicación del edificio en el terreno	62
3.1.2.2.	Distribución de ambientes	62
3.1.2.3.	Selección del sistema estructural a utilizar	63
3.1.3.	Estudio de Suelos	63
3.1.3.1.	Cálculo del valor soporte	63
3.1.4.	Análisis estructural	67
3.1.4.1.	Predimensionamiento estructural	67
3.1.4.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	72
3.1.4.3.	Análisis de cargas	73
3.1.4.4.	Integración de cargas	73
3.1.4.4.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles	73
3.1.4.4.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles	78

3.1.4.5.	Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani	90
3.1.4.6.	Momentos últimos por envolventes de momentos	93
3.1.4.7.	Diagrama de corte en marcos dúctiles	107
3.1.5.	Dimensionamiento	119
3.1.5.1.	Diseño de losas	119
3.1.5.2.	Diseño de vigas	127
3.1.5.3.	Diseño de columnas	130
3.1.5.4.	Magnificación de momentos	135
3.1.5.5.	Diseño de cimentación (zapatas)	142
3.1.5.6.	Cuantificación de materiales y mano de obra	148
3.1.5.7.	Integración del presupuesto	150
3.1.6.	Análisis financiero	151
3.1.6.1.	VPN (Valor Presente Neto)	151
3.1.6.2.	TIR (Tasa Interna de Retorno)	153
3.1.6.3.	Relación costo beneficio	154
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INICIAL	157
4.1.	Importancia de una evaluación y diagnóstico de de impacto ambiental	157
4.2.	Definición de estudio de impacto ambiental	158
4.3.	Impacto en la ejecución del drenaje sanitario	158
4.4.	Impacto en la ejecución del establecimiento educativo	159
4.5.	Medidas de mitigación	159
4.6.	Plan de seguridad humana	162
4.7.	Identificación del radio de influencia	164

CONCLUSIONES	167
RECOMENDACIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	171
ANEXOS	173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa	2
2.	Croquis de aldea Carbonera	3
3.	Áreas tributarias para predimensionamiento de columna	68
4.	Elevación marco típico, en el eje Y	72
5.	Elevación marco típico, en el eje X	73
6.	Análisis por el método de Kani	92
7.	Paquete computacional ETABS	94
8.	Gráfica por momento de carga muerta (Kg-m)	95
9.	Gráfica por momento de carga viva (Kg-m)	98
10.	Gráfica por momento de carga sísmica en x (Kg-m)	100
11.	Gráfica por momento de carga sísmica en y (kg-m)	104
12.	Gráfica por cortante de carga muerta (Kg-m)	107
13.	Gráfica por cortante de carga viva (Kg-m)	111
14.	Gráfica por cortante de carga sísmica en x (Kg-m)	113
15.	Gráfica por cortante de carga sísmica en y (Kg-m)	116
16.	Casos de losas	121
17.	Detalle de viga	130
18.	Área tributaria columna	131
19.	Detalle de columna	142
20.	Detalle de zapata	148

TABLAS

I.	Beneficiarios directos e indirectos de proyectos	7
II.	Tipificación de vivienda en aldea Carbonera	7
III.	Disposición de agua de uso doméstico	8
IV.	Formas de disposición de aguas residuales	9
V.	Crecimiento Poblacional	12
VI.	Contribución de aguas residuales por persona	43
VII.	Tiempos de retención	43
VIII.	Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos	44
IX.	Presupuesto drenaje sanitario	52
X.	Presupuesto fosa séptica	54
XI.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	64
XII.	Peraltes mínimos para predimensionamiento de vigas	70
XIII.	Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente	76
XIV.	Estimación de cargas vivas	77
XV.	Estimación de cargas muertas	78
XVI.	Balance de momentos	124
XVII.	Presupuesto del edificio educativo	150

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_G	Área bruta de columna
A_{SMIN}	Área de acero mínimo
$A_{SREQUERIDA}$	Área de acero mínimo
A_{SV}	Área de acero mínimo vertical
A_{TUBO}	Área de tubería
A_Z	Área de zapata
$A_{TRIBUTARIA}$	Área tributaria
$P_{TRABAJO}$	Carga de trabajo o servicio
C_{TOTAL}	Carga total
P_U	Carga última
$Q_{CILICITAS}$	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{DIS}	Caudal de diseño

Q_{INF}	Caudal de infiltración
Q_{DOM}	Caudal domiciliar
Q_{MEDIO}	Caudal medio
Q_{SAN}	Caudal sanitario
PVC	Cloruro de polivinilo
D_P	Deflexión permisible
D_R	Deflexión resistente
F_Y	Esfuerzo de fluencia del acero
F_{CU}	Factor de carga última
V_{ACT}	Fuerza de corte actuante
V_{RES}	Fuerza de corte resistente
Hab	Habitantes
Ha	Hectáreas
INE	Instituto Nacional de Estadística
Kg/cm²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado

Lb/p²	Libra sobre pie cuadrado
L/seg	Litro sobre segundo
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
M/s	Metro sobre segundo
M²	Metro cuadrado
M³	Metro cúbico
Mm/h	Milímetro por hora
E	Módulo de elasticidad del concreto
M_{ACT}	Momento actuante
M_{FLEXIONANTE}	Momento flexionante
I_x	Momento de inercia respecto el eje X
I_y	Momento de inercia respecto el eje Y
M_R	Momento máximo resistente
No. Habitantes	Número de habitantes
P_n	Población buscada

P_o	Población del último censo
PV	Pozo de visita
Plg.	Pulgadas
R_H	Radio hidráulico
F'_c	Resistencia del concreto
TON/m²	Tonelada por metro cuadrado
V_{SECLLENA}	Velocidad a sección llena
U	Unidad

GLOSARIO

Aguas negras	Efluente que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
Carga muerta	Son aquéllas que se mantienen en constante magnitud y con una posición fija durante la vida útil de la estructura; generalmente la mayor parte de las cargas muertas es el peso propio de la estructura.
Carga última	Es la suma de las cargas afectadas por factores de amplificación según códigos de diseño.
Carga viva	Son cargas no permanentes, son producidas por el uso y ocupación de la edificación.
Caudal de diseño	Es la suma de los caudales que se utilizarán para establecer las propiedades cuantitativas de un tramo de alcantarillado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela.

Dotación	Suministro promedio de agua que necesita un habitante diariamente para satisfacer sus necesidades.
Flexión	Deformación que sufre una viga cuando se la somete a dos momentos de sentidos opuestos, aplicados en sus extremos en un plano que contenga al eje de la misma.
Inercia	Propiedad general de la materia, por la cual todo cuerpo tiende a conservar su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme, si sobre él no actúa ninguna fuerza externa.
Mampostería	Obra de fábrica hecha de mampuesto o piedras sin labrar, o labradas toscamente, unidas con mortero.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Muro	Obra de albañilería construida de cualquier material con que se divide o cierra un espacio.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que incide sobre una superficie de área pequeña.
TIR	Tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, es

decir, el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

VPN

Valor Presente Neto. Se basa en la suposición de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

El presente estudio técnico fue realizado en la aldea Carbonera, ubicada en el municipio de Santa Catarina Mita, del departamento de Jutiapa.

Se tomó en cuenta, que para proponer una solución técnica eficiente y adecuada, es necesario conocer los factores ambientales, físicos, económicos, sociales y políticos en el que se desenvuelven los habitantes de la comunidad en estudio. En ese sentido, en el primer capítulo se hace una descripción de la aldea, tales como: clima, topografía, tipo de suelo, orografía, recursos hidrológicos, entre otros.

En el segundo capítulo se describe el diseño del drenaje sanitario, basado en las Normas Generales de Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal, tablas de relaciones hidráulicas, fórmulas matemáticas. Además, los factores cualitativos y cuantitativos que se utilizaron para el respectivo diseño.

El tercer capítulo, comprende las normas, procedimientos matemáticos, códigos de diseño, valores teóricos, así como el procedimiento básico utilizado para el diseño arquitectónico y estructural de una escuela de de dos niveles con losa tradicional.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de drenaje sanitario para el proyecto de vivienda ubicado en aldea Carbonera y el establecimiento educativo en la cabecera municipal de Santa Catarina Mita, Departamento de Jutiapa.

Específicos

1. Elaborar una investigación de carácter monográfico, paralelo a un diagnóstico sobre las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Carbonera y de la cabecera municipal de Santa Catarina Mita, Jutiapa.
2. Establecer las bases técnicas y administrativas que sirvan de fundamento para desarrollar los proyectos de infraestructura mencionados.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los gobiernos han adoptado políticas, las cuales han impedido que los servicios de infraestructura tengan una cobertura ideal en la república de Guatemala, principalmente en el área rural. No es necesario hacer un estudio específico para determinar cuáles son las principales deficiencias que necesitan ser atendidas técnicamente para lograr el bienestar de la población de las comunidades.

El municipio de Santa Catarina Mita cuenta con un gobierno local que se ha preocupado por la frecuente promoción, implementación, fortalecimiento y mantenimiento de nuevos programas de desarrollo que tengan como objetivo mejorar las condiciones de vida de los pobladores del municipio. Sin embargo, aún existen comunidades que no cuentan con los servicios básicos para el pleno goce y satisfacción de sus actividades y/o necesidades. Entre estos servicios podemos citar: sistemas de agua potable, drenaje sanitario, infraestructura para servicio social y educativo, entre otros.

En el proyecto de vivienda que se tiene planificado desarrollar con apoyo de la municipalidad de Santa Catarina Mita, el Fondo Guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI) y miembros del Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE) respectivo, ubicado en aldea Carbonera, del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, se ha detectado la necesidad de participar en el diseño de un proyecto de infraestructura que contribuya a mejorar las condiciones de saneamiento ambiental, por lo que se propone la implementación de un sistema de drenaje sanitario con tubería de cloruro de polivinilo (PVC); pretendiendo con ello, contribuir con el mejoramiento de las condiciones sanitarias de la

comunidad en estudio. Así mismo, es necesaria la construcción de un establecimiento educativo en la cabecera municipal, el cual contribuirá con el desarrollo de la población de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

1.1.1. Ubicación

La comunidad de la aldea Carbonera está ubicada en la región oriental de la República de Guatemala, perteneciente al municipio de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa. Dicha cabecera cuenta con una extensión territorial de 132 kilómetros cuadrados, situado a una altura de 700 metros sobre el nivel del mar. La comunidad de interés se encuentra ubicada a una distancia de 16 kilómetros de la cabecera municipal.

1.1.2. Límites y colindancias

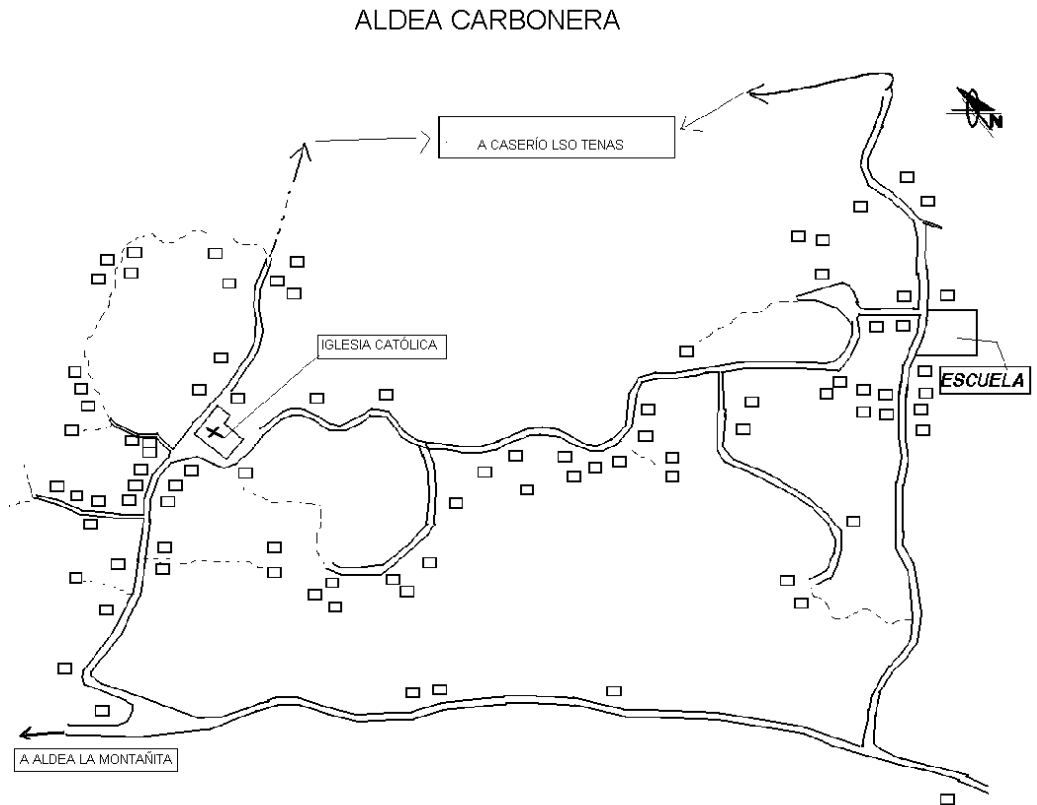
Norte: Aldea Zacuapa, Sta. Catarina Mita
Sur: Municipio de Jutiapa, Jutiapa
Este: Municipio de Asunción Mita, Jutiapa
Oeste: Aldea El Limón, Sta. Catarina Mita

Figura 1. **Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa**



Fuente: OMP. Mapa de ubicación Geográfica del municipio de Santa Catarina Mita, Departamento de Jutiapa.

Figura 2. **Croquis de aldea Carbonera**



Fuente: OMP. municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

1.1.3. **Clima**

El clima que predomina en el municipio de Santa Catarina Mita entre los meses de octubre a mediados de febrero, es templado; y en los meses de marzo y abril, es cálido.

Con base en los boletines históricos proporcionados por la estación número doce del Instituto de Vulcanología, Metereología, Sismología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicada en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa; se pudo establecer la precipitación máximo en la región, la cual corresponde a 150mm/hora .

1.1.4. Topografía

Generalmente, el municipio está conformado por quebrados con pendientes que oscilan entre 10 y 30%. Solamente se indican suelos regularmente planos en la aldea Jocote Dulce y sus alrededores, una buena parte de Las Aradas, Jocotillo; y en menos proporción, en aldea El Rodeo. Sin embargo, la aldea Carbonera, como otras, las pendientes de sus terrenos alcanzan hasta 60%.

1.1.5. Suelo

En la aldea Carbonera se observan, como en la mayoría de las aldeas, suelos arcillosos y algunas superficies ígneas. Debido al nivel de pedregosidad, topografía o falta de agua para riego de los cultivos, muchos de los suelos se sitúan en clases agrológicas bajas; es decir, no son recomendables para la agricultura, sino, para usos forestales y/o agroforestales.

Las cumbres y hondonadas se encuentran cubiertas de corpulentos árboles, generalmente robles y encinos; pero no sucede lo mismo en sus faldas que en su mayoría, están desprovistas de vegetación, debido a la cruel acción de las rozas que se verifican con el fin de cultivar, durante el invierno, regulares extensiones de maíz, frijol, maicillo, entre otros.

1.1.6. Vías de acceso, comunicación y transporte

El municipio de Santa Catarina Mita tiene dos vías de acceso principales: una de 19 kilómetros por el municipio de El Progreso, se encuentra asfaltada en su totalidad; y otra, de 10.5 kilómetros por el suroriente, vía La Arenera, y se localiza a la altura del kilómetro 138 de la ruta CA-1.

1.1.7. Idioma

A pesar del poco mestizaje que experimentó la comunidad en estudio, el idioma que predomina en su totalidad es el español, al igual que en todas las aldeas del municipio de Santa Catarina Mita.

1.1.8. Servicios públicos

Los pobladores de la aldea tienen acceso a educación pre-primaria, primaria; además, se tiene acceso a tele-secundaria impartida en diferentes horarios. Existe un puesto de salud que atiende a los pobladores de la comunidad.

1.1.9. Aspectos de salud

En el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, como en la mayoría de municipios de Guatemala, las enfermedades más comunes están asociadas al manejo inadecuado de los desechos sólidos y a la calidad del aire, entre las cuales podemos mencionar: infecciones respiratorias agudas, enfermedades gastrointestinales, desnutrición, tétanos, dengue, malaria, hepatitis A.

El manejo y disposición inadecuados de residuos, las aguas estancadas y otras situaciones de índole social, cultural y climática, han provocado en dicho municipio, la proliferación de insectos y roedores portadores de enfermedades, la cuales tienen incidencia principalmente en los niños.

1.1.10. Producción

Agricultura

Los principales productos agrícolas que se cosechan en la aldea Carbonera son: maíz, frijol, papa, tomate, cebolla, pepino, chile.

Pecuarias

Crianza de animales de corral, ganado vacuno, caballar, pero principalmente ganado porcino.

Artesanías

Predomina entre los habitantes de la comunidad la elaboración de jarcia.

1.1.11. Datos de la población

Según datos actuales proporcionados por la Oficina Municipal de Planificación de la Municipalidad de Santa Catarina Mita, la población a beneficiar se distribuye de la siguiente manera:

Tabla I. **Beneficiarios directos e indirectos de proyectos**

	TOTAL	BENEFICIARIOS DIRECTOS	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
Mujeres	361	162	199
Hombres	443	108	335
Total	804	270	534

Fuente: OMP. municipalidad Santa Catarina Mita.

1.1.12. Datos de vivienda

Tabla II. **Tipificación de vivienda en aldea Carbonera**

TECHO		PAREDES		PISO	
Madera	37	Block	33	Piso formal	10
Lámina o terraza	88	Adobe	92	Cemento liso	30
				Tierra	85
	125		125		125

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.1.13. Datos sobre el uso del agua

Tabla III. Disposición de agua de uso doméstico

AGUA	
Llena cántaros	74
Aguas entubadas	51
	125

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.1.14. Canalización de las aguas servidas

En la aldea Carbonera, como en casi la mayoría de aldeas que están en jurisdicción de las 332 municipalidades, presenta un manejo y disposición inadecuada de residuos; es decir, que las aguas provenientes del uso doméstico corren a flor de tierra en la comunidad, ocasionando proliferación de enfermedades transmitidas por vectores como malaria, dengue y gastrointestinales que inciden principalmente en los niños.

La cultura de disposición de las aguas negras que prevalece en aldea Carbonera es el de pozo ciego y letrinas, método tradicional más antiguo y utilizado por la mayoría de aldeas del país. Este es un tratamiento anaeróbico, el cual al ser utilizado desmedidamente, ocasiona daños al medio ambiente.

Tabla IV. **Formas de disposición de aguas residuales**

DRENAJE	
Pozo ciego	8
Letrinas	102
Drenaje	4
Sin servicio	11
	125

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.1.15. Necesidades prioritarias de la aldea

De infraestructura

- Establecimientos educativos
- Centro de Salud
- Salón para reuniones político-sociales
- Mejoramiento de caminos
- Sistemas de disposición de aguas residuales
- Mejoramiento de la calidad del agua de consumo

Sociales

Implementación de un comité encargado de velar por las condiciones de salubridad básicas de la aldea; ya que las condiciones urbanísticas y de saneamiento ambiental que forman parte del entorno de la comunidad, se ven afectadas por la falta de cultura higiénica de los habitantes de la aldea. Por lo que, implementar un comité encargado de velar por la organización,

conformación y cumplimiento de este problema, es una necesidad básica imperante en la aldea Carbonera.

2. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

2.1. Descripción del proyecto

La realización de este proyecto surge de la necesidad que tiene la población de la aldea Carbonera de contar con un sistema de eliminación de las aguas servidas provenientes de la vida doméstica de dichos habitantes. Específicamente, la que residirá en la urbanización que se llevará a cabo con la colaboración de la municipalidad y el Fondo Guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI).

De acuerdo al diseño arquitectónico realizado, se determinó factible establecer para cada lote un área de 100m^2 ; esto es, 10 metros de ancho por 10 metros de largo, distribuidos de la siguiente manera: 40m^2 de techo y 60m^2 de patio.

2.2. Métodos estadísticos para estimar población futura

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributará caudales al sistema al final de período de diseño se estimará utilizando alguno de los siguientes métodos.

- a) Incremento aritmético
- b) Incremento geométrico
- c) Método gráfico

2.2.1. Método de incremento geométrico

En este método el incremento de la población es constante, en un factor de proporcionalidad respecto al tiempo.

Su fórmula es:

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

Donde:

- P_n = Población buscada
- P_o = Población del último censo
- r = Tasa de crecimiento
- n = Diferencia en años

2.3. Método de incremento de la población futura

En la siguiente tabla se encuentran los datos proyectados de población para la urbanización en aldea Carbonera. Presentando resultados de crecimiento poblacional a cada cinco años según la tasa de crecimiento encontrada, con base en datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y la Oficina Municipal de Planificación de la municipalidad de Santa Catarina Mita.

Tabla V. **Crecimiento poblacional**

Año	Población estimada
2011	372
2016	444
2021	529
2026	630
2031	752

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

2.4. Desarrollo de drenaje sanitario para proyecto de viviendas en aldea Carbonera

2.4.1. Levantamiento topográfico

Trata de efectuar las mediciones necesarias para determinar las posiciones relativas de los puntos, ya sea arriba, sobre o debajo de la superficie de la tierra; o para establecer tales puntos.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar dichas posiciones y posteriormente su representación en un plano, se llama levantamiento topográfico.

2.4.1.1. Levantamiento planimétrico

Consiste en los procedimientos utilizados para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones, con las distancias y direcciones obtenidas en campo.

2.4.1.2. Levantamiento altimétrico

Tiene por objeto determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno. La altura de los puntos se toma sobre un plano de comparación, siendo el más común el nivel del mar. El instrumento utilizado para el desarrollo del trabajo depende de la precisión que se desee. Con los datos de campo, se obtienen las cotas y/o perfil del terreno.

Para tener puntos de referencia y control se construyen puntos fijos conocidos como bancos de nivelación.

Este levantamiento se lleva a cabo con aparatos de topografía convencionales, tales como: teodolito, estadal, trípode, plomadas y cinta métrica.

2.4.2. Características del sub-suelo

El sub-suelo encontrado en la aldea Carbonera es considerado un Limo Arenoso, debido a sus características.

2.4.3. Tipo de sistema a utilizar

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado. La selección o adopción de cada uno dependerá de un estudio minucioso de factores, como: topográficos, funcionales y económicos. Los sistemas de alcantarillado son:

- Sanitario
- Separativo
- Combinado

Se utilizará sistema sanitario, ya que en poblaciones que nunca han contado con un sistema anterior al que se está diseñando, generalmente se proyecta uno de este tipo. Este consiste en una tubería para recolección y conducción de las aguas negras, quedando de esa forma excluidos los caudales de aguas de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

2.4.4. Período de diseño

Cuando se elabore cualquier proyecto de alcantarillado hay que tomar la decisión acerca del tiempo de vida que la construcción servirá a la comunidad, antes de que deba abandonarse o ampliarse por resultar ya inadecuada. Es necesario, por tanto, estimar la población futura, así como las áreas probables de anexión a la comunidad que requerirán de alcantarillado y su tipo probable de desarrollo.

El período de diseño del sistema de drenaje sanitario es de 25 años, según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y la Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

2.4.5. Determinación de las aguas servidas

La determinación de los diferentes caudales que componen el flujo de aguas residuales se efectúa mediante la aplicación de diferentes factores, los que influirán en la economía del proyecto. Los factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes: dotación de agua en las viviendas, sector industrial y

comercial, la intensidad de lluvia para el área en estudio, estimación del caudal por conexiones ilícitas, cantidad de agua que pueda infiltrarse en el drenaje y las condiciones socio-económicas de la población.

2.4.6. Población tributaria

La población tributaria para este proyecto se determina tomando en cuenta que se construirán 54 casas, para las cuales se ha estimado la cantidad de 5 habitantes por casa. Por lo tanto, el drenaje tendrá una población tributaria de 270 personas. Las probabilidades de que esta población se mantenga constante son muy altas, debido a que es un proyecto de urbanización cerrado; por lo que es poco posible que la población aumente de manera considerable, aunque independientemente de esta aclaración, se han tomado en cuenta factores de crecimiento de la población, ya que existe la posibilidad de que haya algún número de conexiones ilícitas.

2.4.7. Dotación

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica para satisfacer sus necesidades primarias. Esto significa que dotación es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día para satisfacer sus demandas biológicas.

Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en litros/habitante/día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300L/hab./día.

- Municipalidades de 3^a. a 4^a. categoría
50L/hab./día
- Municipalidades de 2^a. categoría
90L/hab./día
- Municipalidades de 1^a. categoría
250-300L/hab./día

Para el diseño de este proyecto se tomará una dotación de 150L/hab./día, con base en un estudio realizado en las diferentes aldeas jurisdiccionales de la municipalidad de Santa Catarina Mita.

2.4.8. Factor de retorno al sistema

Éste sirve para afectar el valor de caudal domiciliar, en virtud de que no toda el agua de consumo humano va a ser utilizada para ciertas actividades específicas, ya que existe una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras domiciliar, como los jardines y lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por dicho factor, que puede variar entre 0.70 y 0.80. Para efectos del presente diseño se tomará un valor de 0.75.

2.4.9. Factor de flujo instantáneo

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, es necesario afectar el caudal medio por un factor conocido como factor de flujo o factor de Harmon; el cual suele variar entre 1.5 a 4.5, de acuerdo al tamaño de la población. El cómputo de dicho factor se puede efectuar por diversas formas, pero la más usada es el valor obtenido por la fórmula de Harmon:

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

Donde:

P_n = Población en miles

2.4.10. Relación de diámetros y caudales

Esta relación nos indica la proporción con respecto a su capacidad máxima con la cual se encuentra trabajando el sistema. Se manejan ciertos rangos dentro de los cuales se deben mantener dichos factores. Por ejemplo, para la velocidad: $v/V = 0.4$ m/s hasta 4 m/s, multiplicando este factor por el área se puede determinar la relación de caudales. Además de la anterior, también se encuentra la relación de diámetros para la cual se maneja el rango siguiente: $d/D = 0.10$ hasta 0.75, lo que significa que el flujo debe mantener una altura entre el 10% y el 75% del diámetro de la tubería.

2.4.11. Caudal domiciliar

Es el agua usada por los humanos para limpieza o producción de alimentos. Está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje, como los jardines y lavado de vehículos.

$$Q_{DOM} = \frac{No..Habit.* Dotación * F.R.}{86400}$$

Donde:

Q_{DOM} = caudal domiciliar en L/seg
 Dotación = de agua en L/hab/día

No. Hab = número de habitantes
 FR = Factor de retorno

2.4.12. Caudal de infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, se tomará en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Los caudales por cada kilómetro que contribuya al tramo se estimarán calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo:

Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:

- Tubería de cemento: $q_i = 0.025 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC: $q_i = 0.01 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$

Para tuberías que quedarán debajo del nivel freático:

- Tubería de cemento: $q_i = 0.15 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC: $q_i = 0.02 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$

$$Q_{\text{Infiltracion}} = 0.01 \cdot \text{diametro en pulgadas}$$

Otra fórmula para calcular el valor de caudal de infiltración será la siguiente:

$$Q_{\text{Infiltracion}} = \frac{I \cdot L_{\text{tramo}} / 1000}{86400}$$

Donde:

Q	=	Caudal (l/s)
Ltramo	=	Longitud del tramo (m)
I	=	Intensidad de lluvia (mm/hora)

2.4.13. Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. El porcentaje de viviendas por conexiones ilícitas puede asumirse entre 0.50 a 2.50 por ciento.

$$Q_{CILICITAS} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A*\%)}{360}$$

Donde:

Q	=	Caudal (l/s)
C	=	Coefficiente de escorrentía
I	=	Intensidad de lluvia (mm/hora)
A	=	Área que es factible conectar ilícitamente

2.4.14. Caudal comercial

Como su nombre indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales: comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3000L/comercio/día, dependiendo el tipo de comercio.

$$Q_{COM} = \text{Dotación} * \text{No.comercios}$$

Donde:

Q_{COM} = caudal comercial
Dotación = en L/comercio/día
No. comercios = número de comercios

En la aldea no existe ningún comercio en la urbanización; por lo tanto, no se tomará un valor de caudal comercial.

2.4.15. Factor de caudal medio

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar; que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0.002 y 0.005.

$$f_{Q_{medio}} = \frac{Q_{SAN}}{No.habitantes}$$

Donde:

F_{QMEDIO} = factor de caudal medio
No. Habitantes = número de habitantes

Es aceptable en nuestro medio obtener el valor de caudal medio de las siguientes formas:

- Según Dirección General de Obras Públicas, (DGOB suspendida en 1996):

$$f_{QMEDIO} = Q_{MEDIO} / No.Hab.$$

$$0.002 \leq f_{QMEDIO} \leq 0.005$$

- Según municipalidad de Guatemala:

$$f_{QMEDIO} = 0.003$$

- Según Instituto de Fomento Municipal (INFOM):

$$f_{QMEDIO} = 0.0046$$

2.4.16. Caudal de diseño

El caudal de diseño se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{DIS} = f_{QMEDIO} * FH * No.habitantes$$

Donde:

Q_{DIS}	=	caudal de diseño en L/seg.
f_{QMEDIO}	=	factor de caudal medio
FH	=	factor de armon
No. Habitantes	=	número de habitantes

2.4.17. Diseño de drenaje sanitario para el proyecto de vivienda en aldea Carbonera

El presente diseño vendrá a beneficiar a la población, debido a que las actuales maneras de manejar las aguas servidas afectan a los habitantes, aumentando la propagación de enfermedades respiratorias, gastrointestinales, de la piel, entre otras; viéndose más afectada la población infantil, ya que son los niños la parte más vulnerable con respecto a dichas enfermedades.

2.4.18. Obras accesorias

Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambio de diámetro
- En cambio de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24"
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24".

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

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o concreto, con una abertura neta de 0.50 a 0.60m. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla; su profundidad es variable y sus paredes suelen ser construidas de ladrillo, de barro cocido, cuando son pequeños; y de hormigón cuando son muy grandes.

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

Los canales se recubren a veces con tubos partidos o seccionados por su diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano, sólo en los casos en que todos los tramos arranquen de él y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa tiene que ser como mínimo el diámetro de la tubería mayor.

Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T bien instalada es preferible a una conexión en Y mal establecida. 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.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 0.15 metros (6plg.) y debe colocarse con una pendiente del 2% como mínimo.

Caja o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor será de 45 centímetros. Si es circular, tendrá un diámetro no menor de doce pulgadas; en ambos casos deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.

Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2%.

Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central; y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar; aunque en algunos casos, ésta resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se emplearán en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivando de las características del sistema que se diseñe y las condiciones físicas donde se construirá. Algunos de estos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, etc.

2.5. Ejemplo del diseño hidráulico del sistema

Datos de diseño

- Período de diseño = 25 años
- Dotación de agua potable = 150L/hab./día
- Factor de retorno = 0.75
- Intensidad de precipitación = 150mm/hora
- Área de techos más patios = 100m² = 0.010Ha
- Coeficiente de escorrentía = 0.44
- Porcentaje de conexiones ilícitas = 1%
- Número de casas actual = 10
- Número de casas futuro = 15
- Número de habitantes futuro = 75

Caudal domiciliar

$$Q_{DOM} = \frac{No.Habit.*Dotación*F.R.}{86400}$$

$$Q_{DOM} = \frac{10*150L/hab/día*0.75}{86400} = 0.013 L/seg$$

Caudal por conexiones ilícitas

$$Q_{CILICITAS} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A * \%)}{360} * 1000$$

$$Q_{CILICITAS} = \frac{(0.44) * (150 \text{ mm / hora}) * (0.010 \text{ Ha} * 14 * 0.01)}{360} * 1000$$

$$Q_{CILICITAS} = 0.0013 \text{ L / seg}$$

Caudal de infiltración

$$Q_{CInfiltracion} = \frac{I * L \text{ tramo} / 1000}{86400}$$

$$Q_{CInfiltracion} = \frac{15000 \text{ mm / h} * 23.04 \text{ m} / 1000}{86400} = 0.004 \text{ l / seg}$$

Caudal sanitario

$$Q_{SAN} = Q_{DOM} + Q_{infiltracion} + Q_{CILICITAS}$$

$$Q_{SAN} = 0.013 \text{ L / seg} + 0.0013 \text{ L / seg} + 0.0004 \text{ L / seg} = 0.0147 \text{ L / seg}$$

Factor Harmon

$$FH = \frac{18 + \sqrt{10Hab / 1000}}{4 + \sqrt{10Hab / 1000}} = 4.41$$

Factor de caudal medio

$$f_{Q_{meido}} = \frac{Q_{SAN}}{No.habitantes} = \frac{0.0183 L/seg}{10Hab}$$

$$f_{Q_{meido}} = 0.00183$$

Para el respectivo diseño se utilizará un factor de caudal medio de 0.002, en virtud de que es el recomendado por la municipalidad de Guatemala; y además, tomando como referencia proyectos similares realizados en áreas circunvecinas.

Caudal de diseño

$$Q_{DIS} = f_{Q_{medio}} * FH * No.habitantes$$

$$Q_{DIS} = 0.002 * 4.41 * 10 = 0.09 L/seg$$

Parámetros para diseño de tramos

Diámetro de tubería	=	6 pulgadas
Pendiente de tubería	=	2.00%
Caudal de diseño	=	0.09 L/seg.
Tipo de tubería	=	PVC
Coficiente "n"	=	0.010

Área de tubo

$$A_{TUBO} = \frac{\pi}{4} * D^2 = \frac{\pi}{4} * (6 * 0.0254)^2 = 0.0182m^2$$

Velocidad a sección llena

$$V_{SECLLENA} = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{SECLLENA} = \frac{1}{0.010} * \left(\frac{6}{4} * 0.0254^{\frac{2}{3}}\right) * \left(\frac{2.00}{100}\right)^{\frac{1}{2}} = 1.8329937 m/s$$

Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.8329937 m/seg * 0.0182m^2 * 1000 = 4.13216 L/seg$$

Relaciones hidráulicas

- Relación de caudales

$$\frac{Q_{DIS}}{Q_{SECLLENA}} = \frac{0.09 \frac{L}{seg}}{4.13 \frac{L}{seg}} = 0.021367$$

- Relación de caudales

La relación de caudales obtenida anteriormente la buscamos en la tabla de relaciones hidráulicas, con el objetivo de encontrar su respectiva relación de velocidades, de la cual encontramos que:

$$\frac{v}{V_{SECLLENA}} = 0.40$$

$$v = 1.83 * 0.40 = 0.72 \text{ m/seg}$$

La velocidad es correcta, ya que está en el rango permisible; [0.60m/seg. – 3.00m/seg.], según las normas generales para diseño de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Relaciones de tirantes

De las relaciones hidráulicas tabuladas obtenemos:

$$\frac{d}{D} = 0.101$$

Esto indica que es correcto, ya que se encuentra entre el rango permisible, [0.1 – 0.75]. Debido a que la velocidad máxima ocurre cuando la profundidad del flujo es aproximadamente 0.75D. Por lo que, generalmente los tubos en alcantarillados son diseñados para el que el flujo máximo alcance una altura de 0.75 a 0.80D.

Continúa cuadro del diseño hidráulico

Tramo 1 de PV4-PV5										TUBERIA PVC D=6"										COTAS INVERT									
Cota Inicial	93.62	Dotación	150																										
Cota Final	94.42	Factor de Retorno	0.75																										
L tramo	13.9	Factor Infiltración	15000																										
S terreno	-5,75539568	Población Actual		Población Futura																									
Habitantes por casa	5	Q dom	0,007	Q dom	0,010																								
Casas Tramo	1	Q com	0	Q com	0,000																								
Poblacion Actual	5	Q inf	0,002	Q inf	0,002																								
Poblacion Futura	8	Q ci	0,0007	Q ci	0,0010																								
r	1,50%	Q san	0,010	Q san	0,014																								
n	25	FH	4,44	FH	4,42																								
		Fqm	0,002	Fqm	0,002																								
		Q dis	0,044	Q dis	0,071																								
		Q dis Total	0,397	Q dis Total	0,527																								
Tramo 1 de PV5-PV6										TUBERIA PVC D=6"										COTAS INVERT									
Cota Inicial	94.42	Dotación	150																										
Cota Final	89.87	Factor de Retorno	0.75																										
L tramo	32.41	Factor Infiltración	15000																										
S terreno	14,0388769	Población Actual		Población Futura																									
Habitantes por casa	5	Q dom	0,098	Q dom	0,142																								
Casas Tramo	15	Q com	0	Q com	0,000																								
Poblacion Actual	75	Q inf	0,006	Q inf	0,006																								
Poblacion Futura	109	Q ci	0,0099	Q ci	0,0142																								
r	1,50%	Q san	0,113	Q san	0,162																								
n	25	FH	4,28	FH	4,23																								
		Fqm	0,002	Fqm	0,002																								
		Q dis	0,641	Q dis	0,923																								
		Q dis Total	1,038	Q dis Total	1,450																								
Tramo 1 de PV6-PV7										TUBERIA PVC D=6"										COTAS INVERT									
Cota Inicial	89.87	Dotación	150																										
Cota Final	82.8	Factor de Retorno	0.75																										
L tramo	49.33	Factor Infiltración	15000																										
S terreno	14,3320495	Población Actual		Población Futura																									
Habitantes por casa	5	Q dom	0,059	Q dom	0,086																								
Casas Tramo	9	Q com	0	Q com	0,000																								
Poblacion Actual	45	Q inf	0,009	Q inf	0,009																								
Poblacion Futura	66	Q ci	0,0059	Q ci	0,0086																								
r	1,50%	Q san	0,073	Q san	0,103																								
n	25	FH	4,32	FH	4,29																								
		Fqm	0,002	Fqm	0,002																								
		Q dis	0,389	Q dis	0,566																								
		Q dis Total	1,427	Q dis Total	2,016																								

Continúa cuadro del diseño hidráulico

Tramo 1 de PV7-PV8										TUBERIA PVC D=6"										COTAS INVERT										Altura Pozos									
Cota Inicial										Dotación										Diametro Pozos										1,6 Inicio									
Cota Final										Factor de Retorno										Diametro Pozos										5 Final									
L tramo										Factor Infiltración										Recubrimiento Trafico Pes										5 Final									
S terreno										15,2790918										Diametro Tubería										0,15									
										Población Actual										L efectiva										40,68									
Habitantes por casa										5										INICIO										81,86									
Casas Tramo										12										FINAL										75,35									
Población Actual										60										g/Q										0,23661509									
Población Futura										88										w/v										0,815821									
r										1,50%										d/D										0,331									
n										25										v										3,72									
										FH										VEL										SI-CHECA									
										Fqm										d/D										SI-CHECA									
										Q dis										d/D										SI-CHECA									
										Q dis Total										d/D										SI-CHECA									
										1,943 Q dis Total																													
Tramo 1 de PV8-PV9										TUBERIA PVC D=6"										COTAS INVERT										Altura Pozos									
Cota Inicial										Dotación										Diametro Pozos										1,6 Inicio									
Cota Final										Factor de Retorno										Diametro Pozos										5 Final									
L tramo										Factor Infiltración										Recubrimiento Trafico Pes										5 Final									
S terreno										7,16736561										Diametro Tubería										0,15									
										Población Actual										L efectiva										24,63									
Habitantes por casa										5										INICIO										75,32									
Casas Tramo										4										FINAL										72,49									
Población Actual										20										g/Q										0,30546542									
Población Futura										30										w/v										0,878192									
r										1,50%										d/D										0,379									
n										25										v										3,39									
										FH										VEL										SI-CHECA									
										Fqm										d/D										SI-CHECA									
										Q dis										d/D										SI-CHECA									
										Q dis Total										d/D										SI-CHECA									
										2,118 Q dis Total																													
Tramo 2 de PV4-PV10										TUBERIA PVC D=6"										COTAS INVERT										Altura Pozos									
Cota Inicial										Dotación										Diametro Pozos										1,6 Inicio									
Cota Final										Factor de Retorno										Diametro Pozos										5 Final									
L tramo										Factor Infiltración										Recubrimiento Trafico Pes										5 Final									
S terreno										-0,24937656										Diametro Tubería										0,15									
										Población Actual										L efectiva										10,43									
Habitantes por casa										5										INICIO										92,47									
Casas Tramo										1										FINAL										91,84									
Población Actual										5										g/Q										0,0098879									
Población Futura										8										w/v										0,878192									
r										1,50%										d/D										0,15									
n										25										v										2,71									
										FH										VEL										SI-CHECA									
										Fqm										d/D										SI-CHECA									
										Q dis										d/D										SI-CHECA									
										Q dis Total										d/D										SI-CHECA									
										0,044 Q dis Total																													

Continúa cuadro del diseño hidráulico

Tramo 2 de PV10-PV11											
Cota Inicial	93.65	Dotación	150	TUBERIA PVC D=6"		COTAS INVERT		Altura Pozos			
Cota Final	81.52	Factor de Retorno	0.75	S tub	15.0000 %	Diametro Pozos	1.6	Inicio	1.9858		
L tramo	78.38	Factor Infiltración	15000	V	4.87234592	Recubrimiento Trafico Pes	1	Final	1.3728		
S terreno	15,4758867			Q	11,3163935	Diametro Tubería	0.15				
Habitantes por casa	5	Poblacion Actual	Poblacion Futura			L efectiva	76.78				
Casas Tramo	13	Q dom	0,085	Q dom	0,124	INICIO	91.81				
Poblacion Actual	65	Q com	0	Q com	0,000	FINAL	80.30				
Poblacion Futura	95	Q inf	0,014	Q inf	0,014						
r	1,50%	Q ci	0,0085	Q ci	0,0124						
n	25	Q san	0,107	Q san	0,150						
		FH	4,29	FH	4,25	VEL	SI-CHECA	VEL	SI-CHECA		
		Fqm	0,002	Fqm	0,002	d/D	SI-CHECA	d/D	SI-CHECA		
		Q dis	0,558	Q dis	0,807						
		Q dis Total	0,602	Q dis Total	0,878						
Tramo 2 de PV11-PV9											
Cota Inicial	81.52	Dotación	150	TUBERIA PVC D=6"		COTAS INVERT		Altura Pozos			
Cota Final	74.46	Factor de Retorno	0.75	S tub	16.5000 %	Diametro Pozos	1.6	Inicio	1.4028		
L tramo	48.46	Factor Infiltración	15000	V	5,11015941	Recubrimiento Trafico Pes	1	Final	2,0747		
S terreno	14,5687165			Q	11,8687336	Diametro Tubería	0.15				
Habitantes por casa	5	Poblacion Actual	Poblacion Futura			L efectiva	46.86				
Casas Tramo	10	Q dom	0,065	Q dom	0,095	INICIO	80.27				
Poblacion Actual	50	Q com	0	Q com	0,000	FINAL	72.54				
Poblacion Futura	73	Q inf	0,008	Q inf	0,008						
r	1,50%	Q ci	0,0065	Q ci	0,0095						
n	25	Q san	0,080	Q san	0,113						
		FH	4,31	FH	4,28	VEL	SI-CHECA	VEL	SI-CHECA		
		Fqm	0,002	Fqm	0,002	d/D	SI-CHECA	d/D	SI-CHECA		
		Q dis	0,431	Q dis	0,625						
		Q dis Total	1,034	Q dis Total	1,503						
Tramo 2 de PV9-PV12											
Cota Inicial	74.46	Dotación	150	TUBERIA PVC D=6"		COTAS INVERT		Altura Pozos			
Cota Final	69.21	Factor de Retorno	0.75	S tub	12.5000 %	Diametro Pozos	1.6	Inicio	2,1047		
L tramo	36.91	Factor Infiltración	15000	V	4,44782286	Recubrimiento Trafico Pes	1	Final	1,2684		
S terreno	14,2237876			Q	10,3304066	Diametro Tubería	0.15				
Habitantes por casa	5	Poblacion Actual	Poblacion Futura			L efectiva	35.31				
Casas Tramo	2	Q dom	0,013	Q dom	0,020	INICIO	72.51				
Poblacion Actual	10	Q com	0	Q com	0,000	FINAL	68.09				
Poblacion Futura	15	Q inf	0,006	Q inf	0,006						
r	1,50%	Q ci	0,0013	Q ci	0,0020						
n	25	Q san	0,021	Q san	0,028						
		FH	4,41	FH	4,40	VEL	SI-CHECA	VEL	SI-CHECA		
		Fqm	0,008	Fqm	0,002	d/D	SI-CHECA	d/D	SI-CHECA		
		Q dis	0,132	Q dis	0,132						
		Q dis Total	3,285	Q dis Total	4,661						

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

2.7. Propuesta de tratamiento de aguas servidas

El propósito del tratamiento de aguas negras, previo a su eliminación por dilución, consiste en separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y mejorar la calidad de agua en el efluente. Deberán tomarse en cuenta los factores siguientes para la selección del tipo de tratamiento.

- **Eficiencia del tipo de tratamiento**

Es muy importante que el tipo de tratamiento que se seleccione tenga una eficiencia adecuada y con alto porcentaje de rendimiento; ya que, de lo contrario, no se estará cumpliendo con el objetivo básico que es la de tener un efluente de buena calidad.

- **Costo del tipo de tratamiento**

El costo del tipo de tratamiento debe ir íntimamente relacionado con las posibilidades de la municipalidad respectiva; debido a que de nada servirá realizar un diseño de una planta de tratamiento de un costo alto, si no es posible su construcción. Además, la planta debe tener un mantenimiento sencillo y no demasiado técnico, ya que el costo de operación y mantenimiento saldrá oneroso.

- **Caudal**

Es importante conocer las características y volumen del agua que se va a someter al sistema de tratamiento para poder hacer la elección. Cuando más se adapta a la topografía del lugar, más económico saldrá el proceso de tratamiento.

Con base en lo anterior y atendiendo principalmente a la conservación del manto freático de la aldea Carbonera, se propone la implementación de una fosa séptica, dando lugar a la adopción de un sistema que se adapta mejor al tratamiento de las aguas residuales, ya que este tipo de sistema afecta en medida al medio ambiente.

2.8. Características del agua residual

Los contaminantes pueden dividirse en biodegradables y no biodegradables. Ciertos contaminantes, por ejemplo los inorgánicos, no se degradan biológicamente y una vez que entran en las aguas receptoras pueden diluirse, aunque no se reducen necesariamente en cantidad.

Otros contaminantes experimentan modificaciones por la acción de factores biológicos, químicos y físicos.

Las sustancias y los microorganismos presentes en las aguas residuales pueden ser:

- Agentes infecciosos: hongos y bacterias
- Residuos con demanda de oxígeno
- Nutrientes de plantas
- Compuestos químicos orgánicos
- Sedimentos

En las aguas residuales domésticas la materia orgánica puede dividirse en tres grupos principales: proteínas, hidratos de carbono y grasas. Las proteínas, que constituyen el 40% al 50% de la materia orgánica, son complejos aminoácidos y proporcionan la mayor parte de los nutrientes bacterianos.

Aproximadamente un 50% al 60% de las proteínas se encuentran en la fracción disuelta de las aguas residuales domésticas y un 20% a un 30% en la fracción sedimentable.

Las aguas negras están constituidas en su mayoría por líquidos, ya que aproximadamente el 0.1% está formado por materiales sólidos. Los sólidos totales en las aguas negras, tanto en solución como en suspensión, son los que quedan después de evaporar una muestra hasta secarla completamente.

Una parte por millón (p.p.m.) equivale a un miligramo por litro; es decir, que expresa la cantidad en peso de sólidos contenidos en un litro de aguas negras.

2.8.1. Fosa Séptica

La fosa séptica se caracteriza porque en ella la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque; con lo anterior, se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff. La fosa séptica consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimientos en serie de sedimentación de sólidos. La función más utilizada de la fosa séptica es la de acondicionar las aguas residuales para disposición superficial en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario. En estos casos sirve para:

- Eliminar sólidos suspendidos y material flotante
- Realizar el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados
- Almacenar lodos y material flotante

La remoción de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) en un tanque séptico puede ser del 30 a 50% de grasas; aceites un 70 a 80%; de fósforo un

15% y de un 50 a 70% de S.S. (sólidos en suspensión), para aguas residuales domésticas típicas. Para la localización de un tanque séptico, se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:

- Para proteger las fuentes de agua, la fosa debe localizarse a más de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento;
- La fosa no debe estar expuesta a inundación y debe disponer de espacio suficiente para la construcción del sistema de disposición o tratamiento posterior que se aplique a la misma;
- La fosa debe tener acceso apropiado para que su limpieza y mantenimiento sean fáciles.

El tanque séptico, en el cual la sedimentación y la digestión del residuo ocurren en el mismo recipiente, es el sistema más usado para adecuar el agua residual con el fin de dispersarla en el subsuelo mediante campos de infiltración o para postrarla en filtros anaerobios, filtros intermitentes de arena o procesos biológicos convencionales en el mismo sitio.

En estudios realizados sobre eficiencia de las fosas sépticas se indican las siguientes conclusiones principales:

- El tanque séptico debe tener un período de retención mayor de 24 horas;
- La fosa séptica debe tener una configuración de la unidad de salida con pantalla para gases;

- La relación de área superficial a profundidad debe ser mayor de 2;
- Se debe preferir un tanque de cámaras múltiples con interconexiones a las de la unidad de salida.

Se recomiendan la utilización de una fosa solamente para:

- Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados;
- Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuentan con redes de alcantarillado locales;
- Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presente diámetros reducidos;
- No está permitido que les entre: aguas de lluvia, ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento;
- Los afluentes de fosas sépticas no deben estar dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

Dimensionamiento: la capacidad total de un tanque séptico se determina de diferentes maneras con base en la población servida o en el caudal afluente y el tiempo de retención.

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Rendimiento del proceso de tratamiento
- Almacenamiento de lodos
- Amortiguamiento de lodos
- Amortiguamiento de caudales pico

Para el cálculo del volumen útil de la fosa séptica se recomienda el siguiente criterio:

$$Vu = 1000 + Nc * (C * T + K * Lf)$$

Donde:

Vu = Volumen útil de la fosa séptica

Nc = Número de contribuyentes

C = Contribución de aguas residuales
por contribuyente

T = Tiempo de retención

K = Tasa de acumulación de lodo digerido en días

Lf = Contribución de lodo fresco

Tabla VI. Contribución de aguas residuales por persona

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales C y lodo fresco Lf (L/día)	
Ocupantes permanentes			
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
Ocupantes temporales			
Fábrica en general	persona	70	0.3
Oficinas temporales	persona	50	0.2
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.2
Escuelas bares	persona	50	0.2
Restaurante	persona	6	0.1
Cines, teatros o locales de corta permanencia	comida	25	0.01
Baños públicos	local	2	0.02
	tasa sanitaria	480	4

Fuente: Oficina de Planificación Municipal, municipalidad de Santa Catarina Mita.

Tabla VII. Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención	
	días	Horas
Hasta 1,500	1	24
de 1,501 a 3,000	0.92	22
de 3,001 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
más de 9,001	0.5	12

Fuente: Oficina de Planificación Municipal, municipalidad de Santa Catarina Mita.

Tabla VIII. **Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos**

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo de temperatura ambiente (t) en		
	t ≤ 10	10 ≤ t 20	t ≥ 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente: Oficina de Planificación Municipal, municipalidad de Santa Catarina Mita.

Diseño de la fosa séptica

Tiempo de retención: el período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1.5 - 0.3 \times \text{Log}(Q_{dis})$$

Donde:

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

Q_{dis} = Caudal de entrada a la fosa en m³/día

$$PR = 1.5 - 0,3 \times \text{Log}(402.71)$$

$$PR = 0.71$$

Por criterio se tomará un período de retención de 0.75 días. PR = 0.75

Volumen de la fosa séptica: que comprende el volumen de sedimentación y el volumen de digestión y almacenamiento de lodos que está basado en un requerimiento anual de 100 lt/hab/año, y un período de limpieza del tanque de un año.

Volumen de sedimentación (Vs)

$$V_s = Q * PR$$

Donde:

Vs = Volumen de sedimentación

Q = Caudal de diseño de entrada a la fosa

PR = Período de retención

$$V_s = (402.7 \text{ m}^3/\text{día}) * (0.75 \text{ día})$$

$$V_s = 302.025 \text{ m}^3$$

Volumen de acumulación de lodos (Vd)

$$V_d = P_{ob} * TAL * PL$$

Donde:

Pob = Población servida

TAL = Tasa de acumulación de lodos

PL = Período de limpieza

Si tomamos un requerimiento anual de 57 lt/hab/año para la tasa de acumulación de lodos y un período de limpieza de 1 año, entonces tenemos:

$$V_d = (543 \text{ hab}) * (57 \text{ lt/hab/año}) * (1 \text{ año}) / (1000 \text{ lt/m}^3)$$

$$V_d = 30.95 \text{ m}^3$$

Para un volumen total de:

$$\begin{aligned}V_t &= V_s + V_d \\V_t &= (302.025 \text{ m}^3) + (30.95 \text{ m}^3) \\V_t &= 332.97 \text{ m}^3\end{aligned}$$

La altura propuesta de la fosa es de 3.00 mts. hasta el espejo de agua, con un borde libre de 0.30 mts. desde el espejo de agua hasta la parte más alta.

Entonces tendremos un área total superficial de:

$$\begin{aligned}A &= (332.97 \text{ m}^3) / (3.00 \text{ m}) \\A &= 111.00 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Dimensiones de la fosa séptica

Profundidad máxima de espuma sumergida: se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas. La profundidad máxima de espuma sumergida (H_e , en m) está en función del área superficial de la fosa séptica, y se calcula mediante la ecuación:

$$H_e = 0.7/A$$

Donde

A = Área superficial del tanque séptico en m^2

$$H_e = 0.7 / 111.00 \text{ m}^2$$

$$H_e = 0.006 \text{ m}$$

La profundidad libre de lodo: es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida. Su valor (H_o , en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y está sujeto a un valor mínimo de 0.30 m. que es el valor de diseño para esta fosa.

Profundidad mínima de sedimentación: que es la relación entre el volumen de sedimentación y el área total superficial.

$$H_s = V_s / A$$
$$H_s = (302.97 \text{ m}^3) / (111.00 \text{ m}^2)$$
$$H_s = 2.72 \text{ m}$$

La profundidad de espacio libre: debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como ($0.1 + H_o$) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s). Se elige la mayor profundidad.

$$H_I = \text{El mayor valor entre } H_s \text{ y } H_o + 0.1$$
$$H_s = 2.72 \text{ m} \qquad H_o = 0.30$$

$$H_I = 2.82 \text{ m}$$

Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos: que es la relación entre el volumen de acumulación de lodos y el total del área superficial de la fosa.

$$H_d = V_d / A$$
$$H_d = (30.95 \text{ m}^3) / (111.00 \text{ m}^2)$$
$$H_d = 0.27 \text{ m}$$

La profundidad total efectiva: es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos(Hd), la profundidad del espacio libre (Hl) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (He).

$$\begin{aligned}H_{te} &= H_d + H_l + H_e \\H_{te} &= 0.27 + 2.82 + 0.006 \\H_{te} &= 3.0096 \text{ m} \approx 3.00 \text{ m}\end{aligned}$$

Se propone una relación Ancho / Largo de 1 a 3, entonces el ancho será:

$$\begin{aligned}\text{Ancho} &= \sqrt{(A) * (1/3)} \\ \text{Ancho} &= \sqrt{111.00 * (1/3)} \\ \text{Ancho} &= 6.00 \text{ m}\end{aligned}$$

Y el lado largo de la fosa será:

$$\begin{aligned}\text{Largo} &= 3 * \sqrt{(A) * (1/3)} \\ \text{Largo} &= 3 * \sqrt{111.00 * (1/3)} \\ \text{Largo} &= 18.24 \text{ m}\end{aligned}$$

Dimensionamiento: consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2.00 a 2.50 m de diámetro.

Todo pozo debe tener una cubierta o losa de hormigón armado de 0.20 m de espesor descansado sobre un brocal o anillo de hormigón. A la cubierta se le deja una tapa de inspección como mínimo de 0.60 * 0.60 m y se conecta a una cañería de ventilación de 4" para la eliminación de gases.

Debido a las pendientes de las cañerías y a la fosa séptica, la losa del pozo se encuentra normalmente a 1.30 m o más, por debajo del nivel de la superficie del terreno.

El pozo absorbente sólo se recomienda en los siguientes casos:

- Cuando se vacían sólo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales;
- Como efluente de fosa séptica;
- Cuando se dispone de bastante terreno;
- Como solución transitoria.

Para determinar la profundidad del pozo debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades; y generalmente, el término medio del coeficiente obtenido sirve para determinar las características absorbentes del terreno de un sector.

Para efectuar la prueba de absorción, a medida que se va excavando el pozo y a diferentes profundidades, se hacen excavaciones de 0.30 * 0.30 m de base por 0.35 m de profundidad, con el fin de obtener una cifra media. Después de extraer la tierra desprendida, se coloca en el fondo una capa de 5 cm de arena gruesa o gravilla; luego se llena con agua y se deja filtrar totalmente. Después se vuelve a llenar, de modo que el agua permanezca en él por lo menos cuatro horas; y de preferencia por la noche, para que el terreno se sature.

Posteriormente se ajusta la altura del agua hasta una profundidad de 0.15 m y se determina el tiempo que tarda en bajar 2.5 cm, o velocidad de infiltración, midiéndole descenso después de treinta minutos para terrenos normales o de diez minutos para terrenos arenosos o muy permeables. Si, por ejemplo, el nivel del agua desciende 0.25 m en treinta minutos, la velocidad de filtración es de tres minutos (tiempo que tarda en bajar 2.5 cm). Con esta velocidad de filtración se determina el coeficiente de absorción.

Para calcular la dimensión del pozo no debe considerarse el fondo de la excavación porque se colmata rápidamente, sino la superficie de los taludes bajo la línea de agua, determinada por el nivel de la tubería de llegada. Si parte del terreno es impermeable, debe restarse la superficie correspondiente.

Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad del pozo se determina con base en la siguiente fórmula:

$$H = \frac{K_1 + N}{\pi * D}$$

Donde:

- H = Profundidad del pozo en metros
- K₁ = Coeficiente de absorción en m²/persona/día
- N = Número de personas servidas
- D = Diámetro medio del pozo en metros

Es importante destacar que la duración de un pozo absorbente es muy prolongada y puede servir fácilmente durante seis, ocho o diez años en operación continua, siempre que la fosa séptica opere en perfectas

condiciones y por consiguiente, entraña limpiezas periódicas (máximo cada dos años) aunque la instalación domiciliaria no acuse fallas en su funcionamiento.

Cualquiera que sea la causa por la cual el pozo absorbente se llene, no hay posibilidad práctica económica de efectuar una limpieza, y por consiguiente, se debe recurrir a la construcción de otra unidad. Sin embargo, es frecuente que se presenten situaciones que requieran una atención de urgencia.

Para estos casos se aconsejan dos soluciones, se trate de un período corto de funcionamiento o para un tiempo más prolongado.

2.9. Planos

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Éstos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo.

2.10. Evaluación socio-económica

Tabla IX. Presupuesto drenaje sanitario

 PROYECTO: Drenaje Urbanización Carbonera UBICACIÓN: Aldea Carbonera, Santa Catarina Mita, Jutiapa					
MATERIALES					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
1	Preliminares				
	Material y equipo	1	global	Q3,000.00	Q3,000.00
2	Excavación				
	Herramientas	1	global	Q4,650.00	Q4,650.00
3	Pozos de visita				
	Ladrillo de barro cocido				
	de 6.5X11X23cm	13695	unidad	Q2.50	Q34,237.50
	Cemento	74	sacos	Q64.00	Q4,736.00
	Cal	32	sacos	Q35.00	Q1,120.00
	Arena de río	12	m3	Q150.00	Q1,800.00
	Hierro No. 3	6	quintal	Q295.00	Q1,770.00
	Hierro No. 2	2	quintal	Q290.00	Q.580.00
	Alambre de amarre calibre 18	23	libra	Q4.50	Q103.50
	Madera	12	pie-tabla	Q5.00	Q60.00
4	Tubería de la red				
	Tubería PVC de 6" junta rápida	73	unidad	Q885.00	Q64,605.00
	Empaque e 6"	73	unidad	Q17.00	Q1,241.00
	Lubricante	1	global	Q2,350.00	Q2,350.00
5	Conexiones domiciliars				
	Tubos de concreto de 12"	54	unidad	Q350.00	Q18,900.00
	Cemento	14	sacos	Q64.00	Q896.00
	Cal	6	bolsas	Q35.00	Q210.00
	Arena de río	2	m3	Q150.00	Q300.00
	Tubos PVC de 4"	33	unidad	Q398.00	Q13,134.00
	Yee PVC de 6"	54	unidad	Q540.00	Q29,160.00
	Reductor PVC de 6" a 4"	54	unidad	Q240.00	Q12,960.00
	SUBTOTAL				Q195,813.00

Continúa tabla IX

	MANO DE OBRA				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
7	Preliminares				
	Trazo y estaqueado	438	ml	Q5.00	Q2,190.00
8	Excavación				
	Zanjeo	461	m3	Q25.00	Q11,525.00
9	Pozos de visita				
	Construcción de pozos	12	unidad	Q1,250.00	Q15,000.00
10	Tubería de la red				
	Tubería PVC de 6"	438	unidad	Q20.00	Q8,760.00
	Tubería PVC de 4"	198	unidad	Q15.00	Q2,970.00
	Relleno por capas a mano	461	m3	Q20.00	Q 9,220.00
11	Conexiones domiciliars				
	Instalación de domiciliars	54	unidad	Q250.00	Q13,500.00
	SUBTOTAL				Q48,165.00
	TOTAL (COSTO DIRECTO)				Q243,978.00
	GASTOS INDIRECTOS				
	Gastos administrativos, 10%				Q24,397.80
	Utilidades, 20%				Q48,795.60
	Gastos legales, financieros, 5%				Q12,198.90
	Imprevistos, 5%				Q12,198.90
	SUBTOTAL				Q97,591.20
	RESUMEN				
	COSTO DIRECTO				Q243,978.00
	COSTO INDIRECTO				Q97,591.20
	TOTAL DE LA OBRA				Q341,569.20

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Tabla X. Presupuesto fosa séptica

No.	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	MANO DE OBRA	TOTAL
4	Tratamiento			
4,1	Excavación	Q 10,914.84	Q2.156,25	Q.13,071.09
4,2	Relleno compactado	Q2.597,20	Q917,80	Q.3,515.00
4,3	Retiro de sobrante	Q2.278,50	Q810,00	Q.3,088.50
4,4	Fosa séptica 11 X 22X 2 m	Q160.364,39	Q40.387,18	Q.200,751.57
4,5	Caja distribuidora de caudales	Q1.694,01	Q375,15	Q.2,069.16
				Q.210,495.32

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

2.11. Análisis Financiero

2.11.1. VPN (Valor presente neto)

Valor actual neto o valor presente neto son términos que proceden de la expresión inglesa *Net Present Value*. El acrónimo es *NPV* en inglés y *VAN* en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.

La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está advirtiendo que el proyecto no es rentable. Cuando $VPN = 0$, nos indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad. Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^N - 1} \right]$$

$$P = A * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Donde:

P = Valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente

F = Valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro

A = Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso

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

N = Período que se pretende dure la operación

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 80% del costo total del proyecto y la comunidad pagará el otro 20% en un período de 8 años en cuotas de Q.8,539.23/ anuales por derecho de conexiones domiciliarias.

La cuota de mantenimiento es de Q.13.18/mensual por vivienda.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto = Q. 341,569.20

Costo de mantenimiento = Q. 8,500.00/anual

Ingresos anuales por mantenimiento = Q. 8,539.23

n= 8 años

Valor Presente Neto para un interés del 10% anual en un período de 8 años.

$$VPN = -273,255.40 + 8,539.23 \left(\frac{(1+0.10)^8 - 1}{0.10(1+0.10)^8} \right) - 8,500 \left(\frac{(1+0.10)^8 - 1}{0.10(1+0.10)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 273,046.11$$

Valor Presente Neto para un interés del 18% anual en un período de 8 años.

$$VPN = -273,255.40 + 8,539.23 \left(\frac{(1+0.18)^8 - 1}{0.18(1+0.18)^8} \right) - 8,500 \left(\frac{(1+0.18)^8 - 1}{0.18(1+0.18)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 273,095.44$$

2.11.2. TIR (Tasa Interna de Retorno)

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. La tasa interna de retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN. La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

Si la TIR es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, de no ser este el caso entonces se rechaza. La expresión que se utiliza es la siguiente:

$$TIR = VPN_{\text{BENEFICIO}} - VPN_{\text{GASTOS}} = 0$$

Para calcular la tasa interna de retorno, se procede por el método de prueba y error, éste consiste en delimitar un rango, el cual, debe existir un VPN negativo y un VPN positivo, para luego interpolar, y así, encontrar la tasa de retorno requerida, la cual nos sirve de guía para determinar la tasa de rendimiento que general una rentabilidad neutral.

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN (-)

Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la siguiente expresión:

$$TIR = i1 + \left[\frac{VPN1}{VPN1 + VPN2} \right] (i2 - i1)$$

$$TIR = (0.10) + \left[\frac{273,046.11}{273,046.11 + 273,095.44} \right] (0.18 - 0.10)$$

$$TIR = 14\%$$

2.11.3. Relación costo-beneficio

Para obtener un análisis más certero acerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$B/C > 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo. Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto

$B/C = 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es igual al costo. Por lo que el proyecto es indiferente ya que no se está obteniendo ganancia pero tampoco se pierde

$B/C < 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo. Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto

Datos

$$B = \text{Q. } 273,046.11$$

$$C = \text{Q. } 341,569.20$$

$$\frac{B}{C} = \frac{273,046.11}{341,569.20} = 0.80 < 1$$

La propuesta de disposición y tratamiento de aguas en términos financieros no es rentable para la municipalidad de Santa Catarina Mita, ya que el índice beneficio-costo, es menor a uno, lo que nos indica que el costo de la obra es mayor a los ingresos que generará la misma. Sin embargo, este proyecto traerá consigo beneficios tales como: eliminación de vectores productores de enfermedades respiratorias y gastrointestinales, bienestar para los residentes de la urbanización, protección del medio ambiente, entre otros. Por lo tanto, la inversión que hará la municipalidad estará respaldada por todos los beneficios que obtendrán los habitantes de la aldea Carbonera al ser este un proyecto social.

3. DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO

3.1. Diseño estructural de la edificación escolar

3.1.1. Descripción del proyecto

La programación, funcionalidad, flexibilidad, simplicidad y economía son los criterios conceptuales que se usaron para diseñar el establecimiento educativo correspondiente a la cabecera municipal de Santa Catarina Mita, Jutiapa. Es necesario que todos estos factores estén vinculados estrictamente con el proceso de planificación y diseño del proyecto. Además, no se deben descuidar otros criterios, los cuales son fundamentales para la realización del proyecto; ya que nos ayudarán a adecuar la construcción, no sólo a las condiciones climáticas de la región en la que se localiza, sino también a factores tanto externos como internos que determinan el confort necesario para el normal desarrollo de la actividad escolar. Entre estos podemos mencionar: confort visual, térmico, acústico, entre otros.

Con base en un estudio de las necesidades de población a servir, se logró determinar que es necesaria la construcción de un edificio educativo de dos niveles. Se utilizará el sistema estructural de marcos dúctiles, el establecimiento educativo contará con fundición de losa tradicional.

3.1.2. Diseño arquitectónico

Esta fase consiste en proporcionar una forma adecuada y distribuir a conveniencia los diferentes ambientes que formarán parte del sistema, de

acuerdo a las necesidades y requerimientos de cada uno de ellos. Para esta etapa, en la planificación del establecimiento en Santa Catarina Mita, se tomaron en cuenta varios factores; entre ellos, la coordinación modular; en base a que todo edificio de este tipo debe regirse por una relación dimensional basada en un módulo de medida, cuya repetición, permita reducir al máximo la cantidad de unidades diferentes necesarias para su construcción facilitando su obtención o producción y evitando recortes y desperdicios no aprovechables.

Además, un buen diseño arquitectónico debe presentar flexibilidad, en cuanto a la adaptación del edificio escolar a cambios, tanto en sentido cuantitativo como cualitativo, buscando de esta forma versatilidad y adaptabilidad a las distintas condiciones de capacidad, según sea el número de alumnos.

3.1.2.1. Ubicación del edificio en el terreno

La edificación escolar formará parte del casco urbano de Santa Catarina Mita, Jutiapa, gracias a las gestiones realizadas por parte de la municipalidad.

El área destinada para dicho proyecto es de 520 metros cuadrados y para la estructura una superficie de 240 metros cuadrados.

3.1.2.2. Distribución de ambientes

En este proyecto se tomaron en cuenta varios factores para conceptualizar los diferentes espacios que conformarán el centro educativo, pero principalmente, la capacidad de alumnos que demandará dicha instalación. Atendiendo a esto, se diseñaron los ambientes que darán lugar al desarrollo de

la acción educativa, la cual se desarrollará en forma gradual e integrada por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, social y emocional.

3.1.2.3. Selección del sistema estructural a utilizar

Por su consistencia y resistencia, el sistema de mampostería estructural tienen un menor desperdicio que cualquiera de los otros elementos utilizados para el levante convencional, constituyendo otro de los factores económicos ventajosos en los proyectos de construcción de centros educativos; y en general, en la mayoría de edificios públicos y residenciales en nuestro medio. Esta es la razón principal por la cual se utilizará este sistema estructural en la construcción del centro educativo ubicado en la cabecera municipal de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

3.1.3. Estudio de suelos

3.1.3.1. Cálculo del vapor soporte

El valor soporte del suelo, también llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos, es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

Cuando se pretende calcular la capacidad soporte de cimentaciones, es necesario conocer la distribución de los esfuerzos dentro de los estratos del suelo por medio del ensayo triaxial. Sin embargo, cuando no se es factible realizar un estudio de esta naturaleza por causas económicas, se sugiere

realizar una inspección visual del suelo para lograr determinar la capacidad soporte del mismo. Ver tabla XI.

Tabla XI. **Valor soporte permisible, según tipo de suelo**

MATERIAL DEL SUELO	TON/M ²	OBSERVACIONES
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pag. 193.

Cálculo del valor soporte de suelos: datos (Anexo: ensayo de comprensión Triaxial, Diagrama de Mohr)

Ángulo de fricción interna = $\phi = 28^\circ$

Cohesión de suelo = $C_u = 10 \text{ ton}/\text{m}^2$

Peso específico del suelo = $\gamma_{\text{suelo}} = 1,410.00 \text{ kg}/\text{m}^3$

Utilizando la ecuación general de Terzaghi

$$q_u = 1.3C_u N_c + D_f \gamma_{\text{suelo}} N_q + 0.40B \gamma_{\text{suelo}} N_\gamma$$

Donde:

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción interna del suelo.

C_u = Cohesión de suelo

D_f = Desplante de cimentación = 1.0 m.

Ángulo de fricción interna = $\phi = 28^\circ = 0.488\text{rad}$

$F_s\phi$ = factor de seguridad del ángulo de fricción interna:

Se utilizan factores de seguridad por posibles errores en el ensayo triaxial:

$F_s\phi = 28/2 = 14$

F_{sc} = factor de seguridad de cohesión

$F_{sc} = 10/2 = 5$

$$N_c = \cot \phi \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2})} - 1 \right] = \cot 0.244\text{rad} \times \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - 0.244\text{rad}/2)\tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{0.244\text{rad}}{2})} - 1 \right]$$

$$N_c = 10.37$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2})} - 1 = \frac{e^{2(3\pi/4 - 0.244\text{rad}/2)\tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{0.244\text{rad}}{2})} - 1$$

$$N_q = 3.59$$

$$N_\gamma = \left[\frac{\left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) - 1}{\cos^2 \phi} \right] \times \frac{\tan \phi}{2} = 2.29$$

Calculando la carga última que soporta el suelo:

$$q_u = 1.3C_u N_c + D_f \gamma_{suelo} N_q + 0.40B \gamma_{suelo} N_\gamma$$

$$q_u = 1.3 \times 5 \text{ ton/m}^2 \times 10.37 + 1.00 \text{ m} \times 1.41 \text{ ton/m}^3 \times 3.59 + 0.40 \times 1 \text{ m} \times 1.41 \text{ ton/m}^3 \times 2.29$$

$$q_u = 73.75 \text{ ton/m}^2$$

La carga admisible se calcula de la siguiente forma:

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde

FS = Factor de seguridad, depende de la importancia de la edificación.

FS = 3, debido a que se pretende utilizar como centro educativo y como albergue en caso de una catástrofe, por ello, el valor es alto.

$$q_a = \frac{73.75 \text{ ton/m}^2}{3} = 24.58 \text{ ton/m}^2$$

3.1.4. Análisis estructural

3.1.4.1. Predimensionamiento estructural

Esta acción consiste en estimar secciones preliminares, para lo cual el proyectista puede basarse en la experiencia, en ayudas de diseño, a través de tablas, gráficas, etc.

- **Dimensión mínima**

Columnas centrales	$h_n / 10$
Columnas de borde	$h_n / 9$
Columnas de esquina	$h_n / 8$

- **Predimensionamiento de columna**

Para predimensionar una columna, básicamente se determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta, como lo considera el ACI 318-05, en el capítulo 10. En este caso, se desea guardar simetría en las dimensiones de la columna.

Por tal razón, se toma la columna crítica o sea la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Datos

$$f'c = \text{Resistencia última del concreto} = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'y = \text{Resistencia a la fluencia del acero} = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$At = \text{Área tributaria} = 41.69 \text{ m}^2$$

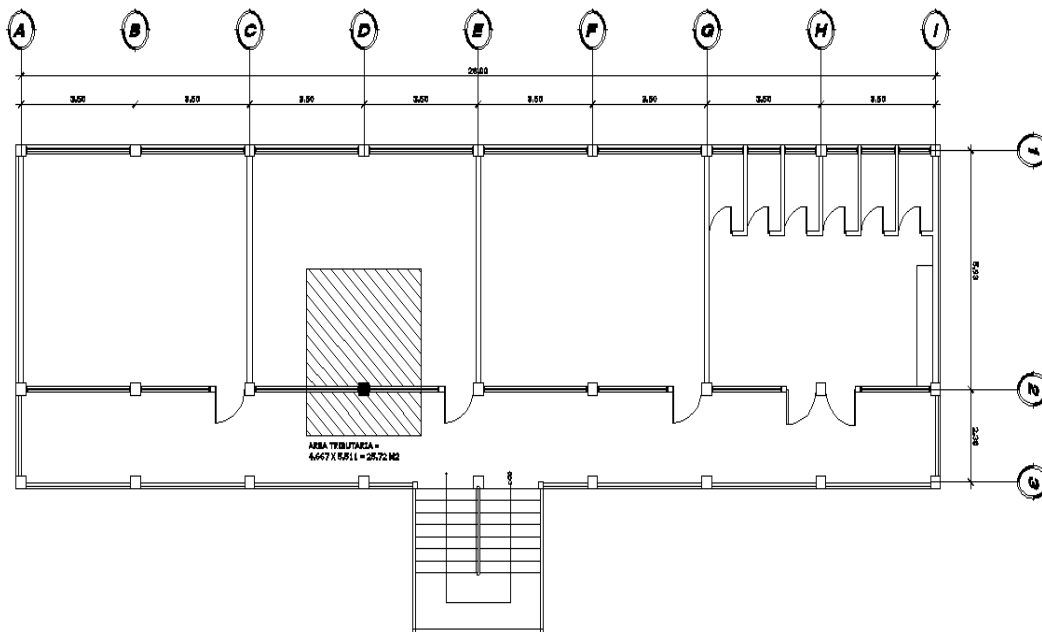
Peso específico del concreto = $2,400 \text{ kg/ m}^3$

A_g = Área gruesa de columna

A_s = Área de acero, $1\%(A_g) \leq A_s \leq 6\%(A_g)$

Según ACI 318-05 Capitulo 10 sección 10.9.

Figura 3. **Áreas tributarias para predimensionamiento de columna**



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Sustituimos los datos en la fórmula de carga puntual.

$P = \text{Peso específico} \times \text{Área tributaria} \times \text{franja unitaria}$

$$P = 2400 \text{ kg/ m}^3 \times 25.72 \text{ mts}^2 = 61,728.00 \text{ kg}$$

El resultado multiplicado por los dos niveles que son.

$$P = 61,728.00\text{kg} * 2 = 123,456.00 \text{ kg}$$

Si sustituimos valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa.

$$P = 0.8[0.85 * f'c(Ag - As) + F'y * As]$$

Donde:

$$As = \rho * Ag$$

$$1\%Ag \leq \rho \leq 8\%Ag$$

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

$$Ag = \left[\frac{123,456}{0.80[0.85 * 281(1 - 0.01) + 2,810 * 0.01]} \right]$$

Donde:

$$\rho = \text{cuantía de acero} = 1\%$$

$$Ag = 211.649 \text{ cm}^2$$

$$Ag = 211.649 = B^2 \Rightarrow B = 14.54\text{cm}$$

El código ACI recomienda una sección mínima de 400 cm² para columnas estructurales de concreto reforzado.

Se propone una sección de 30 cm. x 30 cm. = 900 cm² > 211.649 cm², debido a que el edificio tendrá altos requerimientos de carga viva.

- **Predimensionamiento de viga**

Para predimensionar vigas se puede calcular con los siguientes criterios: por cada metro lineal libre de luz, ocho centímetros de peralte y la base equivale $\frac{1}{2}$ peralte o el código ACI 318-05 en el capítulo 9 tabla 9.5(a). Ver tabla XII, la cual proporciona diferentes situaciones para predimensionamiento. En este caso, se tomó cuando una viga es continua en ambos extremos.

Tabla XII. **Peraltes mínimos para predimensionamiento de vigas**

Peralte mínimo (h)				
Elemento	Simplemente Apoyado	Con un extremo Continuo	Ambos Extremos Continuos	En Voladizo
	Elementos que no soportan o están ligados a divisiones u otro tipo de construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones.			
Vigas	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Fuente: ACI 318-05. Capítulo 9.

Longitud de viga mayor = 6.67m.

$$h_{\text{viga}} = 8\% * \text{Longitud de viga mayor}$$

$$h_{\text{viga}} = 0.08 * 5.93 \text{ m.} = 0.4744 \text{ m.} = 47\text{cm} \rightarrow \text{aproximamos a } 50\text{cm}$$

O con el otro criterio

$$h_{\text{viga}} = L/21 = 5.93/21 = 0.28 \text{ m.} \approx 28 \text{ cm.}$$

Para predimensionar la viga usamos el valor mayor

Altura de viga $h = 50$ cms

Base de viga $b = 50/2 = 25$ cm.

Se propone una sección de viga de 25x50 cm.

- **Predimensionamiento de losa**

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como para transmitir cargas verticales y horizontales. Por su espesor, pueden dividirse en:

- cascarones ($t < 0.09$)
- planas ($0.09 \leq t \leq 0.18$)
- nervadas ($t > 0.18$)

Para losas en dos direcciones, ACI recomienda:

Espesor de Losa (t) = perímetro / 180

$t = (5.93 \times 2 + 3.50 \times 2) / 180$

$t = 0.09$ m.

Espesor de Losa = 9 cm.

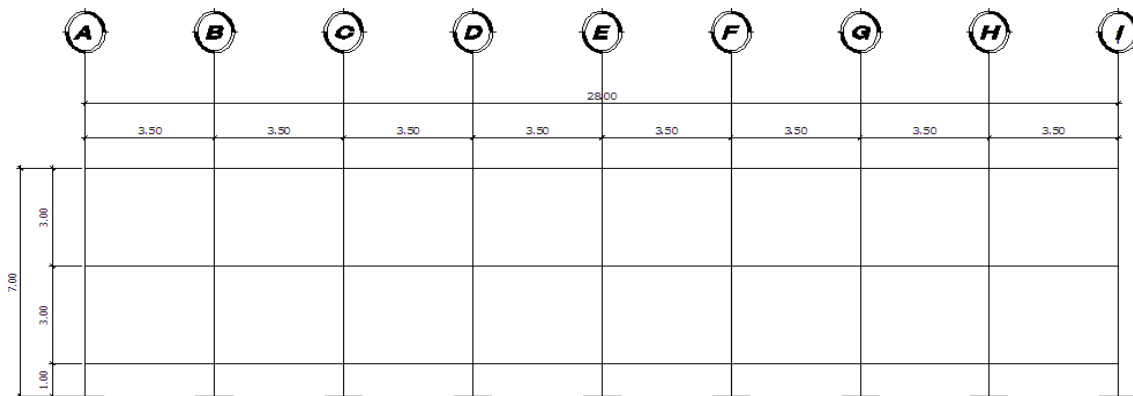
Se propone losa tradicional con espesor de 9 cm.

3.1.4.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

El modelo matemático de un marco dúctil es la gráfica que representa tanto la forma, como las cargas que soporta el marco y que sirve para realizar el análisis estructural. Por su similitud en cargas y la geometría de la edificación, se analizan únicamente los aspectos críticos.

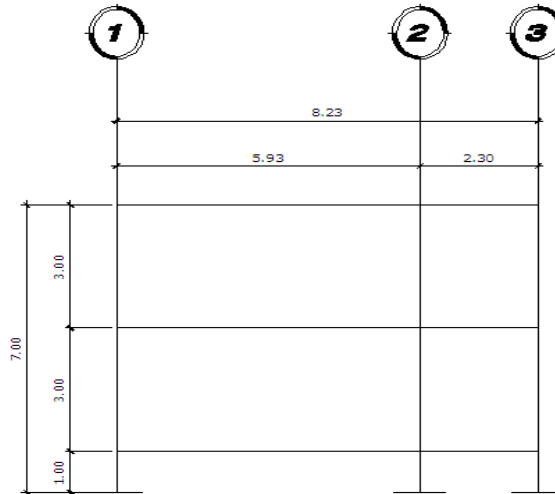
Las figuras 4 y 5 muestran los marcos dúctiles en el eje X y en el eje Y, respectivamente.

Figura 4. Evaluación marco típico, en el eje Y



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Figura 5. Elevación marco típico, en el eje X



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

3.1.4.3. Análisis de cargas

Llamamos cargas de diseño a todas aquéllas que actuarán en la estructura a construir.

3.1.4.4. Integración de cargas

3.1.4.4.1. Cargas verticales en marcos dúctiles

Conocidas también como cargas por gravedad, se dividen en carga viva y carga muerta.

Cargas vivas (CV)

Son cargas que pueden cambiar en magnitud y posición, entre éstas se tienen las que se mueven con su propia fuente de energía que son las móviles y las que pueden ser movidas que son las movibles; otras cargas vivas pueden ser causadas por las operaciones de la construcción, el viento, la lluvia, los sismos, las explosiones y los cambios de temperatura.

La determinación de la carga viva apropiada para un sistema estructural, es complicada debido a la incertidumbre de la magnitud en sí misma y el lugar sobre el que actúa la carga en cualquier instante dado.

- **Cargas de ocupación o uso:** son cargas de piso que se aplican a un área dada de una construcción y dependen de su utilización u ocupación. Existe una diversidad de cargas de ocupación estandarizadas para diferentes tipos de construcciones y para uso de éstas debe consultarse bibliografía más extensa.
- **Cargas de impacto:** son causadas por las vibraciones de las cargas móviles y por lo general se presentan súbitamente.
- **Cargas por temperatura:** se presentan cuando varía la temperatura de una estructura o de alguno de sus miembros. El material tenderá a expandirse en una forma ocasionando esfuerzos a la estructura.
- **Carga por viento:** el viento puede actuar en cualquier dirección y debe investigarse cuál es la dirección que produce efectos desfavorables en la estructura. Estas cargas laterales varían en magnitud según la localidad geográfica, la altura sobre el terreno, el tipo de terreno que rodea al

edificio, etc. Las presiones de viento se suponen, en general, uniformemente aplicadas a la superficie de barlovento de los edificios. En Guatemala las velocidades mínimas de diseño para cargas de viento son de 90km/h.

- **Cargas por sismo:** un sismo ocasiona aceleración en la superficie del terreno y puede provocar daños a las estructuras, de acuerdo a la magnitud con que actúa en un momento dado.
- **Otras cargas:** entre otras cargas vivas que pueden en algún momento afectar a la estructura, están las ocasionadas por la presión de la tierra y las ocasionadas por la presencia de agua.

Para anticipar las diferentes clases de cargas y fuerzas que puedan llegar a actuar en la estructura que se está diseñando, el ingeniero cuenta con la ayuda de los códigos de diseño en donde se especifican, en general, las cargas más usuales para las estructuras; sin embargo, en ocasiones se tiene que acudir al criterio u otros métodos para la determinación de los valores.

Tabla XIII. Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente

Tipo de ocupación o uso	W _v (kg/m ²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestibulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	ver nota ^(a)
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garages	
Automóviles	250
Vehículos pesados	según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Cubiertas pesadas (inciso 8.3.3(f))	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75 ^(b)
Cubiertas livianas (inciso 8.3.3(g))	
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 ^(b)
Notas: ^(a) carga depende del tipo de cancha	
^(b) sobre proyección horizontal	

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

Aplicar las cargas de diseño a una estructura es considerar los efectos críticos en sus diferentes combinaciones y que pueden afectar a ésta. Las cargas aplicadas según recomendación del fabricante del techo, deben considerarse de acuerdo al uso y efectos posibles en la estructura y son la carga muerta, la carga viva y la velocidad del viento, aplicándose valores a cada una de ellas, según la tabla XIV.

Tabla XIV. **Estimación de cargas vivas**

No.	Descripción	Peso	Unidad
1	Cubierta auto soportable	39.12	Kg/m ²
2	Losas en general (con acceso)	200	Kg/m ²
3	Escenario y mezzanine	500	Kg/m ²

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Cargas muertas (CM)

Son todas aquéllas derivadas del peso propio de la construcción. Generalmente incluyen el peso de la cubierta del techo, la estructura de marcos rígidos de concreto reforzado, losas, muros de mampostería reforzada, repellos, cernidos en techos y paredes, pisos, obras falsas y todo tipo de instalaciones, etc. En la tabla XV se muestra el peso de varios materiales utilizados en la construcción del establecimiento educativo.

Tabla XV. **Estimación de cargas muertas**

No.	Descripción	Aplicado	Peso	Unidad
1	Cubierta auto soportable		12,88	kg/m ²
2	Losa maciza	15cm	360	kg/m ²
3	Repello	2cm	15	kg/m ²
4	Cernido	2cm	15	kg/m ²
5	Mampostería reforzada	15cm	250	kg/m ²
6	Mampostería reforzada	20cm	333,33	kg/m ²
7	Relleno de concreto	volumétrico	1600	kg/m ³
8	Relleno + piso	2,5cm	200	kg/m ²
9	Peso vidrio templado	5mm	12,5	kg/m ²

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

3.1.4.4.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Los muros de mampostería del establecimiento educativo se diseñarán con base en las normas del Fomento de Hipotecas Aseguradas, FHA, el cual establece las siguientes condiciones mínimas para diseño de refuerzo vertical y horizontal:

Acero mínimo vertical

$$A_{SV} = 0.0007 \times b \times t$$

Acero mínimo horizontal

$$A_{SH} = 0.0013 \times b \times t$$

Cálculo de acero vertical

Sentido X

$$b = 28\text{m} = 2800\text{cm}$$

$$t = 9\text{cm}$$

$$A_{SV} = 0.0007 \times 2800\text{cm} \times 9\text{cm} = 17.64\text{cm}^2$$

Se propone utilizar cuatro columnas con armadura de 4 varillas No. 8, lo que nos proporciona un área transversal equivalente a 20.32cm^2 , que es superior al área mínima requerida, 8.51cm^2 .

Sentido Y

$$b = 8.23\text{m} = 823\text{cm}$$

$$t = 9\text{cm}$$

$$A_{SV} = 0.0007 \times 823\text{cm} \times 9\text{cm} = 5.18\text{cm}^2$$

Se propone utilizar cuatro columnas con armadura de 4 varillas No. 6, lo que nos proporciona un área transversal equivalente a 11.36cm^2 , que es superior al área mínima requerida, 7.88cm^2 .

Cálculo de acero horizontal

Sentido X

$$b = 28\text{m} = 2800\text{cm}$$

$$t = 9\text{cm}$$

$$A_{SH} = 0.0013 \times 2800\text{cm} \times 9\text{cm} = 32.76\text{cm}^2$$

El refuerzo horizontal que se propone para la edificación escolar se muestra en los planos, el cual proporciona un área de acero equivalente a 17.78cm^2 , que es mayor a 15.80cm^2 .

Sentido Y

$$b = 8.23\text{m} = 823\text{cm}$$

$$t = 9\text{cm}$$

$$A_{SH} = 0.0013 \times 823\text{cm} \times 9\text{cm} = 9.62\text{cm}^2$$

El refuerzo horizontal que se propone para la edificación escolar se muestra en los planos, el cual proporciona un área de acero equivalente a 15.24cm^2 , que es mayor a 14.63cm^2 .

Integración de cargas

Cálculo del centro de masa

$$C_{mx} = \frac{\sum M * C_x}{\sum M}$$

$$C_{my} = \frac{\sum M * C_y}{\sum M}$$

Peso Viga vertical

$$V_v = 0.25 * 0.50 * 8.30 * 2400 = 24.90 \text{ kg}$$

Peso Viga horizontal

$$V_h = 0.25 * 0.50 * 28 * 2400 = 8400 \text{ kg}$$

Peso losa

$$L = 0.09 \cdot 8.30 \cdot 28 \cdot 2400 = 50198.40 \text{ kg}$$

Peso columna

$$C = 0.3 \cdot 0.3 \cdot 3.5 \cdot 2400 = 756 \text{ kg}$$

Peso viva

$$C_v = 350 \cdot 8.3 \cdot 28 = 81340 \text{ kg}$$

Peso sobre carga

$$S_c = 190 \cdot 8.3 \cdot 28 = 44156 \text{ kg}$$

$$\sum M \cdot C_x =$$

$$2490 \cdot (0 + 3.50 + 7.00 + 10.50 + 14.00 + 17.50 + 21.00 + 24.50 + 28) + \\ 8400 \cdot 3 \cdot 14.00 + 50198.40 \cdot 14.00 + 81340 \cdot 14.00 + 44156 \cdot 14.00 + \\ 756 \cdot 3 \cdot (0 + 3.50 + 7.00 + 10.50 + 14.00 + 17.50 + 21.00 + 24.50 + 28)$$

$$\sum M \cdot C_x = 3412029.60 \text{ kg.m}$$

$$\sum M = 2490 \cdot 9 + 8400 \cdot 3 + 50198.4 + 81340 + 44156 + 756 \cdot 27$$

$$\sum M = 243716.4 \text{ kg}$$

$$C_{mx} = \frac{3412029.6}{243716.4} = 14.00 \text{ m}$$

$$\sum M \cdot C_y = 2490 \cdot 9 \cdot 4.15 + 8400 \cdot (0 + 2.3 + 8.3) + 50198.4 \cdot 4.15 + 756 \cdot 9 \cdot \\ (0 + 2.3 + 8.3) + 81340 \cdot 4.15 + 44156 \cdot 4.15$$

$$\sum M \cdot C_y = 983295.66 \text{ kg.m}$$

$$C_{mx} = \frac{983295.66}{243716.4} = 4.03 \text{ m}$$

Cálculo del centro de rigidez

$$CR_x = \frac{\sum R_y * C_x}{\sum R_y}$$

Como todas las columnas tienen la misma sección, la rigidez de las mismas será considerada como 1.

$$CR_x = \frac{\sum R_x * C_y}{\sum R_x}$$

Si las secciones fueran diferentes, se deberá determinar la rigidez de la misma; una forma sencilla es utilizar la rigidez relativa.

$$CR_x = \frac{1 * 3 * (0 + 3.5 + 7 + 10.50 + 14 + 17.5 + 21 + 24.5 + 28)}{27} = 14.00 \text{ m}$$

$$CR_y = \frac{1 * 9 * (0 + 2.3 + 8.3)}{27} = 3.53 \text{ m}$$

Cálculo de excentricidad

$$E_x = | CM_x - CR_y | + 0.1 L$$

$$E_y = | CM_y - CR_x | + 0.1 B$$

$$E_x = | 14 - 14 | + 0.1 * 28 = 2.80 \text{ m}$$

$$E_y = | 4.03 - 3.53 | + 0.1 * 8.3 = 1.33 \text{ m}$$

Cálculo del corte basal según UBC 97

El corte basal debe ser

$$V_s = \frac{C_v I}{R_t} w$$

$$C_v = 0.64 N_u$$

Peso no menor a

$$C_a = 0.44 N_a$$

$$V_s \text{ min} = \frac{0.87 N_r I}{R} w$$

$$T = C_t * h n^{3/4}$$

No necesita ser mayor a

$$V_s \text{ max} = \frac{2.5 C_a I}{R} w$$

$$I = 1$$

$$R = 4.5$$

$$N_a = 1.2$$

Tipo suelo = Sd

$$Z = 0.4$$

$$N_v = 1.6$$

$$C_t = 0.0488$$

$$T = 0.0488 \cdot 7^{3/4}$$

$$T = 0.2100 \text{ s}$$

$$C_v = 0.64 \cdot 1.6 = 1.024$$

$$C_a = 0.44 \cdot 1.2 = 0.528$$

Peso por niveles

Peso nivel 2

$$W_2 = 2490 \cdot 9 + 8400 \cdot 3 + 50198.4 + 0.3 \cdot 0.3 \cdot 1.5 \cdot 2400 \cdot 27 + 100 \cdot 8.3 \cdot 28 + 0.25 \cdot 81340$$

$$W_2 = 150131.40 \text{ kg}$$

Peso Nivel 1

$$W_1 = 2490 \cdot 9 + 8400 \cdot 3 + 50198.4 + 756 \cdot 27 + 44156 + 0.25 \cdot 81340$$

$$W_1 = 182711.40 \text{ kg}$$

Peso Total

$$W_+ = 150131.4 + 182711.4$$

$$W_+ = 332842.8 \text{ kg}$$

$$V_s = \frac{1.024 \cdot 1}{4.5 \cdot 0.24} \cdot 332842.8 = 360667.75 \text{ kg}$$

$$V_{S \text{ min}} = \frac{0.8 \cdot 0.4 \cdot 1.6 \cdot 1}{4.5} \cdot 332842.8 = 37870.11 \text{ kg}$$

$$V_{S \text{ max}} = \frac{2.5 \cdot 0.528 \cdot 1}{4.5} \cdot 332842.8 = 97633.89 \text{ kg}$$

El corte basal se utilizará de 97,633.89 kg

Distribución de fuerzas por niveles

$$F_n = F_t + \sum F_i$$

$$F_t = 0.07 * t * V$$

Debe considerarse solo cuando:

$$T > 0.7s$$

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

Fi = fuerza por nivel

Fuerza en nivel 2

$$F_2 = \frac{97633.89 * 150131.4 * 7}{150131.4 * 7 + 182711.4 * 4} = 57586.36 \text{ kg}$$

Fuerza en nivel 1

$$F_1 = \frac{97633.89 * 182711.4 * 4}{150131.4 * 7 + 182711.4 * 4} = 57586.36 \text{ kg}$$

Determinación de carga lateral por eje

$$F_i = F + \sum F_x$$

$$V_t = \frac{K_i}{\sum K_i} * F_i$$

Primer nivel

Fuerza en marcos longitudinales

$$VTL = \frac{9 * 40047.53}{27} = 13349.18 \text{ kg}$$

Fuerza en marcos transversales

$$VTT = \frac{3 * 40047.53}{27} = 4449.72 \text{ kg}$$

Segundo nivel

$$VTL = \frac{9 * 57586.36}{27} = 19195.45 \text{ kg}$$

$$VTT = \frac{3 * 57586.36}{27} = 6398.48 \text{ kg}$$

Incremento de corte por torsión

$$\Delta V = \frac{T * d_i * k_i}{J}$$

T = momento torsionante

d_i = distancia del eje al centro de rigidez

k_i = rigidez del eje

J = momento de inercia polar

$$T = \pm 100\% V_x e_y \pm 30\% V_y e_x$$

$$\pm 100\%V_y e_x \pm 30\%V_x e_y$$

$$J = \sum d_i^2 k_i$$

Nivel 1

$$T = 40047.53 \cdot 2.8 + 40047.53 \cdot 1.33 \cdot 0.30$$

$$T = 128112.05 \text{ kg.m}$$

Nivel 2

$$T = 37586.36 \cdot 2.8 + 57586.36 \cdot 0.3 \cdot 1.33$$

$$T = 184218.76 \text{ kg.m}$$

$$d_A = 14.00 \text{ m}$$

$$d_E = \emptyset \text{ m}$$

$$d_I = -14.00 \text{ m}$$

$$d_B = 10.50 \text{ m}$$

$$d_F = -3.50 \text{ m}$$

$$d_1 = -3.53 \text{ m}$$

$$d_C = 7.00 \text{ m}$$

$$d_G = -7.00 \text{ m}$$

$$d_2 = -1.23 \text{ m}$$

$$d_D = 3.50 \text{ m}$$

$$d_H = -10.50 \text{ m}$$

$$d_3 = 4.77 \text{ m}$$

K marcos longitudinales = 91/kg.

K marcos transversales = 31/kg.

$$J = \sum d_i^2 k_i = (-3.53)^2 \cdot 9 + (-1.23)^2 \cdot 9 + (4.77)^2 \cdot 9 + 14^2 \cdot 3 + (10.5)^2 \cdot 3 + (7.00)^2 \cdot 3 + (3.50)^2 \cdot 3 + \emptyset^2 \cdot 3 + (-3.50)^2 \cdot 3 + (-7)^2 \cdot 3 + (-10.5)^2 \cdot 3 + (-14)^2 \cdot 3$$

$$J = 2535.54 \text{ m}^2/\text{kg}$$

Incremento de corte en nivel 2

$$\Delta V_{A \text{ y } F} = \frac{184218.76 * 14 * 3}{2535.54} = 3051.50 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_{B \text{ y } G} = \frac{184218.76 * 10.5 * 3}{2535.54} = 2288.62 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_{C \text{ y } H} = \frac{184218.76 * 7 * 3}{2535.54} = 1525.75 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_{D \text{ y } I} = \frac{184218.76 * 3.5 * 3}{2535.54} = 762.87 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_E = \frac{184218.76 * 0 * 3}{2535.54} = 0 \text{ Kg}$$

Como el centro de masa y el centro de rigidez se encuentran en el mismo punto, en la excentricidad de diseño influye únicamente el 10% de la base; por consiguiente, las cargas se repiten del centro para afuera.

$$\Delta V_1 = \frac{184218.76 * 4.77 * 9}{2535.54} = 3119.06 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_2 \text{ y } \Delta V_3 = 0$$

Esto es, porque al hacer el cálculo los incrementos saldrían negativos en esos ejes, lo que disminuirá las cargas laterales y con ello se subdiseñaría la estructura.

Incremento de corte en nivel 1

$$\Delta V_{A \text{ y } F} = \frac{128112.05 * 14 * 3}{2535.54} = 2122.11 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_{B \text{ y } G} = \frac{128112.05 * 10.5 * 3}{2535.54} = 1591.58 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_{C y H} = \frac{128112.05 * 7 * 3}{2535.54} = 1061.06 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_{D y I} = \frac{128112.05 * 3.5 * 3}{2535.54} = 530.53 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_E = \frac{128112.05 * 0 * 3}{2535.54} = 0 \text{ Kg}$$

$$\Delta V_1 = \frac{128112.05 * 4.77 * 9}{2535.54} = 2169.10 \text{ Kg}$$

Carga Total

$$V = V_T + \Delta V$$

Nivel 2

$$V_{AYF} = 6398.48 + 3051.50 = 9449.98 \text{ kg}$$

$$V_{BYG} = 6398.48 + 2288.62 = 8687.10 \text{ kg}$$

$$V_{CYH} = 6398.48 + 1525.75 = 7924.23 \text{ kg}$$

$$V_{DYI} = 6398.48 + 762.87 = 7161.35 \text{ kg}$$

$$V_E = 6398.48 \text{ kg}$$

$$V_1 = 19195.45 + 3119.06 = 22314.51 \text{ kg}$$

$$V_2 = 19195.45 \text{ kg}$$

$$V_3 = 19195.45 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$V_{AYF} = 4449.72 + 2122.11 = 6571.83 \text{ kg}$$

$$V_{BYG} = 4449.72 + 1591.58 = 6041.30 \text{ kg}$$

$$V_{CYH} = 4449.72 + 1061.06 = 5510.78 \text{ kg}$$

$$V_{DYI} = 4449.72 + 530.53 = 4980.25 \text{ kg}$$

$$V_E = 4449.72 \text{ kg}$$

$$V_1 = 13349.18 + 2169.10 = 15518.28 \text{ kg}$$

$$V_2 = 13349.18 \text{ kg}$$

$$V_3 = 13349.18 \text{ kg}$$

3.1.4.5. Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani

Para realizar el análisis de este método, se requiere el cálculo previo de los siguientes parámetros:

- Factores de giro o coeficientes de reparto, dados por la ecuación.

$$\mu_{ik} = -(\frac{1}{2}) * (K / \sum K)$$

Donde:

$K =$ Rigidez del elemento $= I / L$

$\sum K =$ Sumatoria de las rigideces de los elementos que convergen en el nudo i .

- Momentos de empotramiento fijo para cargas de trabajo:

Para el presente análisis, se estudiará la carga muerta del marco correspondiente al eje I. Todos los momentos se calculan por medio de la ecuación y se muestran en la tabla XVII.

$$M_{FiK} = (1/12) * (W L^2)$$

Donde:

$W =$ Carga muerta uniformemente distribuida en el tramo en kg/m.

$L =$ Longitud del tramo en mts.

- Momentos de sujeción

Los momentos de sujeción se calculan utilizando la ecuación (2-6)

$$M_s = \sum MF \text{ en el nudo}$$

- Calculamos los factores de desplazamiento
- Calculamos los momentos de piso

$$M_{\text{piso}} = Q_r \cdot h_r / 3$$

Mpiso(2)	10210	kg-m
Mpiso(1)	25515	kg-m

Los parámetros obtenidos en los incisos anteriores, se trasladan a la hoja de cálculo. Las sucesivas influencias del giro de los nudos a los momentos M'_{ik} se determinan por iteraciones de la ecuación.

$$M'_{ik} = (\mu_{ik}) \cdot (M_s + \sum M'_{ik})$$

Sumando los momentos de empotramiento en los extremos de las barras M_{ik} con la influencia de los giros, se obtienen los momentos definitivos de los extremos de cada barra. Así, para un extremo de la barra i-k se obtiene la ecuación:

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M''_{ik}$$

3.1.4.6. Momentos últimos por envolvente de momentos

Es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de las cargas muerta, viva y sismo, tanto en vigas como en columnas; las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado:

$$M = 1.2CM + 1.6CV$$

$$M = 1.2CM + 1.6 CV \pm 1.0 S)$$

$$M = 0.9CM \pm 1.43S$$

Es por ello que se tomarán aquéllas cuyos valores sean los máximos, y se comprobó que los valores críticos se encuentran en las combinaciones de las ecuaciones **1 y 2**; ya que para el momento positivo en los marcos sólo influyen dos cargas, las cuales son carga muerta y carga viva. Se utiliza para encontrar el momento mayor la ecuación **1** y para los momentos de empotramiento influyen las tres cargas analizadas: carga viva, carga muerta y carga de sismo, por lo que se utiliza la ecuación **2**. Ambas ecuaciones dan los mayores momentos en los marcos.

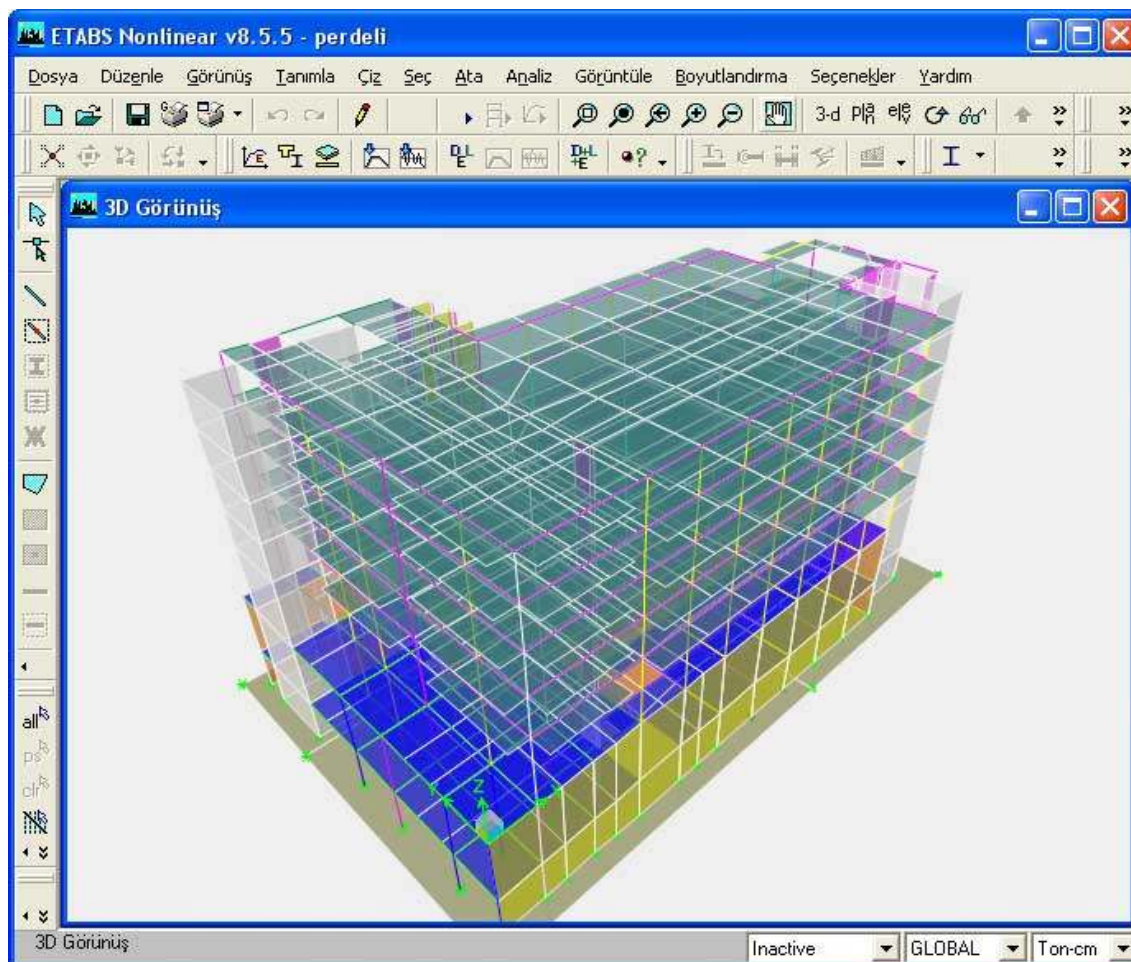
A continuación se presenta el diagrama de envolvente de momentos en vigas y columnas.

Análisis de marcos rígidos, utilizando un *software* computacional ETABS

Una vez propuesto un redimensionamiento en las secciones de columnas y vigas que se usarán en el análisis y diseño, se procede a la determinación de las cargas que actuarán sobre la estructura, pues éstas producen esfuerzos de corte, flexión, torsión, etc.

El *software* que se escogió para el análisis de marcos espaciales dúctiles resistentes a momentos, es ETABS como método de análisis. Este programa crea un modelo consistente de los sistemas de piso, pórtico vertical y pórtico lateral para analizar y diseñar toda la edificación.

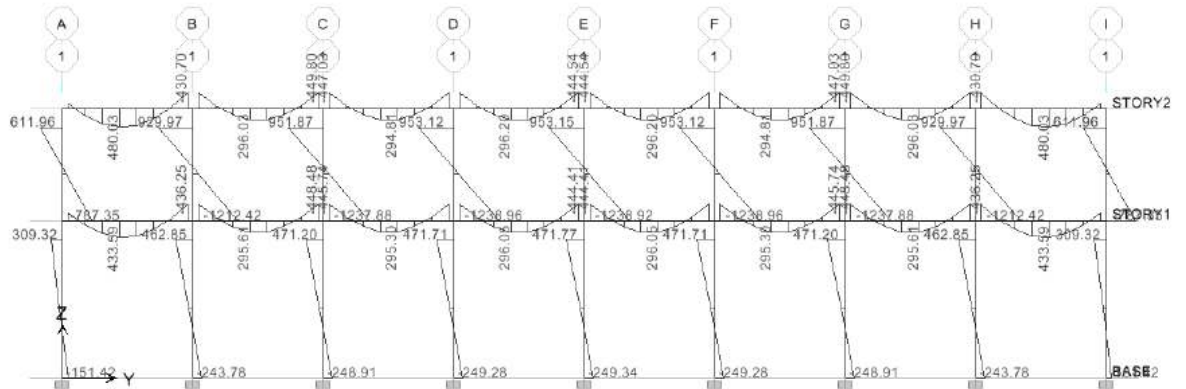
Figura 7. Paquete computacional ETABS



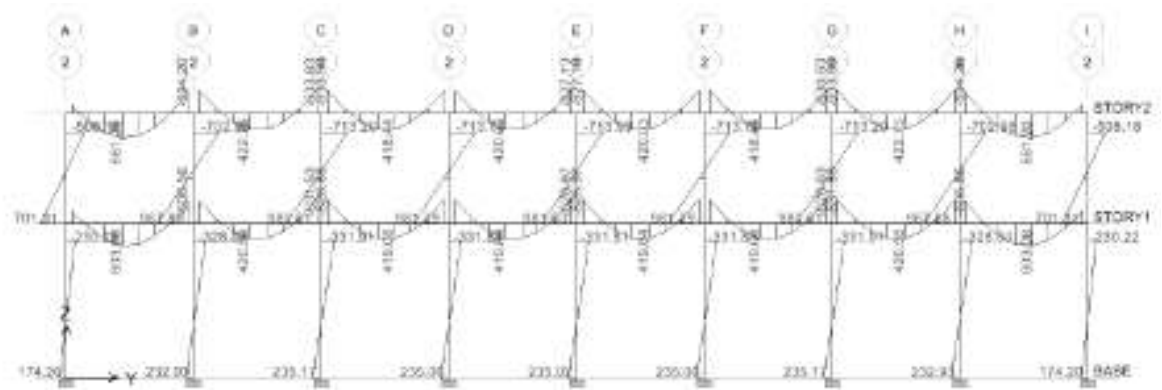
Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

El resumen de resultados del análisis que se generó en el programa ETABS, se describe a continuación:

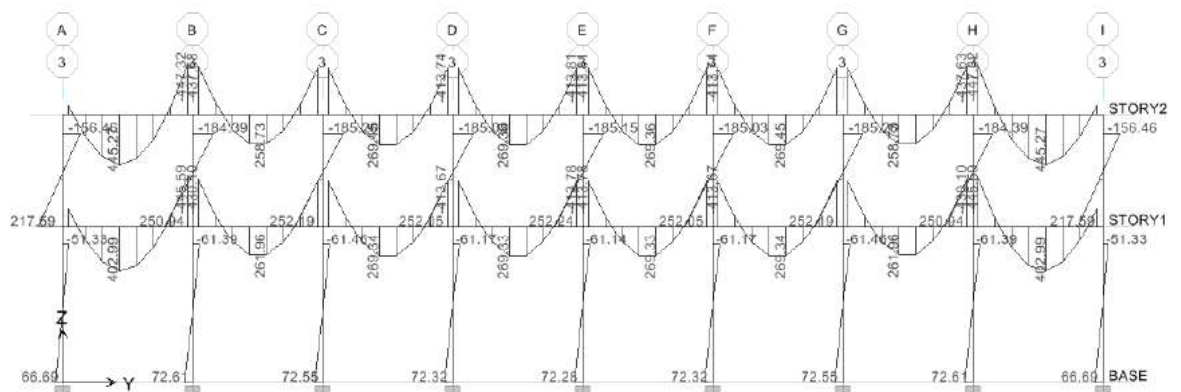
Figura 8. Gráfica por momento de carga muerta (Kg-m)



Eje 1

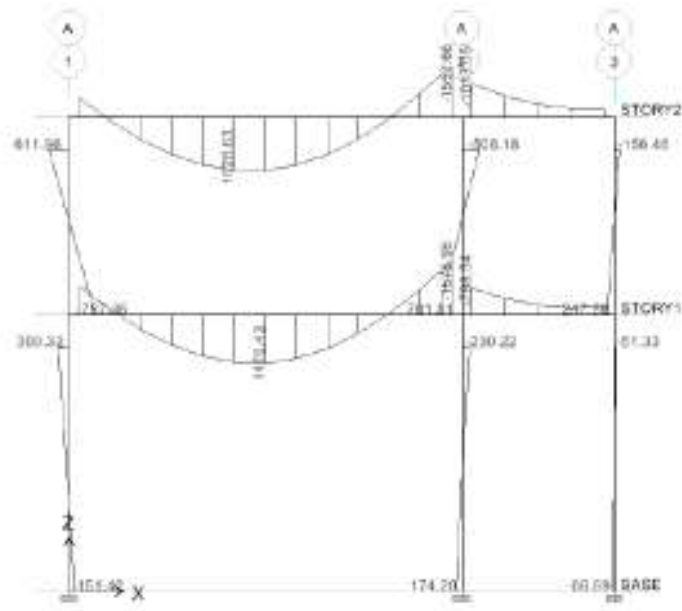


Eje 2

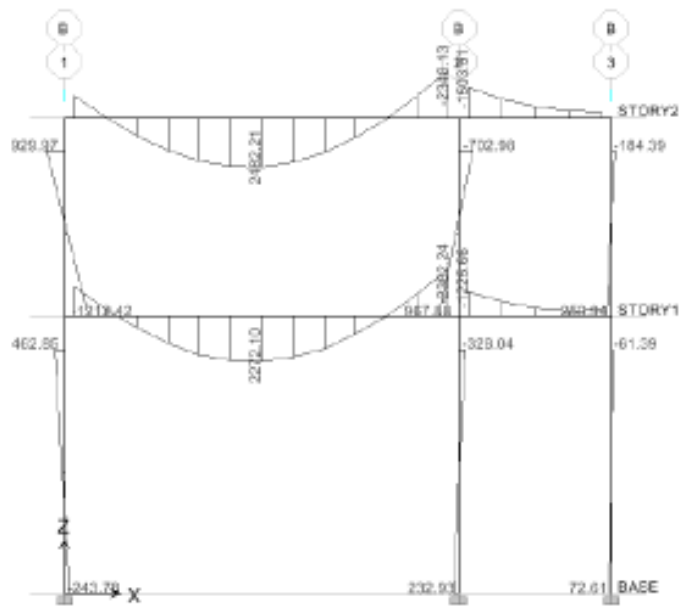


Eje 3

Continúa figura 8

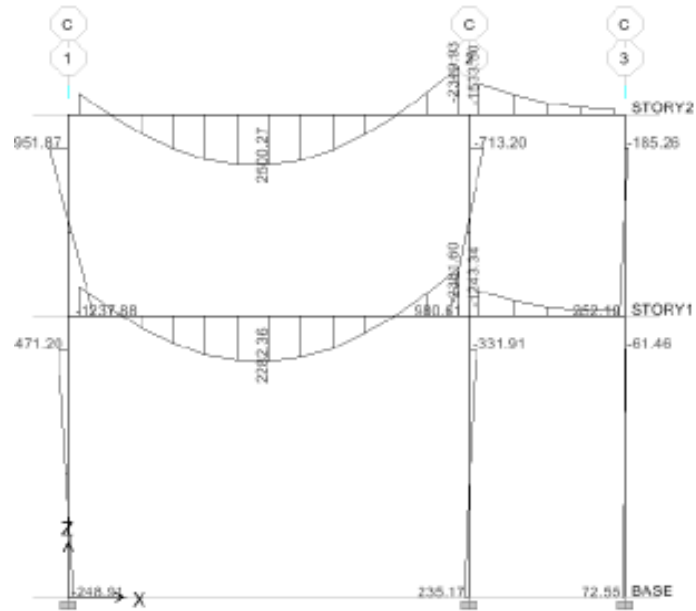


Eje A e I

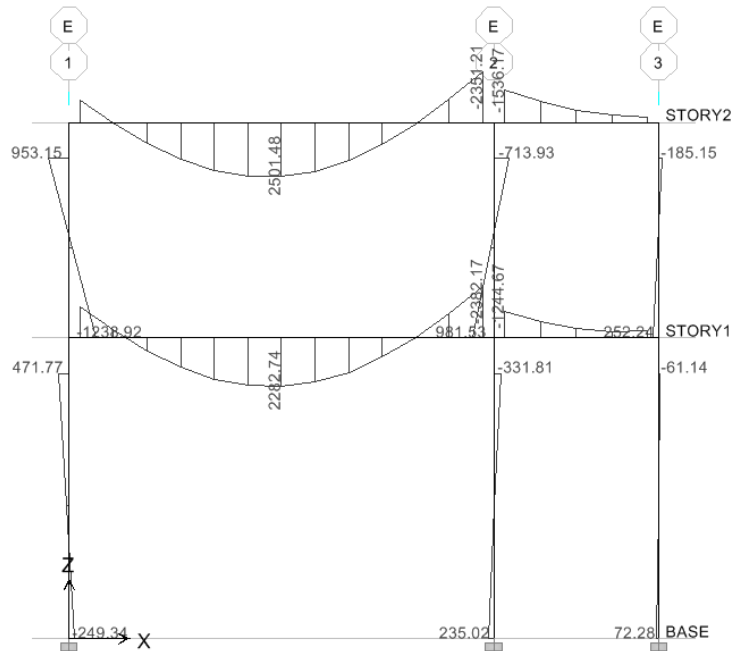


Eje B y H

Continúa figura 8

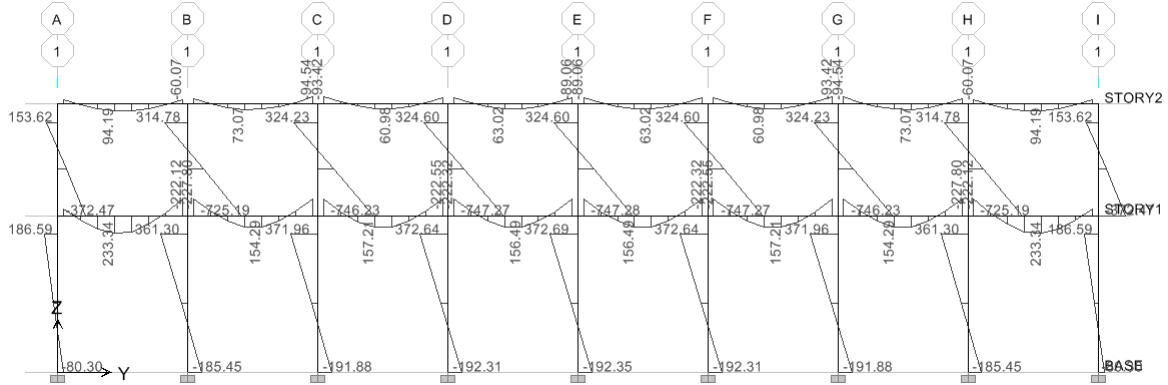


Eje C-G

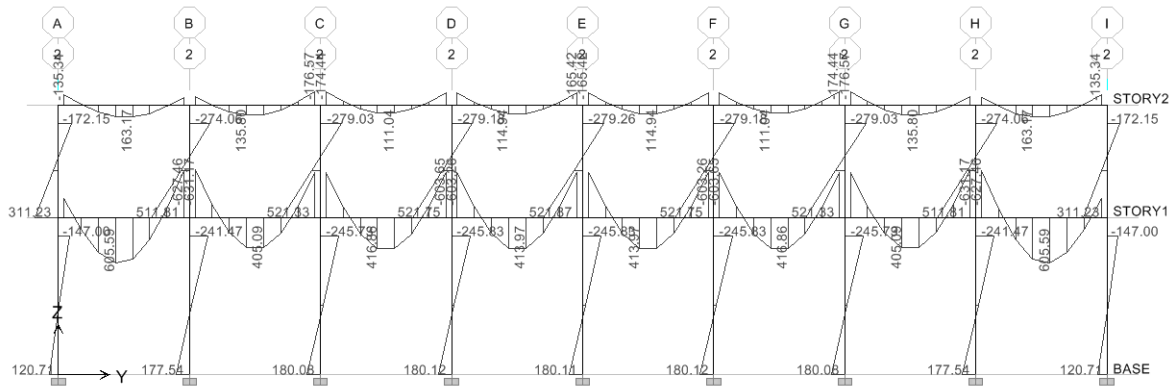


Eje D-E-F

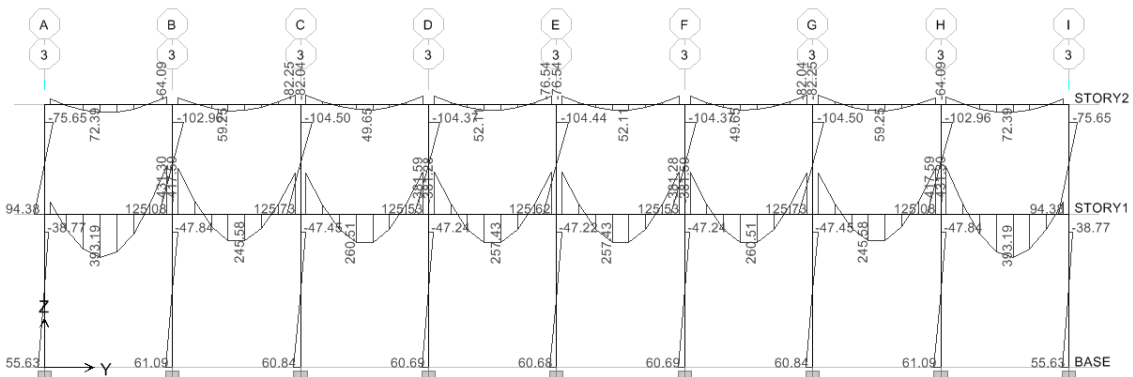
Figura 9. Gráfica por momento de carga viva (Kg-m)



Eje 1

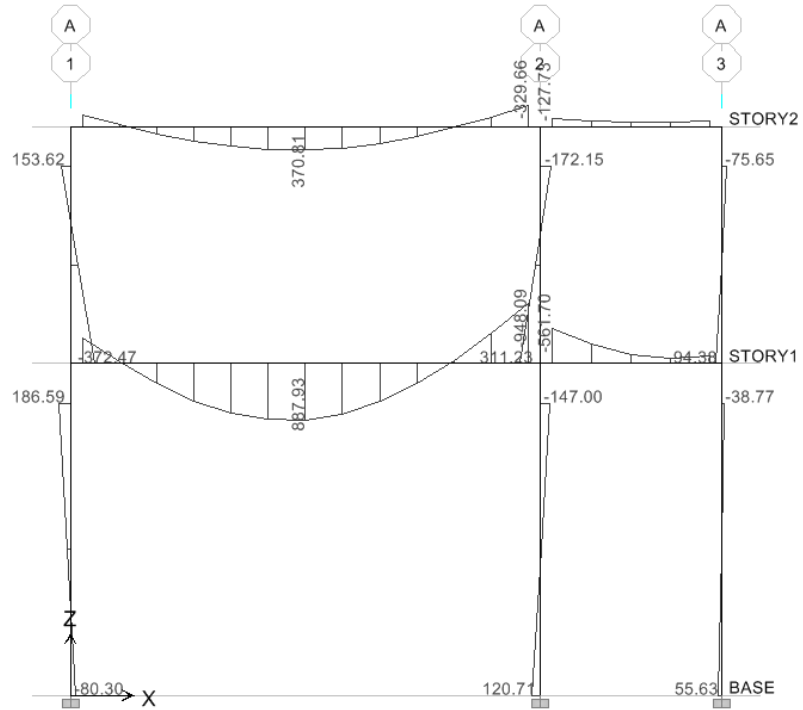


Eje 2

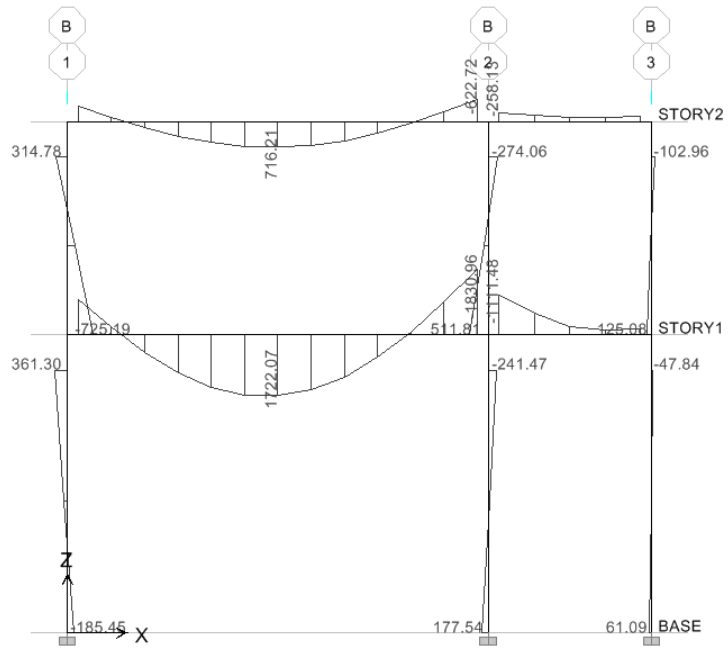


Eje 3

Continúa figura 9

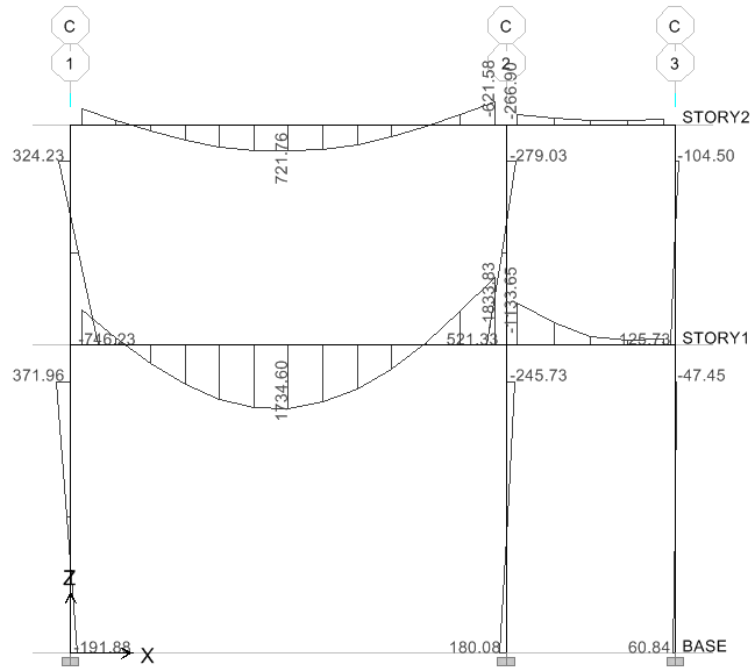


Eje A e I

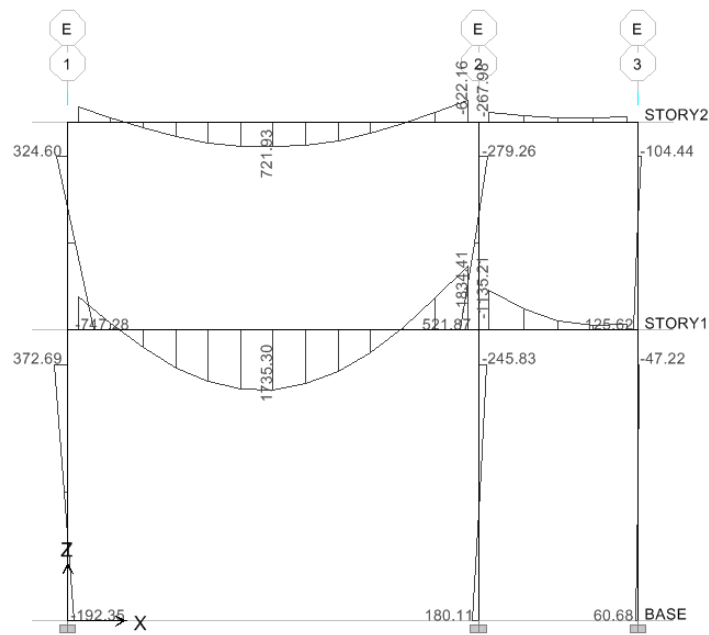


Eje B y H

Continúa figura 9

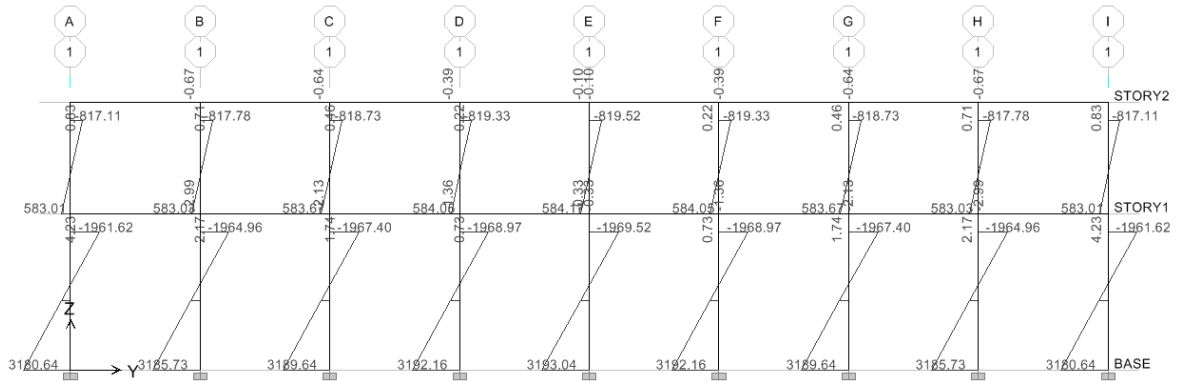


Eje C-G

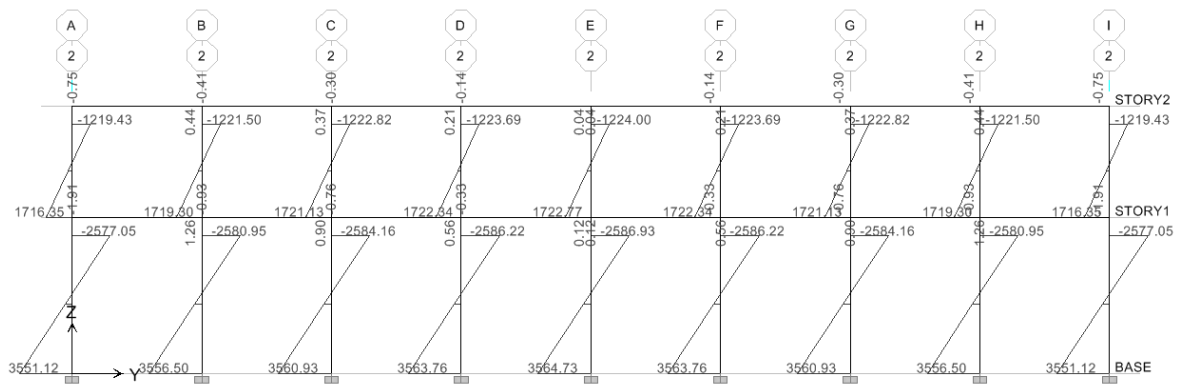


Eje D-E-F

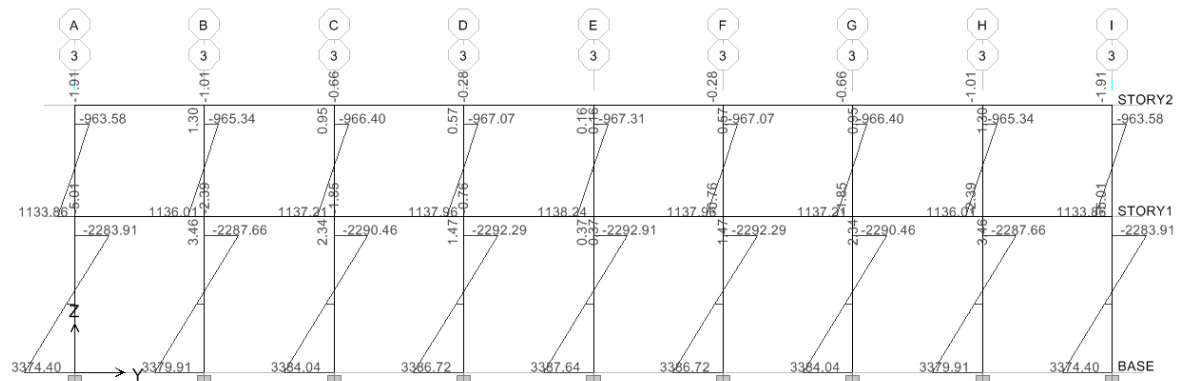
Figura 10. Gráfica por momento de carga sísmica en x (Kg-m)



Eje 1

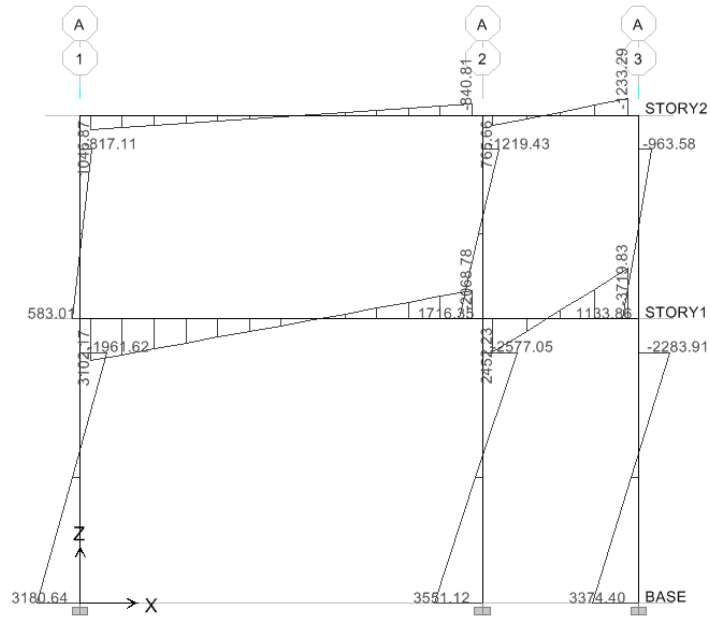


Eje 2

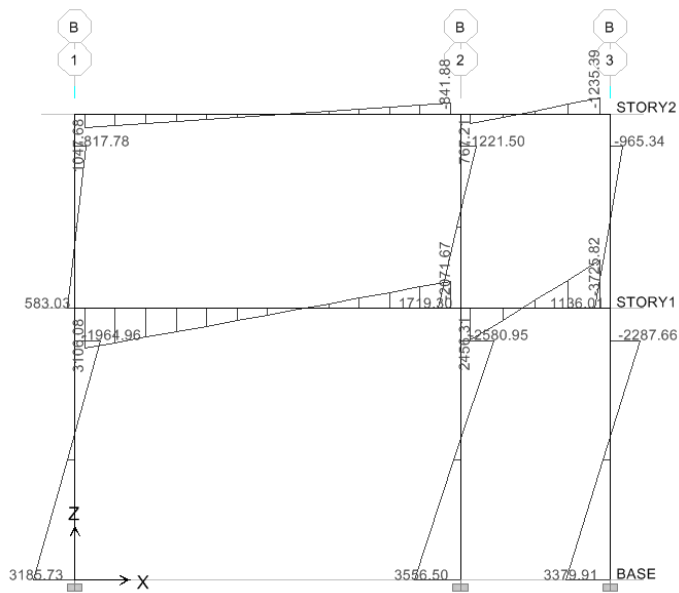


Eje 3

Continúa figura 10

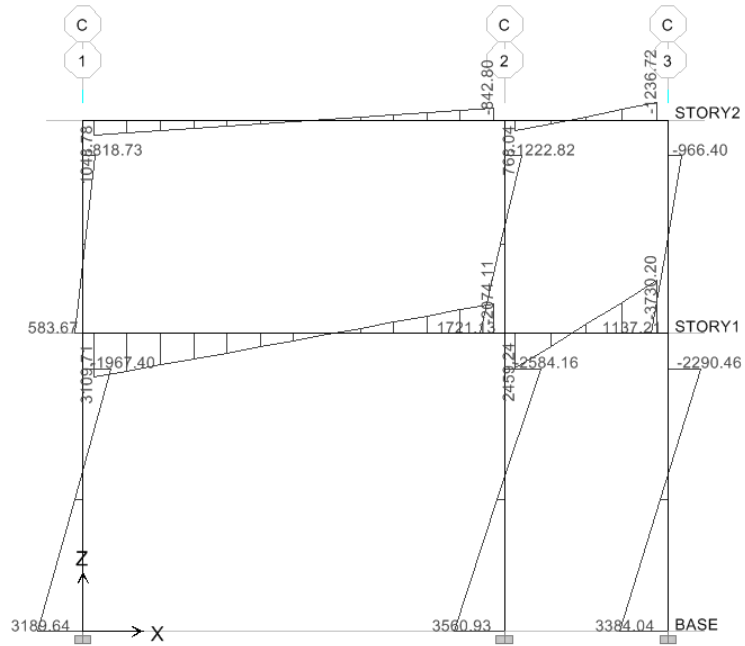


Eje A e I

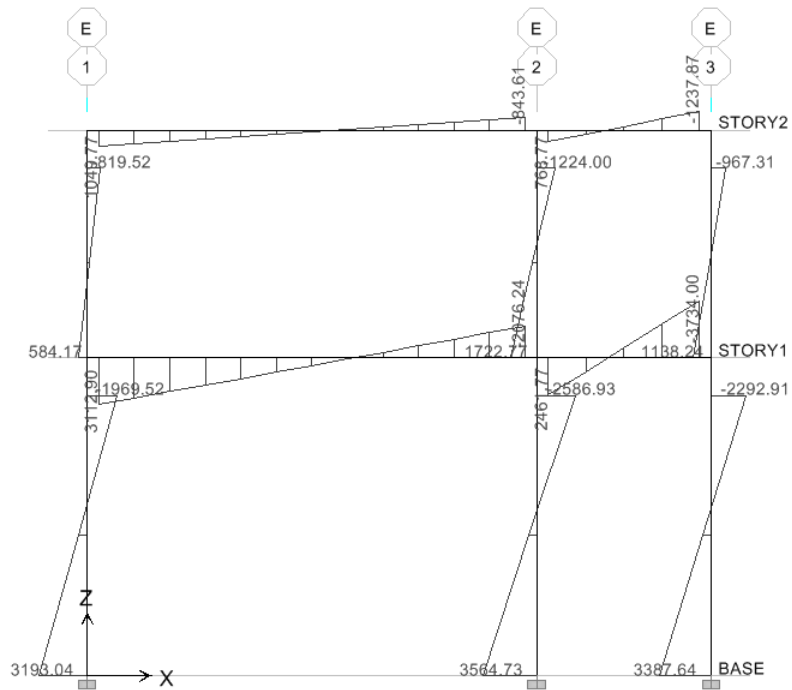


Eje B y H

Continúa figura 10

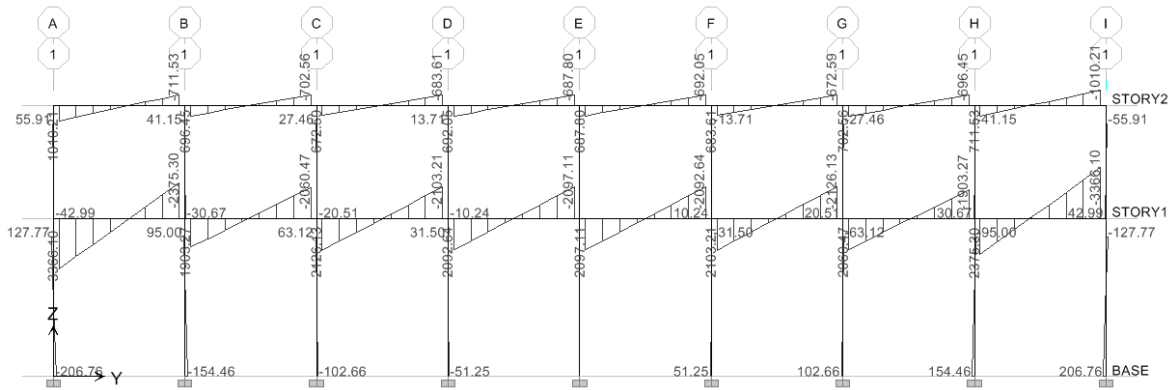


Eje C-G

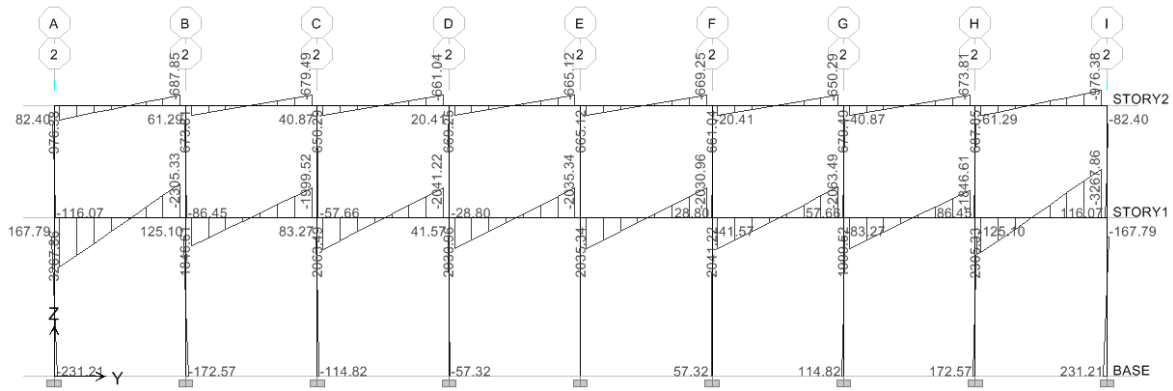


Eje D-E-F

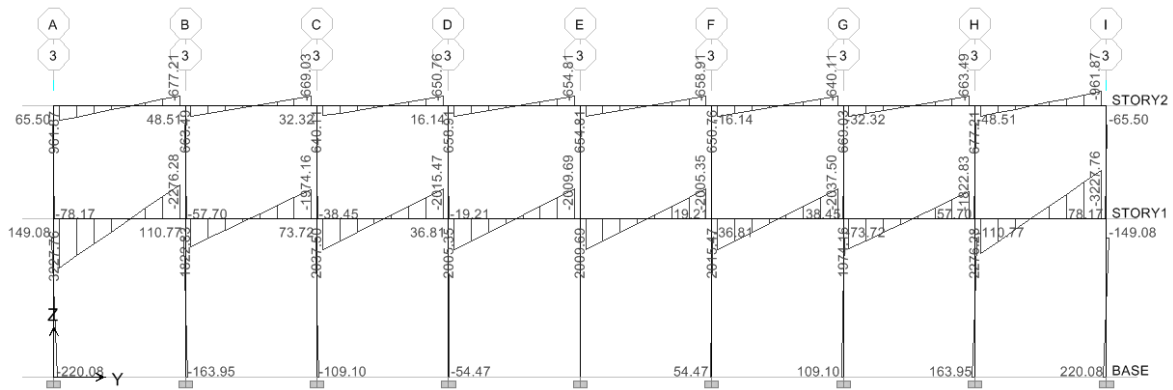
Figura 11. Gráfica por momento de carga sísmica en y (kg-m)



Eje 1

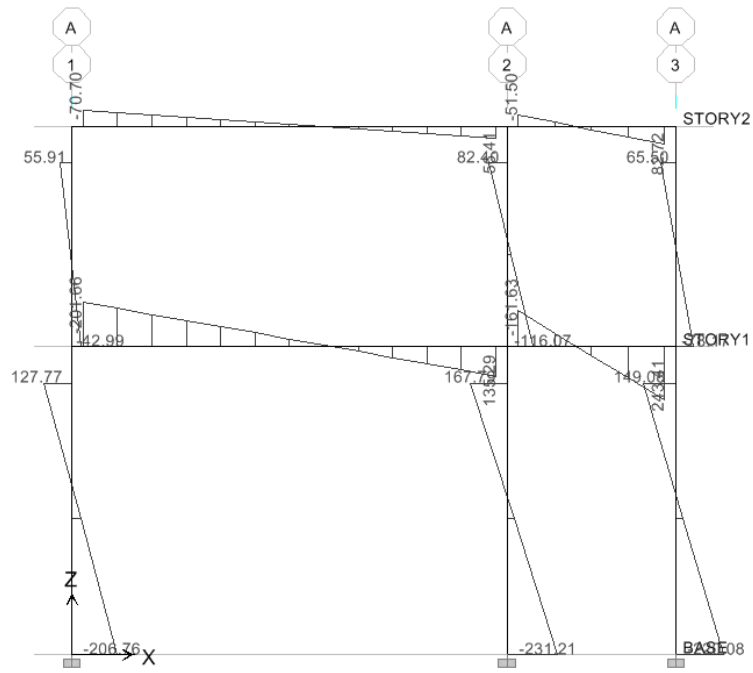


Eje 2

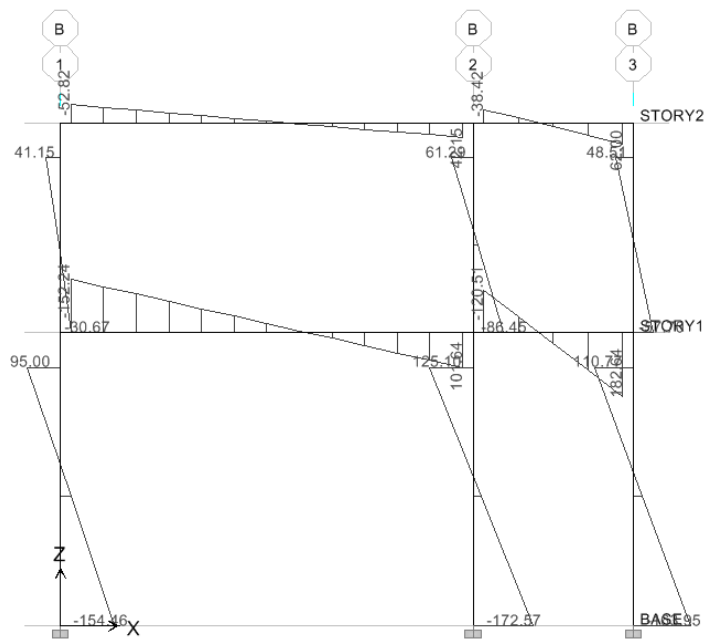


Eje 3

Continúa figura 11

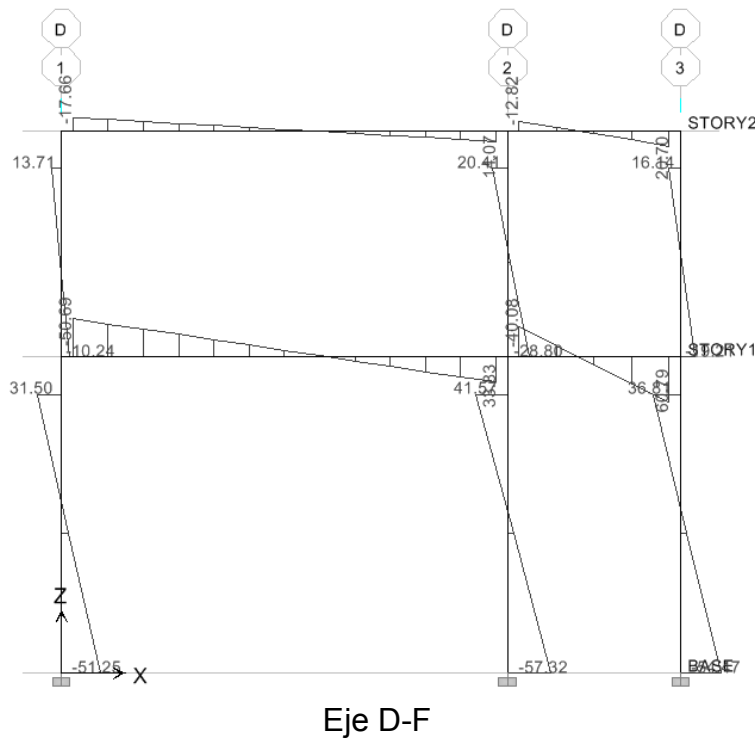
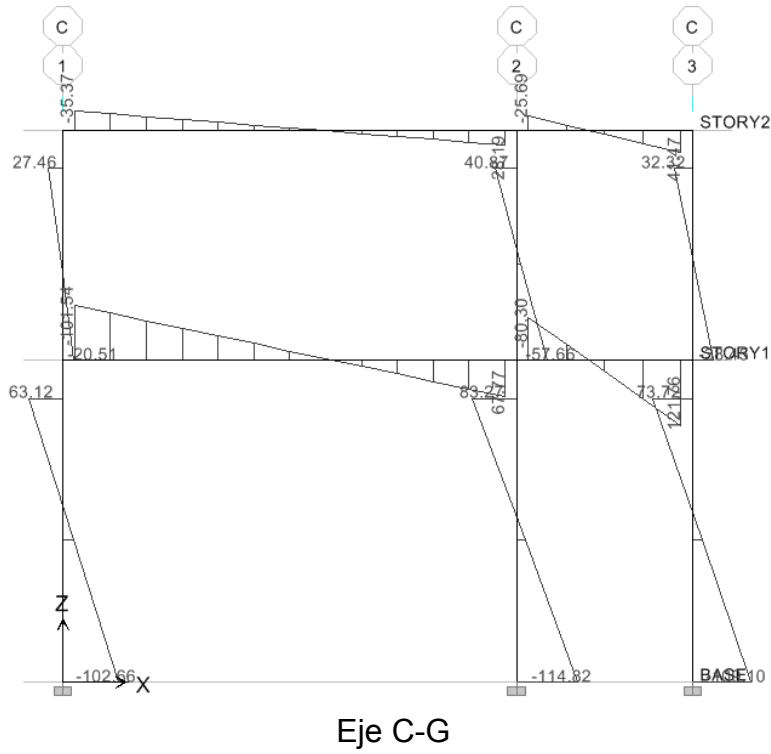


Eje A e I

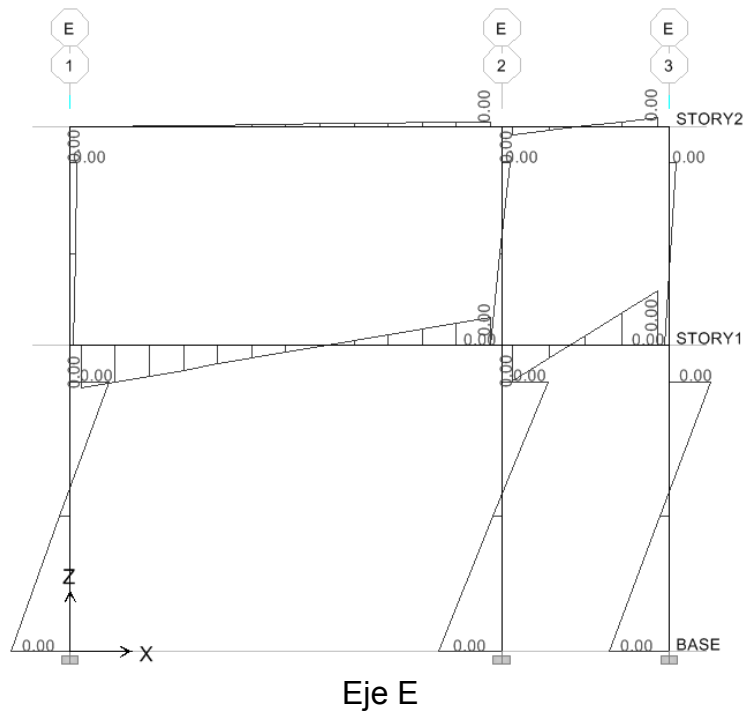


Eje B y H

Continúa figura 11

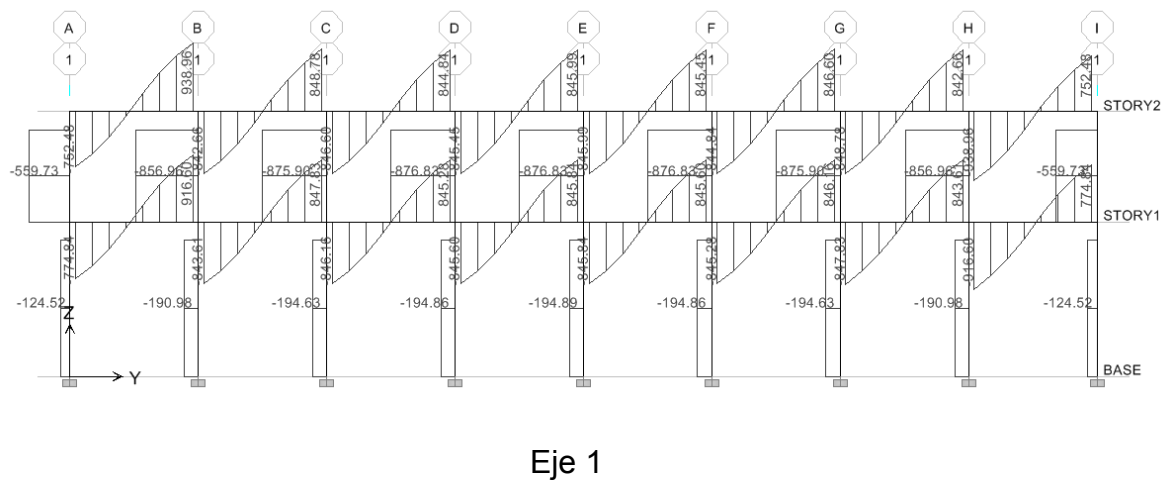


Continúa figura 11

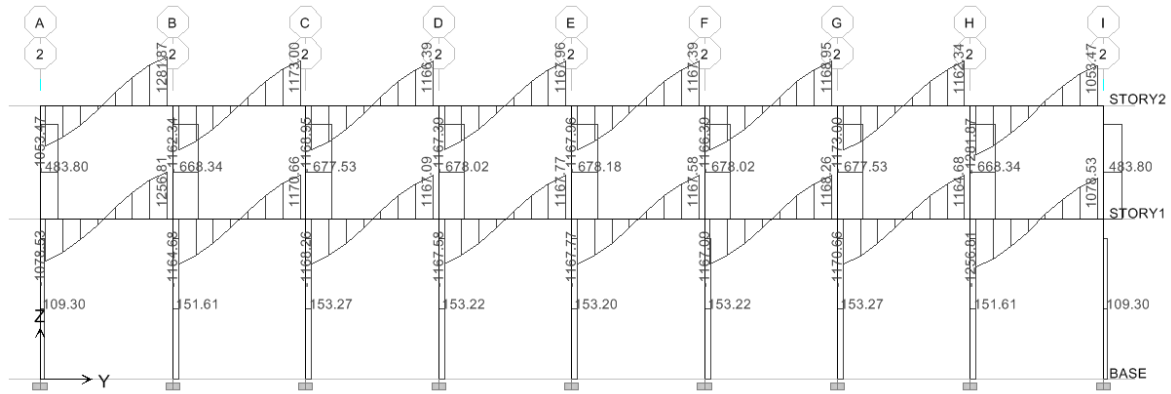


3.1.4.7. Diagrama de cortes en marcos dúctiles

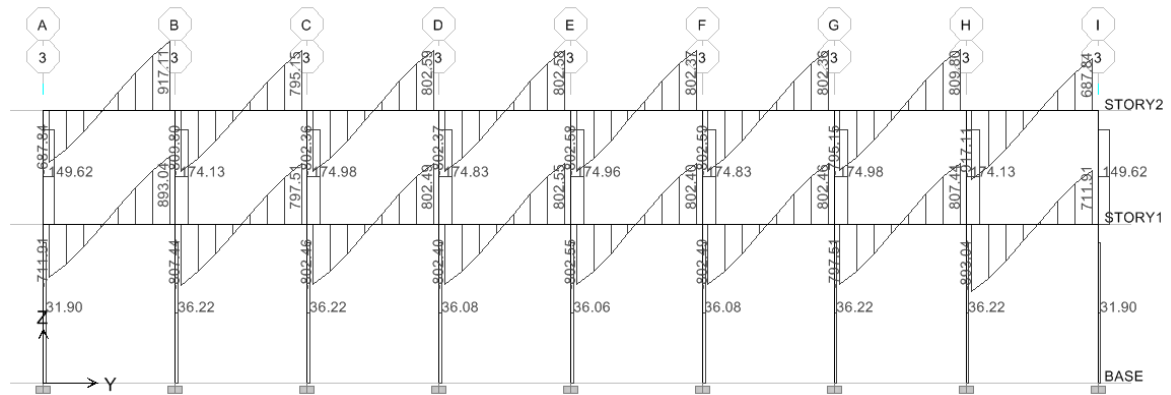
Figura 12. Gráfica por cortante de carga muerta (Kg-m)



Continúa figura 12

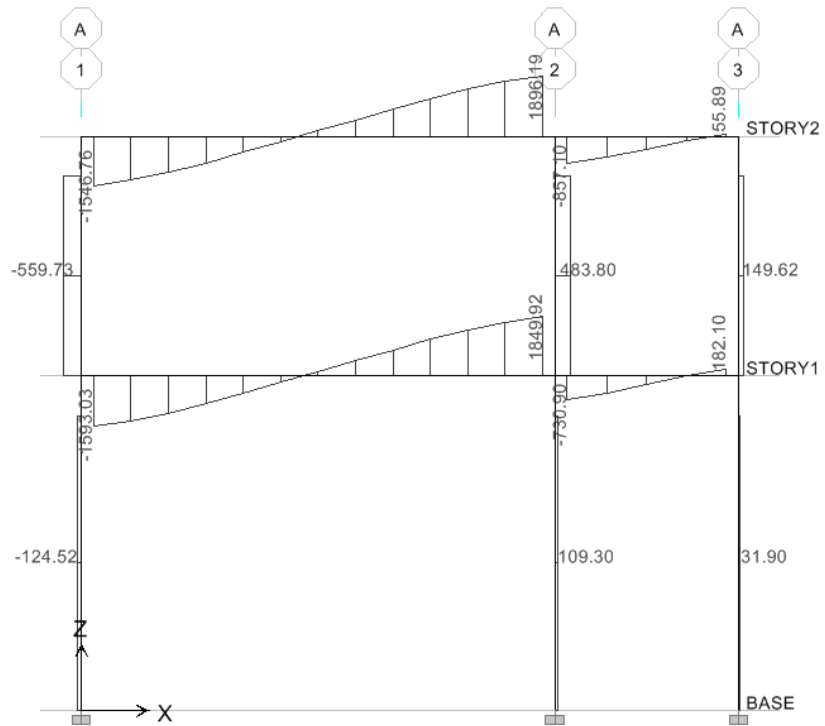


Eje 2

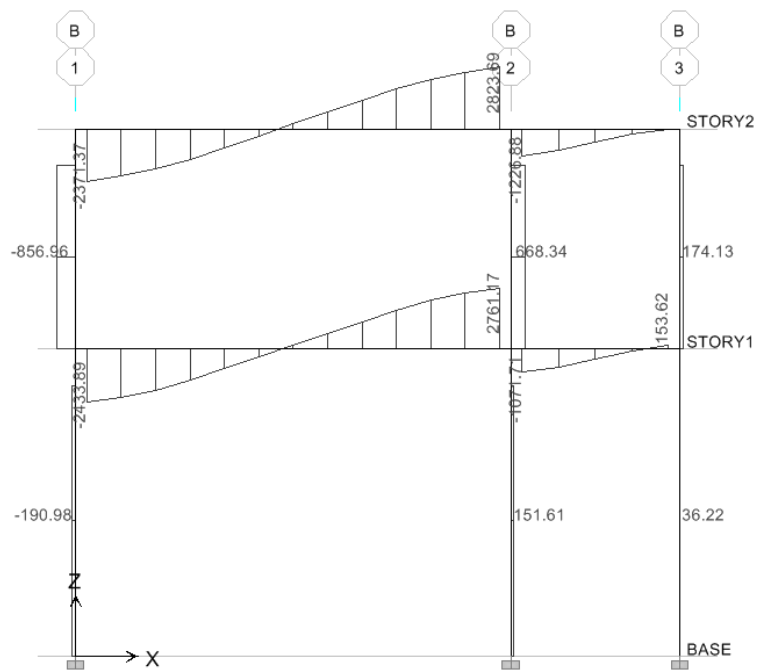


Eje 3

Continúa figura 12



Eje A e I



Eje B y H

Continúa figura 12

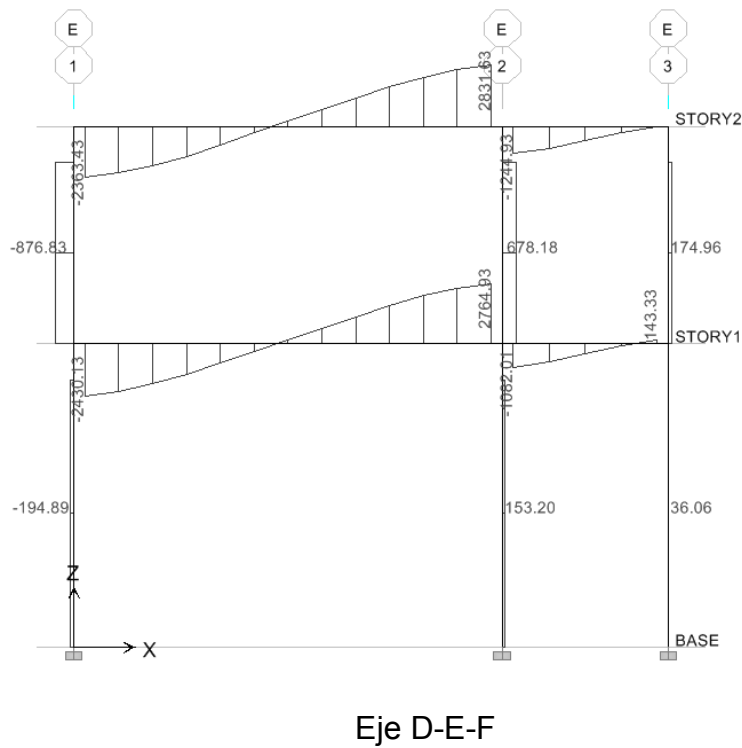
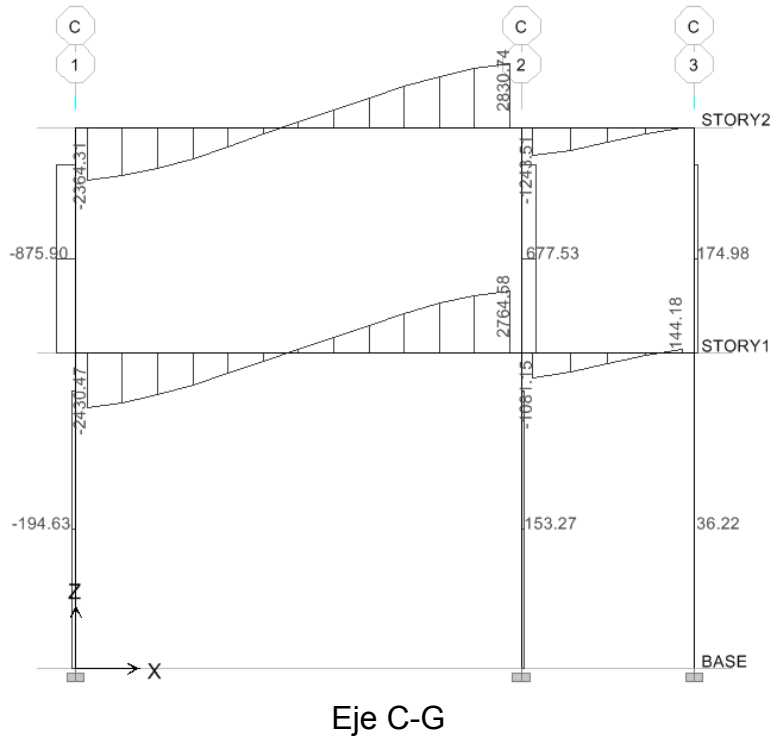
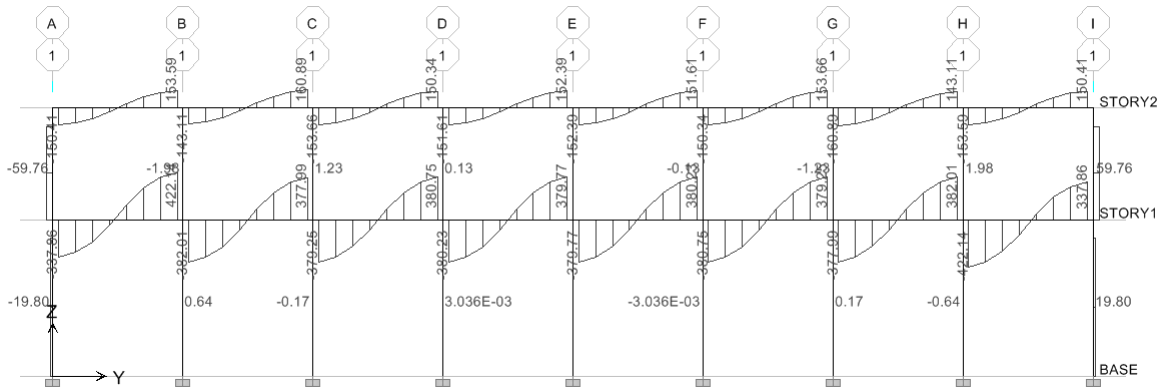
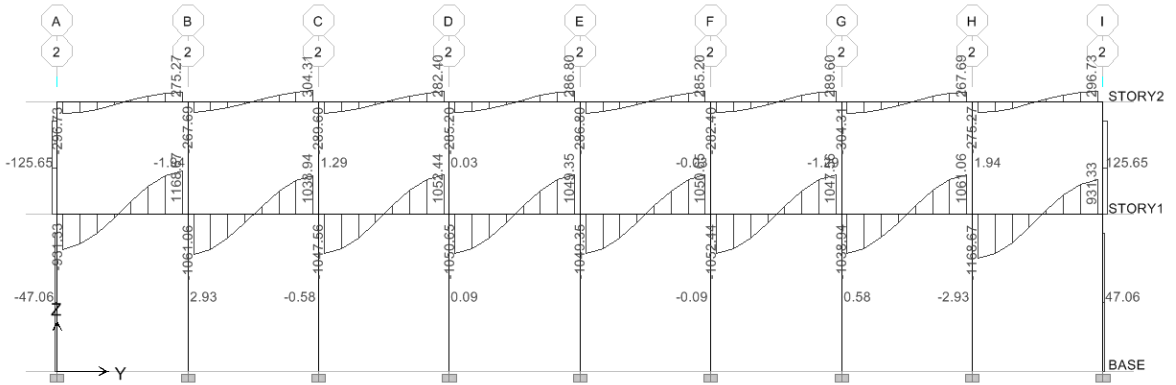


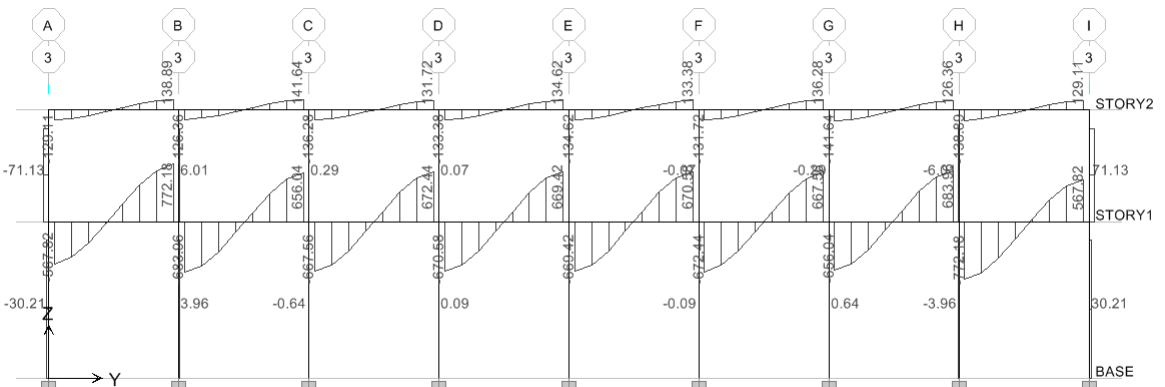
Figura 13. Gráfica por cortante de carga viva (Kg-m)



Eje 1

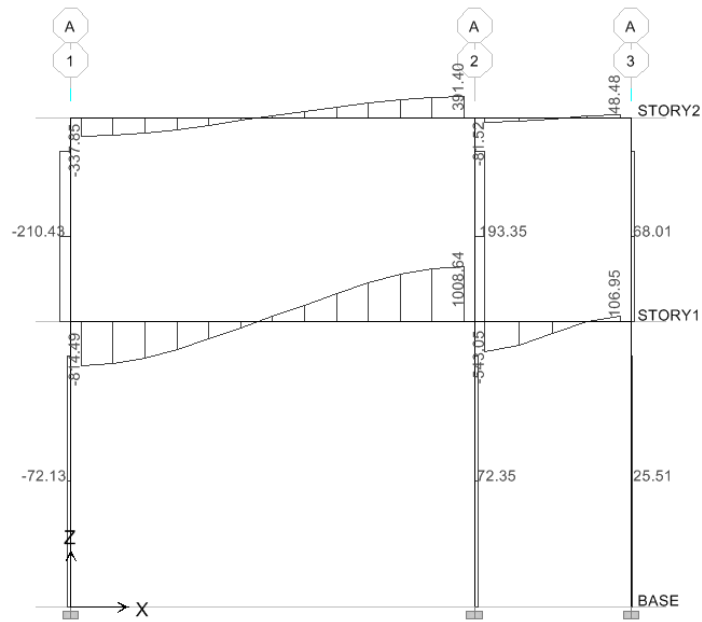


Eje 2

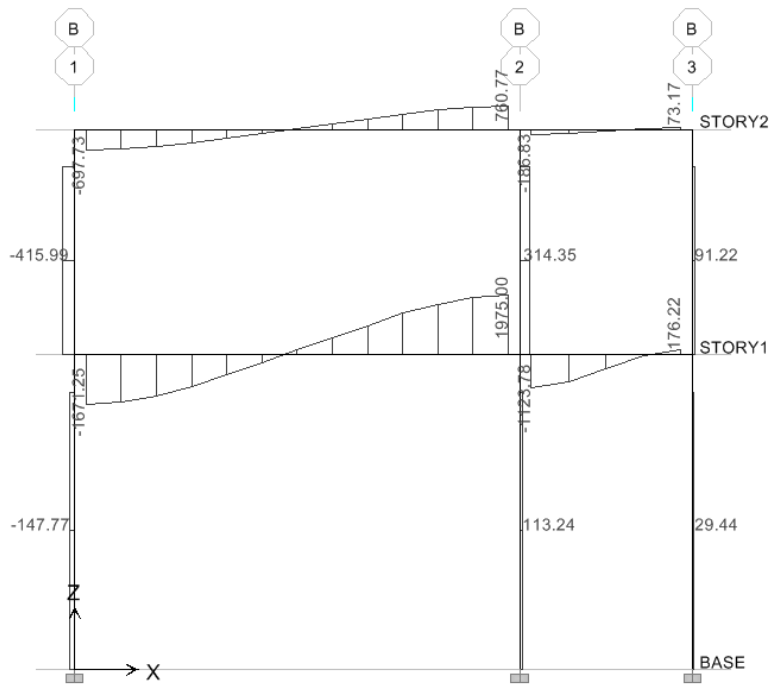


Eje 3

Continúa figura 13

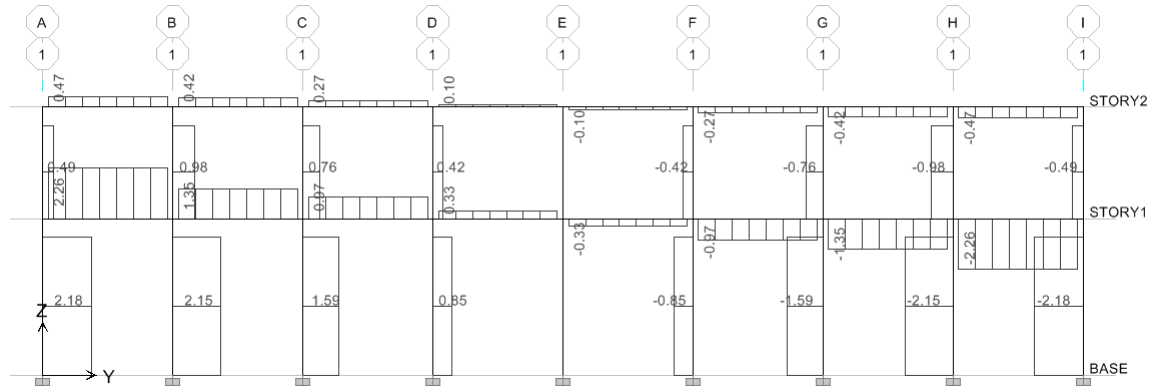


Eje A e I

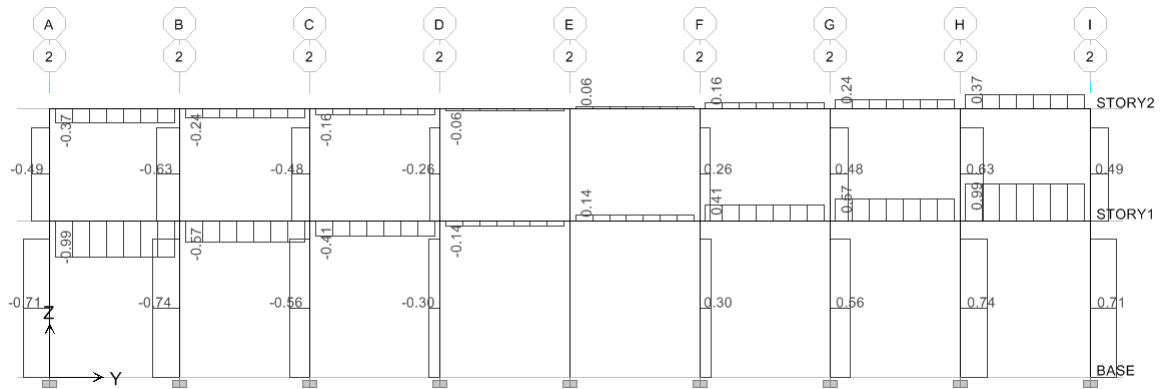


Eje B y H

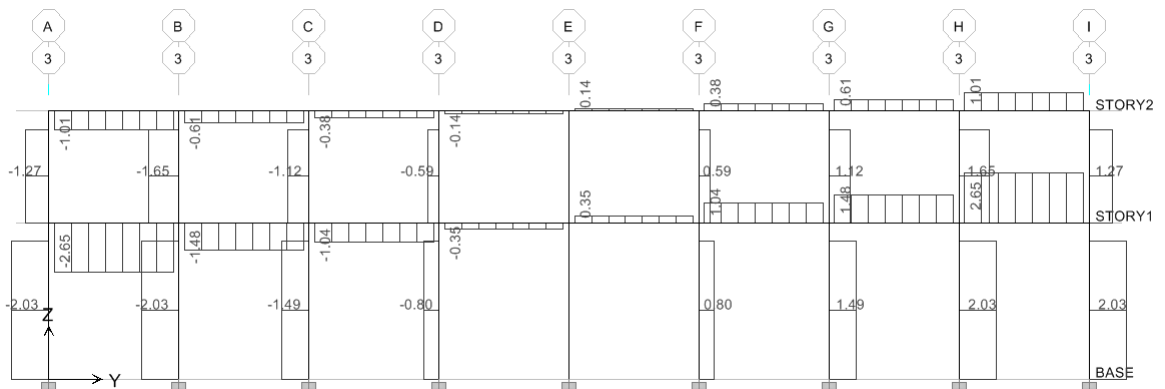
Figura 14. Gráfica por cortante de carga sísmica en x (Kg-m)



Eje 1

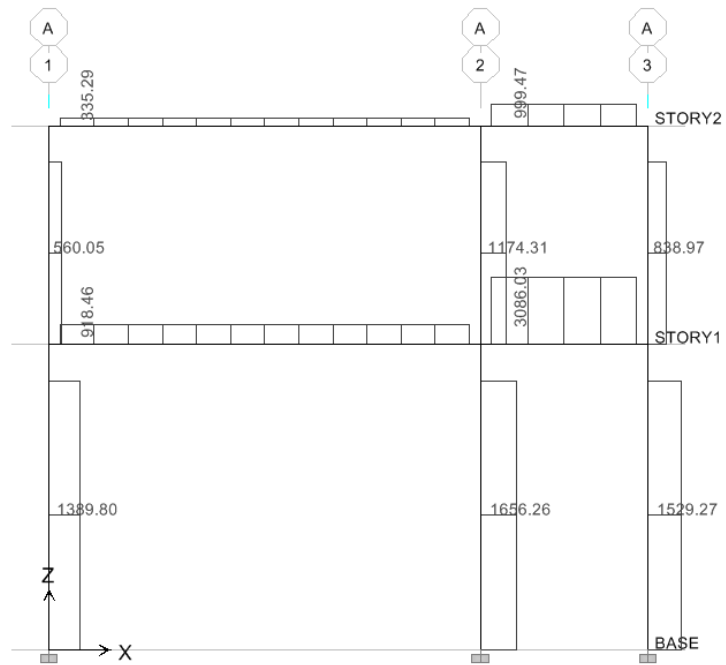


Eje 2

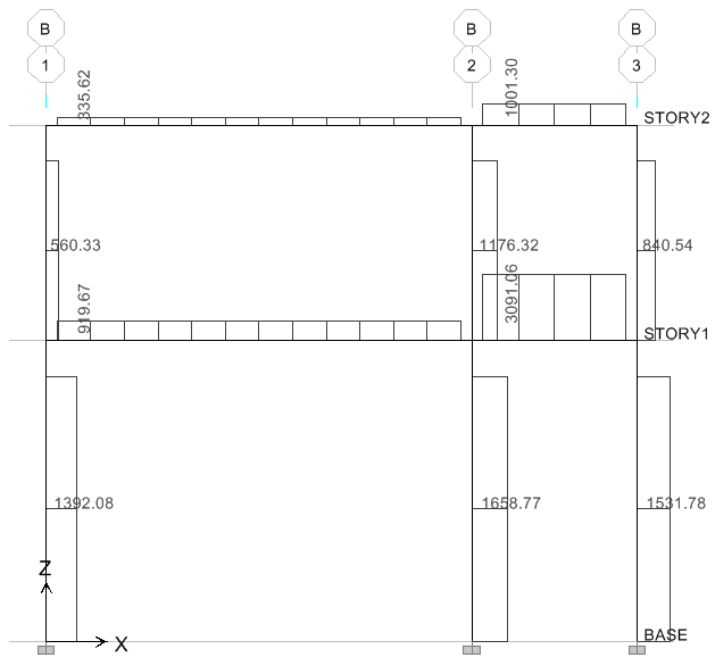


Eje 3

Continúa gráfica 14

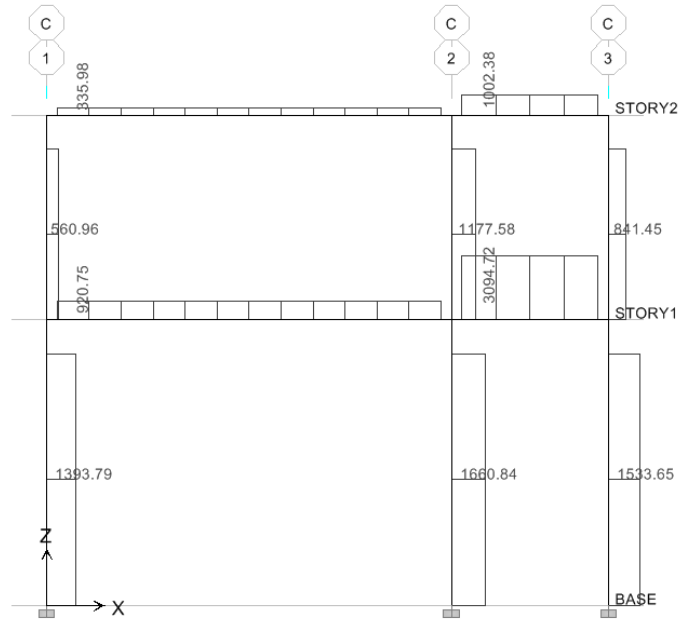


Eje A e I

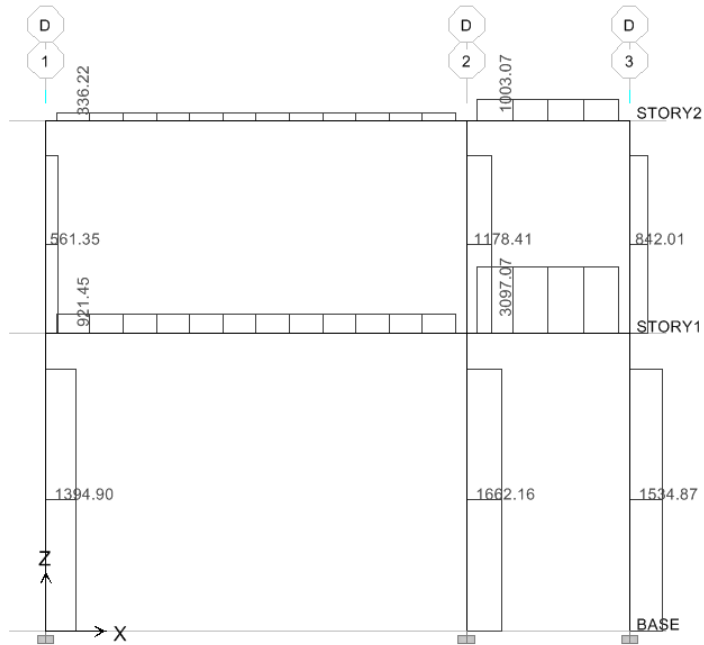


Eje B y H

Continúa figura 14

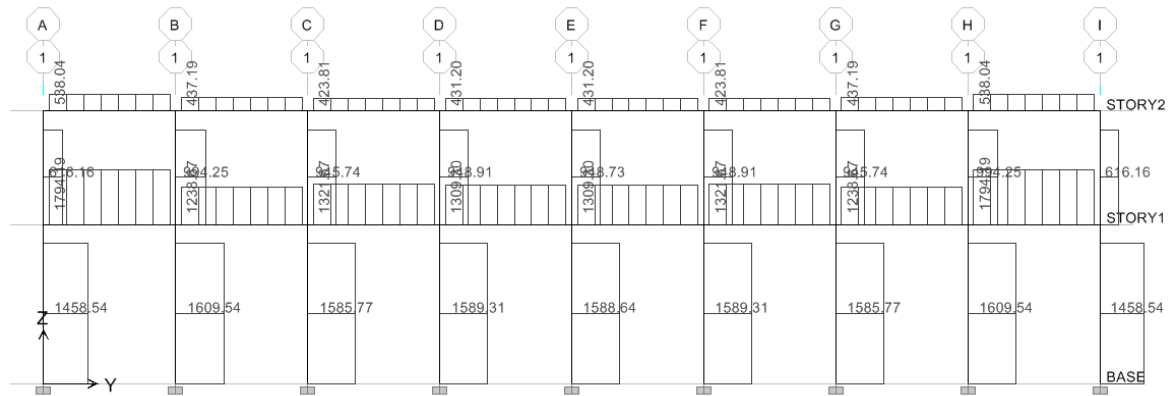


Eje C-G

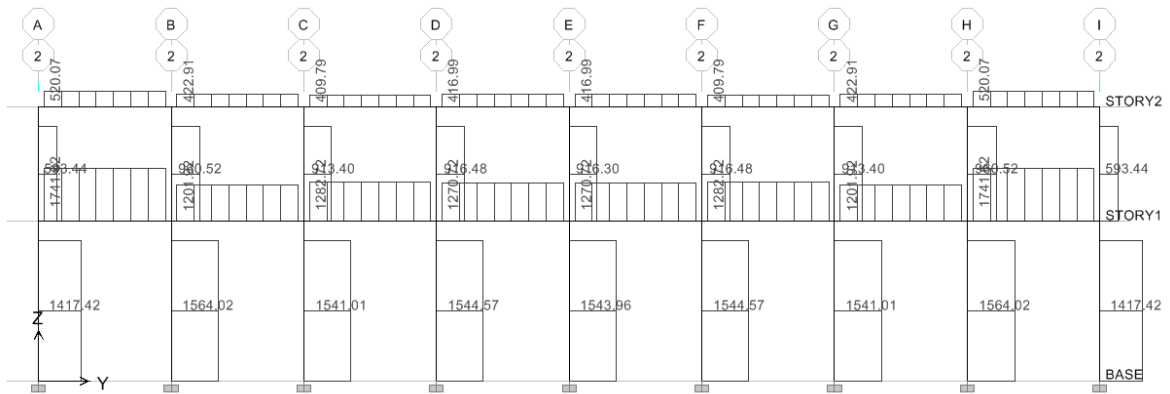


Eje D-E-F

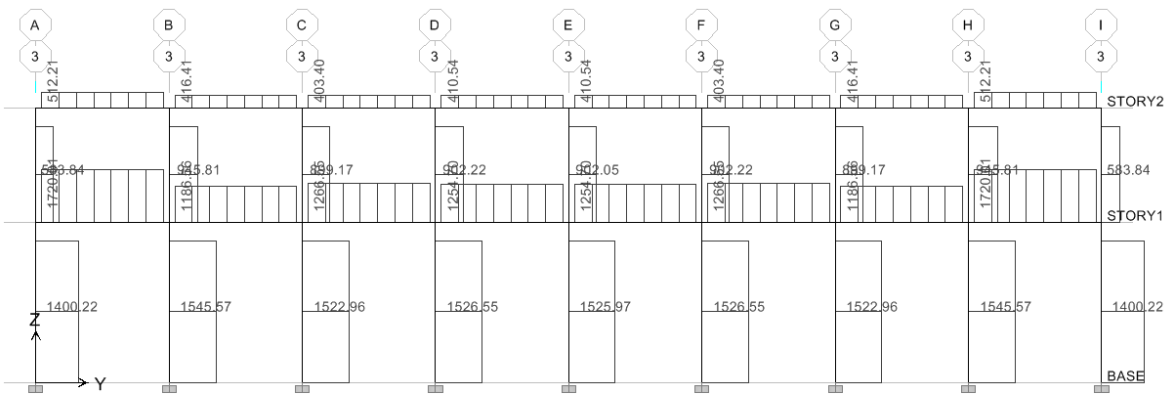
Figura 15. Gráfica por cortante de carga sísmica en y (Kg-m)



Eje 1

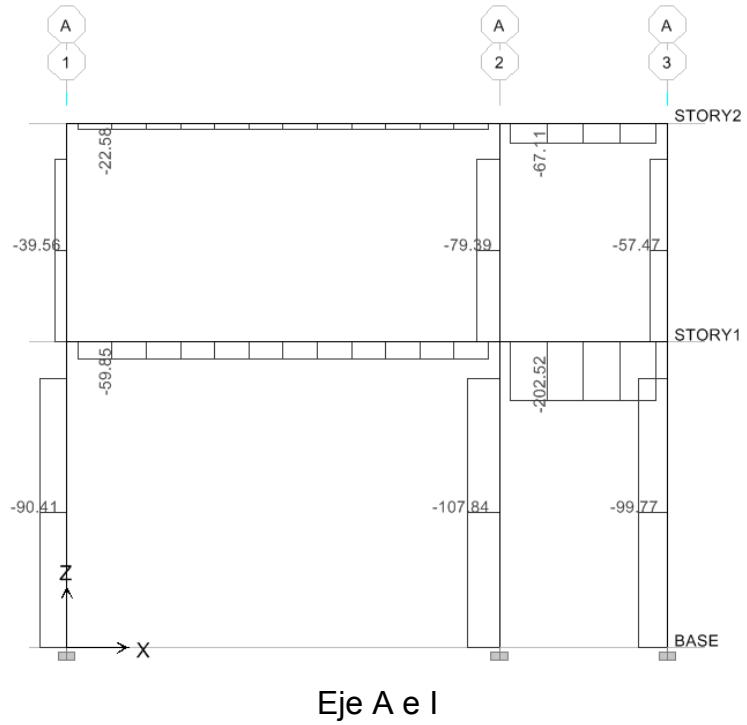


Eje 2

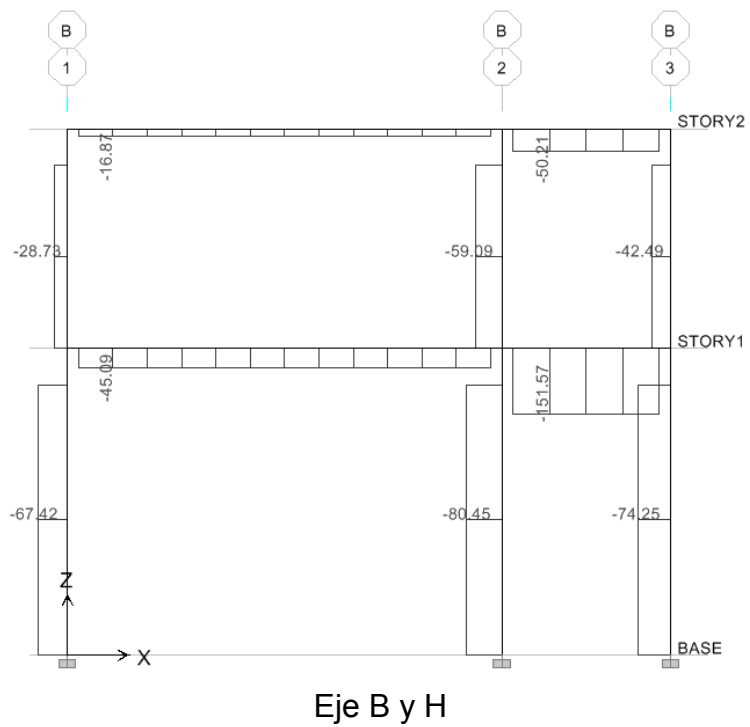


Eje 3

Continúa figura 15

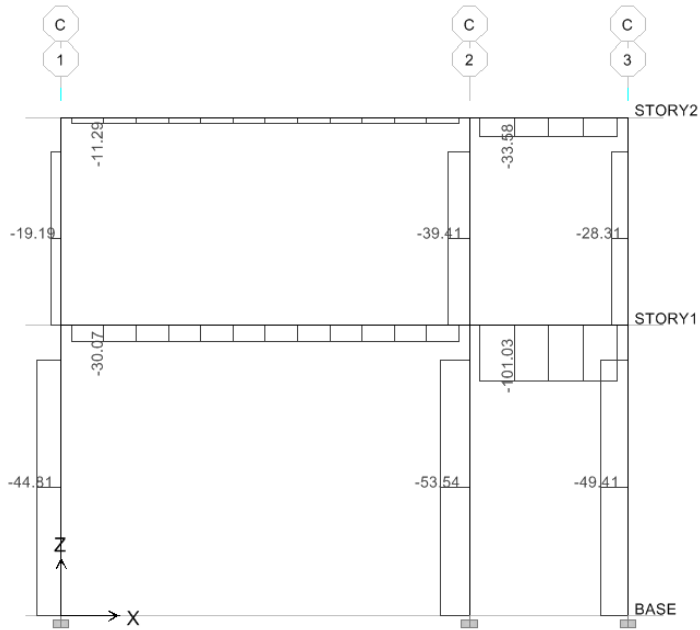


Eje A e I

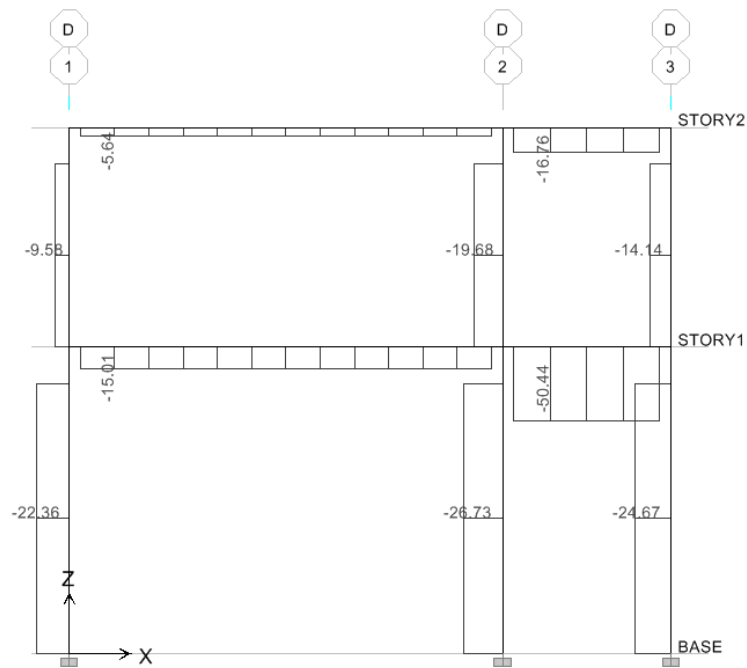


Eje B y H

Continúa figura 15

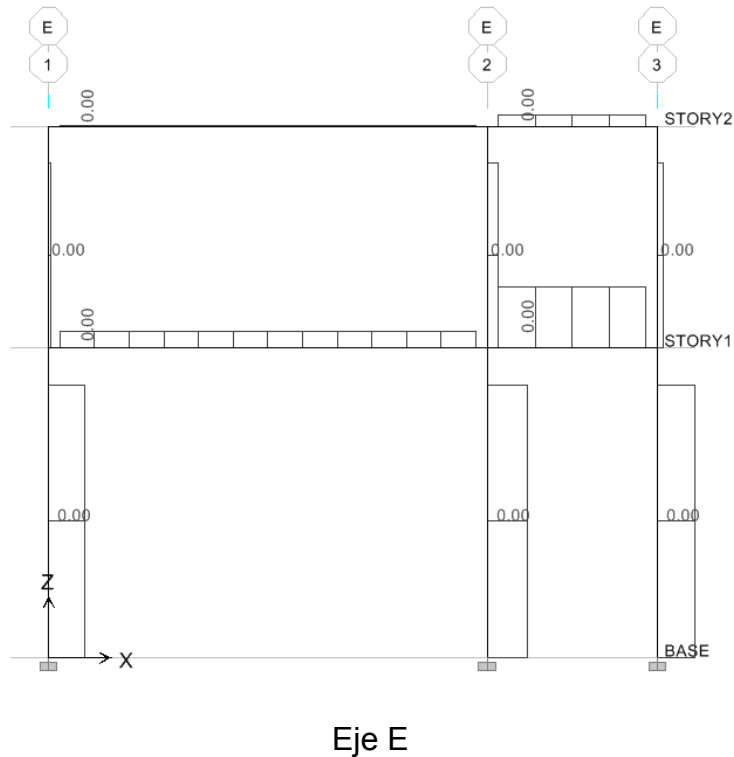


Eje C-G



Eje D-F

Continúa figura 15



3.1.5. Dimensionamiento

3.1.5.1. Diseño de losas

Es la encargada de proporcionar una superficie plana útil para su uso, trasladando cargas vivas al resto de los elementos. Las losas serán apoyadas en los cuatro lados, a modo de obtener una acción de losas en dos direcciones. El acero de refuerzo se colocará en dirección paralela a las superficies. A menudo se utilizan barras de refuerzo rectas; aunque para losas continuas, las barras inferiores se doblan hacia arriba para proporcionar el refuerzo para cubrir los esfuerzos negativos sobre los apoyos.

Del predimensionamiento estructural se obtuvo el espesor de la losa de quince centímetros. Para diseñarla, se aplicará el cálculo de las losas según el método 3 del ACI 318, como se ejemplifica a continuación.

Datos:

$$\gamma_{\text{conc}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Sobre carga} = 190 \text{ kg/m}^2$$

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

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

Cargas vivas:

Nivel 1:

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

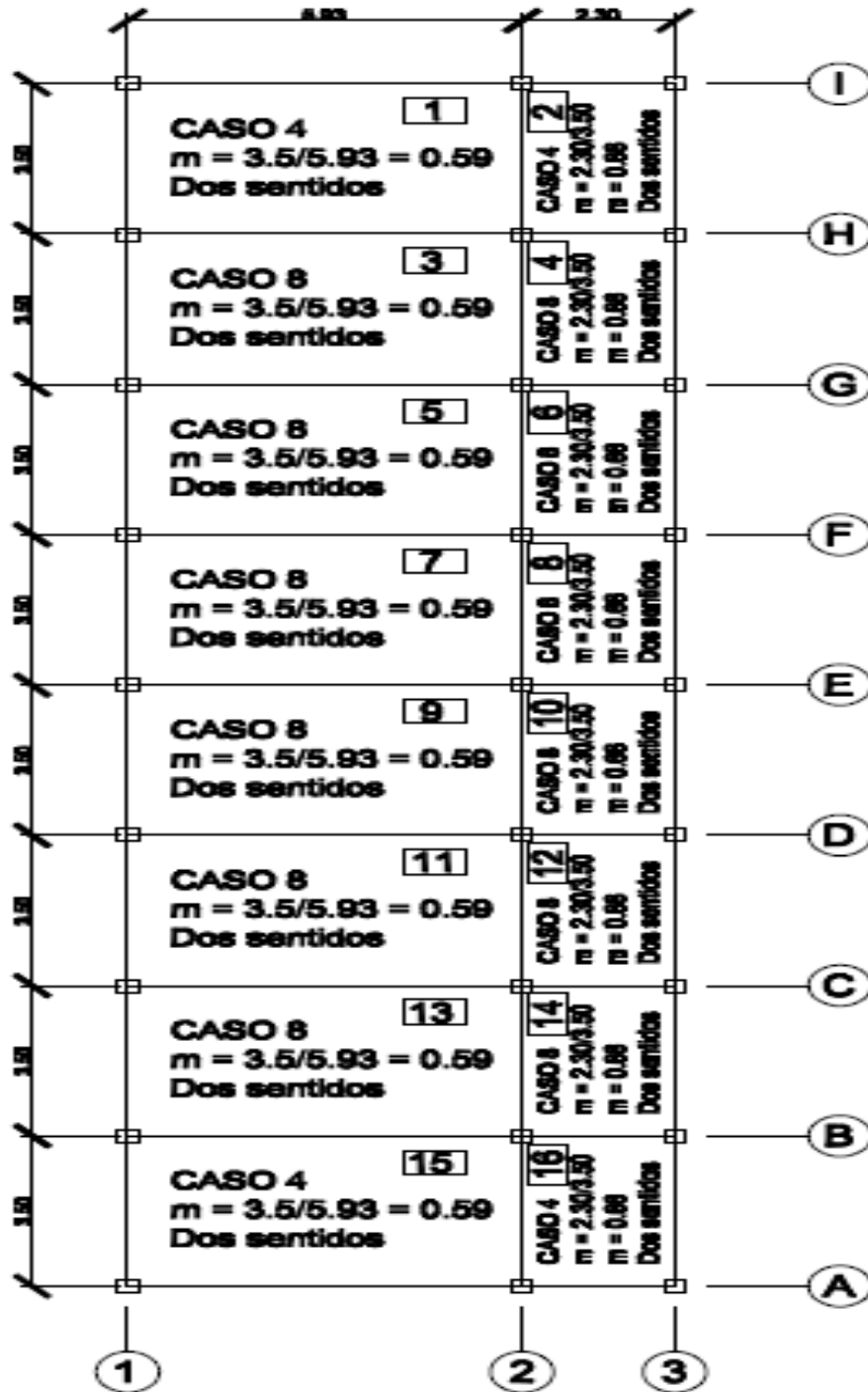
$$\text{Aulas} = 250 \text{ kg/m}^2$$

Nivel 2:

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

$$t_{\text{losa}} = 10 \text{ cm}$$

Figura 16. Casos de losas



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

$$CM = t * \gamma_{conc} + W_{sobre\ carga}$$

$$CM = 0.10m * 2400 \frac{kg}{m^3} + 190 \frac{kg}{m^2}$$

$$CM = 430 \frac{kg}{m^2}$$

$$CU = 1.2CM + 1.6CV$$

$$CU = 1.2 * 430 \frac{kg}{m^2} + 1.6 * 750 \frac{kg}{m^2}$$

$$CU = 1716 \frac{kg}{m^2}$$

Para una franja unitaria de 1.00 m. de ancho, así:

$$CU_{total} = 1716 \frac{kg}{m^2} * 1.00 = 1716 \text{ kg/m}$$

Momentos

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

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

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

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

Losa 1, m = 0.59 ≈ 0.6

Caso 4

Lado "a"

$$Ma(-) = 0.089 * 1716 \frac{kg}{m} * (3.50m)^2 = 1870.87 \text{ kg} - m$$

$$\begin{aligned}
 Ma(+) &= 0.067 * 1200 \frac{kg}{m} * (3.5m)^2 + 0.053 * 516 \frac{kg}{m} * (3.5m)^2 \\
 &= 1319.91 \text{ kg} - m
 \end{aligned}$$

Lado “b”

$$Mb(-) = 0.011 * 1716 \frac{kg}{m} * (5.93m)^2 = 663.77 \text{ kg} - m$$

$$\begin{aligned}
 Mb(+) &= 0.009 * 1200 \frac{kg}{m} * (5.93m)^2 + 0.007 * 516 \frac{kg}{m} * (5.93m)^2 \\
 &= 506.80 \text{ kg} - m
 \end{aligned}$$

Balance de momentos

Losa 1 y 2

$$M2 = 663.77 \text{ kg-m}$$

$$M1 = 315.32 \text{ kg-m}$$

$$M1 > 0.8 * M2 = 0.8 * (663.77 \text{ kg} - m) = 531.02 \text{ kg} - m$$

Como la condición no se cumple, entonces balancear por rigideces.

$$K1 = \frac{1}{5.93} = 0.168$$

$$K2 = \frac{1}{2.30} = 0.435$$

$$D1 = \frac{0.168}{0.168 + 0.435} = 0.28$$

$$D2 = \frac{0.435}{0.168 + 0.435} = 0.72$$

Tabla XVI. **Balance momentos**

<i>D1</i>	<i>D2</i>
<i>M1</i>	<i>M2</i>
$Mb = M1 + (D1)(M2 - M1)$	$Mb = M2 - (D2)(M2 - M1)$
<i>Mb</i>	<i>Mb</i>

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

$$Mb = 412.88 \text{ kg} - m$$

Losa 1 y 3

$$M2 = 1870.87 \text{ kg-m}$$

$$M1 = 1681.68 \text{ kg-m}$$

$$M1 > 0.80 * M2 = 0.80 * 1870.87 \text{ kg} - m = 1496.70 \text{ kg} - m$$

Como la condición se cumple, entonces balancear por promedio de momentos:

$$Mb = \frac{1681.68 + 1870.87}{2} = 1776.28 \text{ kg} - m$$

Acero de refuerzo

Se propone varilla No. 3

d = peralte efectivo

b = ancho unitario = 1.00 m

d = t – rec – Ø/2

A var No. 3 = 0.71 cm²

$$d = 10\text{cm} - 2\text{cm} - 0.5\text{ cm} = 7.5\text{ cm}$$

$$A_{s\min} = \rho_{\min} * b * d = \left(\frac{14.1}{f_y}\right) * b * d$$

$$A_{s\min} = \left(\frac{14.1}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}\right) * 100\text{cm} * 7.5\text{cm} = 3.76\text{ cm}^2$$

3.76 cm² ----- 100 cm Espaciamiento máximo según ACI 318-05

0.71 cm² ----- S

13.3.2: S máx = 2t

S máx. = 2*10 cm = 20 cm

S = 18.82 cm ≈ 18 cm. **OK**

Cálculo de momento soportado por As min

$$M_{A_{s\min}} = 0.90 * \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_{As\ min} = 0.90 * \left(3.76\ cm^2 * 2810\ \frac{kg}{cm^2} \left(7.5\ cm - \frac{3.76\ cm^2 * 2810\ \frac{kg}{cm^2}}{1.7 * 210\ \frac{kg}{cm^2} * 100\ cm} \right) \right)$$

$$M_{As\ min} = 68,503.55\ kg - cm \cong 685.04\ kg - m$$

Para los momentos menores que resiste el As min, armar con S máx. = 18cm

Áreas de acero para momentos mayores a As min

Para M = 1776.28 kg-m que es el mayor que generará

$$As = \left(b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right) \right) * \left(\frac{0.85 * f'c}{fy} \right)$$

$$As = \left(100 * 7.5 - \left(\sqrt{(100 * 7.5)^2 - \frac{1776.28 * 100}{0.003825 * 210}} \right) \right) * \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right)$$

$$= 10.53\ cm^2$$

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{CU * L}{2}$$

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

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{1716\ \frac{kg}{m} * 3.5\ m}{2} = 3003\ kg$$

Corte máximo resistente

$$V_{res} = \phi * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{res} = 0.85 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 100cm * 7.5cm = 9,238.25 kg$$

$$V_{res} > V_{m\acute{a}x} \quad \mathbf{OK}$$

$$10.53 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 6.74 \text{ cm} \approx 6 \text{ cm}$$

3.1.5.2. Diseño de vigas

Son elementos estructurales que transmiten cargas externas de manera transversal, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Son los elementos que soportan el peso de la losa y el propio; y las transmiten a las columnas y muros, si es el caso.

Se diseñará la viga del primer nivel del marco 1 de A – B.

Datos:

$$M(+) = 1103.04 \text{ kg-m}$$

$$M(-) = 1076.65 \text{ kg-m}$$

$$V_c = 2155.83 \text{ kg.}$$

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

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

Sección 25cmX25cm

Rec. = 4cm

d = 46 cm.

Límites de acero

$$As_{\min} = \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d$$

$$As_{\min} = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 25 * 46 = 5.77 \text{ cm}^2$$

$$As_{\max} = 0.5 * \rho_{bal} * b * d$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{\beta * 0.85 * f'_c}{f_y} \right) \left(\frac{6115}{6115 + f_y} \right)$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} \right) \left(\frac{6115}{6115 + 2810} \right) = 0.04$$

$$As_{\max} = 0.5 * 0.04 * 25 * 46 = 21.27 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

$$As = \left(b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'_c}} \right) \right) * \left(\frac{0.85 * f'_c}{f_y} \right)$$

$$As(-) = \left(25 * 46 - \left(\sqrt{(25 * 46)^2 - \frac{1076.65 * 25}{0.003825 * 210}} \right) \right) * \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 0.93 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = \left(25 * 46 - \left(\sqrt{(25 * 46)^2 - \frac{1103.04 * 25}{0.003825 * 210}} \right) \right) * \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 0.95 \text{ cm}^2$$

Armado de viga

Cama superior al centro (2 varillas mínimo)

$$As_{\min} = 5.77 \text{ cm}^2$$

$$33\% As (-) = 0.3069 \text{ cm}^2$$

Se colocará $A_s \text{ min.} = 5.77 \text{ cm}^2$

2 No. 6 = 5.7 cm^2

Cama inferior en apoyos (2 varillas mínimo):

$A_s \text{ min.} = 5.77 \text{ cm}^2$

50% $A_s (+) = 0.475 \text{ cm}^2$

33% $A_s (-) = 0.3069 \text{ cm}^2$

Se colocará $A_s \text{ min.} = 5.77 \text{ cm}^2$

2 No. 6 = 5.7 cm^2

Corte resistente

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 46 = 7507.62 \text{ kg}$$

Si $V_c > V$ último la viga necesita estribos sólo por armado

$S \text{ máx.} = d/2 < 30 \text{ cm.}$

Si $V_c < V$ último se diseñan estribos por corte por medio de:

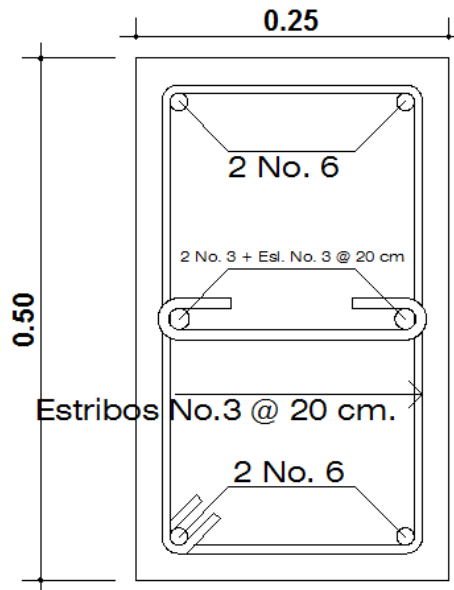
$$S \text{ máx.} = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_u}$$

$S \text{ máx.} = 46 \text{ cm.} / 2 = 23 \text{ cm.}$

En este caso $V_c > V_u$, por lo tanto, sólo se colocarán estribos por armado.

EST. No. 3 @ 0.20

Figura 17. **Detalle de viga**



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

3.1.5.3. **Diseño de columnas**

Para el diseño de columnas, el código ACI establece los requisitos siguientes:

- El área mínima de la sección de la columna deber ser como mínimo de 400cm^2
- La columna debe tener como mínimo 4 varillas de acero longitudinales;
- El recubrimiento mínimo es de 2.50cm
- La separación entre varillas debe ser mayor o igual al diámetro de las barras principales
- El área de acero longitudinal mínima debe estar comprendida entre el 1-8% del área bruta A_g de la columna

- El área máxima de acero para zonas sísmicas es de $0.06A_g$
- El refuerzo transversal (estribos) nunca podrá ser menor al número 3.
Se diseñará la columna crítica, ubicación: segundo nivel, columna D1.

Datos:

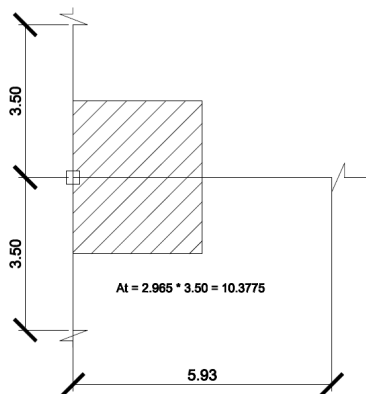
Sección de 30cm X 30 cm

$M_y = 3396.14 \text{ kg} - \text{m}$

$M_x = 3396.14 \text{ kg} - \text{m}$

Espesor de losa = 0.10 m

Figura 18. Área tributaria columna



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Cargas que actúan sobre la columna (2do. Nivel)

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{sobre carga}}$$

$$CM = 0.10\text{m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 190 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 430 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CU = 1.2 \left(430 \frac{kg}{m^2} \right) + 1.6 \left(100 \frac{kg}{m^2} \right) = 676 \frac{kg}{m^2}$$

Factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{\left(676 \frac{kg}{m^2} \right)}{430 \frac{kg}{m^2} + 100 \frac{kg}{m^2}} = 1.28$$

Peso de vigas (Pv)

$$Pv = b * h * \gamma_{conc} * Lviga$$

$$Pv = 0.25m * 0.50m * 2400 \frac{kg}{m^3} * 2.965m + 0.25m * 0.50m * 2400 \frac{kg}{m^3} * 3.5m = 1939.5 kg$$

Carga última axial (Pu)

$$Pu = At * CU + Pviga * FCU$$

$$Pu = 10.3775 m^2 * 676 \frac{kg}{m^2} + 1939.5 kg * 1.28 = 9497.75 kg$$

Esbeltez (E)

Eje "X"

$$\psi = \frac{I}{Lcol} \frac{I}{\sum Lvigas}$$

$$\Psi_{\text{techo}} = \frac{\frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3}{3.00} = 0.5124$$

$$\frac{\frac{1}{12} * 0.25 * 0.50^3}{5.93}$$

$$\Psi_{\text{piso}} = \frac{\frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3}{3.00} + \frac{\frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3}{4.00}}{\frac{1}{12} * 0.25 * 0.50^3}{5.93}} = 0.8966$$

$$\Psi_{\text{prom}} = \frac{0.5124 + 0.8966}{2} = 0.7045$$

Factor de longitud efectiva

$$K = \frac{20 - \Psi_{\text{prom}}}{20} * \sqrt{1 + \Psi_{\text{prom}}}$$

$$K = \frac{20 - 0.7045}{20} * \sqrt{1 + 0.7045} = 1.26$$

Entonces:

$$E = \frac{K * lu}{r}$$

Donde:

r = radio de giro = 0.3 * lado menor de la sección

K = factor de longitud efectiva

Lu = longitud entre apoyos de la columna

$$E = \frac{1.26 * 3.00}{0.3 * 0.30} = 42$$

Eje "Y"

$$\Psi = \frac{\frac{I}{Lcol}}{\sum \frac{I}{Lvigas}}$$

$$\Psi_{techo} = \frac{\frac{\frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3}{3.00}}{\frac{\frac{1}{12} * 0.25 * 0.50^3}{3.50} + \frac{\frac{1}{12} * 0.25 * 0.50^3}{3.50}} = 0.1512$$

$$\Psi_{piso} = \frac{\frac{\frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3}{3.00} + \frac{\frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3}{4.00}}{\frac{\frac{1}{12} * 0.25 * 0.50^3}{3.50} + \frac{\frac{1}{12} * 0.25 * 0.50^3}{3.50}} = 0.2646$$

$$\Psi_{prom} = \frac{0.1512 + 0.2646}{2} = 0.2079$$

Factor de longitud efectiva

$$K = \frac{20 - \Psi_{prom}}{20} * \sqrt{1 + \Psi_{prom}}$$

$$K = \frac{20 - 0.2646}{20} * \sqrt{1 + 0.2646} = 1.09$$

Entonces:

$$E = \frac{K * lu}{r}$$

Donde:

r = radio de giro = 0.3 * lado menor de la sección

K = factor de longitud efectiva

Lu = longitud entre apoyos de la columna

$$E = \frac{1.09 * 3.00}{0.3 \mp 0.30} = 36.33$$

Como en ambos sentidos $22 < E < 100$; entonces la columna se considera como intermedia, magnificar momentos.

3.1.5.4. Magnificación de momentos

Magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi * Pcr} \right)}$$

$\phi = 0.70$ si se usan estribos

$\phi = 0.75$ si se usan zunchos

Factor de flujo plástico

$$\beta d = \frac{CMultima}{CU} = \frac{1.2 * 430 \frac{kg}{m^2}}{676 \frac{kg}{m^2}} = 0.76$$

EI del material

$$EI = \frac{Ec * I}{250 * (1 + \beta d)} =$$

$$EI = \frac{15100 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2} * \frac{1}{12} * 0.30 * 0.30^3}}{250 * (1 + 0.76)} = 33,568,946.59 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$EI \cong 335.68 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr x} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * lu)^2} = \frac{\pi^2 * 335.68}{(1.26 * 3.00)^2} = 231.87 \text{ Ton}$$

$$P_{cr y} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * lu)^2} = \frac{\pi^2 * 335.68}{(1.09 * 3.00)^2} = 309.83 \text{ Ton}$$

Entonces:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{9.49 \text{ Ton}}{0.70 * 309.83 \text{ Ton}} \right)} = 1.045$$

Momentos de diseño

$$MDx = \delta * Mx = 1.045 * 3,396.14 = 3,548.97 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MDy = \delta * My = 1.045 * 3,396.14 = 3,548.97 \text{ kg} - \text{m}$$

Acero longitudinal

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'x} + \frac{1}{P'y} - \frac{1}{P'a}$$

P'u = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad a lo largo de los ejes

P'x = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad en el eje x

P'y = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad en el eje y

P'o = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad igual a cero

$$0.01A_g < A_s < 0.08A_g$$

$$A_s \text{ prop.} = 2.5\%A_g$$

$$A_s \text{ prop.} = 0.025 * 900 \text{ cm}^2 = 22.5 \text{ cm}^2$$

1 varilla No. 6 tiene un $A_s = 2.85 \text{ cm}^2$

8 varillas No. 6 = $A_s = 22.8 \text{ cm}^2$

Valor de la gráfica γ

$$\gamma = \frac{h - 2rec}{h} = \frac{30 \text{ cm} - 2 * 3 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 0.8$$

Valor de la curva $\rho\mu$

$$\rho\mu = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * A_g} = \frac{22.8 \text{ cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 900 \text{ cm}^2} = 0.40$$

Excentricidades

$$e_x = \frac{MD_x}{P_u} = \frac{3,548.97 \text{ kg} - \text{m}}{9,497.75 \text{ kg}} = 0.3736 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{MD_y}{P_u} = \frac{3,548.97 \text{ kg} - \text{m}}{9,497.75 \text{ kg}} = 0.3736 \text{ m}$$

Valor de las diagonales

$$\frac{ex}{hx} = \frac{0.3736m}{0.30m} = 1.25$$

$$\frac{ey}{hy} = \frac{0.3736m}{0.30m} = 1.25$$

Del diagrama de interacción para columna rectangular $\gamma=0.8$ se tiene que:

$$K_x = 0.19$$

$$K_y = 0.19$$

Entonces:

$$P'_x = K_x * f'_c * b * h$$

$$P'_x = 0.19 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 30 * 30 = 35,910 \text{ kg}$$

$$P'_y = K_y * f'_c * b * h$$

$$P'_y = 0.19 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 30 * 30 = 35,910 \text{ kg}$$

$$P'_o = \phi(0.85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

$$P'_o = 0.70 \left(0.85 * 210 \frac{kg}{cm^2} * (900 \text{ cm}^2 - 22.8 \text{ cm}^2) + 22.8 \text{ cm}^2 * 2810 \frac{kg}{cm^2} \right)$$

$$P'_o = 154,453.74 \text{ kg}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{35910} + \frac{1}{35910} - \frac{1}{154453.74} = 20,316.79 \text{ kg}$$

Revisando:

$$P'u > 0.10P'o$$

$$P'u > 0.10 * 154,453.74 \text{ kg} = 15,445.37 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, la carga última $P_u = 9,497.75 \text{ kg}$ la resistirá la columna.

Refuerzo de corte

Corte resistente = V_r

$$V_r = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 30 * 27 = 5287.98 \text{ kg}$$

Eje X: 2° nivel = 2169.82 $V_r > V_a$

 1° nivel = 615.94 $V_r > V_a$

Eje Y: 2° nivel = 0.77 $V_r > V_a$

 1° nivel = 0.17 $V_r > V_a$

Se propone usar estribos No. 3 $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$

Confinamiento

Según el ACI 318-99 21.10.5.1 "s" no debe ser mayor que el menor de los siguientes valores.

- 8 veces el diámetro de la varilla longitudinal más pequeña
 $S < 8 * (2.54\text{cm}) = 20.32 \text{ cm.}$
- 24 veces el diámetro de la varilla de amarre
 $S < 24 * 0.9525\text{cm} = 22.86$
- La mitad de la dimensión de la menor sección transversal del elemento
 $S < 30 \text{ cm} / 2 = 15 \text{ cm}$
- $S < 30 \text{ cm}$

Espaciamiento en zona confinada (S)

$$S = \frac{2 * A_v}{\rho_s * L_{\text{nucleo}}}$$

Relación volumétrica ρ_s

$$\rho_s = 0.45 \left(\left(\frac{A_g}{A_{\text{nucleo}}} \right) - 1 \right) \left(\frac{0.85 * f'c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 \left(\left(\frac{900}{576} \right) - 1 \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 0.016079$$

$$A_{\text{nucleo}} = (b - 2rec)^2$$

$$A_{\text{nucleo}} = (30 - 2 * 3)^2 = 576\text{cm}^2$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$S = \frac{2 * 0.71 \text{ cm}^2}{0.016 * 24 \text{ cm}} = 3.70 \text{ cm}$$

Estribos No. 3 @ 0.04 m

Longitud de confinamiento

La longitud de confinamiento no debe ser menor que:

- La sexta parte del claro libre
- $L/6 = 3.00/6 = 0.5 \approx 50 \text{ cm}$.
- La mayor dimensión de la sección transversal del elemento
- $L = 30 \text{ cm}$
- 50 cm

Longitud de confinamiento

Confinar en una longitud de 50 cm. Medido desde la cara del nudo.

Espaciamiento en zona no confinada

$$S = \frac{d}{2} = \frac{27.00}{2} = 13.50 \text{ cm}$$

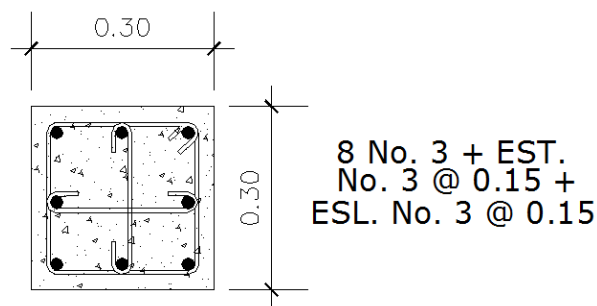
Estribos No. 3 @ 0.13 m

Para el armado transversal, el Código ACI establece los siguientes requisitos:

- El tamaño del estribo no debe ser menor que una varilla No. 3;

- La separación vertical de los estribos no debe exceder a:
 - Cuarenta y ocho veces el diámetro del estribo
 - Dieciséis veces el diámetro de la varilla longitudinal
 - La menor dimensión lateral de la columna

Figura 19. **Detalle de columna**



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

3.1.5.5. **Diseño de cimentación (zapatas)**

Las zapatas se diseñarán como zapatas aisladas concéntricas o individuales, las cuales se definen como estructuras de concreto reforzado que transiten la carga de la columna al suelo. Soportan una sola columna.

Pueden ser cuadradas o rectangulares. Las cargas que soportan son: carga de armadura de techo, peso propio de vigas y columnas. Por ser cargas axiales no hay momentos actuantes. La carga axial se determinó anteriormente.

Se diseña la zapata D

Carga axial = CU = 1.2 CM + 1.6 CV

$$CU2 = 676 \frac{kg}{m^2} \text{ calculada para diseñar la columna D1 del nivel 2}$$

$$CU1 = 1.2 \left(720 \frac{kg}{m^2} \right) + 1.6 \left(850 \frac{kg}{m^2} \right) = 2224.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$CUt = 676 \frac{kg}{m^2} + 2224.00 \frac{kg}{m^2} = 2900 \frac{kg}{m^2}$$

Factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{2900 \frac{kg}{m^2}}{1150 \frac{kg}{m^2} + 950 \frac{kg}{m^2}} = 1.38$$

Carga axial

$$Pu = At * CU + PPvigas * FCU$$

$$Pu = 10.3775 m^2 * 2900 \frac{kg}{m^2} + 1939.75 kg * 1.38 = 32,771.61 kg$$

$$Pu = 32.77 Ton$$

Datos:

$$Mx = 0.78 Ton-m$$

$$My = 0.78 Ton-m$$

$$Pu = 32.77 Ton$$

$$Vs = 54.64 Ton/m^2$$

$$f'c = 210 kg/cm^2$$

$$f'y = 2810 kg/cm^2$$

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

$$FCU = 1.38$$

$$Desplante = Df = 1.00 m$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.41 \text{ Ton/m}^3$$

Cálculo de cargas de trabajo

$$P't = \frac{Pu}{FCU} = \frac{32.77 \text{ Ton}}{1.38} = 23.75 \text{ Ton}$$

$$Mtx = \frac{Mx}{FCU} = \frac{0.78 \text{ Ton} \cdot \text{m}}{1.38} = 0.57 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$Mty = \frac{My}{FCU} = \frac{0.78 \text{ Ton} \cdot \text{m}}{1.38} = 0.57 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Predimensionamiento del área de zapata

$$Az = \frac{1.5 * P't}{Vs} = \frac{1.5 * 23.75 \text{ Ton}}{54.64 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}} = 0.65 \text{ m}^2$$

Se propone usar un $Az = 1.00\text{m} * 1.00\text{m} = 1.00 \text{ m}^2$

Revisión de presión sobre el suelo

$$q' = \left(\frac{P}{Az} \right) \pm \left(\frac{Mtx}{Sx} \right) \pm \left(\frac{Mty}{Sy} \right)$$

$$Sx = Sy = \frac{b * h^2}{6} = \frac{1.0 * 1.0^2}{6} = 0.1667 \text{ m}^3$$

$$q' = \left(\frac{23.75 \text{ Ton}}{1 \text{ m}^2} \right) \pm \left(\frac{0.57 \text{ ton} \cdot \text{m}}{0.1667 \text{ m}^3} \right) \pm \left(\frac{0.57 \text{ ton} \cdot \text{m}}{0.1667 \text{ m}^3} \right)$$

$$q_{\text{max}} = 30.588 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < Vs \quad \text{OK}$$

$$q_{\text{min}} = 16.910 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} > 0 \quad \text{OK}$$

Presión última de diseño

$$q_{dis} = q_{max} * FCU$$

$$q_{dis} = 30.59 * 1.38 = 42.21 \frac{ton}{m^2}$$

Corte por punzonamiento

Columna 30x30 armada con varilla No. 6

Por longitud de desarrollo

$$l_d = \frac{f_y * d_b}{17.2 * \sqrt{f'_c}} = \frac{2810 \frac{kg}{cm^2} * 2.54 cm}{17.2 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}}} = 28.63 cm \cong 29 cm$$

$$t = l_d + 2\phi + Rec$$

$$t = 29 cm + 2 * 1.905 cm + 8.00 cm = 40.81$$

Por criterio $t = 40 cm$.

$$d = t - rec - \phi/2$$

$$d = 40 - 8.00 - \frac{1.905}{2} = 31.05 cm$$

b_o = perímetro donde actúa el corte

$$b_o = 2 * (30 + 31.05) + 2 * (30 + 31.05) = 244.20 cm$$

Corte actuante

$$V_a = q_{dis}(B^2 - (a + d)^2)$$

$$V_a = 42.21 * (1^2 - (0.30 + 0.3105)^2) = 26.48 \text{ Ton}$$

Corte resistente

$$V_c = \phi * 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$V_c = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 244.20 * 31.05 = 99001.48 \text{ kg} \cong 99.00 \text{ Ton}$$

$$V_c > V_a \quad \text{OK}$$

Corte simple

$$V_a = q_{dis} * B \left(\frac{B - b_{col}}{2} - d \right)$$

$$V_a = 42.21 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * 1.0\text{m} \left(\frac{1.0\text{m} - 0.30\text{m}}{2} - 0.3105\text{m} \right) = 1.67 \text{ Ton}$$

$$V_r = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100\text{cm} * 31.05\text{cm} = 20,270.57 \text{ kg} \\ \cong 20.27 \text{ Ton}$$

$$V_r > V_a \quad \text{OK}$$

Momento a flexión

$$M_u = \frac{W_o L^2 \alpha B}{2} = \frac{q_{dis} * \left(\frac{B - b}{2} \right)^2 * 1.00}{2} = \frac{\left(42.21 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \left(\frac{1.00 - 0.30}{2} \right)^2 \right)}{2} = 2.58 \text{ Ton} - \text{m}$$

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

$$A_s = \left(100 * 31.05 - \sqrt{(100 * 31.05)^2 - \frac{2580 \text{ kg-m} * 100}{0.003825 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right) \left(\frac{0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right)$$

$$A_s = 3.31 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d = \left(\frac{14.1}{f_y} \right) * b * d = \left(\frac{14.1}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right) * 100 * 31.05$$

$$A_{smin} = 15.58 \text{ cm}^2$$

Se utilizará A_s min porque A_s min. > A_s req

Área de acero de 1 varilla No. 6 = 2.85 cm²

Si

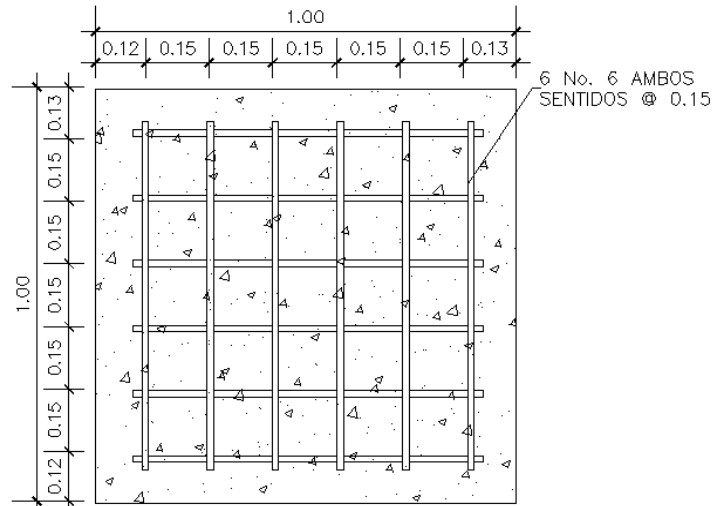
15.58 cm² ----- 100 cm

2.85 cm² ----- S

S = 18.29 cm.

6 No. 6 @ 0.14 m en ambos sentidos

Figura 20. **Detalle de zapata**



Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

3.1.5.6. **Cuantificación de materiales y mano de obra**

La cuantificación de los materiales se llevó a cabo tomando en cuenta la disponibilidad de los mismos dentro del municipio de Santa Catarina Mita y sus alrededores. Debido a que la totalidad de los materiales será local y proporcionada por la municipalidad, se tomaron en cuenta los precios que se manejan en la región. La manera de cuantificar los materiales es la siguiente:

- Arena de río, arena blanca, arena amarilla, pedrín y piedra bola; se calculó por metro cúbico;
- El concreto para la fundición de los elementos estructurales se calculó por metro cúbico;
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó en varillas y libras respectivamente para cada elemento estructural.

Con respecto a la mano de obra, el cálculo se realizó en base a los precios que se manejan dentro de la comunidad, de la siguiente manera:

- Mano de obra directa, de forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado, metro cúbico, etc;
- Mano de obra indirecta, es un porcentaje de la mano de obra directa, ya que en términos generales se considera un ayudante por cada dos albañiles. Además el pago que se hace al ayudante por día es aproximadamente la mitad de lo que ganaría un albañil. Por lo que podemos asumir un veinticinco por ciento del total de mano de obra directa

3.1.5.7. Integración del presupuesto

Tabla XVII. Presupuesto del edificio educativo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela de Ingeniería Civil

PROYECTO: ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE DOS NIVELES
MUNICIPIO: SANTA CATARINA MITA
DEPARTAMENTO: JUTIAPA

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

No.	REGLONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL (Q)
ESCUELA DE DOS NIVELES					
1	Preliminares	Global	1.00	Q 21,812.83	Q 21,812.83
2	Zapata	Unidad	27.00	Q 4,856.02	Q 131,112.47
3	Cimiento Corrido	ml	151.17	Q 565.29	Q 85,454.21
4	Columna Tipo C-1	ml	189.00	Q 905.85	Q 171,205.65
5	Columna Tipo C-2	ml	36.00	Q 435.52	Q 15,678.85
6	Levantado de muro (Block visto cisado 2 caras)	m ²	651.00	Q 524.65	Q 341,547.48
7	Solera de humedad	ml	151.17	Q 168.21	Q 25,428.31
8	Solera intermedia	ml	124.00	Q 148.84	Q 18,455.85
9	Vigas Sentido Y Nivel 1	Unidad	9.00	Q 4,673.23	Q 42,059.05
10	Vigas Sentido X Nivel 1	Unidad	3.00	Q 15,327.43	Q 45,982.28
11	Vigas Sentido Y Nivel 2	Unidad	9.00	Q 4,673.23	Q 42,059.05
12	Vigas Sentido X Nivel 2	Unidad	3.00	Q 15,327.43	Q 45,982.28
13	Losa Entrepiso	m ²	244.00	Q 1,208.66	Q 294,911.82
14	Losa Techo	m ²	244.00	Q 1,208.66	Q 294,911.82
15	Instalacion de Agua Potable	Global	1.00	Q 6,046.94	Q 6,046.94
16	Instalacion de drenaje	Global	1.00	Q 13,992.22	Q 13,992.22
17	Instalacion Electrica	Global	1.00	Q 32,949.60	Q 32,949.60
18	Instalacion Bajada aguas pluviales + cajas	Global	1.00	Q 13,551.83	Q 13,551.83
19	Piso	m ²	488.00	Q 382.90	Q 186,855.44
19	Acabados	Global	1.00	Q 228,637.69	Q 228,637.69
20	Limpieza general	Global	1.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00
				SUB-TOTAL	Q 2,060,135.66
MODULO DE GRADAS					
21	Cimiento corrido	ml	15.30	Q 565.29	Q 8,648.87
22	Solera Humedad e Intermedias	ml	46.60	Q 223.09	Q 10,395.88
23	Levantado de muro (Block visto cisado 2 caras)	m ²	26.00	Q 524.65	Q 13,642.80
24	Columna Tipo D y E	ml	54.80	Q 714.29	Q 39,142.82
25	Escaleras	Global	1.00	Q 13,508.27	Q 13,508.27
26	Solera Corona	ml	15.30	Q 245.36	Q 3,754.05
27	Losa	m ²	14.60	Q 1,208.66	Q 17,646.36
				SUB-TOTAL	Q 106,739.04
PRECIO TOTAL					Q 2,166,874.71

Fuente: municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

3.1.6 Análisis financiero

3.1.6.2 VPN (Valor Presente Neto)

Valor actual neto o Valor presente neto son términos que proceden de la expresión inglesa *Net Present Value*. El acrónimo es *NPV* en inglés y *VAN* en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está advirtiéndolo que el proyecto no es rentable. Cuando $\text{VPN} = 0$, nos indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad. Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^N - 1} \right] \quad P = A * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Donde:

- P Valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente
- F Valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro
- A Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso
- I Tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.
- N Período que se pretende dure la operación

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 80% del costo total del proyecto y la comunidad pagará el otro 20% en un período de 8 años.

La cuota de mantenimiento es de Q. 9.21 mensuales/alumno. Se debe tomar en cuenta que la capacidad del establecimiento educativo es de 245 alumnos por jornada. Esto nos indica que en total son 490 alumnos, ya que éste tendrá actividad en jornada matutina y vespertina.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto = Q. 2,166,874.71

Costo de mantenimiento = Q. 32,500.00/anual

Ingreso anual por mantenimiento= Q.54,171.87

n= 8 años

Valor presente neto para un interés del 10% anual en un período de 8 años

$$VPN = -1,733,499.77 + 54,171.87 \left(\frac{(1 + 0.10)^8 - 1}{0.10(1 + 0.10)^8} \right) - 32,500.00 \left(\frac{(1 + 0.10)^8 - 1}{0.10(1 + 0.10)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 1,617,881.95$$

Valor presente neto para un interés del 18% anual en un período de 8 años

$$VPN = -1,733,499.77 + 54,171.87 \left(\frac{(1 + 0.18)^8 - 1}{0.18(1 + 0.18)^8} \right) - 32,500.00 \left(\frac{(1 + 0.18)^8 - 1}{0.18(1 + 0.18)^8} \right) VPN =$$

$$- Q. 1,645,131.30$$

3.1.6.3 TIR (Tasa Interna de Retorno)

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. La tasa interna de retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN. La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida. Si la TIR es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, de no ser este el caso entonces se rechaza. La expresión que se utiliza es la siguiente:

$$TIR = VPN_{BENEFICIO} - VPN_{GASTOS} = 0$$

Para calcular la tasa interna de retorno, se procede por el método de prueba y error. Este consiste en delimitar un rango, en el cual debe existir un VPN negativo y un VPN positivo, para luego interpolar; y así, encontrar la tasa

de retorno requerida, la cual nos sirve de guía para determinar la tasa de rendimiento que genera una rentabilidad neutral.

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN (-)

Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la siguiente expresión:

$$TIR = i1 + \left[\frac{VPN1}{VPN1 + VPN2} \right] (i2 - i1)$$

$$TIR = (0.10) + \left[\frac{1,617,881.95}{1,617,881.95 + 1,645,131.30} \right] (0.18 - 0.10)$$

$$TIR = 14\%$$

3.1.6.3 Relación costo-beneficio

Para obtener un análisis más certero acerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$B/C > 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo. Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.

$B/C = 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es igual al costo. Por lo que el proyecto es indiferente ya que no se está obteniendo ganancia pero tampoco se pierde.

$\frac{B}{C} < 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo. Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto.

Datos:

$$B = Q. 1,617,881.95$$

$$C = Q. 2,166,874.71$$

$$\frac{B}{C} = \frac{1,617,881.95}{2,166,874.71} = 0.75 < 1$$

La propuesta del establecimiento educativo no es rentable para la municipalidad de Santa Catarina Mita, ya que el índice beneficio-costo es menor a uno; lo que nos indica que el costo de la obra es mayor que los ingresos que generará la misma. A pesar de la deducción anterior, sí es factible la construcción del establecimiento educativo ya que representa un beneficio social dentro de la comunidad.

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INICIAL

4.1. Importancia de una evaluación y diagnóstico de impacto ambiental

Según se describe en el libro “Evaluación de Impacto Ambiental” (Alfonso Garmendia Salvador, Salvador Alcaide, Crespo Sánchez y Luis Garmendia Salvador, España, 2005)”, la evaluación de impacto ambiental es ante todo, como su propio nombre lo indica, una valoración de los impactos que se producen al ambiente por un determinado proyecto. Esta nunca puede ser objetiva, ya que tiene siempre connotaciones subjetivas”. La subjetividad, por tanto, se debe a que la referencia es la calidad ambiental “proyectada” a darse a partir de la construcción y funcionamiento del proyecto.

Según William Yon, Ingeniero Civil Administrativo y Especialista en Gestión Ambiental en Obras de Infraestructura: “Diagnóstico ambiental es la valoración de impactos ambientales de un proyecto o actividad en operación, donde la calidad ambiental ya ha sido transformada a partir del estado natural”.

Según Brenda Vásquez, Arquitecta y Consultora Ambiental, la diferencia entre el Diagnóstico Ambiental y la Evaluación de Impacto Ambiental radica que en el Diagnóstico Ambiental, sí se pueden obtener datos concretos de la calidad ambiental con referencia a una línea base existente. La “Línea Base” se define como “el estado ambiental inicial en el sitio donde se pretende que ocurra una actividad o proyecto, tomando en cuenta la legislación vigente y la regulación de parámetros aceptables.

Además, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un pronóstico de la calidad ambiental a darse a futuro.

La importancia de un EIA y de un Diagnostico Ambiental, es que ambos dan un valor económico a los elementos ambientales. Esto significa que se incluyen dentro del proceso de la toma de decisiones. Esta valoración del elemento ambiental afectado, es analizado según por el efecto producido y por el cambio dado a la calidad ambiental, otorgando un valor económico a las alteraciones ambientales provocadas por la actividad.

4.2. Definición de estudio de impacto ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es el informe escrito y detallado de la Evaluación de Impacto Ambiental realizado para la actividad que se desarrollará.

Este informe detalla una descripción del proyecto, localización, características del área donde se desarrollará el proyecto, tipos de impacto a darse, elementos de significancia ambiental, criterios de valoración, medidas correctivas y de mitigación para los factores ambientales afectados, medidas de contingencia en caso ocurra un impacto no previsto.

4.3. Impacto en la ejecución del drenaje sanitario

Los impactos identificados usualmente en este tipo de proyecto son los siguientes:

- Movimiento de Tierras (alteración de la morfología del suelo)
- Instalación de tubería (cambio de uso del suelo)

- Compactación del suelo (impermeabilización del suelo)
- Posibles fugas en el sistema durante su operación (contaminación del suelo)
- Descarga final del sistema durante su operación (contaminación del suelo y/o cuerpos de agua superficiales)

Se deben considerar el impacto social y económico de la obra, tanto durante su etapa constructiva como en su etapa operativa.

4.4. Impacto en la ejecución del establecimiento educativo

Los impactos identificados usualmente en este tipo de proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras (alteración de la morfología del suelo)
- Construcción (impactos al aire por ruido, emisión de partículas en suspensión)
- Construcción terminada (cambio de uso del suelo, impermeabilización del suelo)
- Operación del Establecimiento (ruido, fluidez de tránsito local alterada, producción de aguas residuales y aguas grises, escorrentía de agua pluvial, seguridad humana por aglomeración en periodos de tiempo determinados).

4.5. Medidas de mitigación

Para el proyecto del Sistema de Drenaje Sanitario, las medidas de mitigación básicas sugeridas por William Yon, Ingeniero Civil Administrativo y

Especialista en Gestión Ambiental para proyectos de Infraestructura, son las siguientes:

- Durante la excavación de la zanja, humedecer periódicamente el material suelto excavado para evitar emanación de partículas de polvo;
- Realizar los trabajos en jornada diurna y en horas hábiles, para evitar molestias en el vecindario por el ruido provocado;
- Se debe preparar un plan temporal de ordenamiento del tránsito que entre en vigencia durante el tiempo que dure la construcción del proyecto (proponiendo rutas alternas, señalización, fluidez en una sola vía, etc.);
- Se debe contar con un campamento que funcione además como bodega para la empresa que deba instalar la tubería y construir cualquier obra que forme parte del proyecto. Esto con la finalidad de aguardar los materiales en forma segura y evitar mayores molestias en el tránsito vehicular y peatonal por la presencia de materiales y herramientas en las calles donde se ejecute la obra;
- Antes de iniciar la operación, se debe construir algún tipo de sistema de tratamiento primario (fosa séptica y pozos de absorción o patios de absorción) si el caudal estuviera dentro del rango adecuado para la eficiencia de la fosa. Si el caudal fuera mayor del que una fosa séptica puede tratar, se debe pensar en una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR);
- Tanto la PTAR o el Sistema primario de tratamiento deben recibir mantenimiento periódico como lo sugiera el manual de operaciones de cualquiera de estos. El objetivo es mantener la eficiencia de la planta o del sistema;

- Durante la operación se debe realizar chequeo periódico del estado de las conexiones domiciliarias, pozos y de la tubería para evitar fugas o incluso el colapso del sistema por sobrecarga.

Para el Establecimiento Educativo, las medidas de mitigación que son sugeridas por Brenda Vásquez, Arquitecta y Ambientalista de profesión, son las siguientes:

- Durante la construcción, se debe procurar trabajar únicamente en horas hábiles y entre semana, para evitar molestias a causa del ruido para los vecinos;
- El establecimiento educativo no debe ser habitado ni puesto en operación hasta que las actividades constructivas no hayan sido concluidas al cien por ciento;
- Las aguas residuales producidas en el establecimiento deben ser tratadas en un sistema de tratamiento primario ó fosa séptica, y el agua tratada debe depositarse en un pozo de absorción para recuperar el manto freático;
- Se recomienda disponer de área de jardín o área verde, equivalente al diez por ciento del área del terreno donde se construya la escuela;
- Durante la operación, el establecimiento debe poseer un plan de evacuación en caso de temblores, terremotos, incendios o cualquier otro siniestro;

- Se debe verificar que las aulas posean la ventilación e iluminación necesaria para la comodidad de los alumnos y del personal docente;
- Las aguas pluviales deben recolectarse dentro del área donde tribute el edificio del establecimiento y descargadas en el colector municipal, o en una quebrada cercana o en la calle pública más próxima, en ese mismo orden de prioridad.

4.6. Plan de seguridad humana

Para el proyecto del sistema de drenaje sanitario se debe contar con un plan de seguridad humana; tanto para la fase constructiva, como la fase operativa. La fase constructiva debe indicar medidas tales como:

- Uso de equipo de protección personal para el personal constructor de la obra;
- Señalización de precaución;
- Prohibición del paso peatonal y vehicular en áreas donde exista zanja abierta;
- Estabilización de zanja en tramos donde ésta sea muy profunda (más de tres metros).

Para la fase operativa, las medidas que debe incluir el plan de seguridad humana son las siguientes:

- Revisión periódica del sistema, cerciorándose que no haga falta alguna tapadera de pozo de visita, que no exista ninguna fuga en el sistema y que no existan conexiones ilícitas;
- Limpieza periódica del sistema.

Por aparte, para el establecimiento educativo, las medidas que debe contener el plan de seguridad humana durante la construcción son las siguientes:

- Utilización de equipo de protección personal por parte de los constructores;
- Uso de arneses cuando trabajen en alturas superiores a tres metros;
- Disposición de una bodega para almacenar materiales y herramientas ordenadamente;
- Preferiblemente contar con un guardián para velar por la seguridad de la obra en horarios inhábiles;
- Durante la excavación de la zanja para la cimentación, humedecer levemente el suelo removido para evitar la emanación de partículas de polvo;
- Todo el material de ripio que se aglomere dentro del área que ocupa la obra, debe ser retirado hacia rellenos sanitarios autorizados por la Municipalidad local.

Para la etapa operativa del establecimiento educativo, el plan de seguridad humana debe contener al menos las siguientes medidas:

- Debe existir un plan de evacuación en caso de incendios, terremotos u otros siniestros;
- Deben existir varios extintores de incendios en diversos puntos estratégicos ubicados dentro del establecimiento;
- Las puertas de las aulas del establecimiento deben abrir hacia fuera y en 180 grados, para facilitar la evacuación en caso de emergencia.

Debe disponerse de un botiquín de primeros auxilios en caso de accidentes internos.

4.7. Identificación del radio de influencia

Según la Arq. Vásquez, ambientalista, el radio de influencia puede ser directo e indirecto. El radio de influencia directo está trazado por el sitio que en sí contiene el proyecto y es fácil definirlo por utilizar entre sus parámetros la localización exacta de los proyectos. En el caso del sistema de drenaje, puede definirse el radio de influencia directo por las calles en donde se instalará el sistema, así como por el punto donde ocurrirá la descarga. En el caso del establecimiento educativo, el radio de influencia directo se delimita al terreno que contiene el edificio escolar, sus patios y sus jardines, hasta el muro perimetral.

El radio de influencia indirecto, en cambio, puede ser difícil de definir, por requerir de un análisis que con frecuencia puede volverse subjetivo. Por

ejemplo, el ruido que se provoca dentro de la etapa constructiva en la escuela, puede recorrer 200 metros a favor del viento durante tiempos de treinta minutos (por ejemplo). Luego, el ruido de la escuela durante su operación puede tener picos menores (medidos en decibeles), pero es un ruido más prolongado y puede afectar a 100 metros de distancia a favor del viento durante ocho horas al día entre semana. Incluso, se puede definir el radio de influencia indirecto colocándose dentro de la escuela y visualizando todo hacia el exterior. Expertos aseguran que la visual es una manera de definir el radio de influencia indirecto, que es simplemente hasta donde la vista logre alcanzar.

En cambio, en el caso del sistema de drenaje, el radio de influencia indirecto puede ir más de la mano con la envergadura del proyecto; o sea, con el efecto que el sistema provoca en el entorno que lo posee. Esta influencia indirecta ocurre desde los hogares y viviendas de donde se retiran las aguas negras por medio del referido sistema, hasta la disposición final de las aguas negras, ya sean tratadas o no tratadas, en algún cuerpo de agua superficial o en pozos de absorción. Por ejemplo, si la disposición fuese en pozos de absorción, los efectos según el radio de influencia indirecto del proyecto llegarían incluso a los mantos freáticos, al ocurrir la debida filtración al suelo que sugiere un pozo de absorción.

CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de drenaje sanitario del proyecto de urbanización en aldea Carbonera tiene una longitud total de 442 metros lineales. La tubería con la que se diseñó el drenaje es de Cloruro de Polivinilo (PVC) con un diámetro de 6 pulgadas y una resistencia a la presión de 160 psi. Este tipo de tubería se seleccionó debido a las características del proyecto y a los diámetros y presiones mínimas requeridas para este tipo de obra.
2. El costo unitario total del drenaje sanitario en aldea Carbonera es de Q.1,249.00/ml; este dato incluye todo lo relacionado con los costos indirectos, dentro de lo que se pueden mencionar los imprevistos, gastos administrativos, impuestos y la utilidad que se pretenda obtener con la construcción del mismo. Con respecto al costo unitario directo se tiene un dato de Q.892.15/ml que sólo incluye el costo puro de la obra. Además, cabe mencionar que dicho proyecto beneficiará a una población futura de 544 habitantes de aldea Carbonera, lo que representa un gran beneficio para esta comunidad, que en la actualidad no cuenta con el servicio de drenajes sanitarios.
3. El establecimiento educativo comprende un área de construcción de 484 m², los cuales están distribuidos en dos niveles. El primer nivel que consta de tres aulas, un módulo de baños para niños y un módulo de baños para niñas; y el segundo, consta de cuatro aulas, además de sus respectivos pasillos en ambos niveles. En total se construirán siete aulas, las que albergarán en condiciones ideales de comodidad a 245

estudiantes por jornada, ya que dicho establecimiento podrá ser utilizado en jornada matutina, vespertina, nocturna y plan fin de semana, de ser necesario.

4. El costo unitario total del establecimiento educativo es de Q.4,477.00/m². Este dato incluye todo lo relacionado con los costos indirectos, dentro de lo que se pueden mencionar los imprevistos, gastos administrativos, impuestos y la utilidad que se pretenda obtener con la construcción del mismo. Con respecto al costo unitario directo, se tiene un dato de Q.3,198.00/m² que solo incluye el costo puro de la obra. Además, dicho proyecto beneficiará a 245 estudiantes por jornada, en la que sea utilizado.

5. Con respecto al estudio de impacto ambiental (EIA), para ambos proyectos se puede mencionar que se tratará de causar el menor daño al ambiente con la construcción de los mismos, dentro de lo que se puede mencionar: evitar al máximo cortar árboles de grande y mediana envergadura, evitar la contaminación de ríos con los desechos del drenaje, ubicar en un lugar adecuado el ripio y cualquier otro tipo de desperdicio provocado por la realización de dichos proyectos, entre otras cosas.

RECOMENDACIONES

1. Participación de la comunidad en los trabajos relacionados con el mantenimiento de dicho sistema para evitar taponamientos en las tuberías, problemas en las conexiones domiciliarias, así también en los pozos de visita.
2. Para el establecimiento educativo, se recomienda la participación de los pobladores en el mantenimiento del mismo, en los trabajos de pintura periódicos, así como una revisión del sistema eléctrico y de las redes de agua potable y drenaje del mismo, una limpieza y revisión constante de los servicios sanitarios, tanto para niños como para niñas, para evitar de esta manera el deterioro prematuro del mismo.
3. Colaboración de la comunidad con los trabajos de limpieza y chapeo del área donde se construirá el drenaje, trabajos de excavación manual, retiro de material inapropiado, entre otros
4. Para el establecimiento educativo, se recomienda a la población del casco urbano la colaboración en la construcción del edificio con mano de obra no calificada, limpieza y chapeo, excavación para cimentación, elaboración de concreto, entre otros trabajos.
5. Se recomienda a los pobladores, así como a las autoridades del municipio, la participación en las tareas de mitigación del impacto ambiental causado por la construcción de dichos proyectos, con la reforestación de áreas cercanas a los proyectos, el tratamiento adecuado

de los desechos recolectados por medio del sistema de drenaje, dándole mantenimiento al área de fosa séptica prevista para el mismo, la correcta disposición de la basura que se recolecte en ambos proyectos, entre otras actividades.

BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Reglamento de las Construcciones Reforzado (ACI 318-99) y Comentarios. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.*, editorial Farmingont, México D.F. 1990. 490p.
2. ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIERIA ESTRUCTURAL Y SISMICA (AGIES) “*Normas estructurales de diseño y construcción recomendados para la República de Guatemala*”, editorial Francis, Guatemala 2002. 396p.
3. CHARLES S, Simmons. *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. 1ª ed., Guatemala: editorial del Ministerio de Educación Pública 650p.
4. MERRIT, Frederick S. *Manual del Ingeniero Civil*. 3ª ed. México: Mc. editorial Graw Hill. 1995. 740p.
5. MONZÓN LÓPEZ, William Sergio. “Diseño de la carretera hacia la aldea San Gregorio y Edificación escolar de dos niveles para el nivel primario, aldea El Sitio, Municipio de Catarina, Departamento de San Marcos”. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 154 p.
6. NAWY, Edgar G. *Concreto reforzado, un enfoque básico*. 2ª ed. México: editorial Prentice Hall. 1988. 740p.

7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12^a ed., Colombia; McGraw-Hill, 2001. 722 p.
8. TREJO GARCÍA, Luis Fernando. “Diseño de una escuela de cuatro aulas el caserío El Tablón, Cantón San Antonio y diseño de drenaje sanitario en la aldea Barreal, Jutiapa, Jutiapa”. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006. 146p.
9. VIDES TOBAR, Armando. *Análisis y control de costos de ingeniería*. 2^a ed. (volumen 1 y 2). Guatemala, editorial Piedra Santa. 1996. 1350p.

ANEXOS

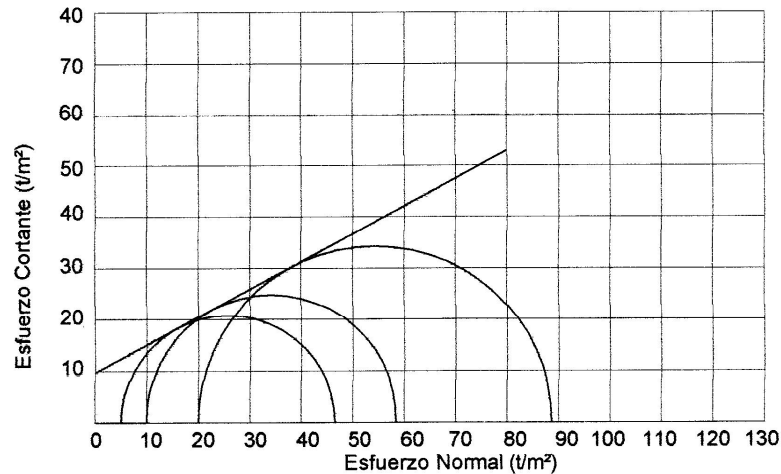


ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 170 S.S. O.T.: 26,772

INTERESADO: Rolmy Orlando Salguero Ramírez
PROYECTO: EPS-Diseño de Establecimiento Educativo.
UBICACIÓN: Santa Catarina Mita, Jutiapa.
Fecha: 11 de mayo de 2010.

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 28.35^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 9.70 \text{ t/m}^2$

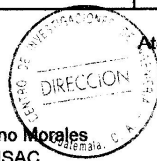
TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo arenoso color beige.
DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(t/m ²)	41.51	48.42	68.65
PRESION INTERSTICIAL u(t/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	4.0	8.5
DENSIDAD SECA (t/m ³)	1.00	1.00	1.00
DENSIDAD HUMEDA (t/m ³)	1.22	1.22	1.22
HUMEDAD (%H)	22.5	22.5	22.5



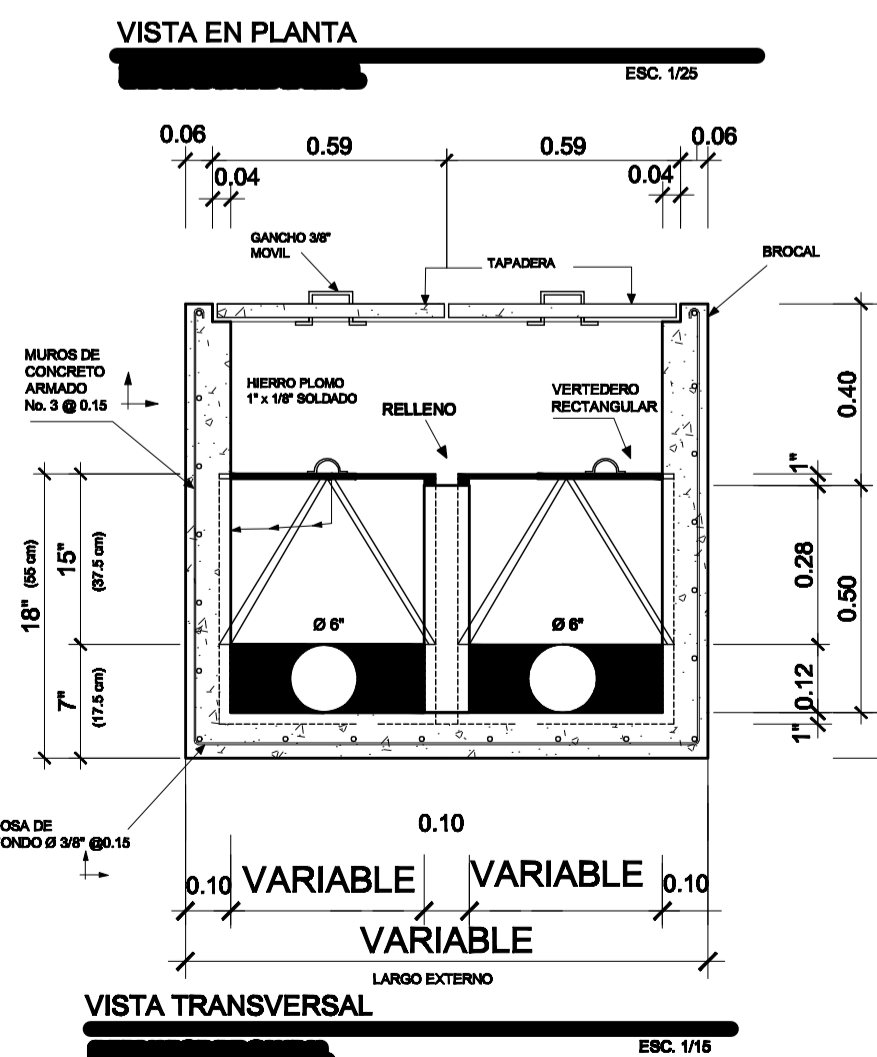
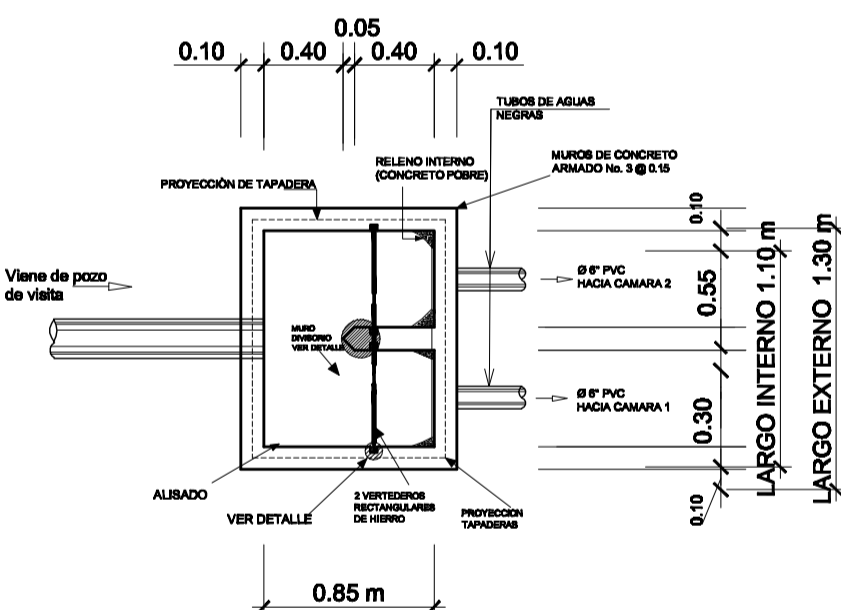
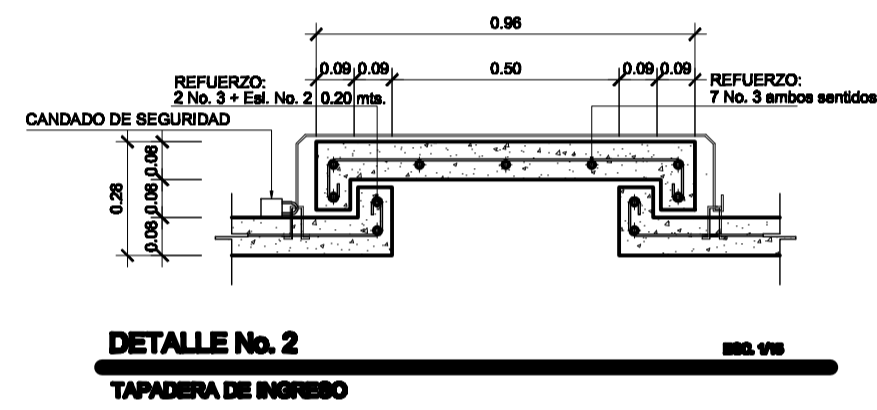
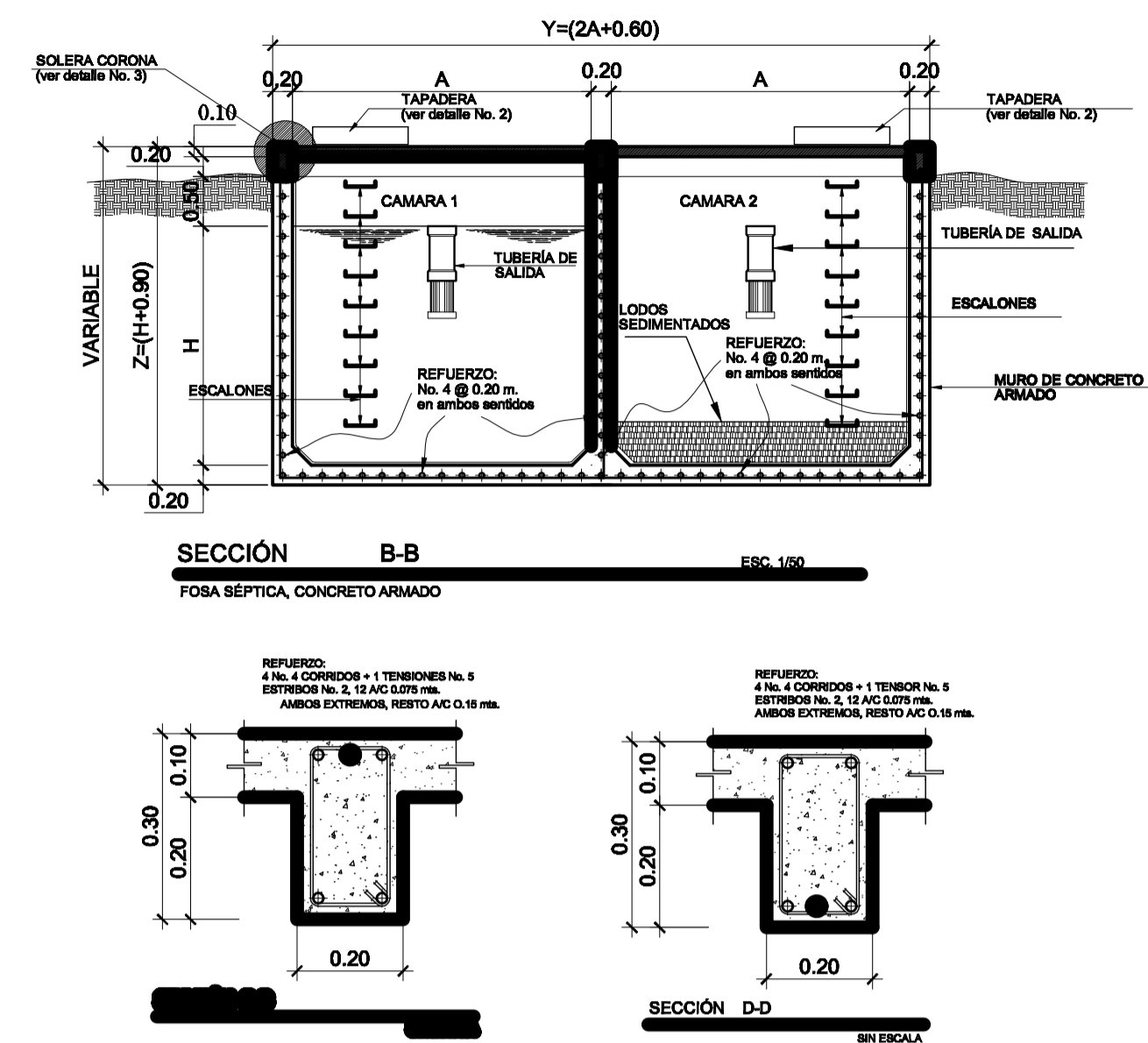
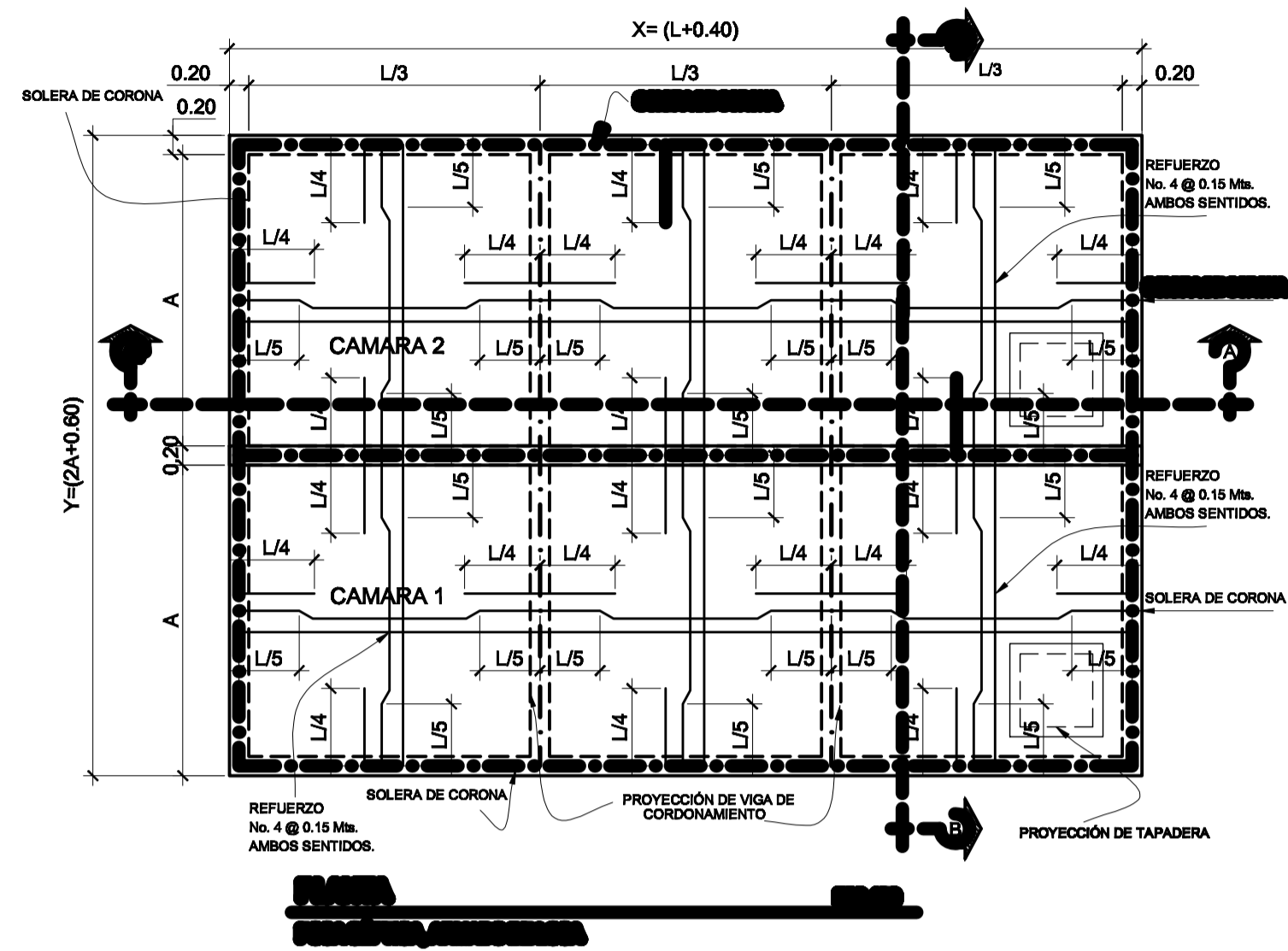
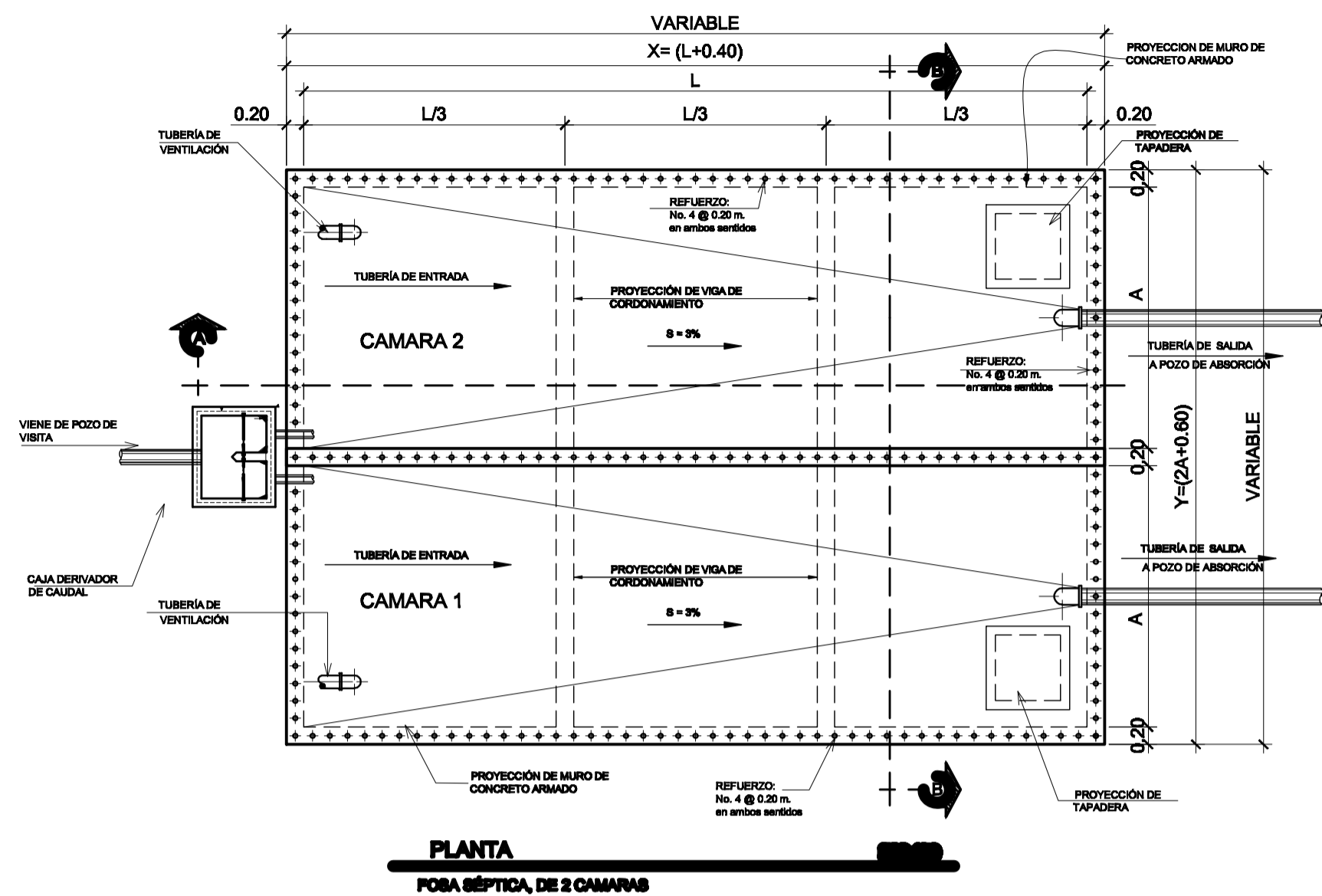
Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



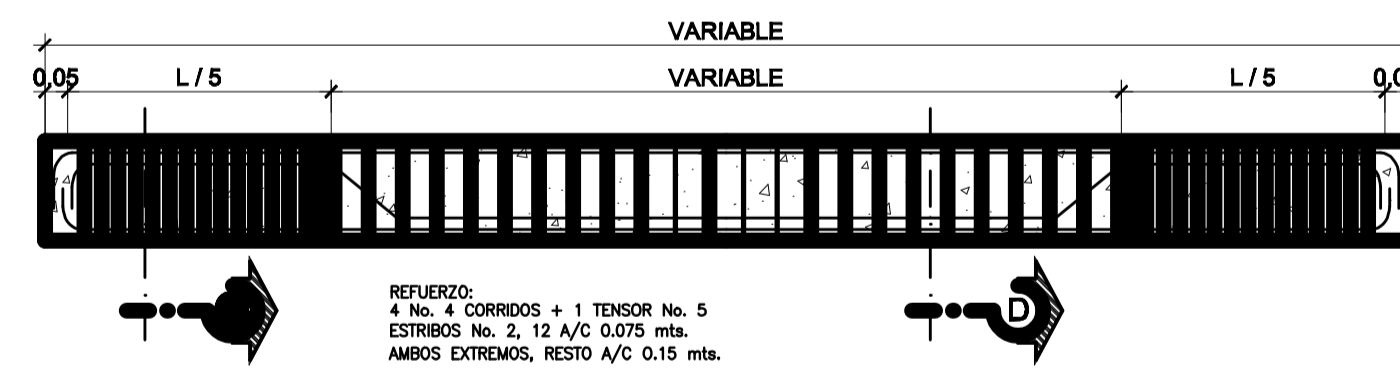
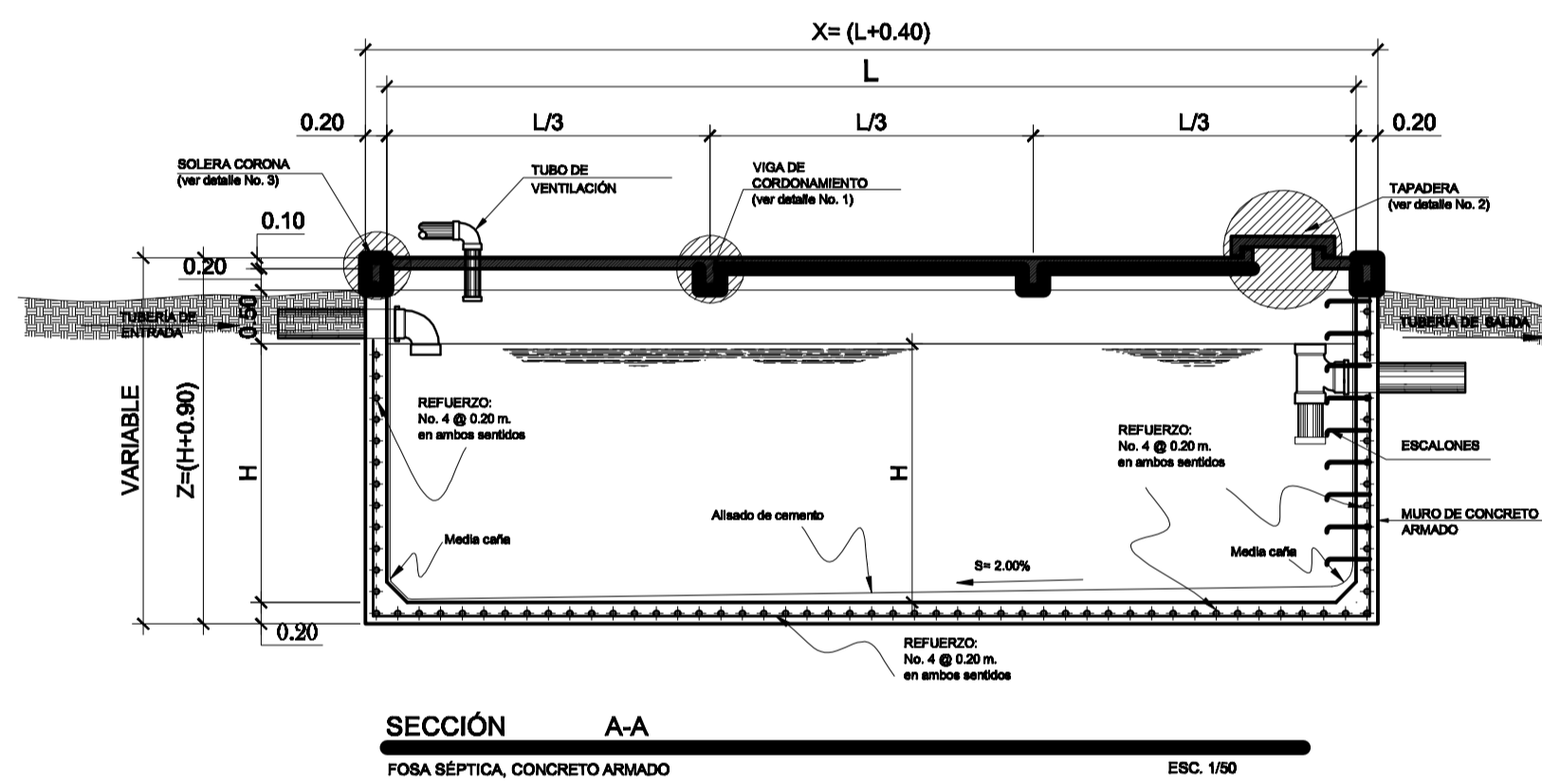
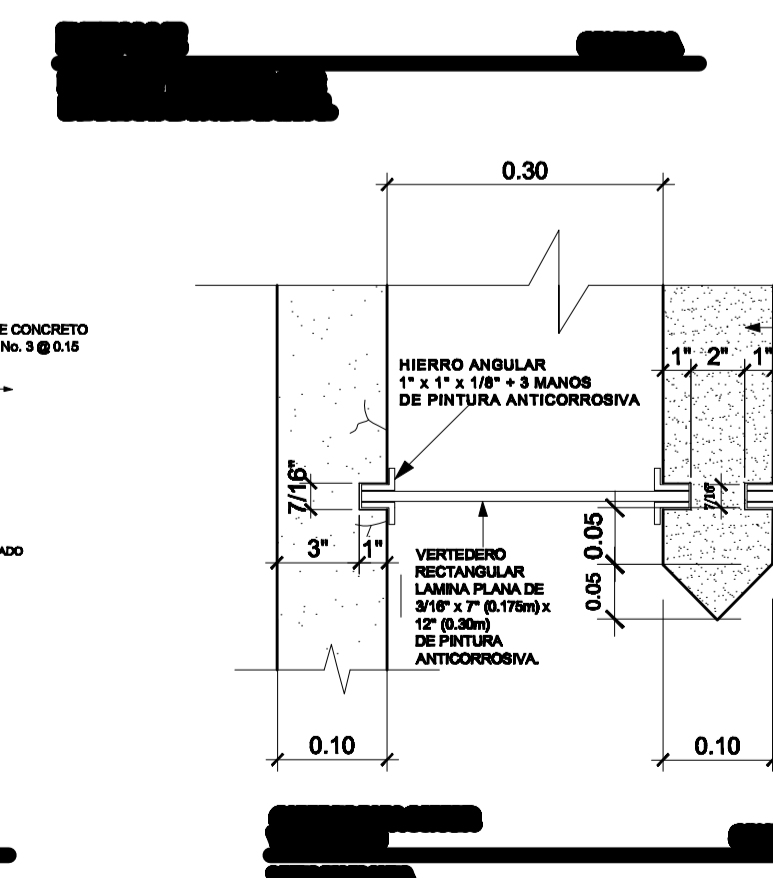
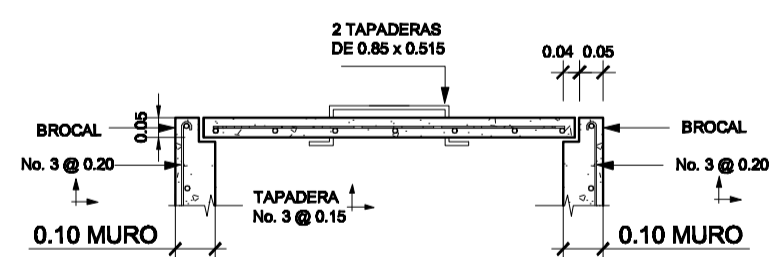
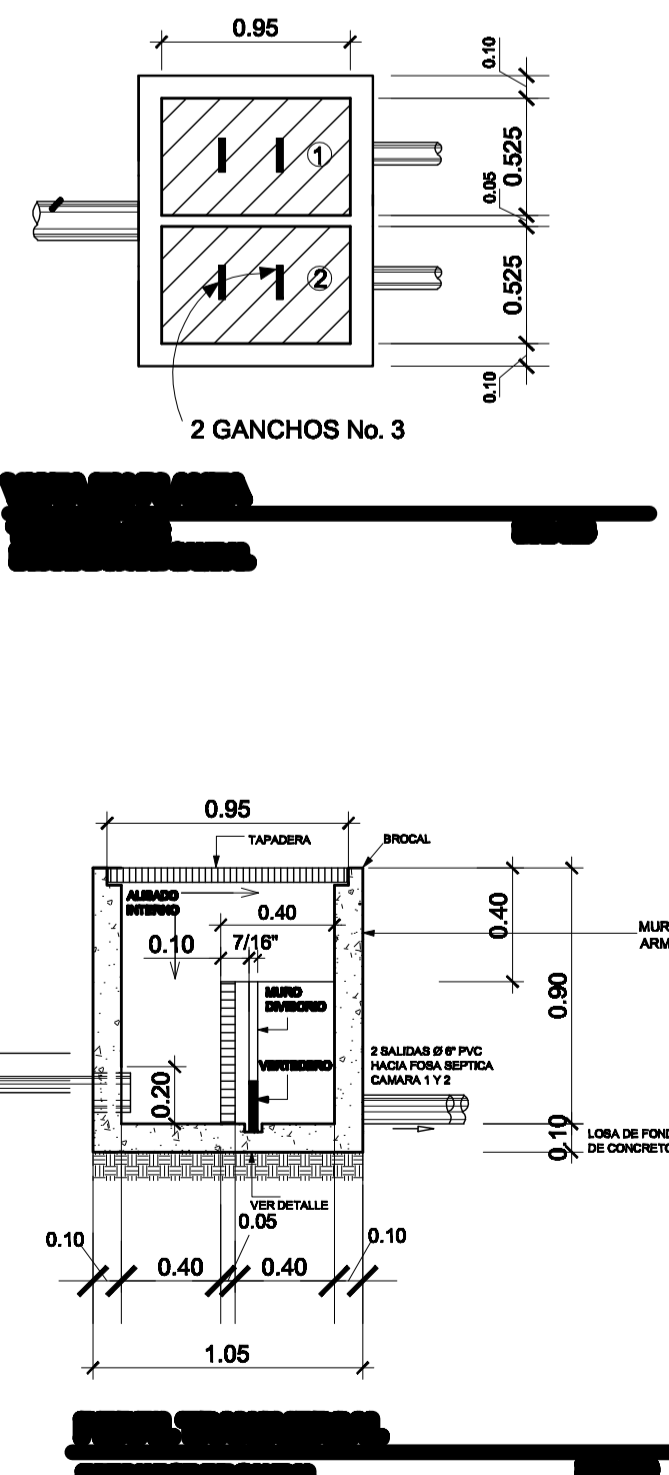
Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



NOTAS:
DERIVADOR DE CAUDAL:
 1. El derivador de caudal será de concreto armado y su finalidad será el de conducir las aguas negras a una de las dos cámaras de la fosa.
FOSA SÉPTICA:
 1. Será de concreto armado con dos cámaras que servirán para darle un tratamiento primario a las aguas negras como también un tratamiento a los lodos que se sedimentan en el fondo de la misma.
 2. La finalidad de la fosa será permitir que una cámara trabaje con el proceso normal de sedimentación, con el asentamiento de las partículas que se encuentran suspendidas en las aguas negras, permitiendo que la segunda cámara trabaje como una recámara digestora de lodos, deshidratando y reduciendo el volumen de los mismos, convirtiendo a estos en una materia orgánica estable y sin mal olor.

FORMA DE OPERACIÓN DE LA FOSA:
 1. Al ingresar las aguas negras en la primera cámara de la fosa, se iniciará un tratamiento primario bajo condiciones anaeróbicas.
 2. Cuando haya transcurrido un periodo de tiempo determinado, en el fondo de la fosa se acumulará una gran cantidad de sedimentos.
 3. Será necesario luego cerrar la compuerta de la primera cámara, para proceder a sacar el agua contenida en la misma y desfogarla a algún cuerpo receptor, dejando únicamente los lodos húmedos no tratados.
 4. Luego de cerrar la compuerta de la primera cámara se procede a abrir la compuerta de la segunda, para que esta inicie con el tratamiento de las aguas negras.
 5. En la cámara que contiene los lodos (primera), se dejan secar estos por un tiempo para que ocurra un proceso de digestión.
 6. Cuando se haya terminado el proceso de digestión se procede a hacer una inspección visual de los mismos, si estos contienen una humedad entre el 40 al 60% se podrá permitir que permanezcan estos por un periodo de tiempo no mayor a la mitad del tiempo de digestión.
 7. Cuando se hayan deshidratado los suficientes lodos se procederá a retirarlos de la cámara por medios manuales con pala y azadón, ya que estos se encontrarán altamente estables y sin mal olor.
 8. Si se desea aprovechar el valor agrícola de los lodos será necesario secar los mismos al aire libre por 1 o 2 semanas más en capas de 20 a 30 centímetros, después de ser extraídos del fondo de la fosa.
 9. Ya que los sólidos de desechos producidos por las aguas residuales contiene muchos de los elementos fertilizantes que las plantas requieren para su desarrollo, como el nitrógeno, los fosfatos y el potasio.
 10. Invirtiendo todo este proceso cada vez que una cámara se llene de lodos y sea necesario limpiarla.



CUADRO DE DIMENSIONES DE FOSA SÉPTICA DE DOS CÁMARA						
Nº DE FOSA SÉPTICA	CANTIDAD DE TRAMOS (LOBOS)	CAPACIDAD DE CADA CÁMARA DE LA FOSA	DIMENSION DE CADA CÁMARA	PERIODO DE DIGESTIÓN DE LODOS	TIEMPO DE LIMPIEZA DE FOSA	
FOSA SÉPTICA 1 (adjunto 1)	3	382.87	18.24	70 DÍAS	1 AÑO	

RECOMENDACIONES:
 1. Mantener la fosa limpia y libre de lodos.
 2. Evitar el uso de productos químicos que dañen el sistema.
 3. Evitar el uso de agua caliente.
 4. Proporcionamiento por metro de concreto= 0.44 metros de arena de río, 0.89 metros de piedrín 8 sacos de cemento portland tipo 1, y 21.5 litros de agua/saco de cemento.

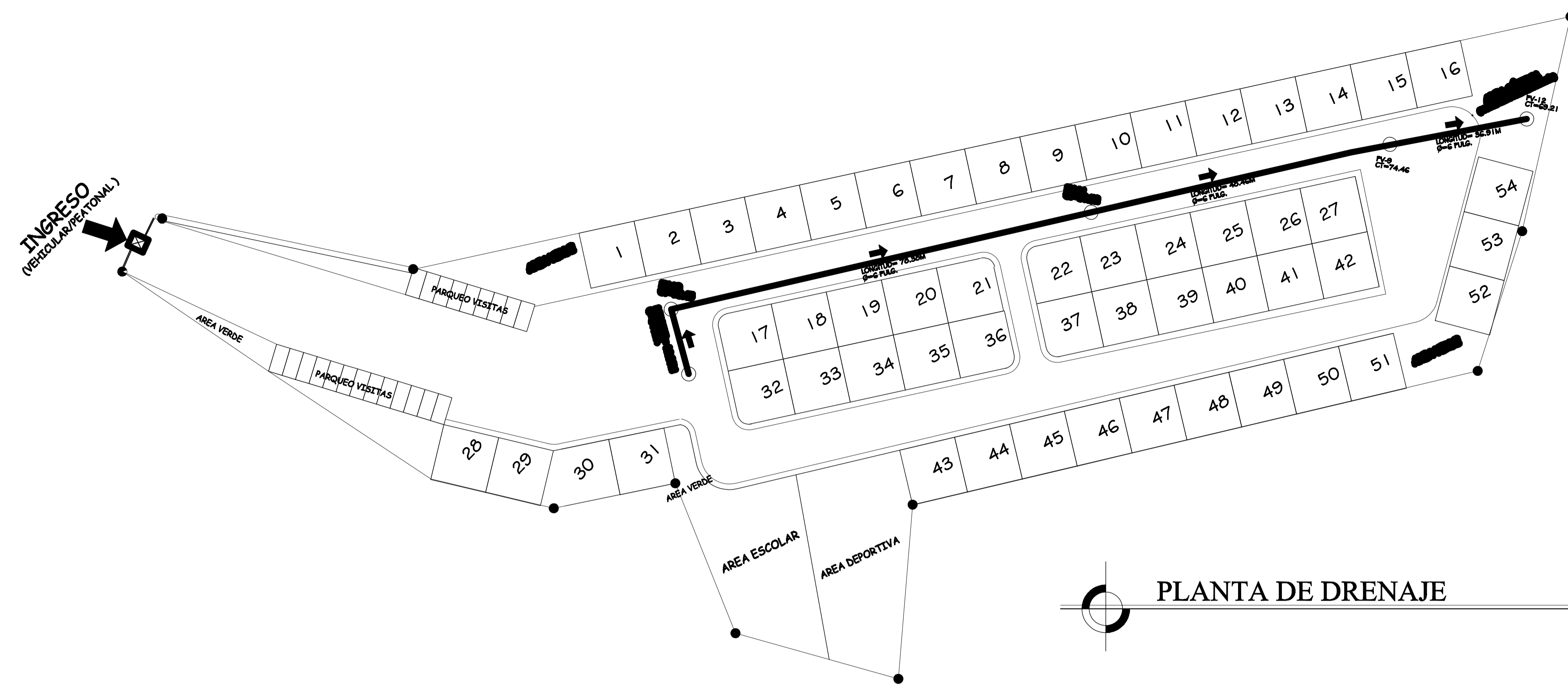
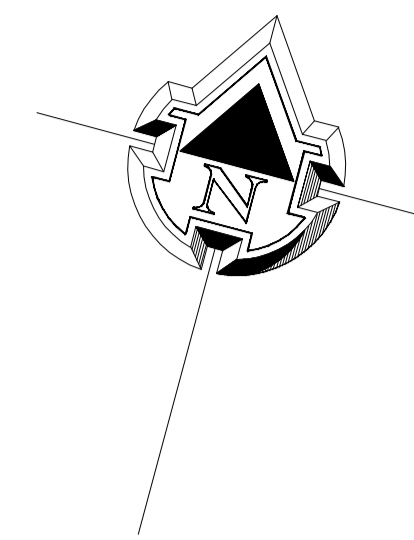
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: **DETALLE DE FOSA SÉPTICA**

CONTIENE: **DETALLE DE FOSA SÉPTICA**

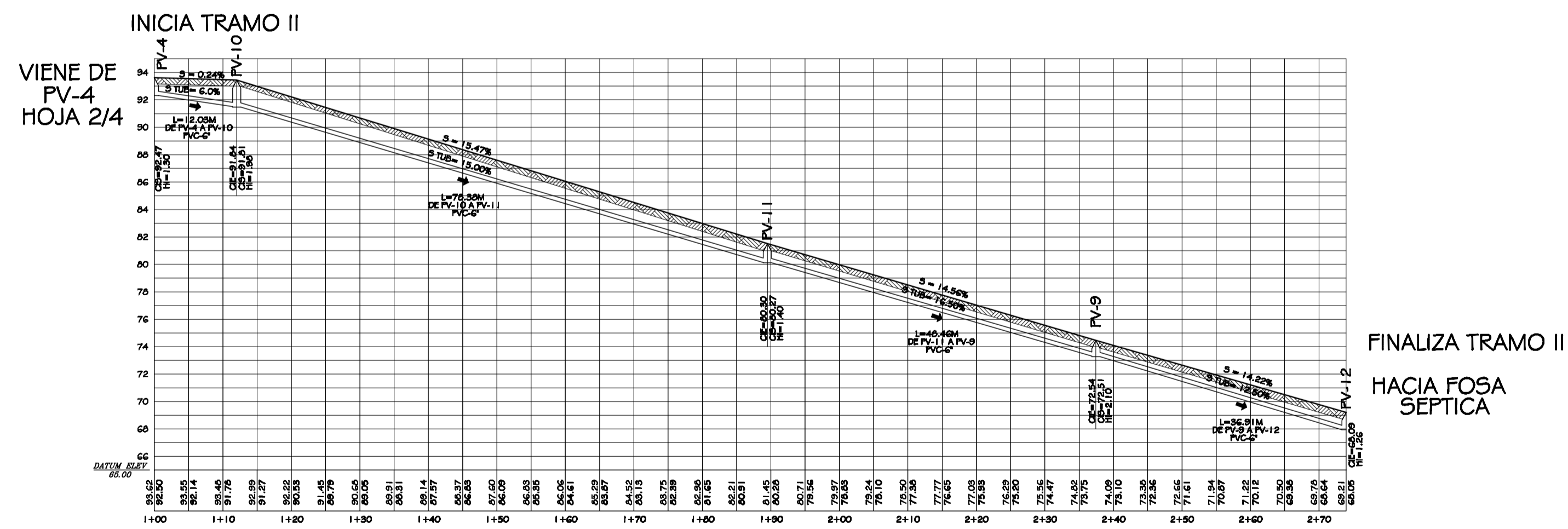
ELABORADO Y DISEÑO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	FECHA: ENERO, 2010
SUPERVISIÓN: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CÓDIGO: 2002-12928

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA



PLANTA DE DRENAGE

ESCALA 1/500

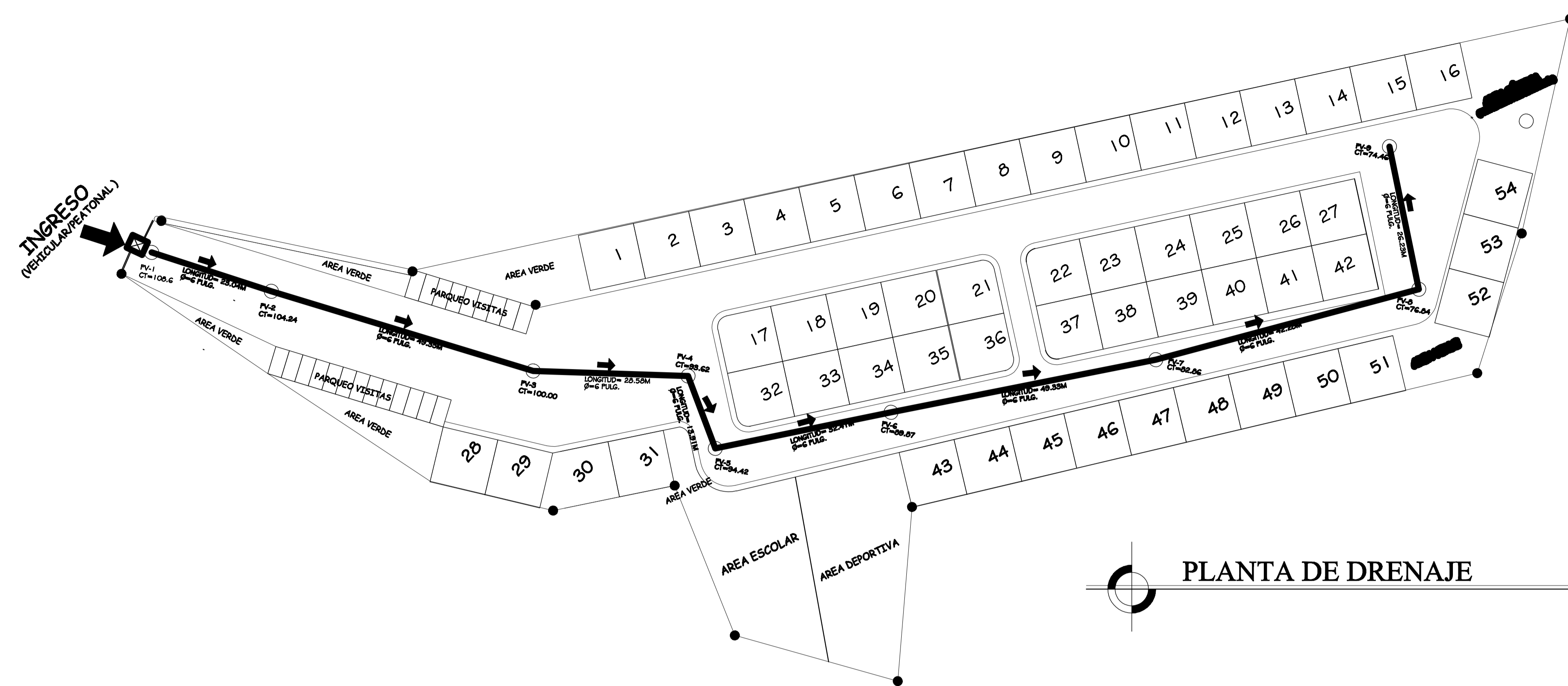
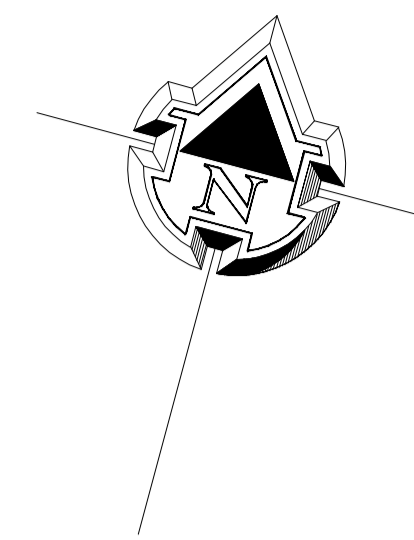


PERFIL DRENAGE PV-4 A PV-12

ESCALA H. 1/500
ESCALA V. 1/250

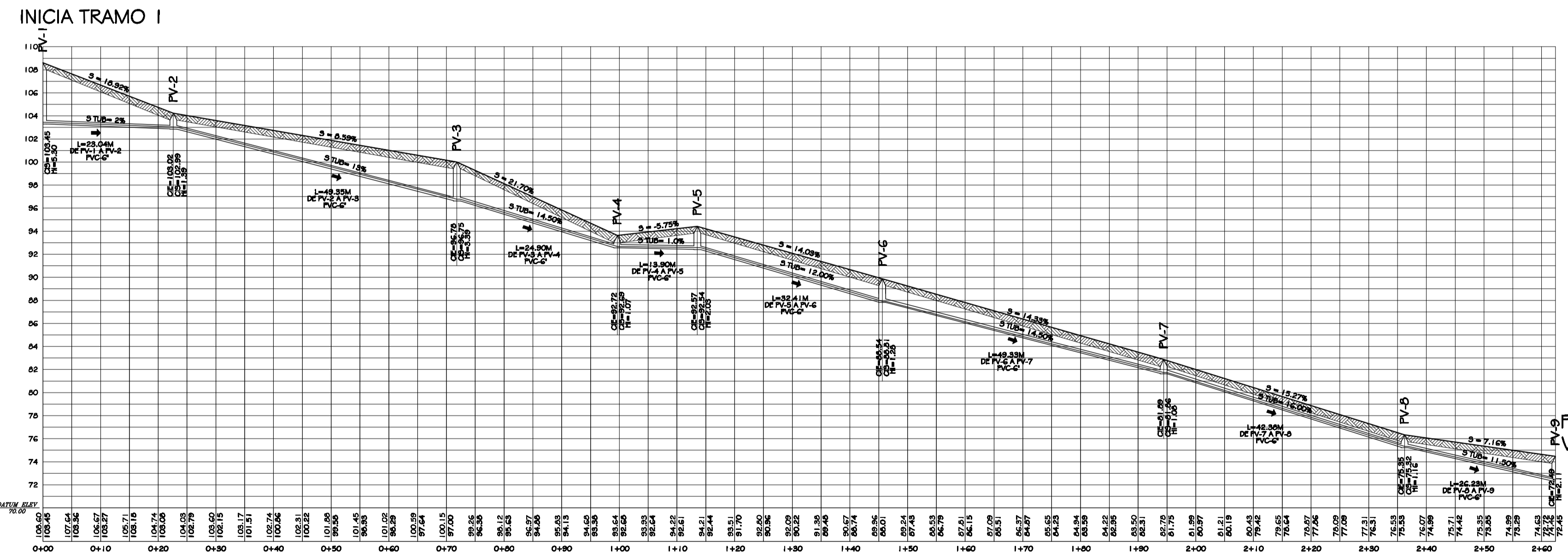
NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
HI	Altura de pozos de visita
S	Pendiente del terreno
S TUB	Pendiente de la tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
Ø	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
NORMA	ASTM 3034
⊠	Garita de ingreso

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: PROYECTO DE DRENAJE PARA LA COMUNIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PLANTA Y PERFIL DE DRENAJES	
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ SUPERVISION: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO, 2010 CANTON: 2002-12928
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	
H O J A 3 / 4	



PLANTA DE DRENAJE

ESCALA 1/500

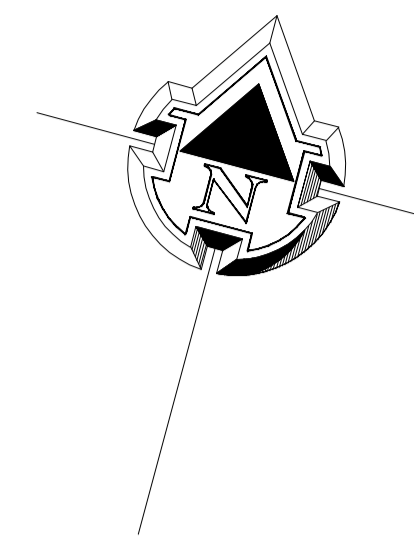


PERFIL DRENAJE PV-1 A PV-9

ESCALA H: 1/500
ESCALA V: 1/250

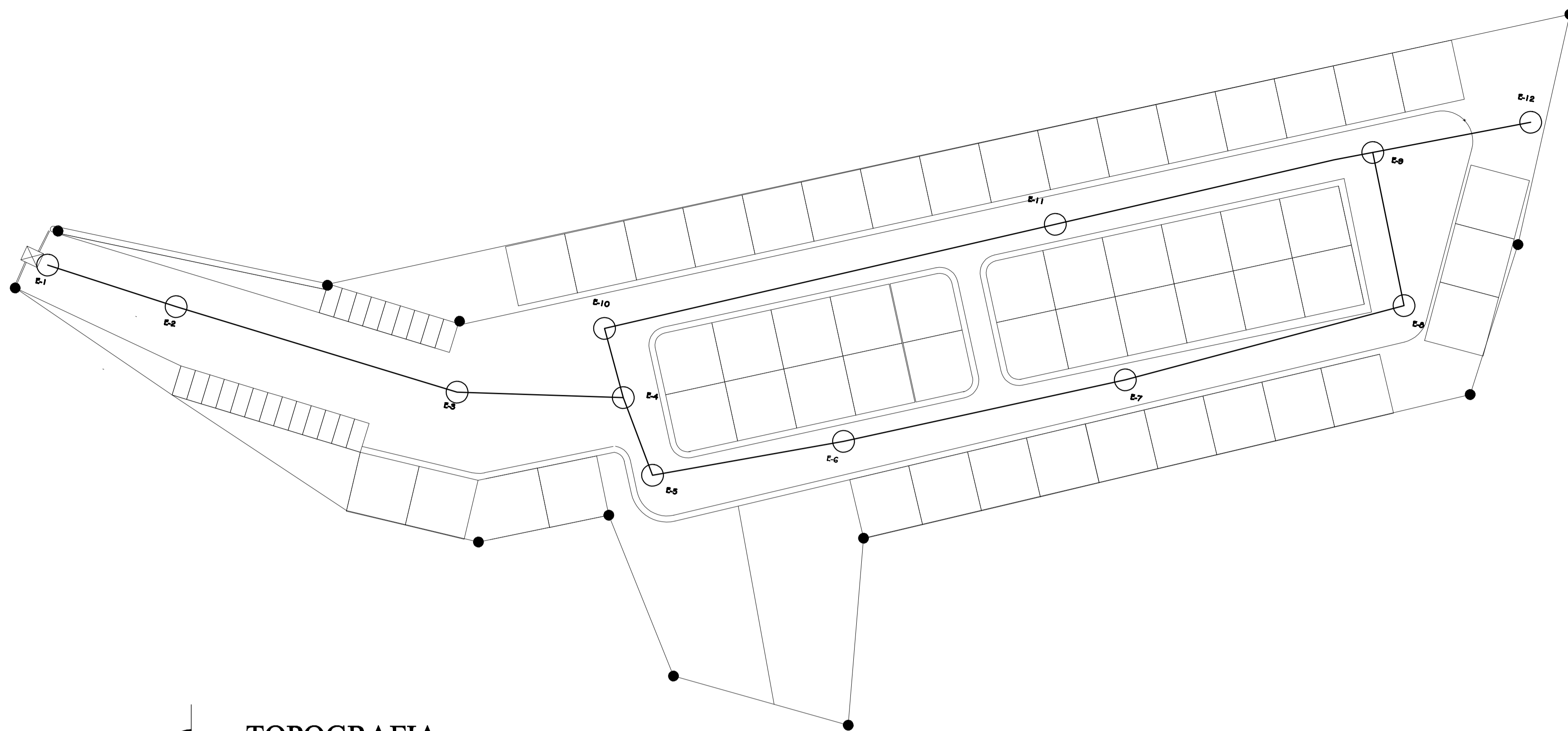
NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
HI	Altura de pozos de visita
S	Pendiente del terreno
S TUB	Pendiente de la tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
Ø	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
NORMA	ASTM 3034
⊠	Garita de ingreso

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: PROYECTO DE DRENAJE PARA LA ZONA URBANA DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PLANTA Y PERFIL DE DRENAJES	
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	FECHA: ENERO, 2010
SUPERVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CANTON: 2002-12928
H O J A 2 4	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	

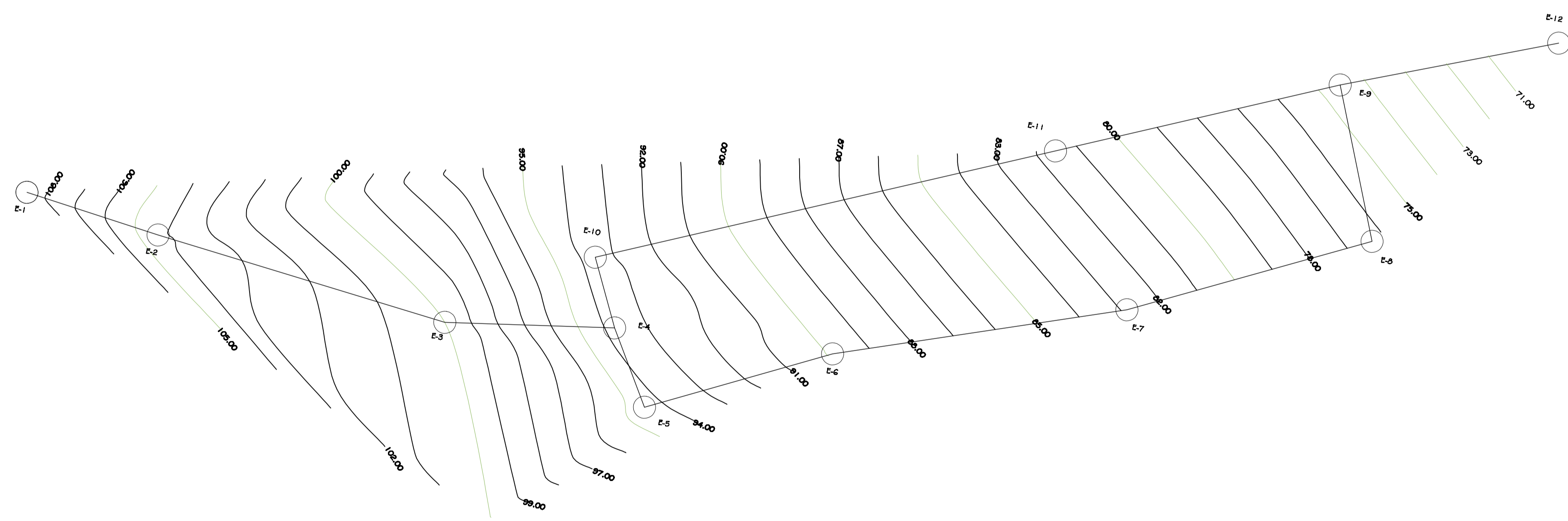


EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-1	E-2	97°56'18"	22.62
E-2	E-3	96°56'0"	49.17
E-3	E-4	81°54'0"	27.86
E-4	E-5	149°23'2"	13.88
E-5	E-6	64°9'5"	32.09
E-6	E-7	71°30'51"	48.83
E-7	E-8	64°25'41"	41.78
E-8	E-9	338°24'43"	26.17
E-4	E-10	334°46'50"	12.03
E-10	E-11	67°0'42"	77.46
E-11	E-9	66°58'31"	47.94
E-9	E-12	69°12'35"	36.53

EST.	P.O.	RUMBOS	DIST.mts.
E-1	E-2	S 82°3'42" E	22.62
E-2	E-3	S 83°4'0" E	49.17
E-3	E-4	N 81°54'0" E	27.86
E-4	E-5	S 30°36'58" E	13.88
E-5	E-6	N 64°9'5" E	32.09
E-6	E-7	N 71°30'51" E	48.83
E-7	E-8	N 64°25'41" E	41.78
E-8	E-9	N 21°35'17" W	26.17
E-4	E-10	N 25°13'10" W	12.03
E-10	E-11	N 67°0'42" E	77.46
E-11	E-9	N 66°58'31" E	47.94
E-9	E-12	N 69°12'35" E	36.53



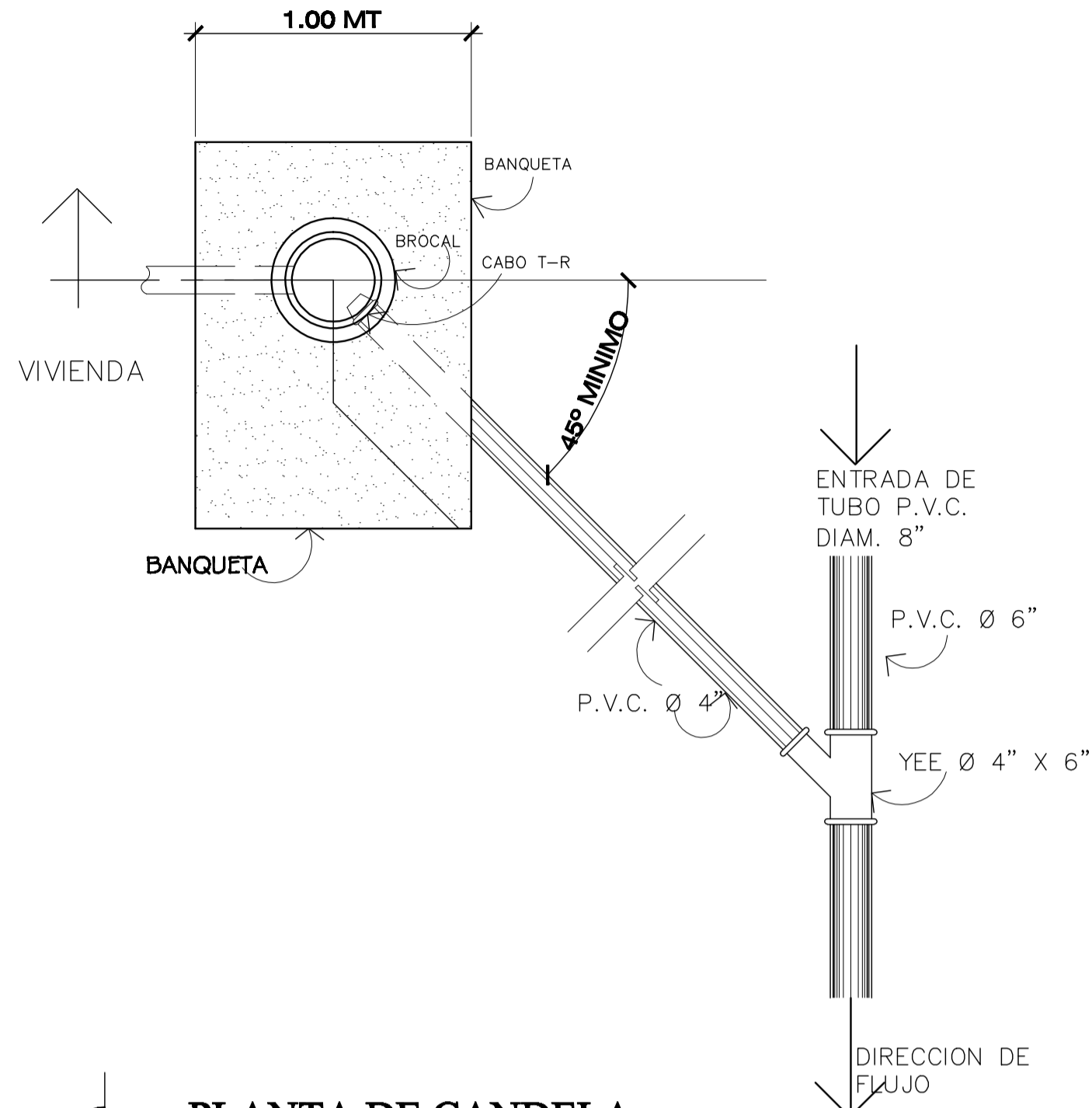
TOPOGRAFIA
ESCALA 1/500



CURVAS DE NIVEL
ESCALA 1/500

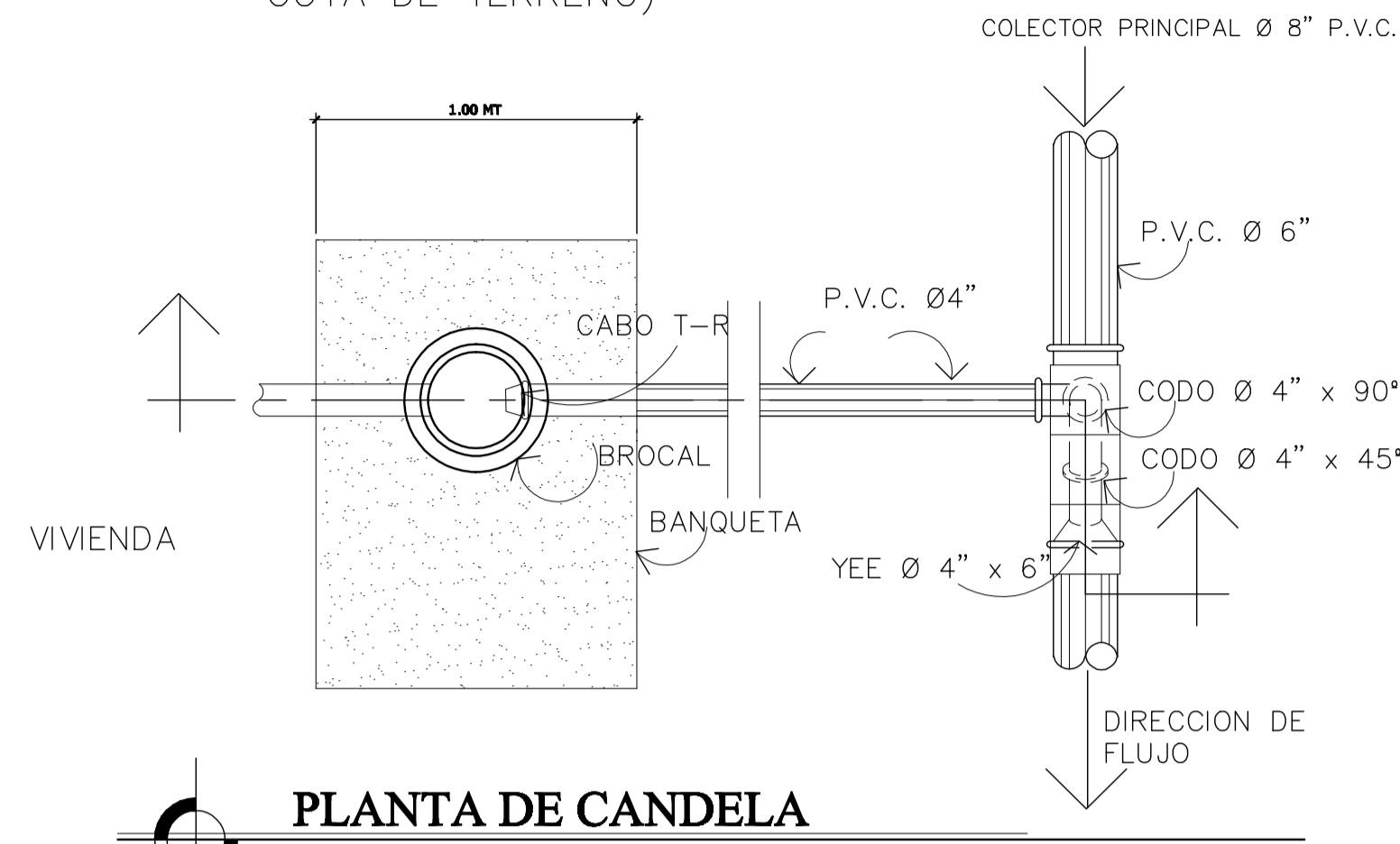
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO EN ALDEA CARBONERA SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: TOPOGRAFIA Y PLANO DE DENSIDAD	
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	FECHA: ENERO, 2010
SUPERVISION: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CATEGORIA: 2002-12928
H O J A 1 4	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	

PARA COLECTOR PRINCIPAL CON PROFUNDIDAD DE HASTA 2.50m. (DE COTA INVERT A COTA DE TERRENO)

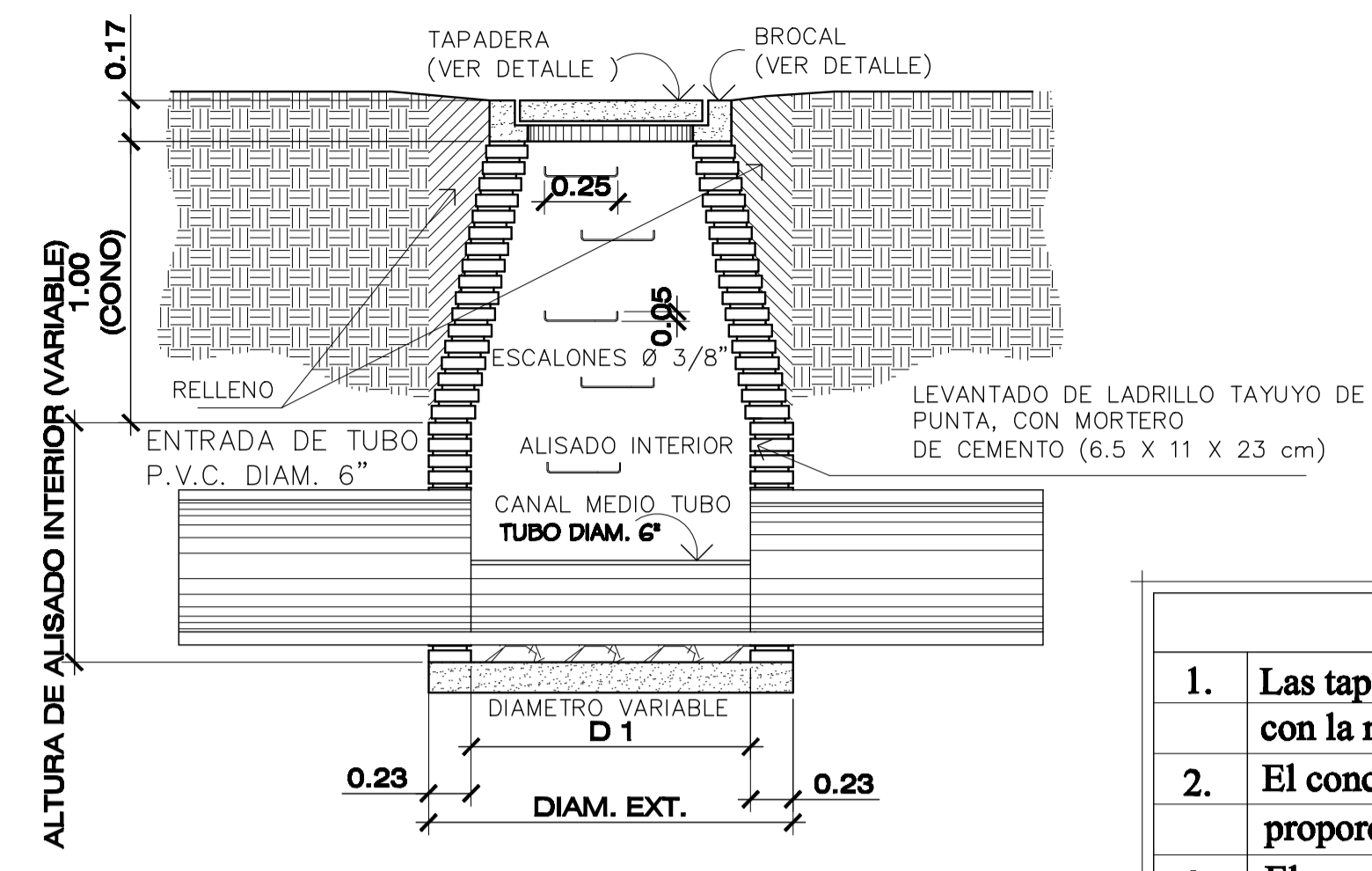


PLANTA DE CANDELA
ESCALA: SIN ESCALA

PARA COLECTOR PRINCIPAL CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2.50m. (DE COTA INVERT A COTA DE TERRENO)

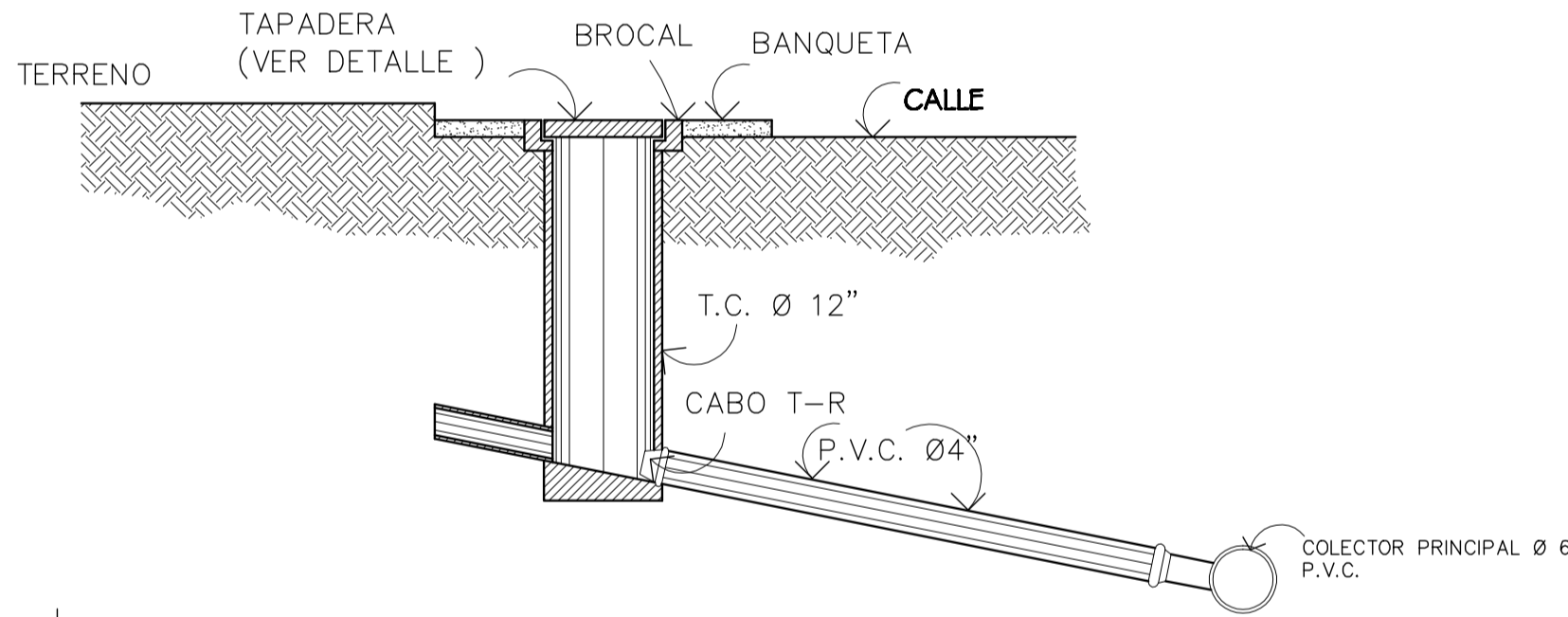


PLANTA DE CANDELA
ESCALA: SIN ESCALA

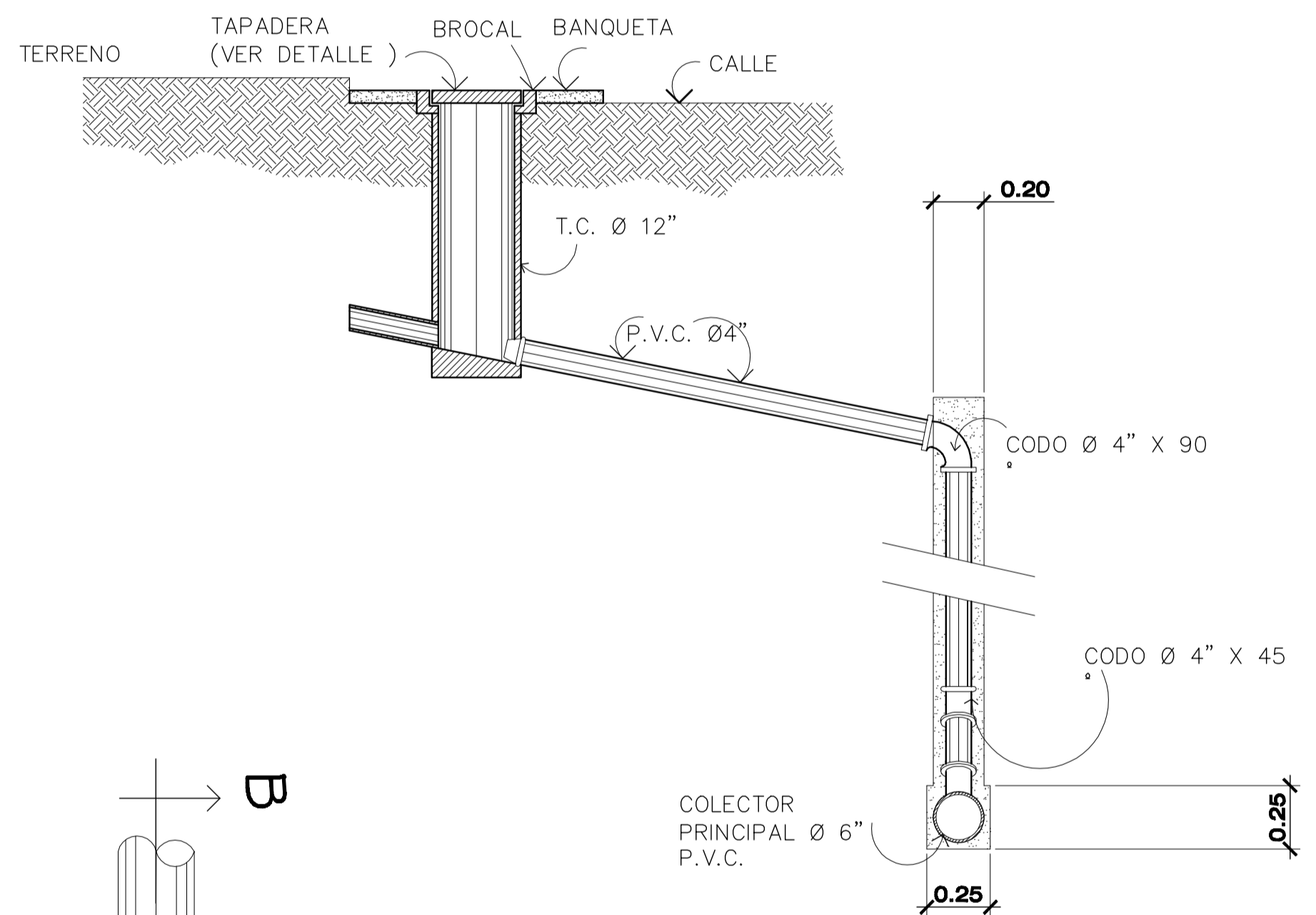


SECCIÓN B-B'
ESCALA: SIN ESCALA

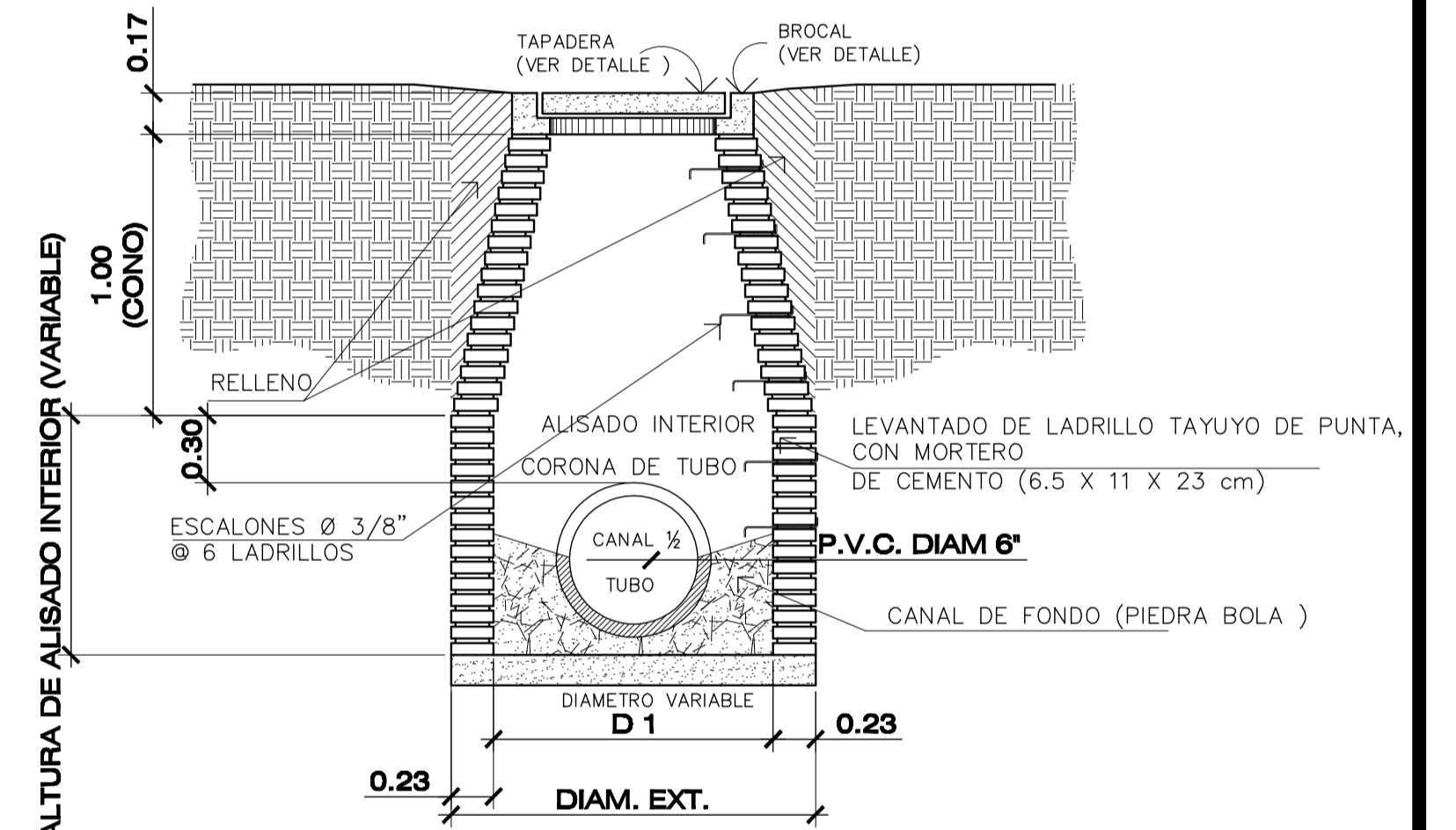
ESPECIFICACIONES	
1.	Las tapaderas de los pozos de visita deberá identificarse con la nomenclatura del plano de red central
2.	El concreto deberá tener un F'c de 210 kg/cm ² proporción 1:2:3
3.	El mortero deberá ser de cemento y arena de río, con proporción 1:3 (6 sacos de cemento y 16 carret. de arena)
4.	Los brocales y las tapaderas de los pozos deberán usarse según especificaciones A.C.I. antes de su instalación
5.	El acero a utilizar será Fy= 2810 kg/cm ²
6.	La tubería del sistema estará bajo la norma ASTM 3034



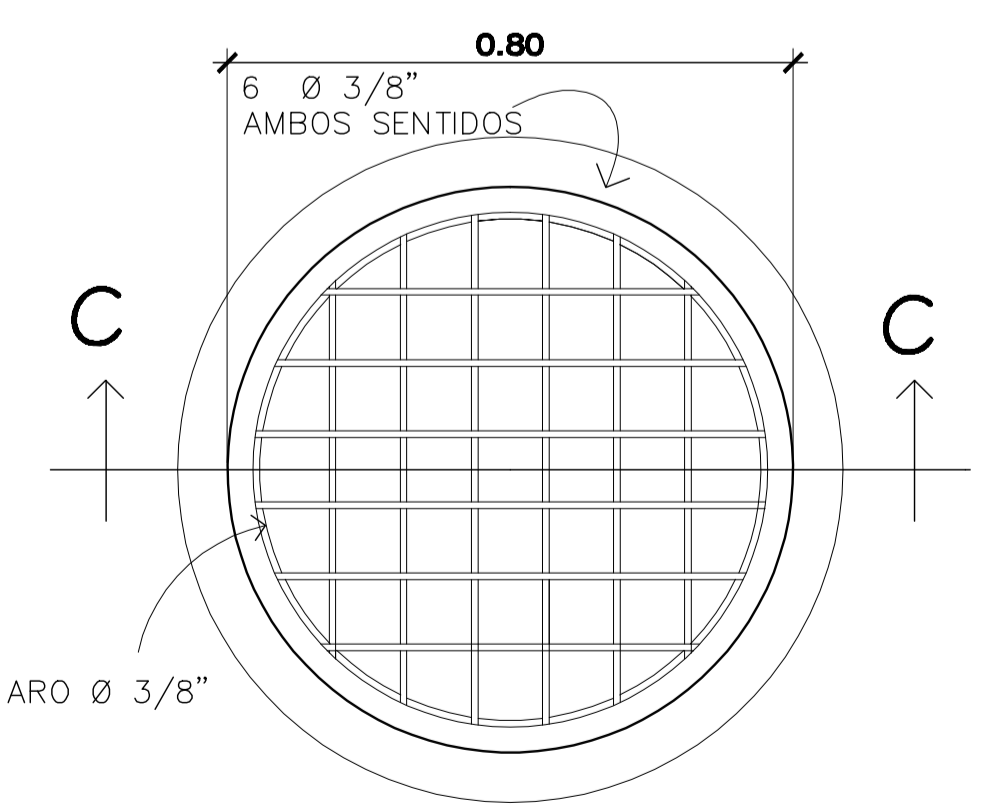
SECCIÓN CANDELA ALTURA HASTA 2.50
ESCALA: SIN ESCALA



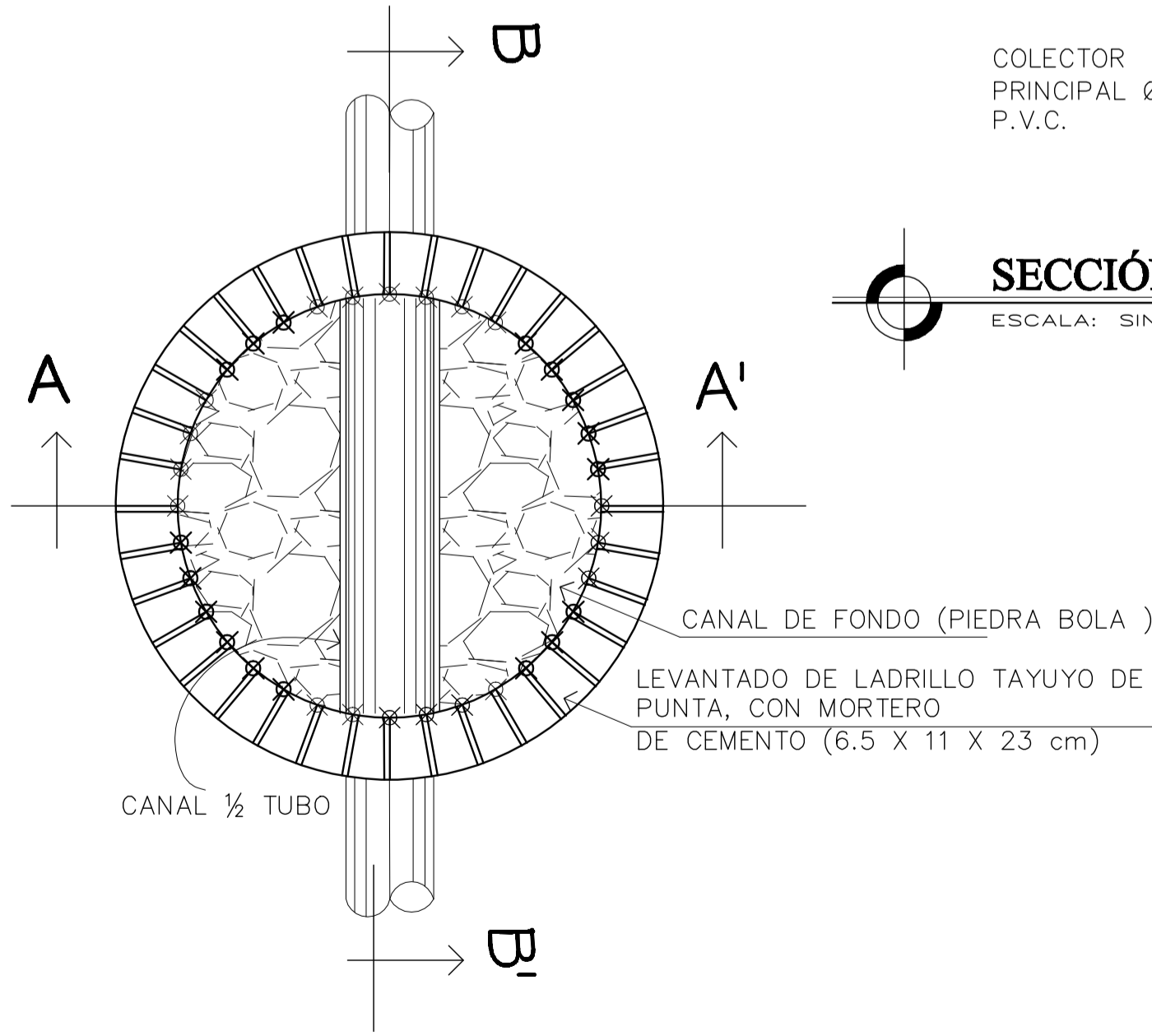
SECCIÓN CANDELA ALTURA HASTA 2.50
ESCALA: SIN ESCALA



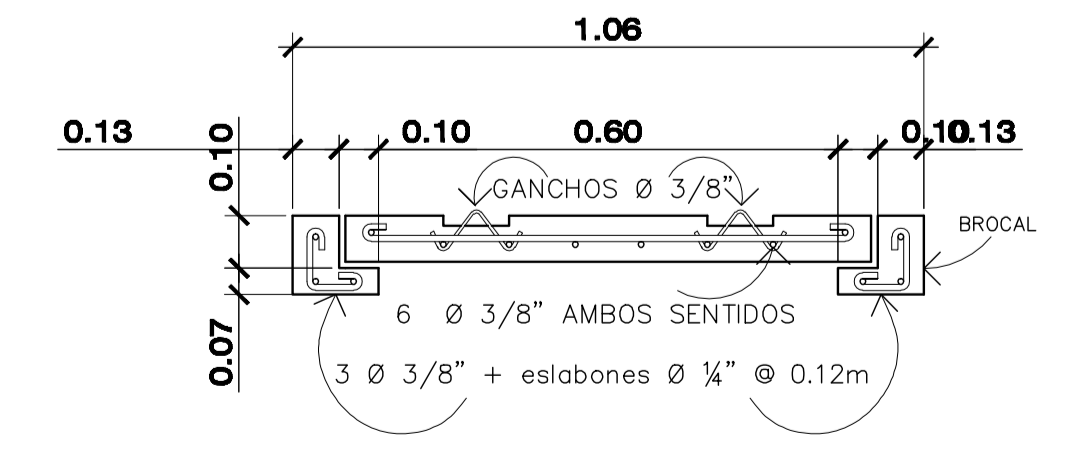
SECCIÓN A-A'
ESCALA: SIN ESCALA



PLANTA POZO VISITA
ESCALA: SIN ESCALA



PLANTA POZO VISITA
ESCALA: SIN ESCALA



SECCIÓN C-C' POZO VISITA
ESCALA: SIN ESCALA

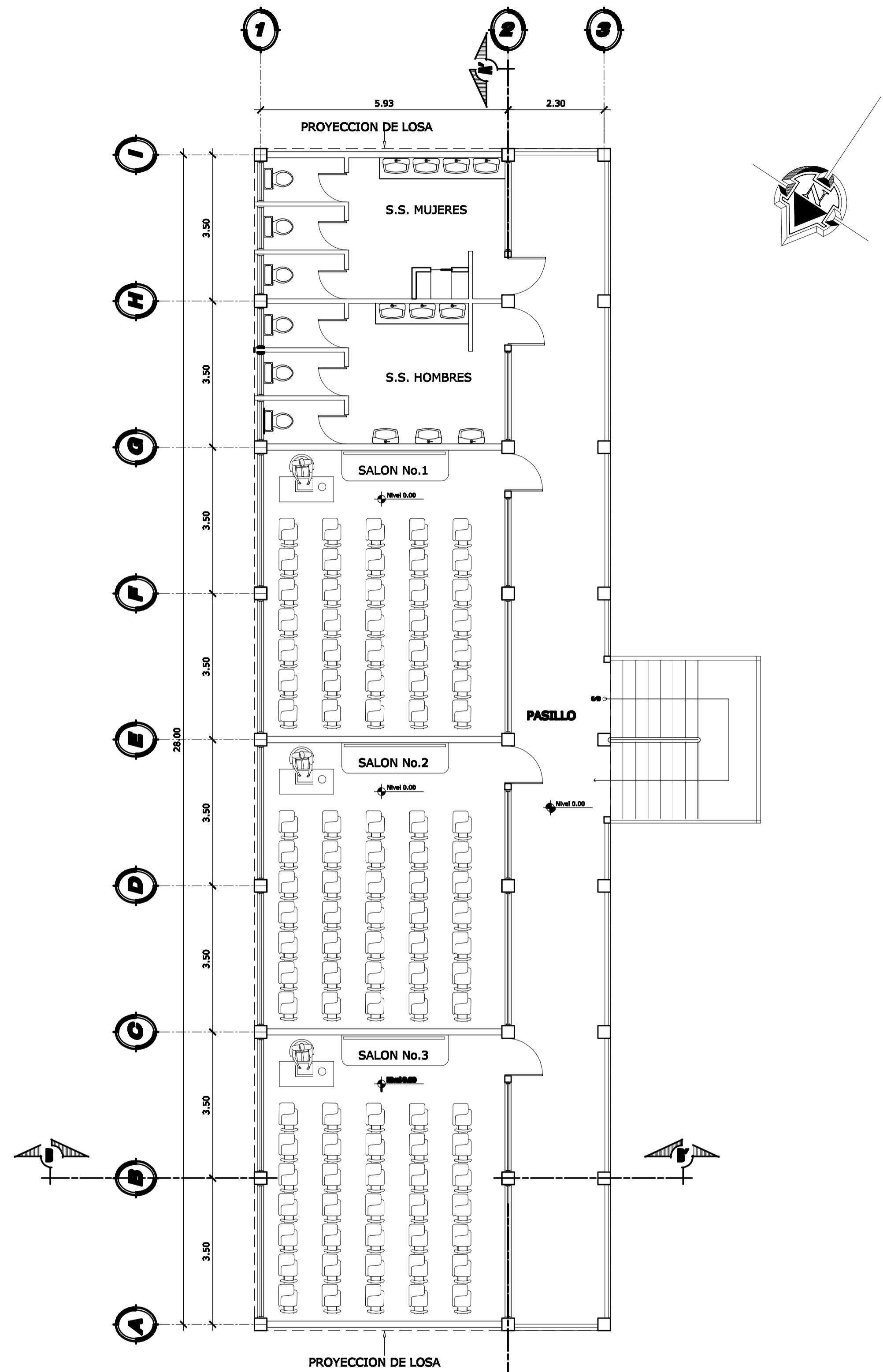
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: **DETALLES DE DRENAJES**

CONTEXTO:	DETALLES DE DRENAJES	
DISEÑO Y DIBUJO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	FECHA: ENERO, 2010
SUPERVISOR:	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CÓDIGO: 2002-12928

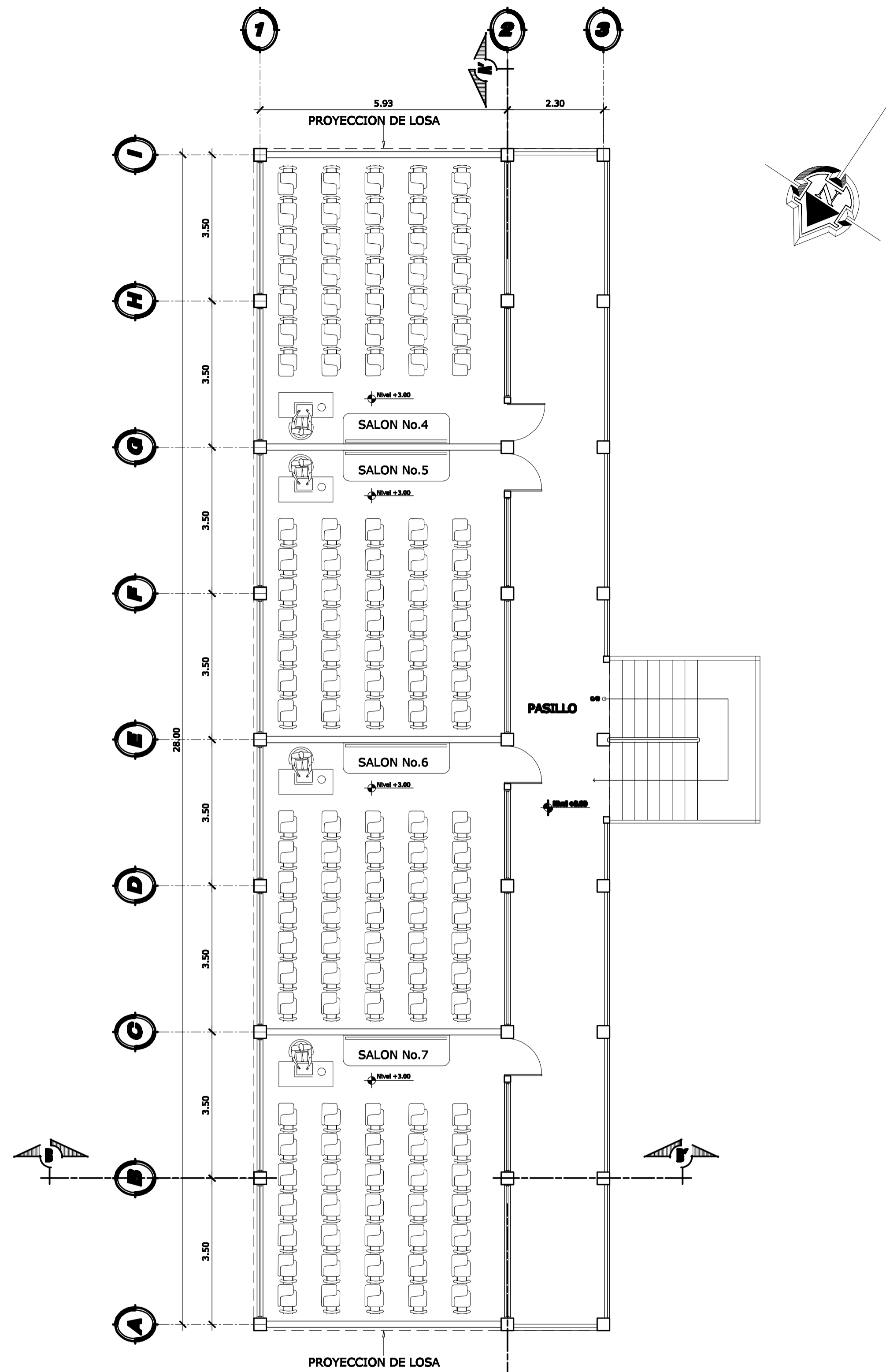
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

H O J A
4 / 4



PLANTA PRIMER NIVEL
Amueblada

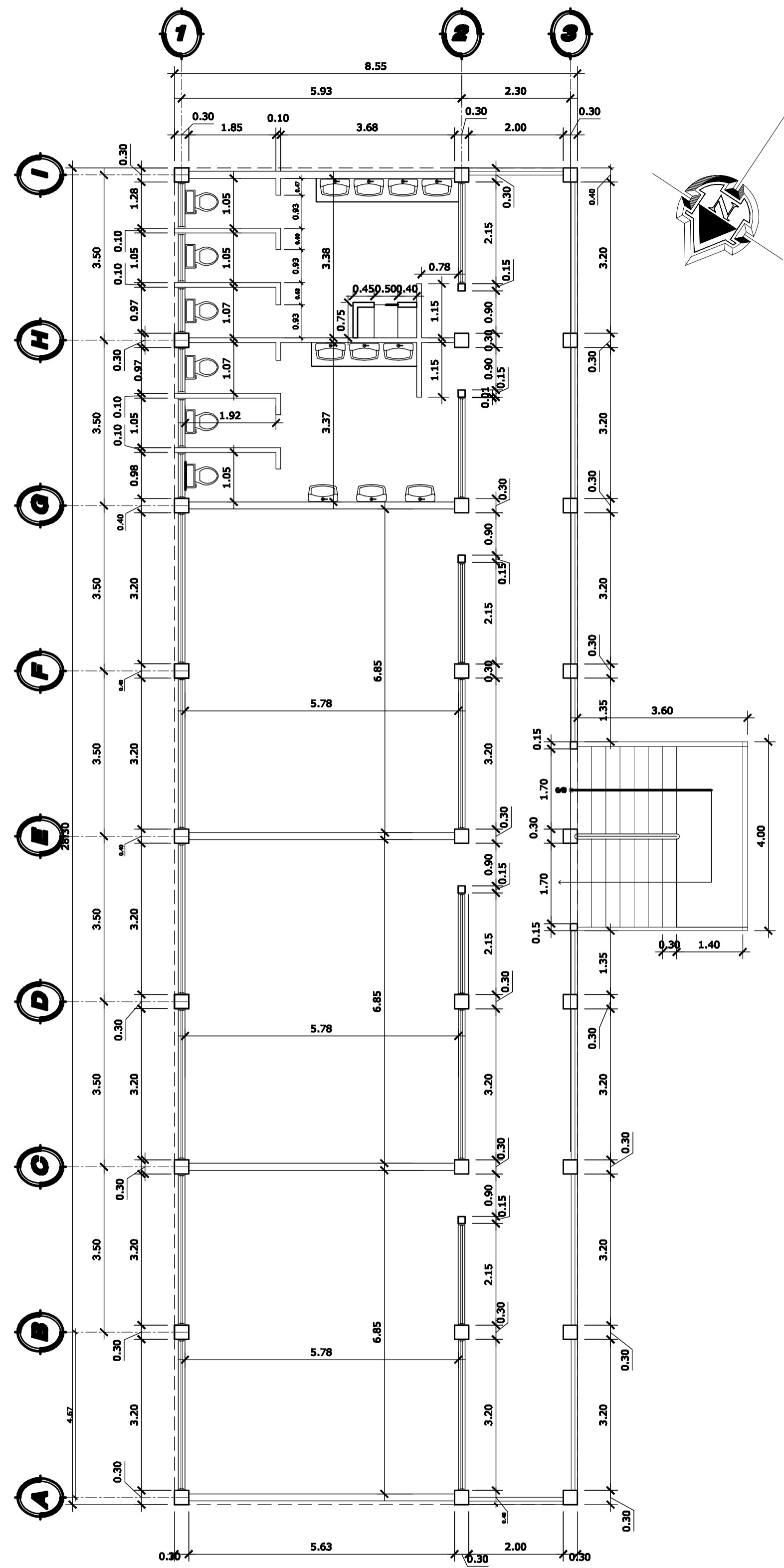
ESCALA 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
Amueblada

ESCALA 1/75

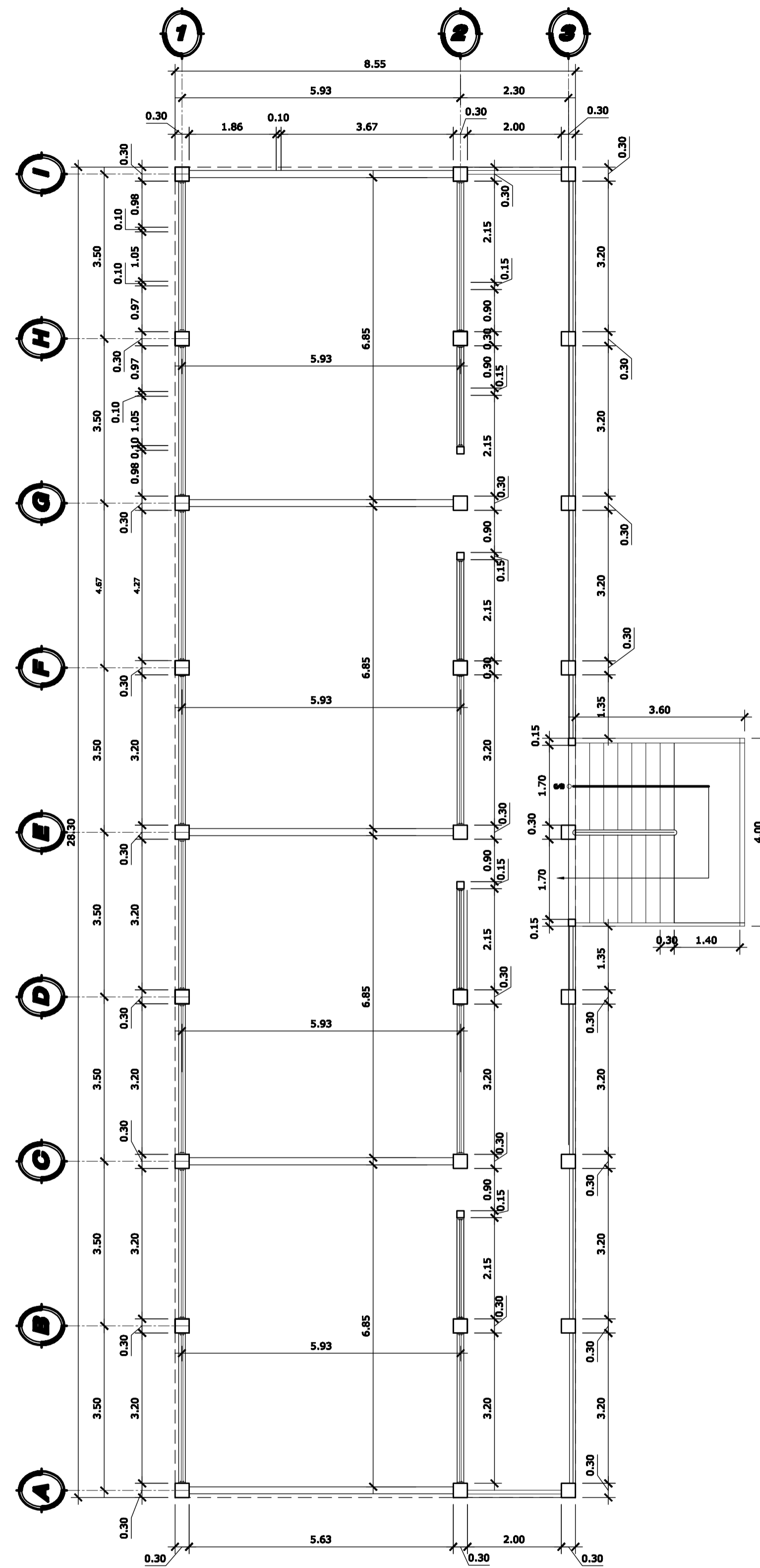
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
PROYECTO: PLANTA AMUEBLADA			
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA			
DISEÑO Y DIBUJO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	FECHA:	Mayo de 2010
SUPERVISION:	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CÓDIGO:	2002-12928
			H O J A 1 / 11
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA			



PLANTA PRIMER NIVEL

Acotada


ESCALA 1/75

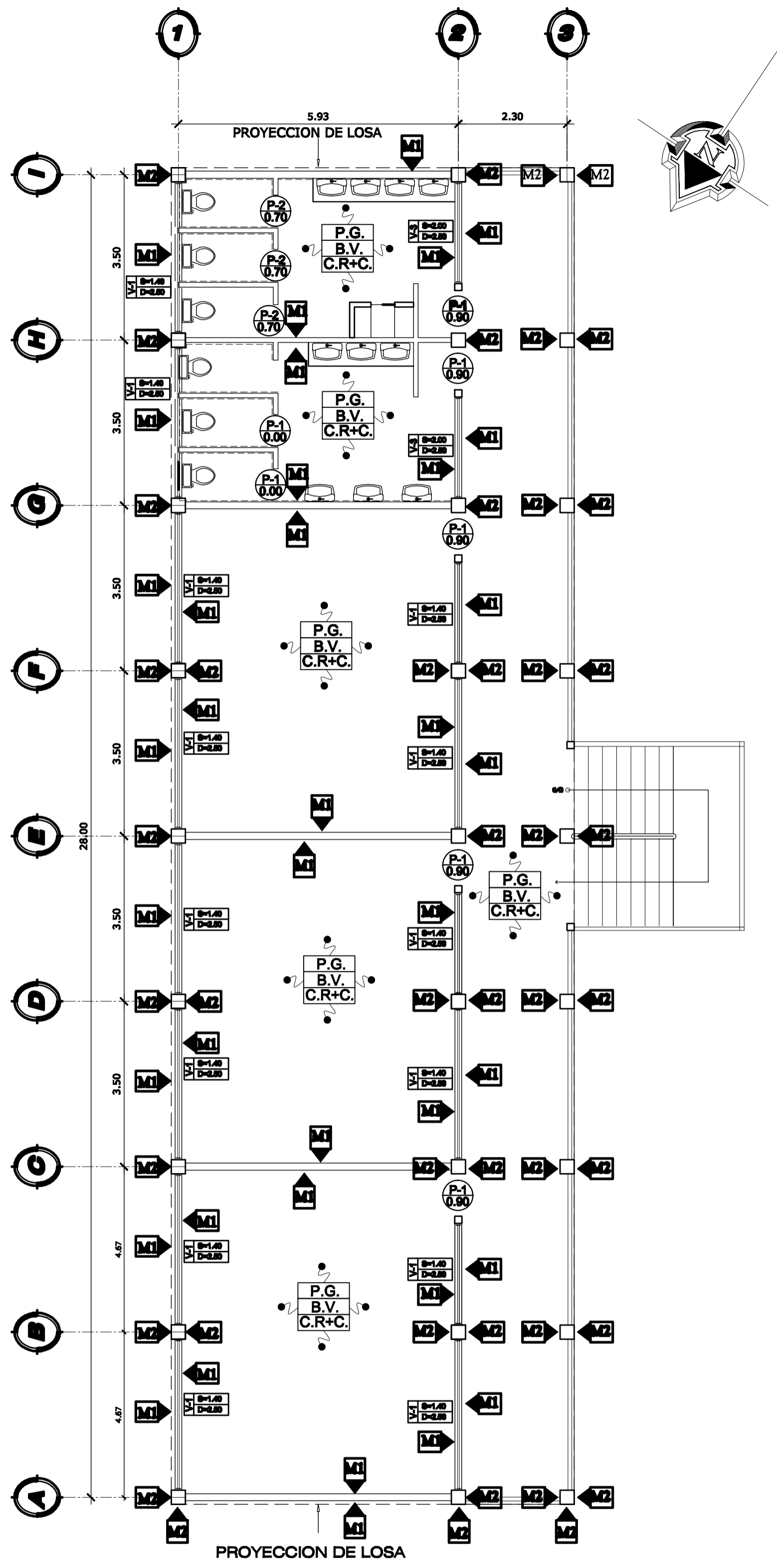


PLANTA SEGUNDO NIVEL

Acotada

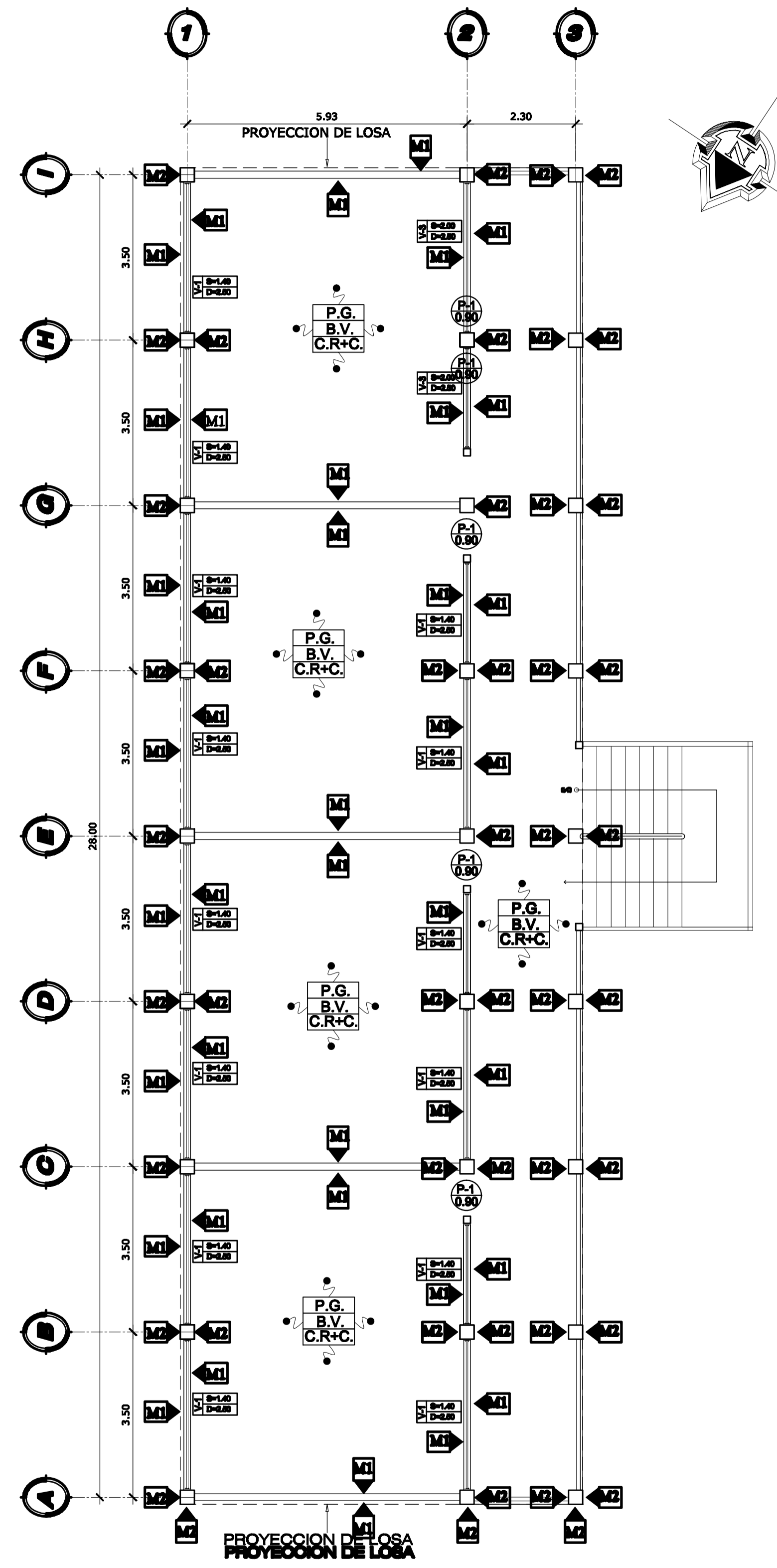
ESCALA 1/75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA	
AUTORE Y DISEÑO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	FECHA: Mayo de 2010
SUPERVISIÓN: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CATEGORÍA: 2002-12928
H O J A <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> 2 </div>	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	



PLANTA PRIMER NIVEL
Acabados

ESCALA 1/100



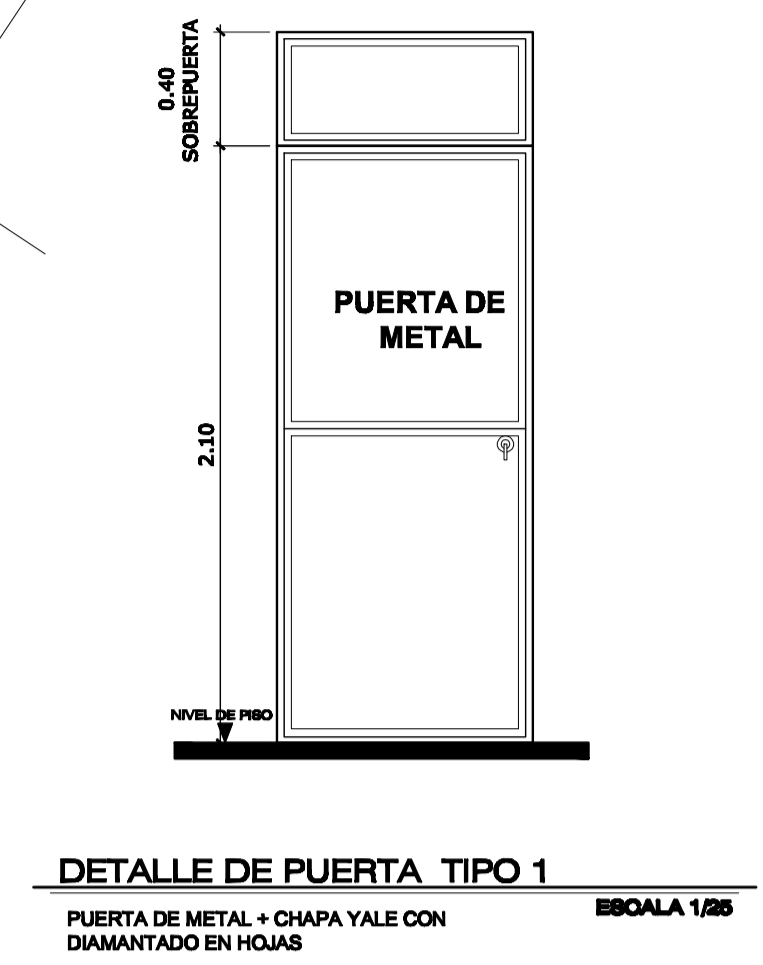
PLANTA SEGUNDO NIVEL
Acabados

ESCALA 1/75

PLANILLA DE PUERTAS					
TIPO	ALTURA	ANCHO	MATERIAL	UNIDADES	SOBREMARCO
P-1	2.10 M	0.90 M	METAL	9 U	0.40 M
P-2	1.90	0.70	METAL	6 U	

NOTA: Las puertas se abriran hacia afuera con un abatimiento de 90 grados como mínimo

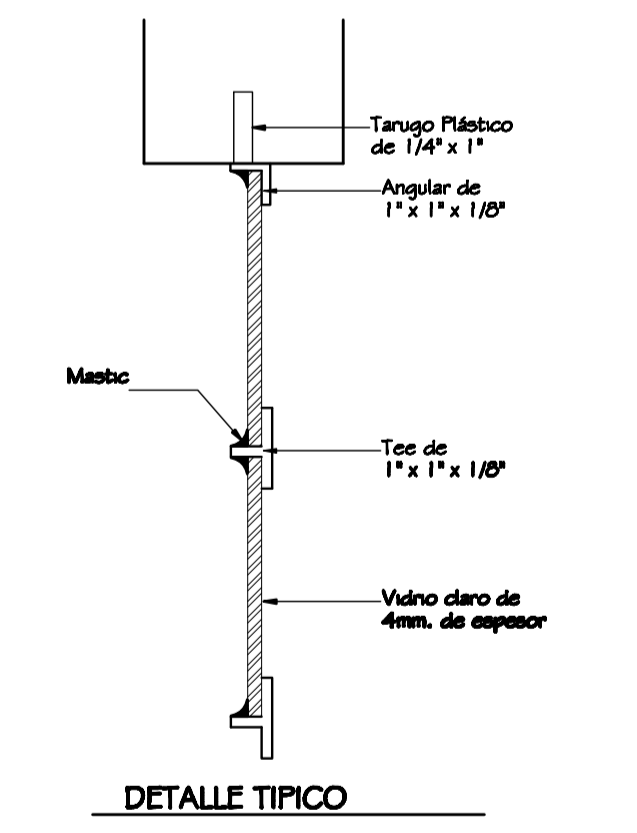
P-1 — INDICA PUERTA TIPO
0.00 — INDICA ANCHO DE PUERTA



PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	SILLAR	DINTEL	ALTURA	ANCHO	UNIDADES
V-1	1.40 M	2.50 M	1.10 M	3.20 M	21 U
V-2	1.40 M	2.50 M	1.10 M	2.15 M	7 U
V-3	2.00 M	2.50 M	0.50 M	2.15 M	2 U
V-4	2.00 M	2.50 M	0.50 M	3.20 M	2 U

INDICA TIPO DE VENTANA: V O S=0.00 — INDICA SILLAR
D=0.00 — INDICA DINTEL

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
P.G.	PISO DE GRANITO DE 25 X 25 cm.
B.V.	BLOCK VISTO
C. R.+C.	CIELO REPELLO + CERNIDO
---	AZULEJO EN PARED ALTURA 1.20 M
◀M2	CERNIDO DE CEMENTO GRIS
◀M1	LADRILLO DE BARRO COCIDO EXPUESTO CIBADO
PA	INDICA ACABADO EN PISO
MA	INDICA ACABADO EN MUROS
CA	INDICA ACABADOS EN TECHO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

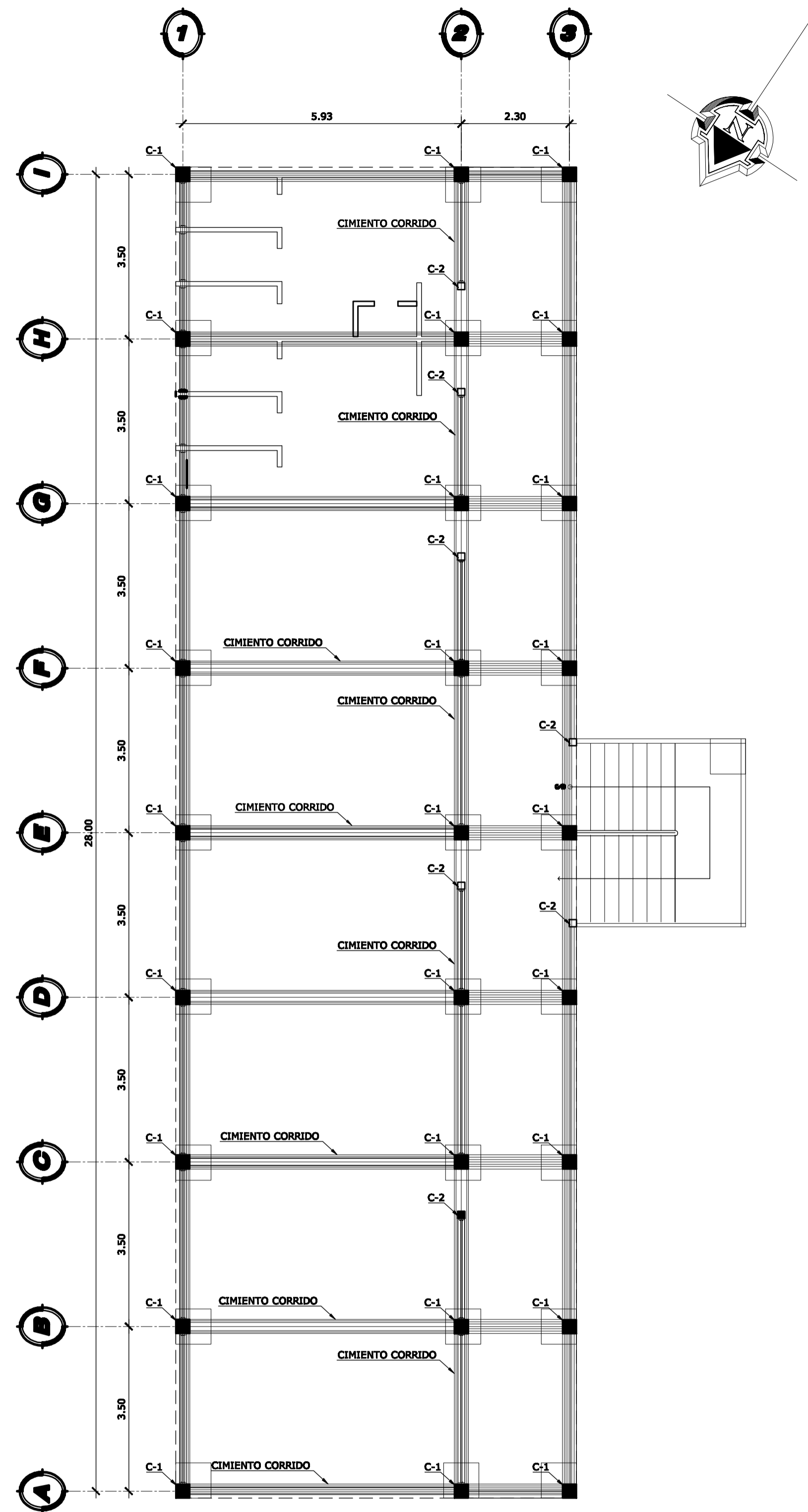
PROYECTO: **DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA**

CONTIENE: **PLANTA DE ACABADOS**

DISEÑO Y DISEÑO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	FECHA:	Mayo de 2010
SUPERVISIÓN:	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CÓDIGO:	2002-12928

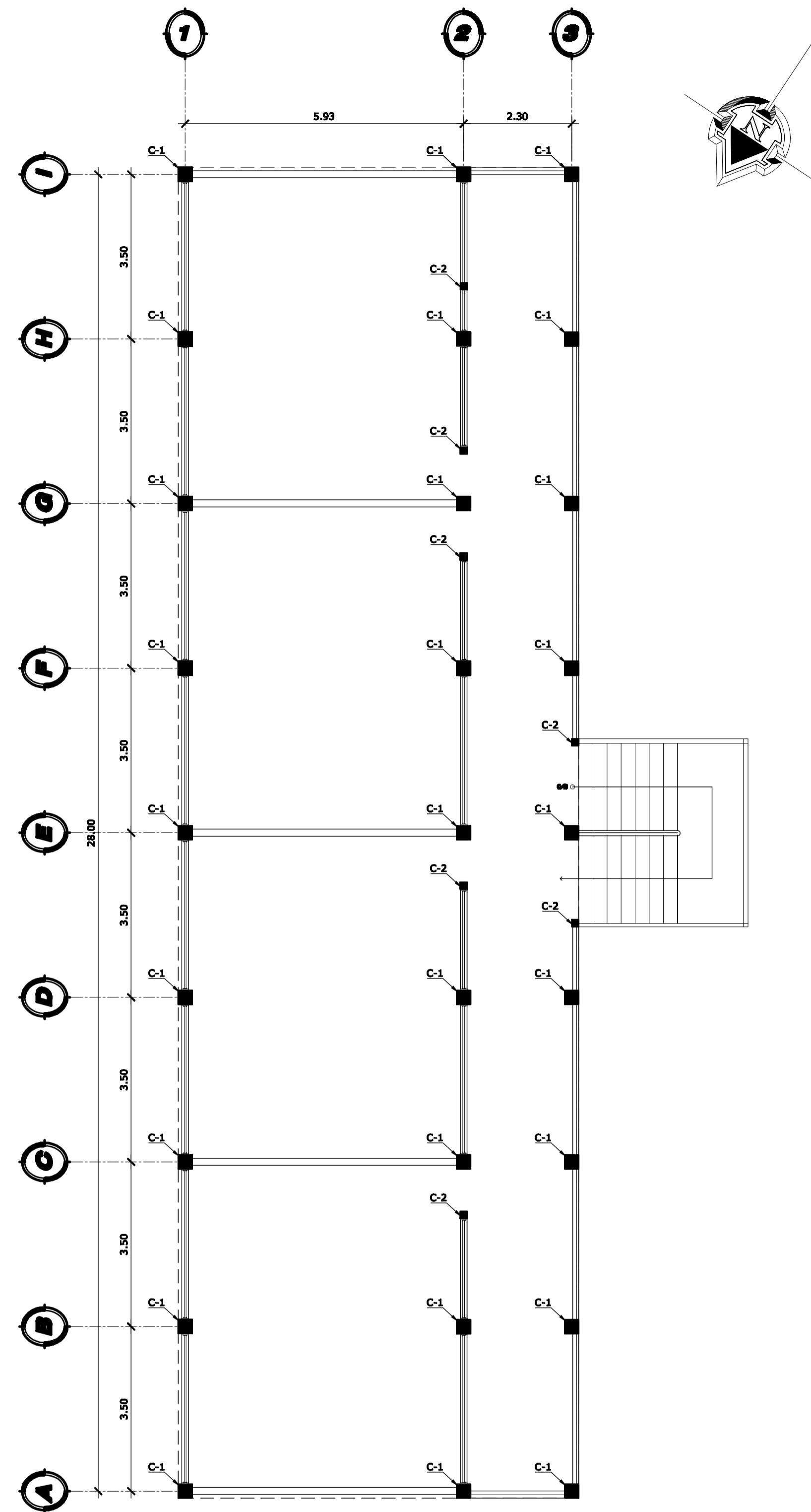
H O J A
3
11

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA



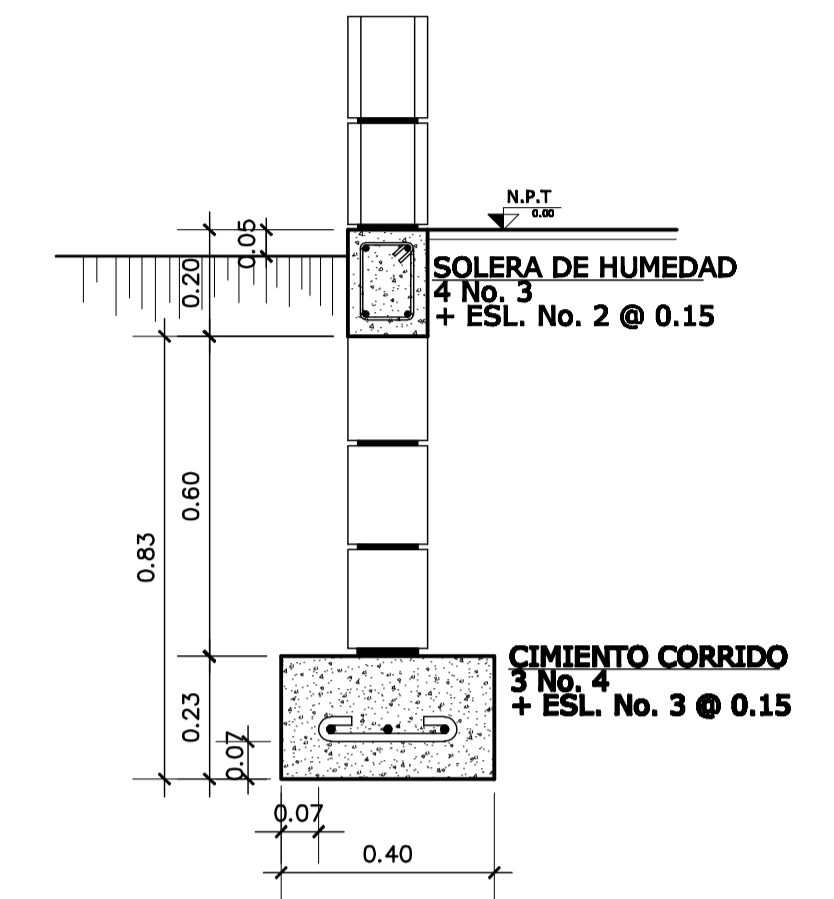
PLANTA PRIMER NIVEL
CIMENTACION Y COLUMNAS

ESCALA 1/75



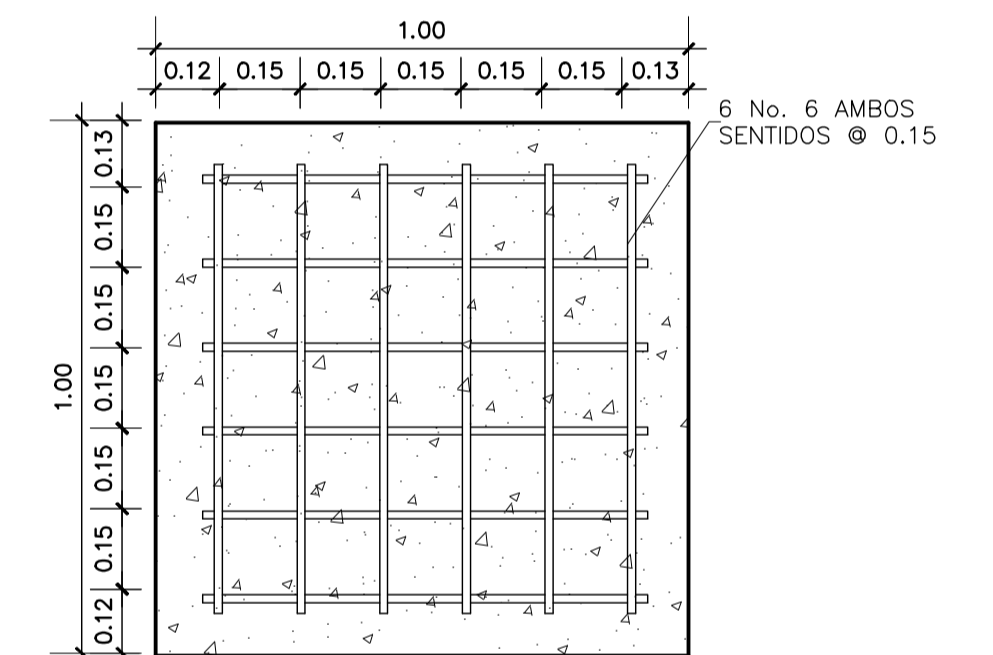
PLANTA SEGUNDO NIVEL
CIMENTACION Y COLUMNAS

ESCALA 1/75



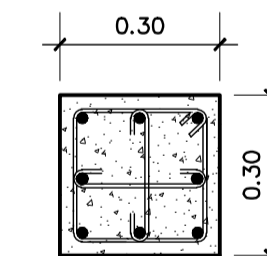
CIMIENTO CORRIDO

ESC. 1/10



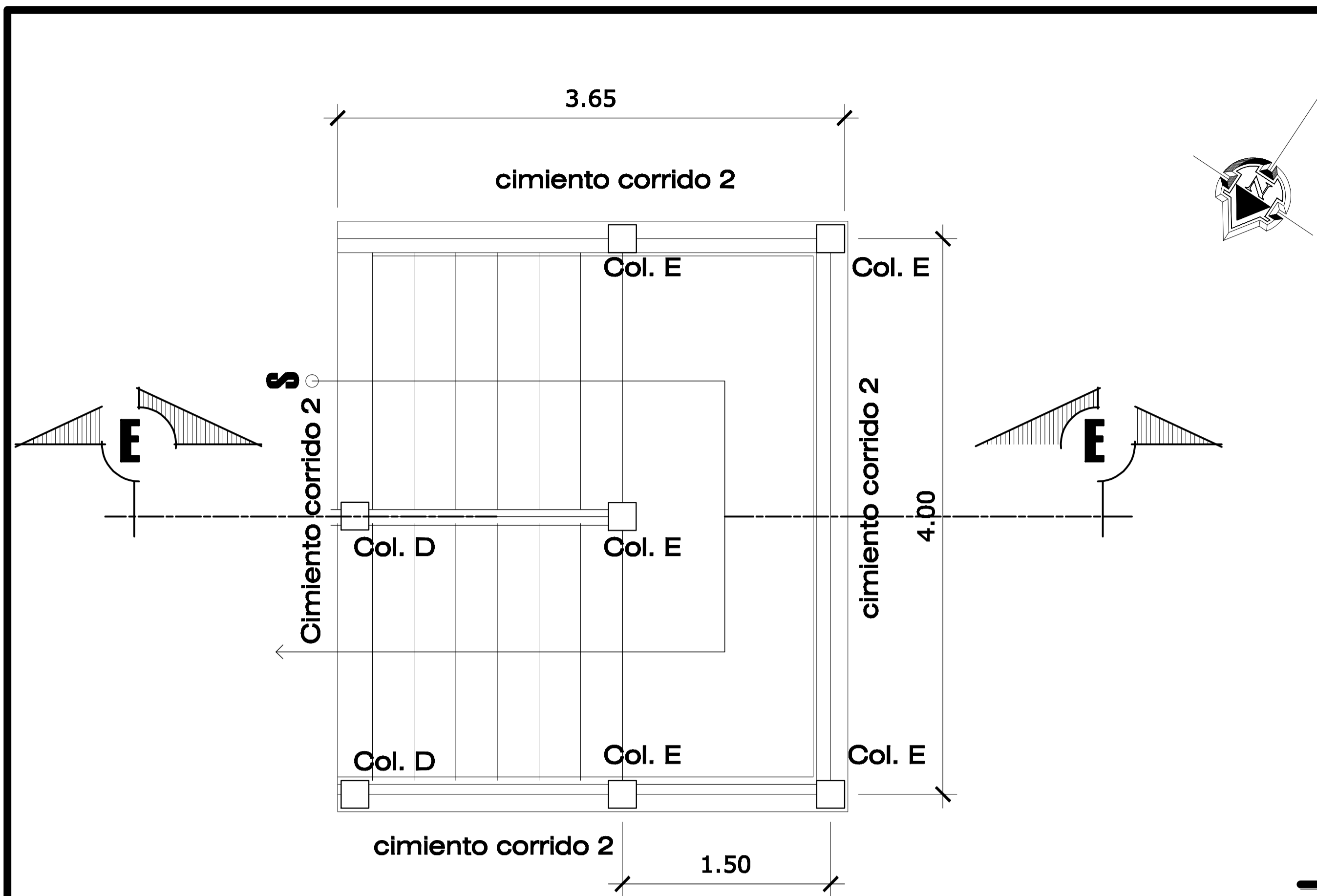
PLANTA DE ZAPATA

ESC. 1/10



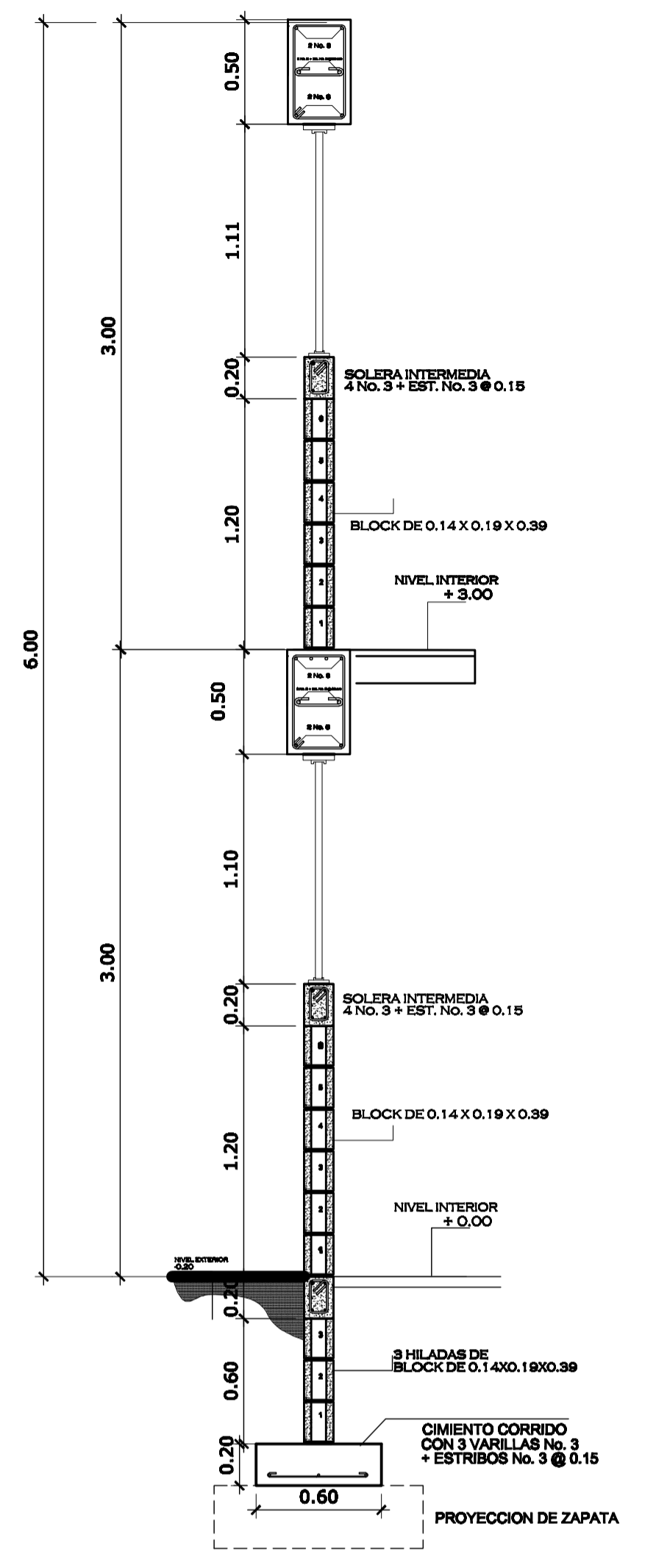
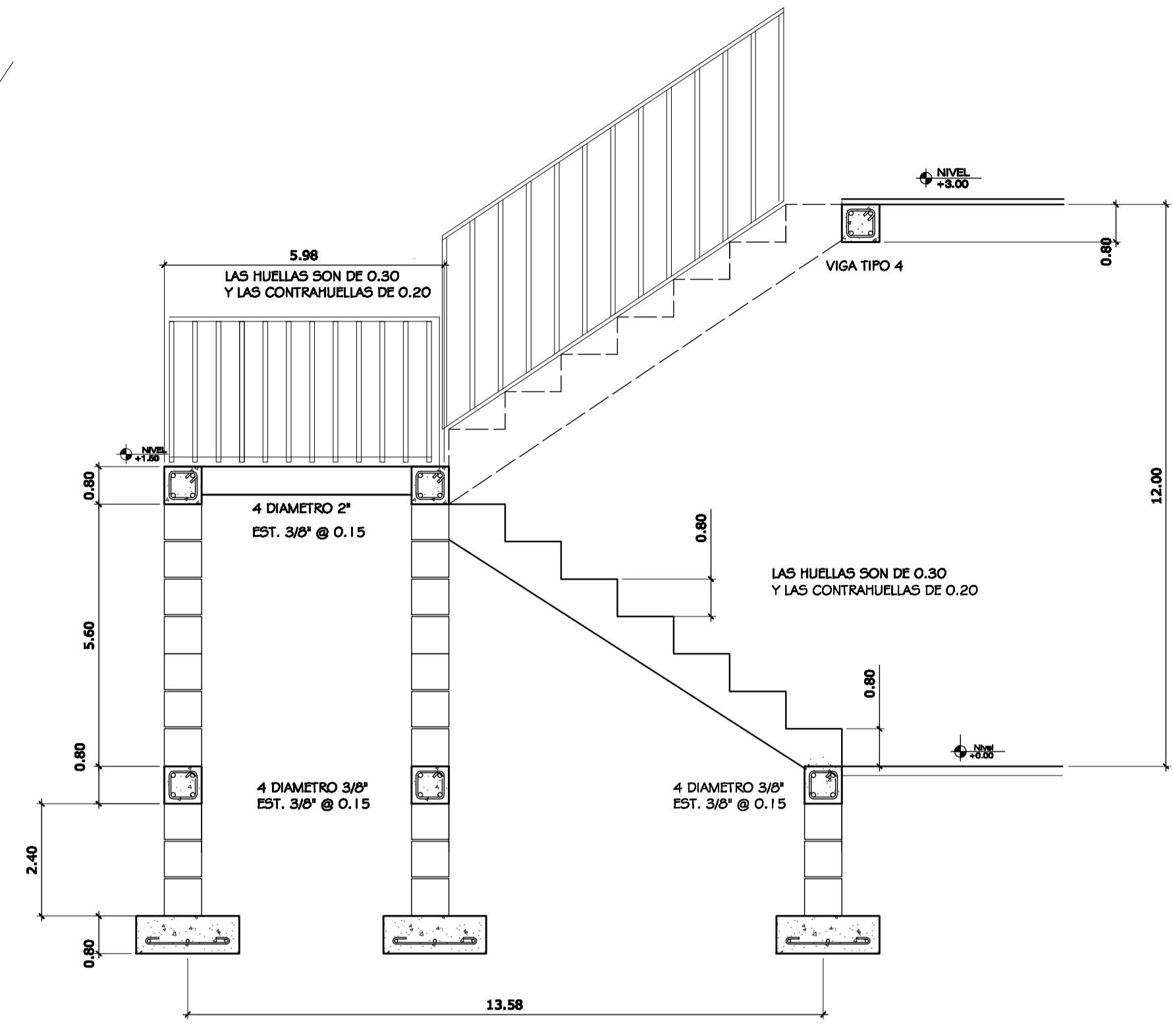
COLUMNA TIPO 1
8 No. 3 + EST.
No. 3 @ 0.15
ESC. 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
CONTENIDO: CIMENTACION Y COLUMNAS			
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	ESCALA: INDICADA		
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMIREZ	FECHA: Mayo de 2010		
SUPERVISION: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CANTON: 2002-12928		
			H O J A 4 / 11
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA			

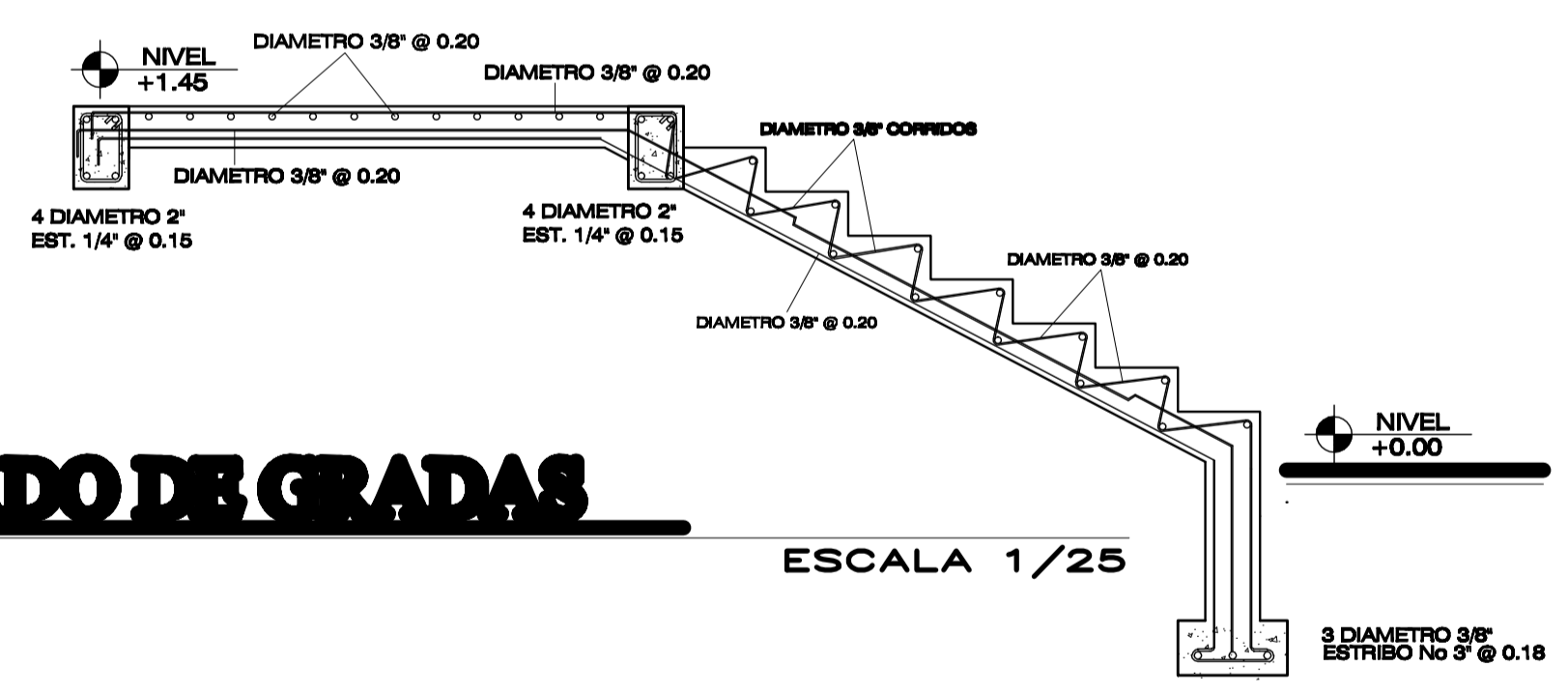


MODULO DE GRADAS
ESCALA 1/25

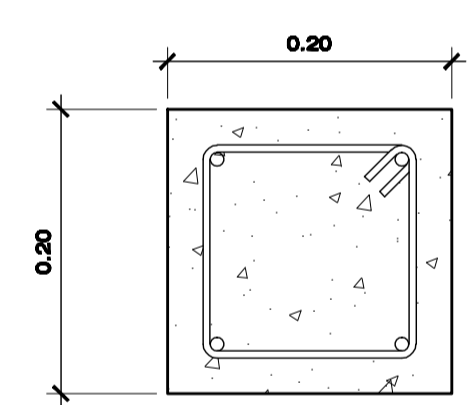
DETALLE DESARROLLO DE GRADAS
Sección E-E
ESCALA 1/25



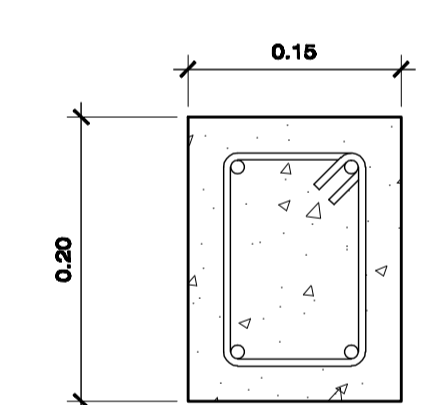
CORTE SECCION TYPICA
ESCALA 1/25



ARMADO DE GRADAS
ESCALA 1/25

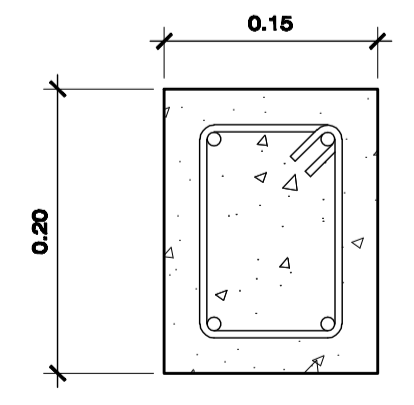


COLUMNA D y E
4 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.15
ESC. = 1/5

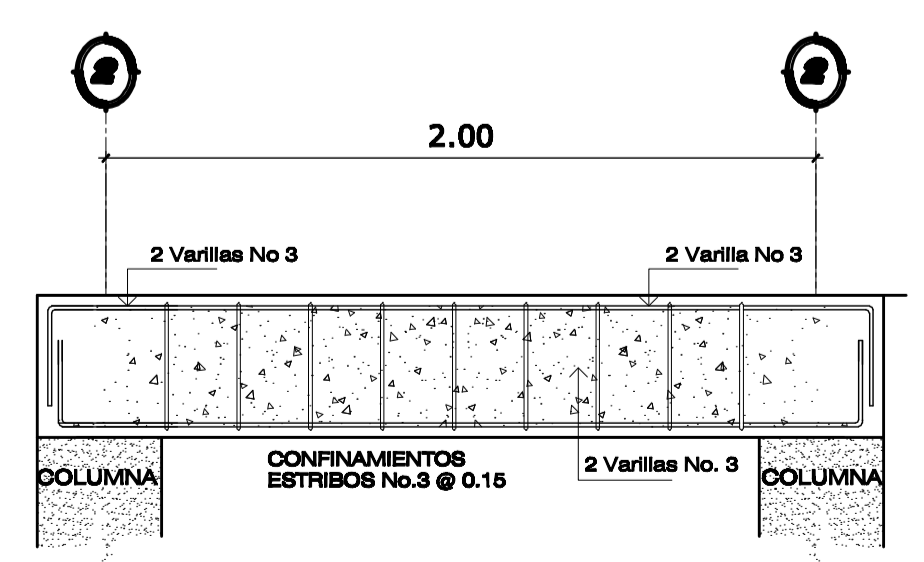


Solera de Humedad
4 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.15
ESC. = 1/5

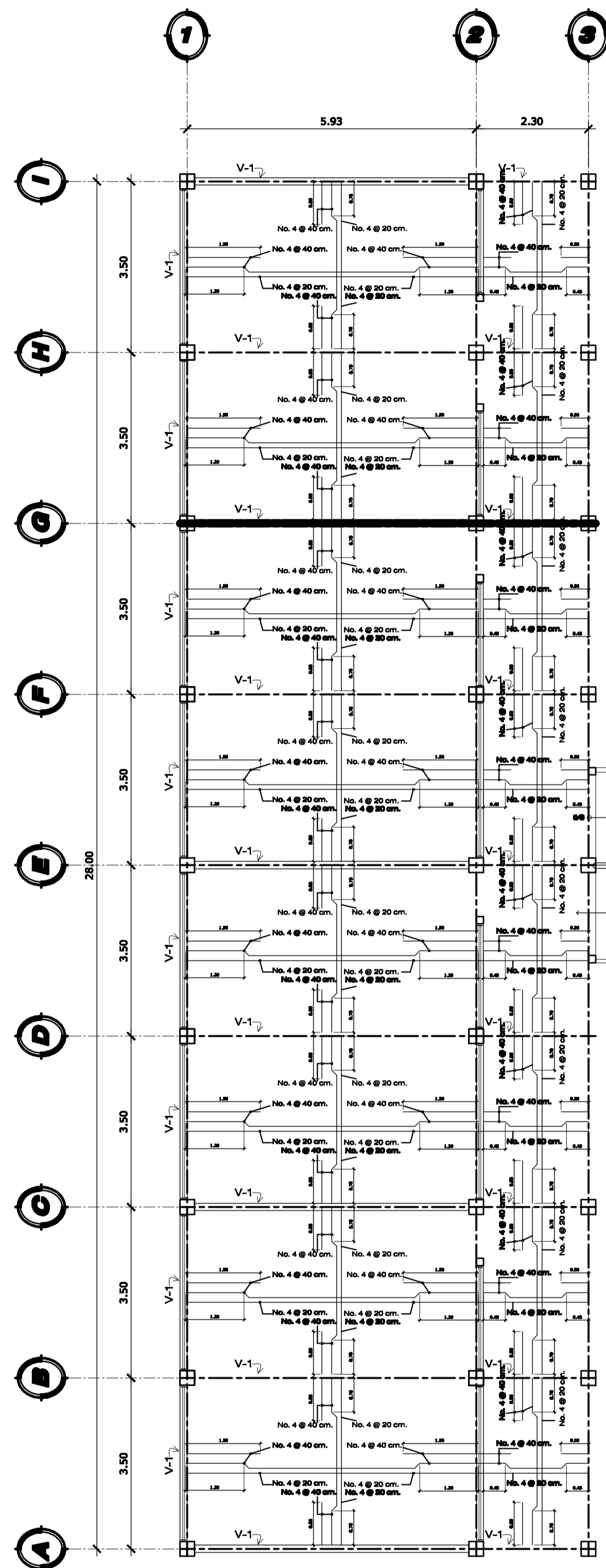
NOTA: Las columnas de tipo D tienen una altura total de 3.90 mts.
Y las columnas de tipo e una altura de 2.40mts



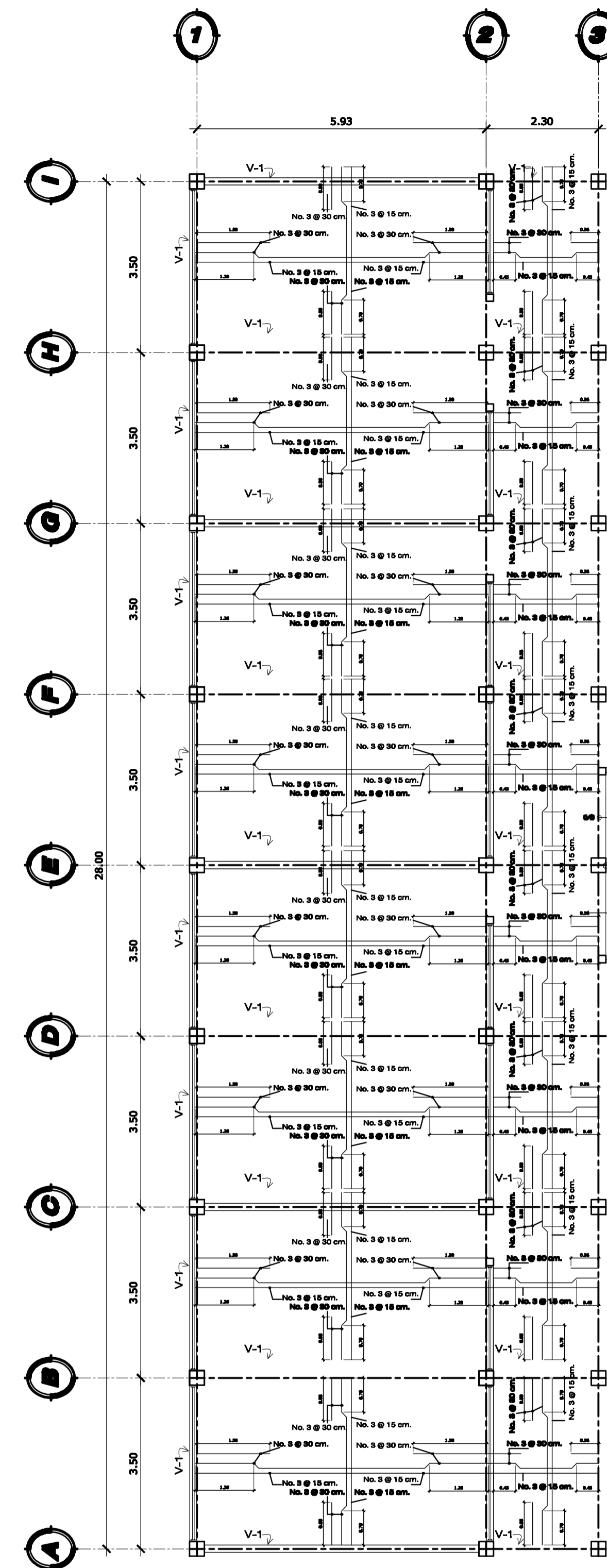
VIGA TIPO 4
4 No. 4 + EST. No. 3 @ 0.15
ESC. = 1/5



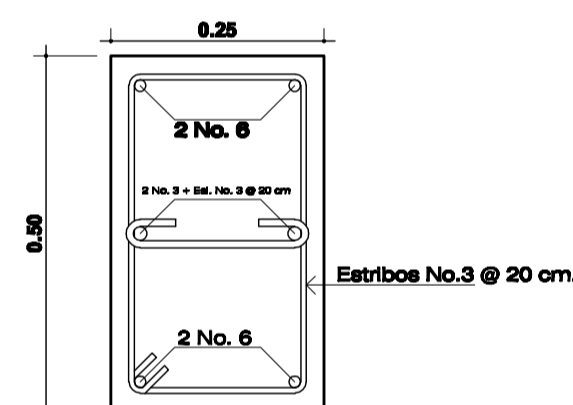
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
CONTENIDO: PLANTA DE GRADAS			
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO BALGUERO RAMÍREZ	ESCALA: INDICADA		
DIBUJO: ROLMY ORLANDO BALGUERO RAMÍREZ	FECHA: Mayo de 2010		
SUPERVISIÓN: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CANTON: 2002-12928		
		H O J A 5 11	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA			



NOTA: ARMADO DE LOSAS
CON ACERO No. 3 @ 0.18 ENTRE
TENSION Y BASTON Y @ 0.18
ENTRE RIELES PARA LOSA DE
PRIMER NIVEL



NOTA: ARMADO DE LOSAS
CON ACERO No. 3 @ 0.18 ENTRE
TENSION Y BASTON Y @ 0.18
ENTRE RIELES PARA LOSA DE
SEGUNDO NIVEL



VIGA TIPO V-1
ESQ. 1/10

PLANTA PRIMER NIVEL

Armado de Losas

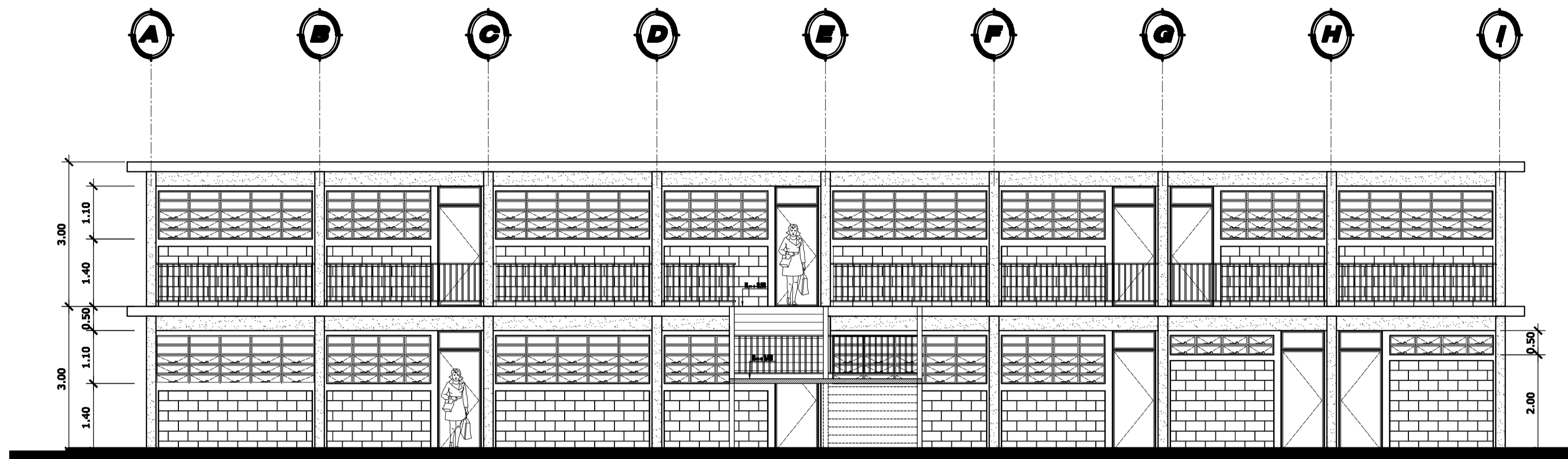
ESCALA 1/75

PLANTA SEGUNDO NIVEL

Armado de Losas

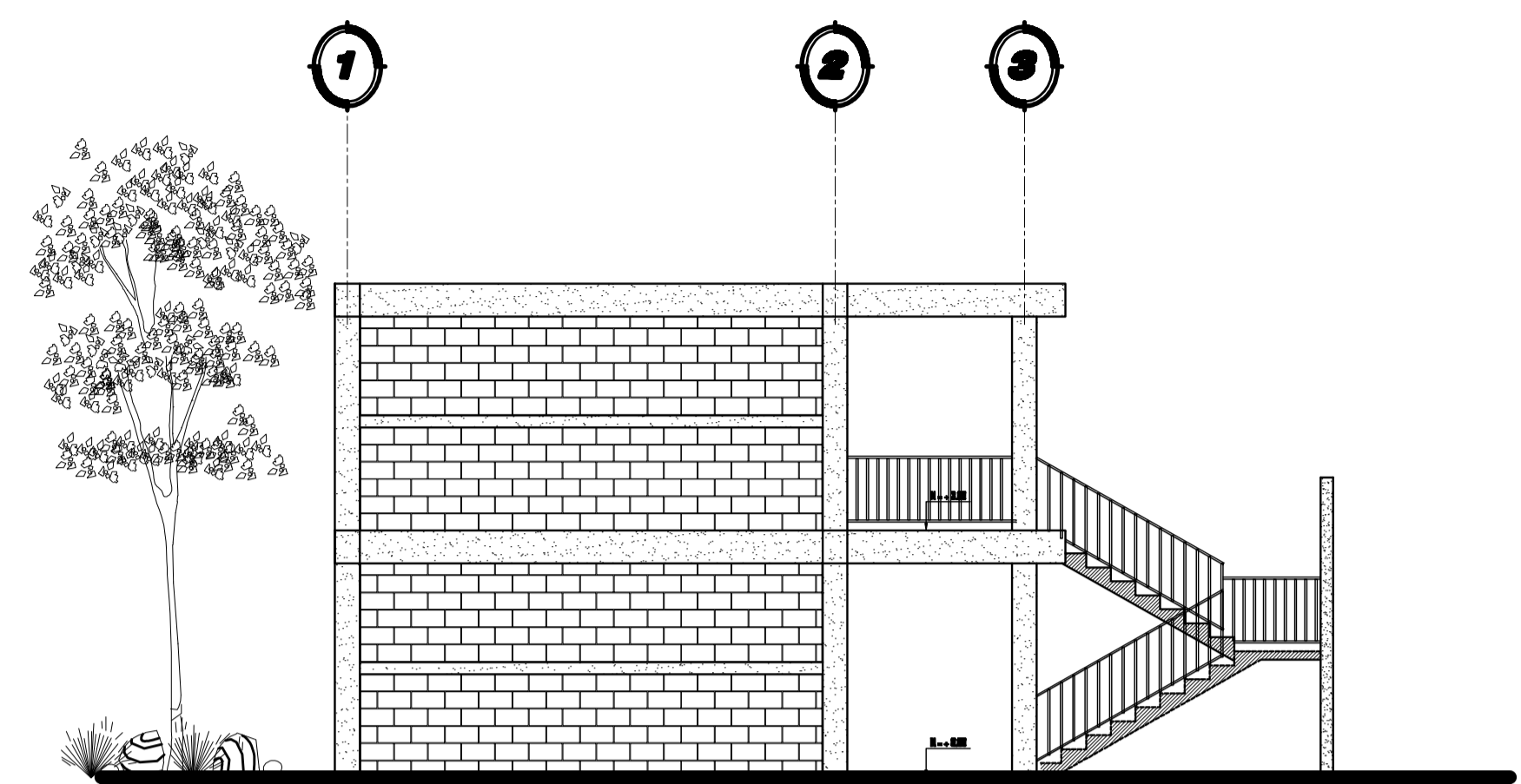
ESCALA 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: PLANTA DE DETALLE DE LOSA	
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO BALGUERO RAMÍREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ROLMY ORLANDO BALGUERO RAMÍREZ	FECHA: Mayo de 2010
SUPERVISIÓN: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CANTON: 2002-12928
H O J A 6 11	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	



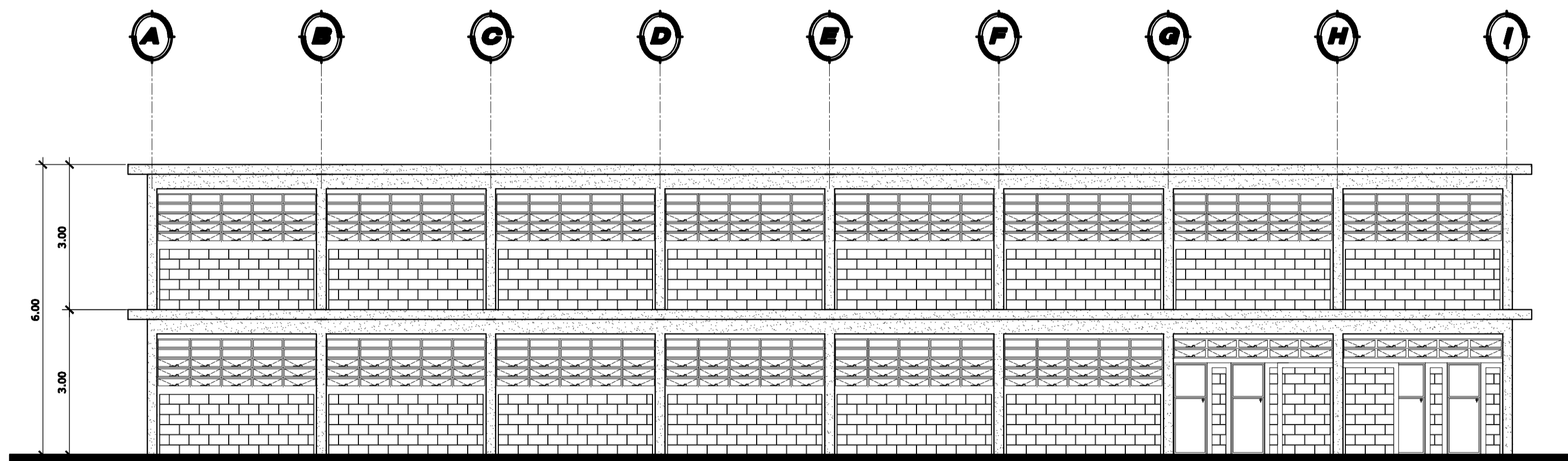
ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1/75



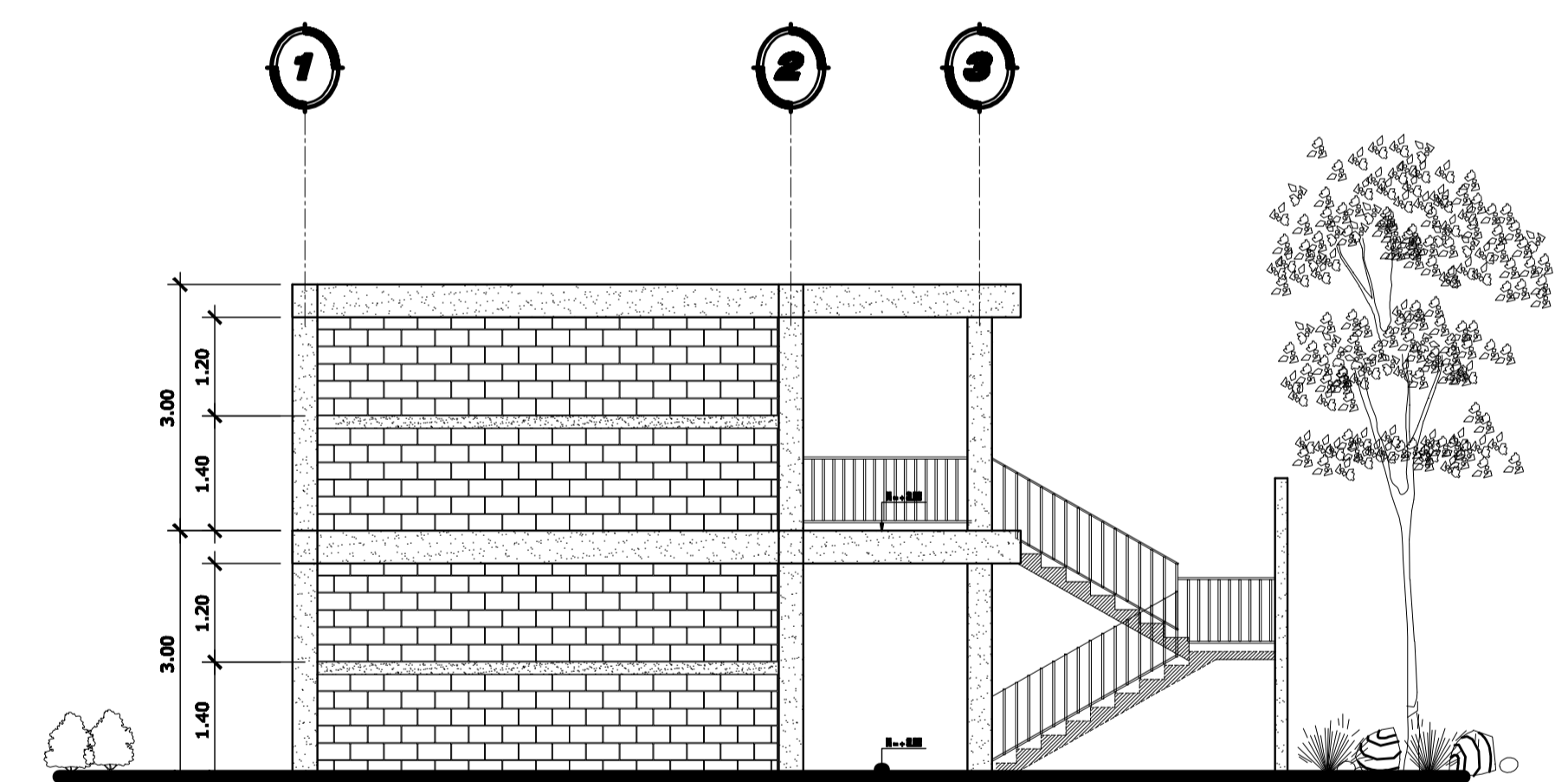
ELEVACION LATERAL

ESCALA 1/75




SECCION A - A'

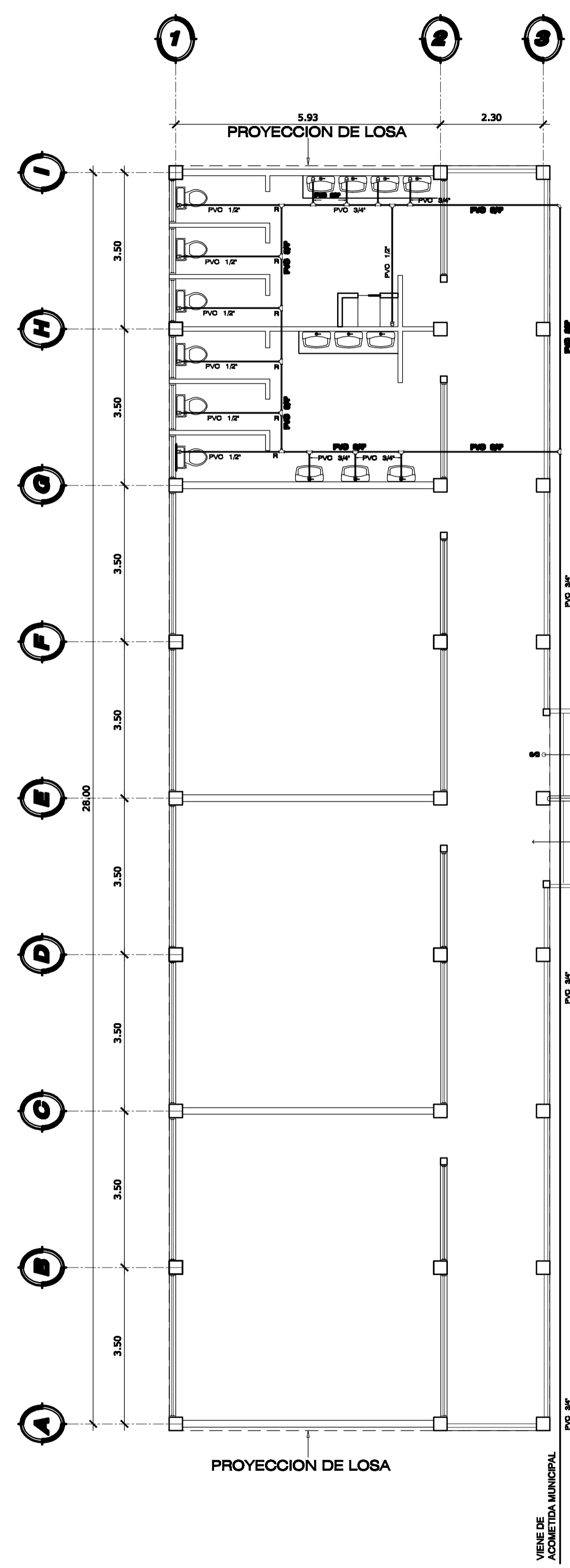
ESCALA 1/75



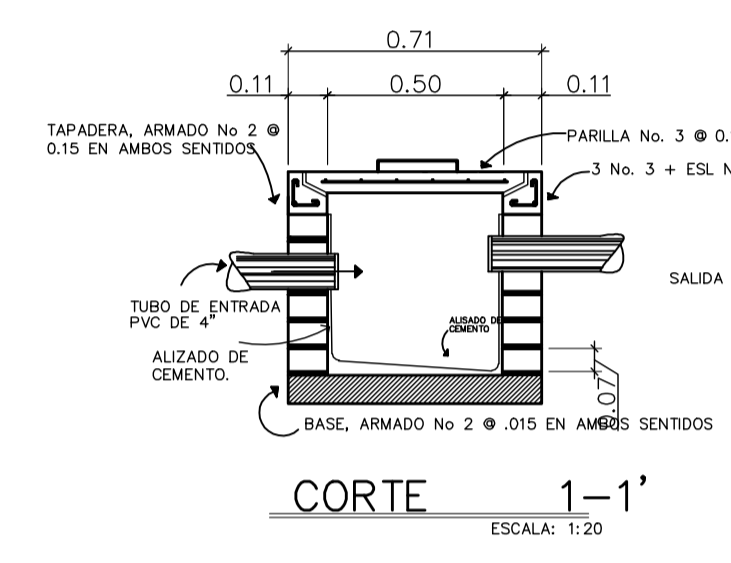
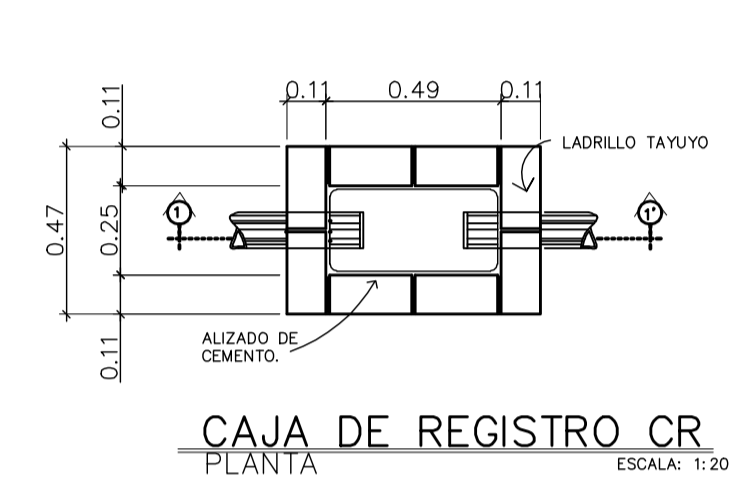
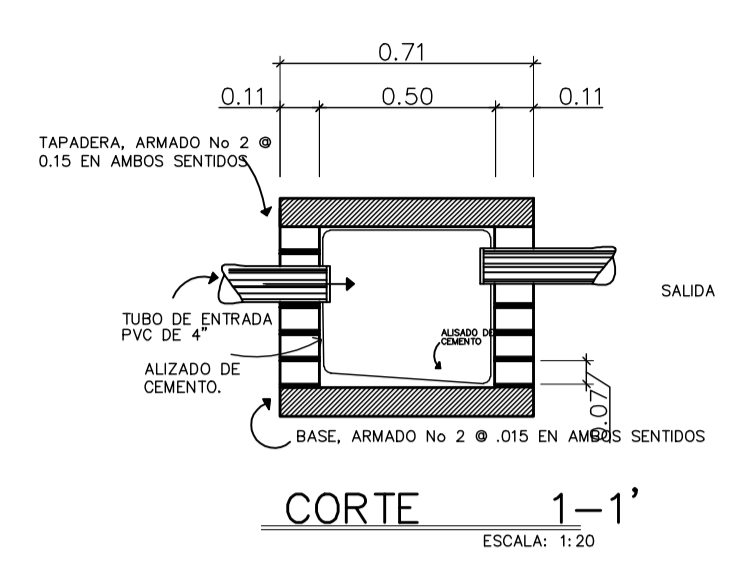
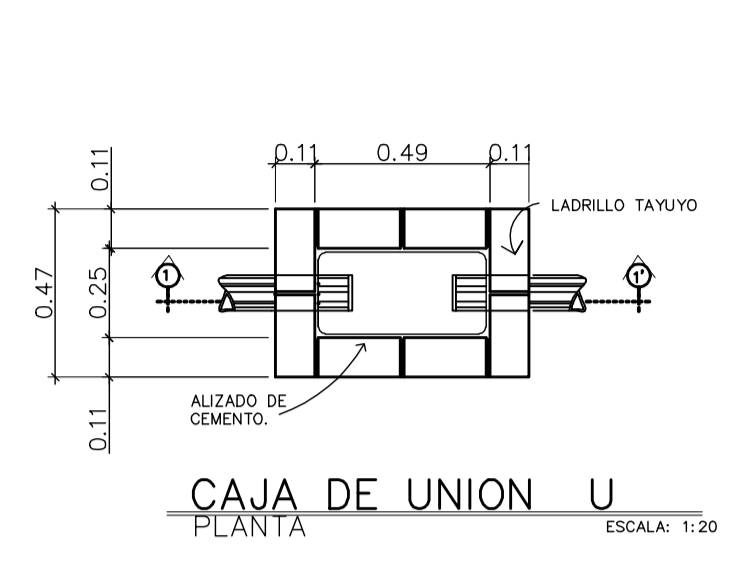
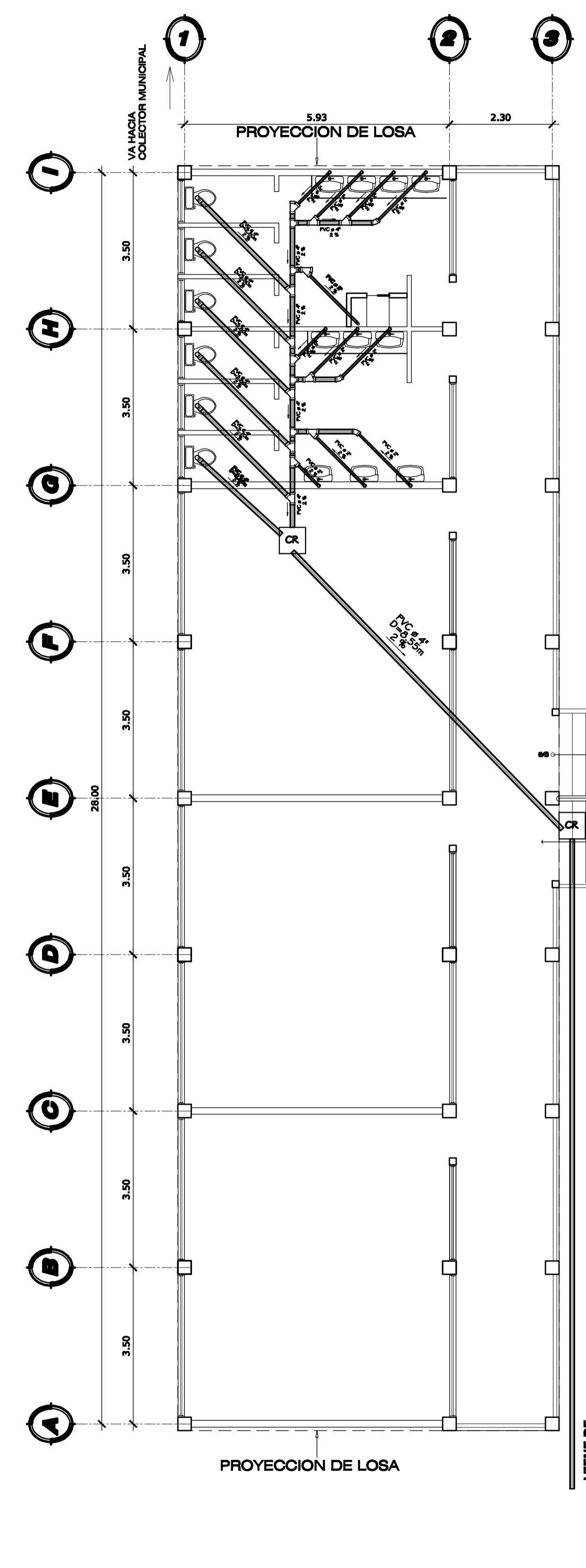
SECCION B - B'

ESCALA 1/75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
CONTENIDO: ELEVACIONES Y CORTES			
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	ESCALA: INDICADA		
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	FECHA: Mayo de 2010		
SUPERVISIÓN: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CATEGORÍA: 2002-12928		
		H O J A 7 11	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA			



SIMBOLOGIA DE AGUA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TEE PVC HORIZONTAL
	CODO PVC A 90° VERTICAL
	CODO PVC A 90° HORIZONTAL
	TUBERIA PVC
	REDUCIDOR DE 3/4" A 1/2"
	FLUXOMETRO



SIMBOLOGIA DRENAJES	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA PVC Ø 2" Ø 4"
	SIFON CON REPOSADERA
	INDICA DIAMETRO
	CODO A 90° VERTICAL
	SENTIDO DE PENDIENTE
	CAJA DE UNION
	CAJA DE REGISTRO

PLANTA PRIMER NIVEL
Agua Potable

ESSIGAAIA1 7/005

PLANTA PRIMER NIVEL
Drenajes

ESSIGAAIA1 7/005

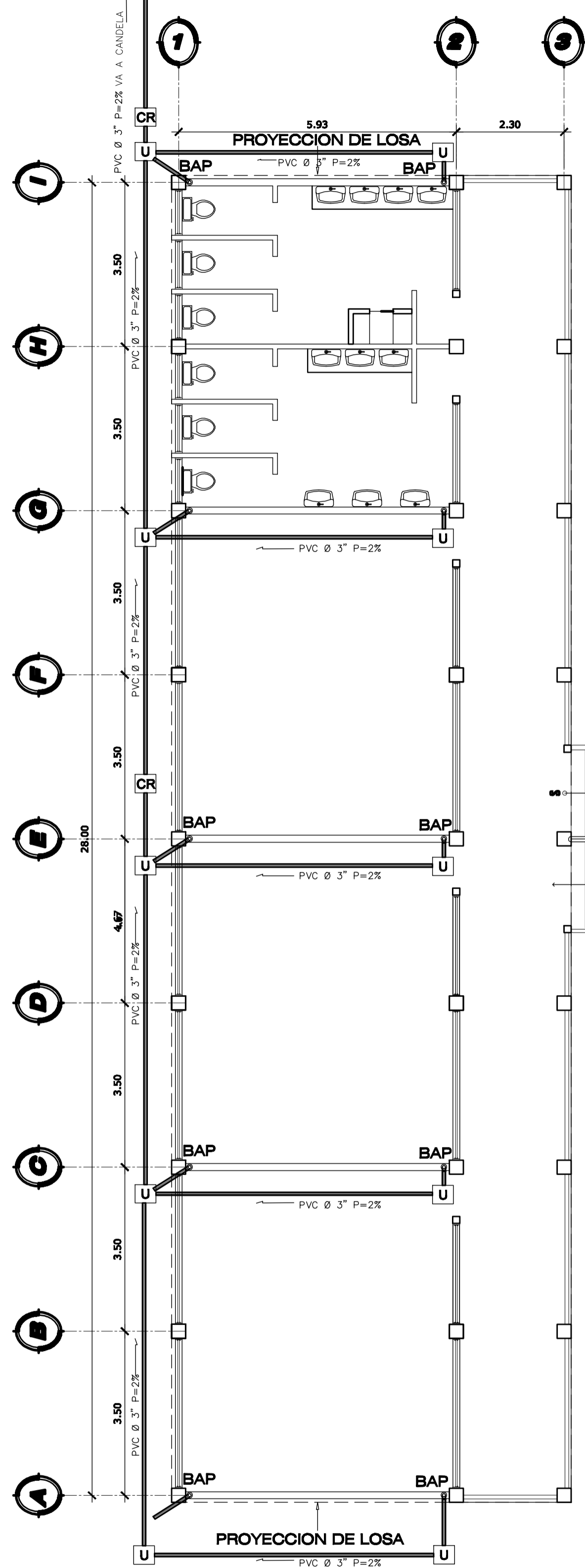
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO:
DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTIENE:
PLANTA INSTALACIONES DE AGUA Y DRENAJE

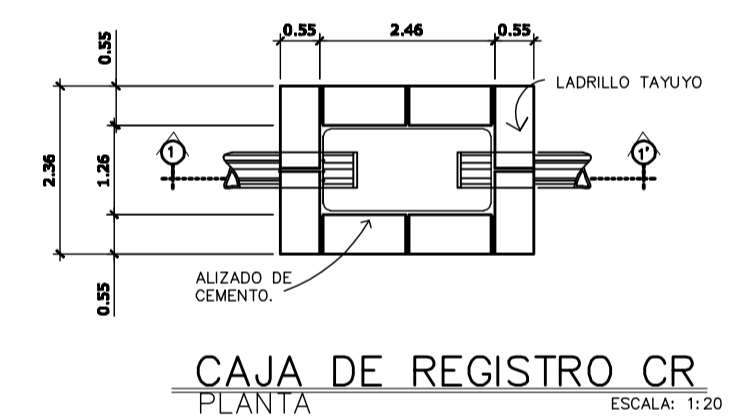
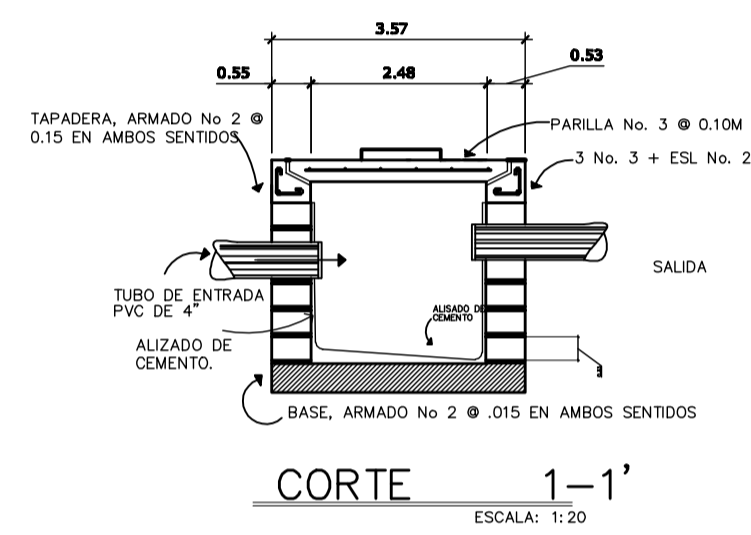
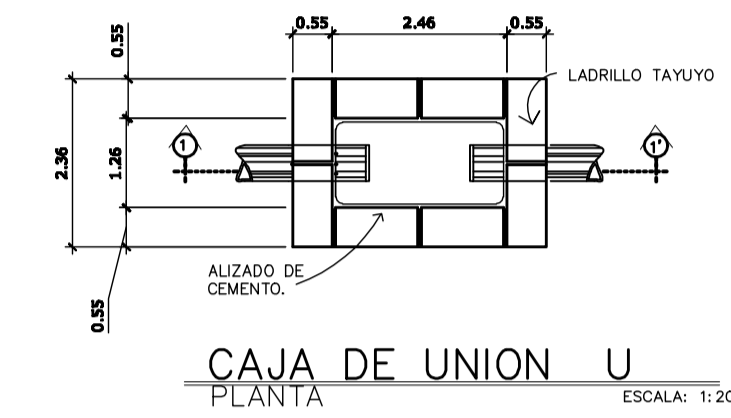
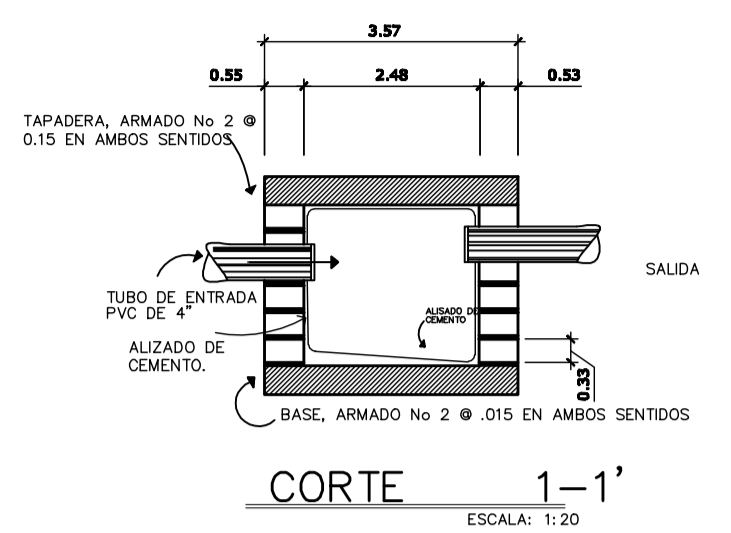
DISEÑO Y DIBUJO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	FECHA:	Mayo de 2010
SUPERVISIÓN:	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CÓDIGO:	2002-12928

H O J A
8 11
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA



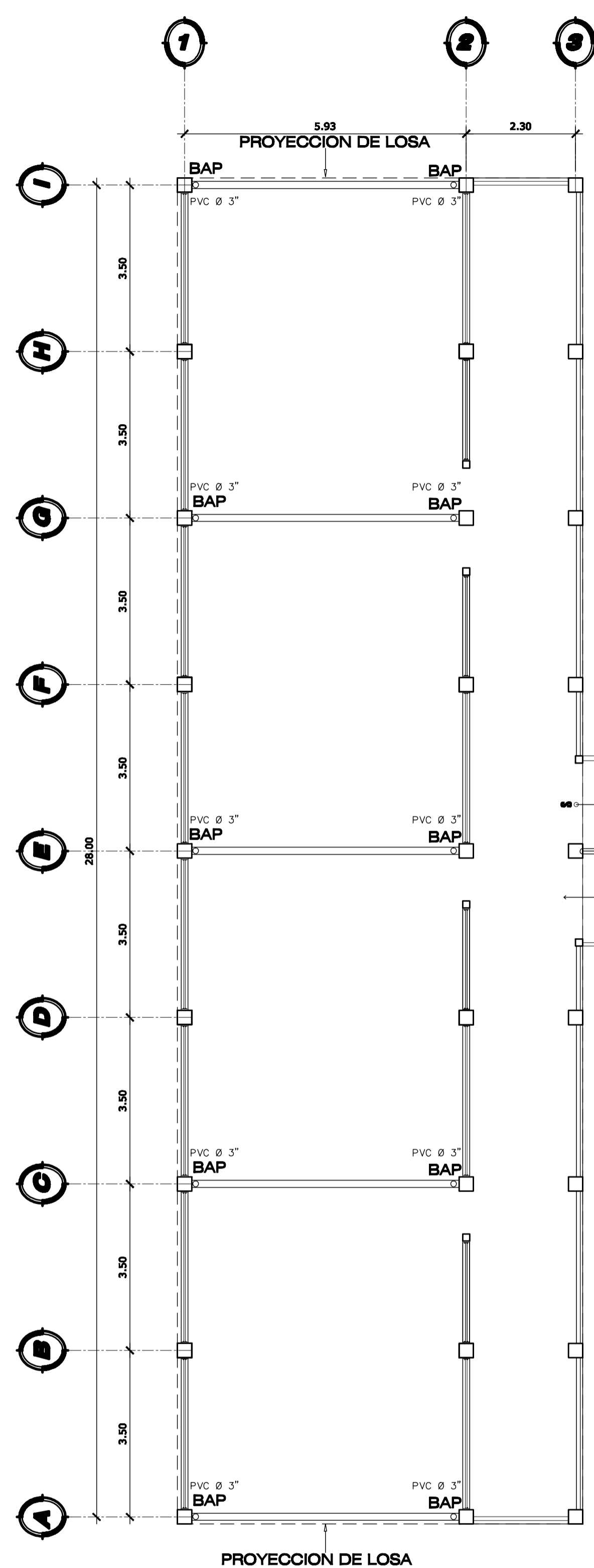
PLANTA PRIMER NIVEL
Agua Pluvial

ESCALA 1/75

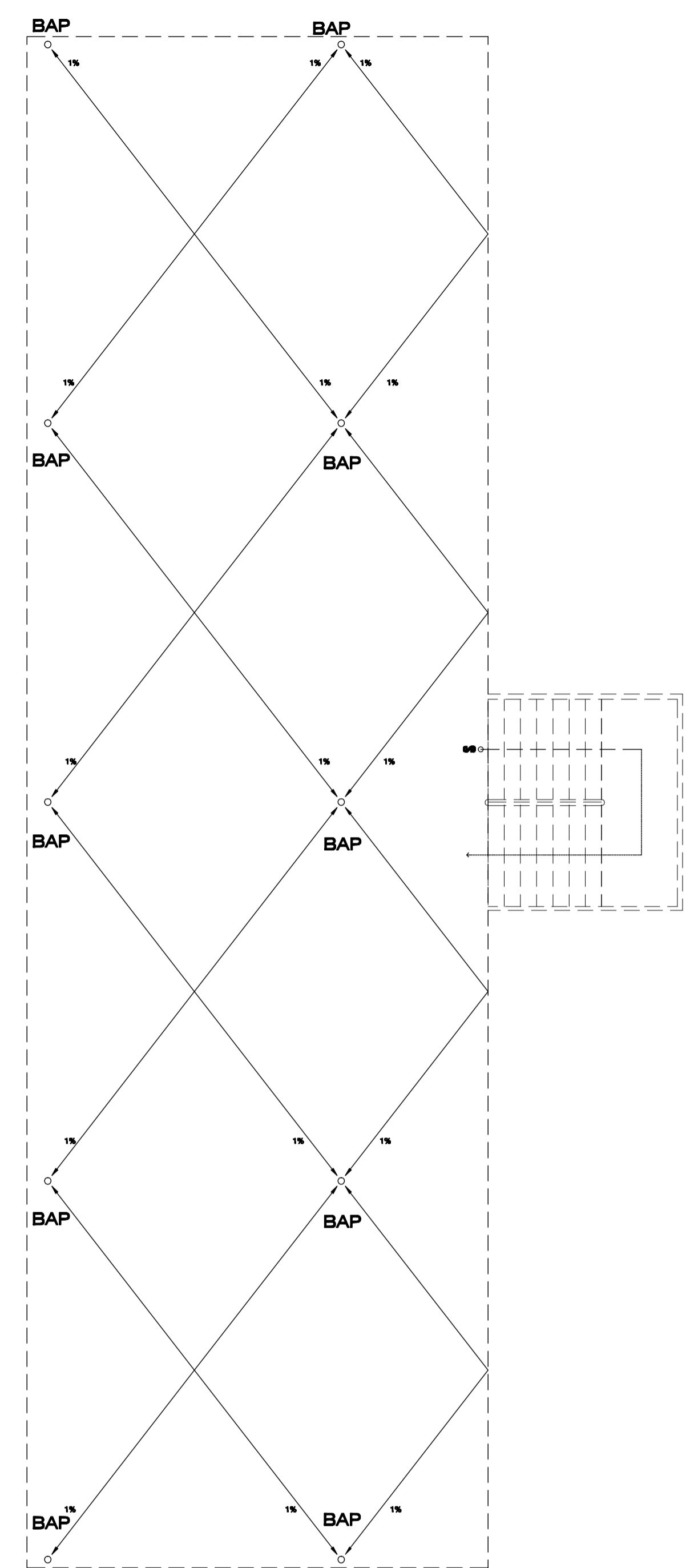
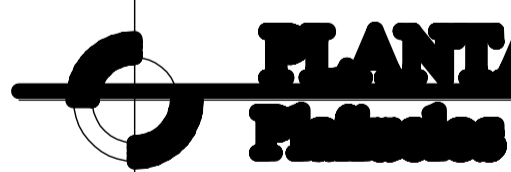


SIMBOLOGIA	
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES PVC
	BAJADA DE AGUAS PLUVIAL
	SENTIDO DE LA PENDIENTE 2% MIN.

SIMBOLOGIA	
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNION

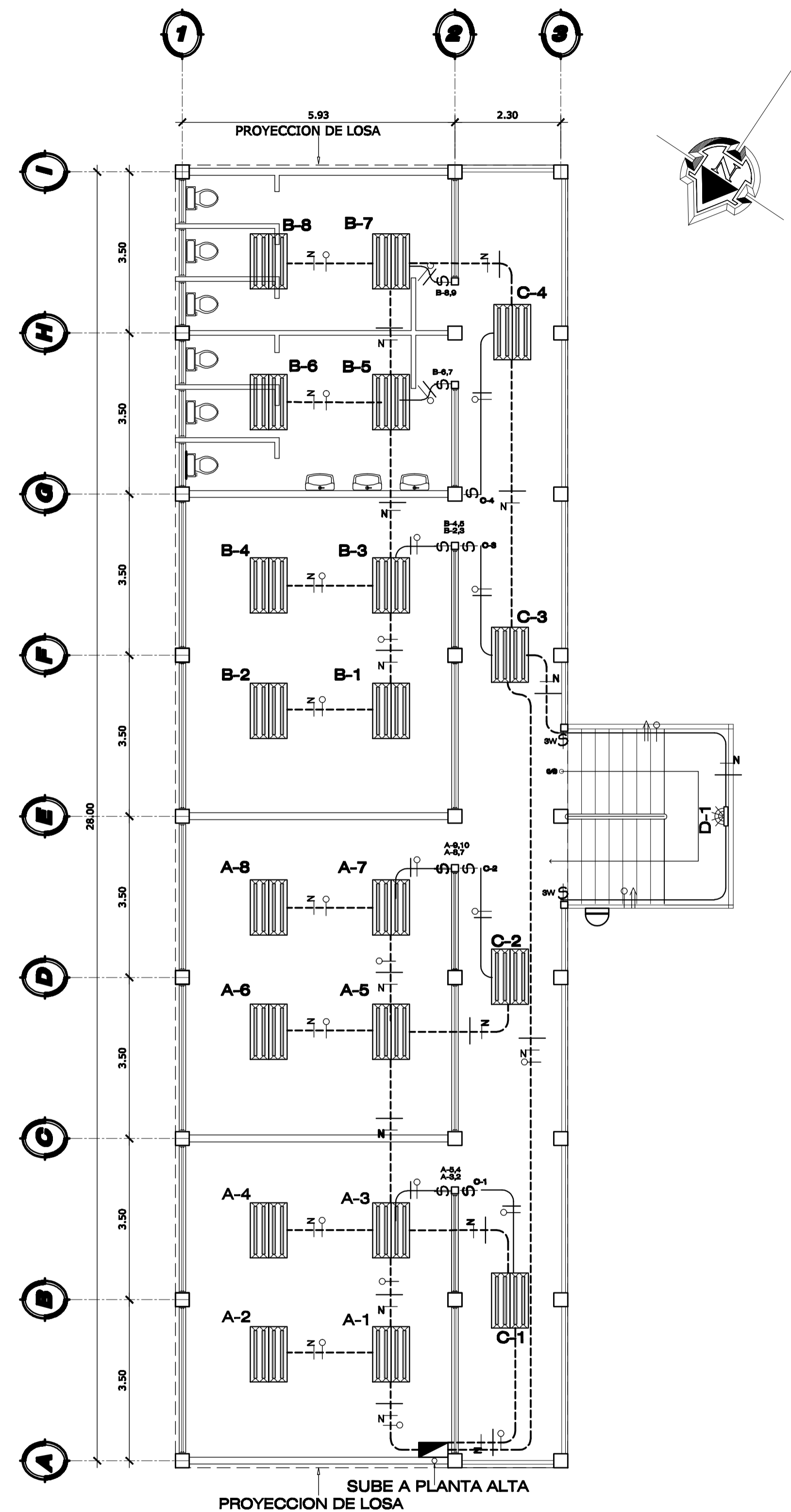


PLANTA SEGUNDO NIVEL



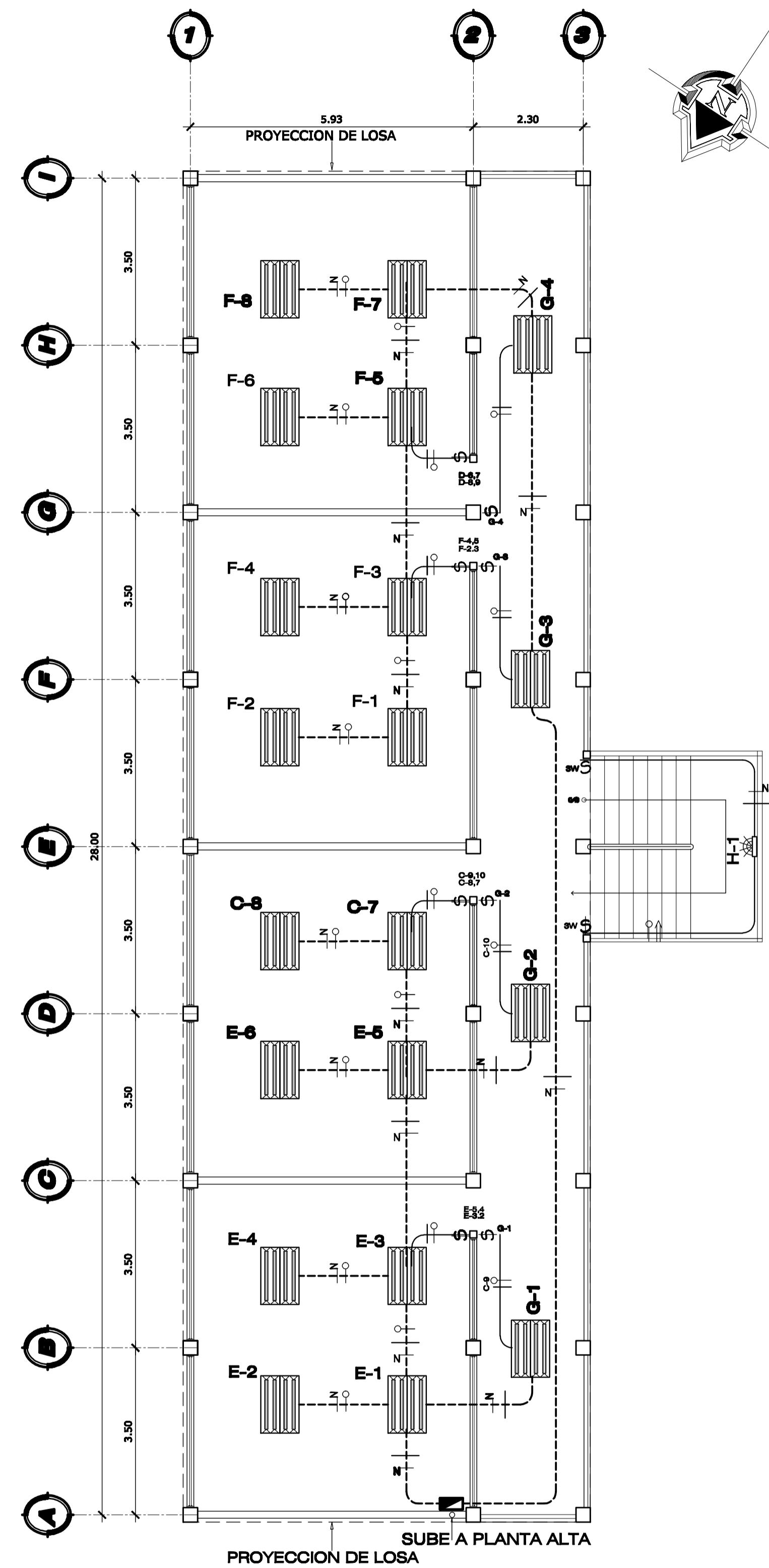
ESCALA 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
CONTENIDO: PLANTA DE AGUAS PLUVIALES			
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	ESCALA: INDICADA		
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	FECHA: Mayo de 2010		
SUPERVISIÓN: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CANTON: 2002-12928		
		H O J A 9 11	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA			



PLANTA PRIMER NIVEL
Iluminación

ESCALA 1/75



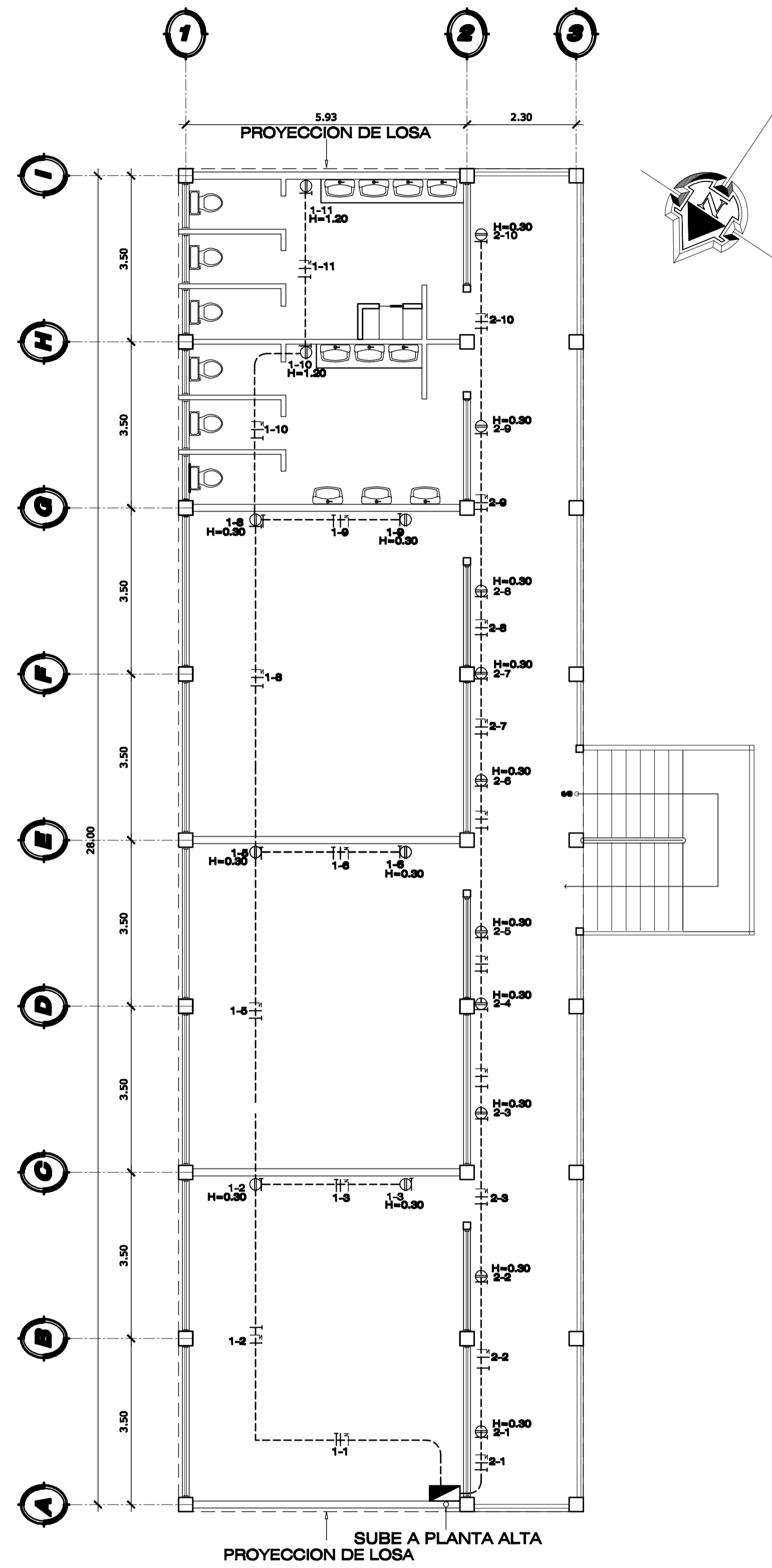
PLANTA SEGUNDO NIVEL
Iluminación

ESCALA 1/75

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	TUBO FLUORESCENTE CUADRUPLE
	FOCO EN PARED
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INDICA UNIDAD A ENSEÑER
	INDICA UNIDAD DE ILUMINACION
	INTERRUPTOR THREE WAY
	THREE WAY
	CONDUCTOR

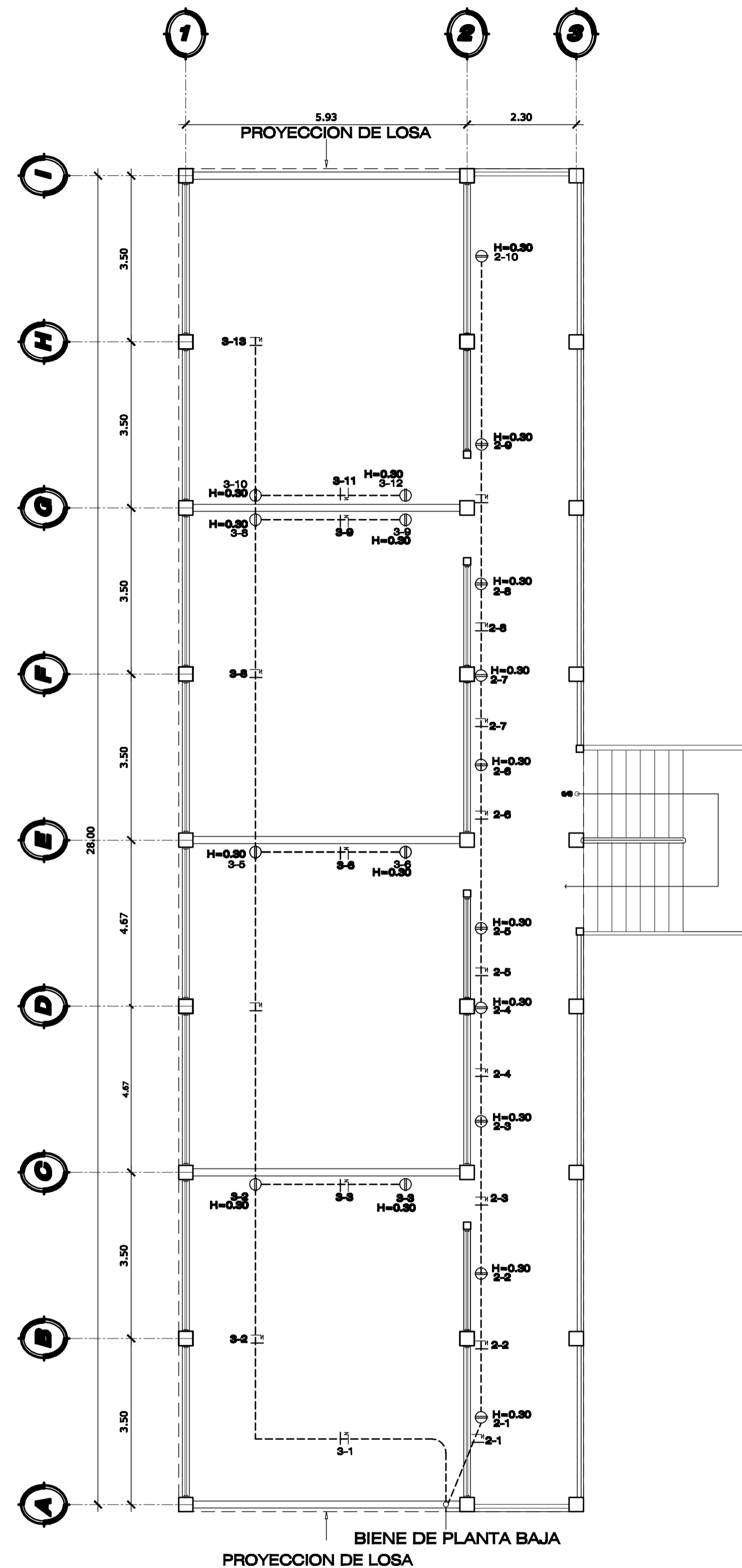
Nota:
El tablero de distribución consistira de 4 dados para iluminacion y 4 dados para fuerza de 20 amperios cada uno.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION	
DISEÑO Y DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	FECHA: Mayo de 2010
SUPERVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CATEGORÍA: 2002-12928
H O J A 10 11	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	



PLANTA PRIMER NIVEL
Fuerza

ESCALA 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
Fuerza

ESCALA 1/75

SIMBOLOGÍA DE FUERZA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	CONDUCTO POSITIVO
	CONDUCTO NEGATIVO
	CONDUCTO TIERRA
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V.
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. Y TIERRA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA	
AUTORE Y DISEÑO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: ROLMY ORLANDO SALGUERO RAMÍREZ	FECHA: Mayo de 2010
SUPERVISIÓN: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	CANT: 2002-12928
H O J A 11 11	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	

DE PV	A PV	COTAS TERRENO		LONGITUD DEL TRAMO	S TERRENO	No. Casas	# HABITANTES		Q dom		Q inf
		INICIO	FINAL				ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	
1	2	108,60	104,24	23,04	18,92	2	10	15	0,013	0,020	0,004
2	3	104,24	100,00	49,35	8,59	2	10	15	0,013	0,020	0,009
3	4	100,00	93,62	29,40	21,70	3	15	22	0,020	0,029	0,005
4	5	93,62	94,42	13,90	-5,76	1	5	8	0,007	0,010	0,002
5	6	94,42	89,87	32,41	14,04	15	75	109	0,098	0,142	0,006
6	7	89,87	82,80	49,33	14,33	9	45	66	0,059	0,086	0,009
7	11	82,80	76,34	42,28	15,28	12	60	88	0,078	0,115	0,007
8	9	76,34	74,46	26,23	7,17	4	20	30	0,026	0,039	0,005
9	10	93,62	93,65	12,03	-0,25	1	5	8	0,007	0,010	0,002
10	11	93,65	81,52	78,38	15,48	13	65	95	0,085	0,124	0,014
11	12	81,52	74,46	48,46	14,57	10	50	73	0,065	0,095	0,008
12	13	74,46	69,21	36,91	14,22	2	10	15	0,013	0,020	0,006

DE PV	A PV	Q ci		CAUDAL SANITARIO		F. H.		Fqm		CAUDAL DE DISEÑO		Q diseño TOTAL	
		ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
1	2	0,0013	0,0020	0,018	0,025	4,41	4,40	0,002	0,002	0,09	0,13	0,09	0,13
2	3	0,0013	0,0020	0,023	0,030	4,41	4,40	0,003	0,002	0,132	0,132	0,221	0,264
3	4	0,0020	0,0029	0,027	0,037	4,40	4,37	0,002	0,002	0,132	0,192	0,353	0,456
4	5	0,0007	0,0010	0,010	0,014	4,44	4,42	0,002	0,002	0,044	0,071	0,397	0,527
5	6	0,0098	0,0142	0,113	0,162	4,28	4,23	0,002	0,002	0,641	0,923	1,038	1,450
6	7	0,0059	0,0086	0,073	0,103	4,32	4,29	0,002	0,002	0,389	0,566	1,427	2,016
7	11	0,0078	0,0115	0,093	0,133	4,30	4,26	0,002	0,002	0,516	0,749	1,943	2,765
8	9	0,0026	0,0039	0,033	0,048	4,38	4,35	0,002	0,002	0,175	0,261	2,118	3,027
9	10	0,0007	0,0010	0,009	0,014	4,44	4,42	0,002	0,002	0,044	0,071	2,163	3,098
10	11	0,0085	0,0124	0,107	0,150	4,29	4,25	0,002	0,002	0,558	0,807	2,721	3,905
11	12	0,0065	0,0095	0,080	0,113	4,31	4,28	0,002	0,002	0,431	0,625	3,152	4,530
12	13	0,0013	0,0020	0,021	0,028	4,41	4,40	0,003	0,002	0,132	0,132	3,285	4,661

DE PV	A PV	S	V	Q	v		d/D		COTA INVERT		ALTURA DE POZOS	
		TUBERIA	Seccion Llena	Sección Llena	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
1	2	2,00	1,78	4,13	0,72	0,81	0,101	0,122	103,45	103,02	5,30	1,37
2	3	13,00	4,54	10,53	1,82	1,92	0,100	0,109	102,99	96,78	1,40	3,37
3	4	14,50	4,79	11,13	2,18	2,35	0,122	0,138	5,00	0,15	3,40	1,05
4	5	1,00	1,26	2,92	0,88	0,95	0,248	0,287	92,69	92,57	1,08	2,00
5	6	12,00	4,36	10,12	2,81	3,09	0,216	0,255	92,54	88,84	2,03	1,18
6	7	14,50	4,79	11,13	3,29	3,64	0,241	0,288	88,81	81,89	1,21	1,06
7	11	16,00	5,03	11,69	3,72	3,98	0,275	0,331	81,86	75,35	1,09	1,14
8	9	11,50	4,27	9,91	3,39	3,75	0,313	0,379	75,32	72,49	1,17	2,12
9	10	6,00	3,08	7,16	0,85	2,71	0,120	0,150	92,47	91,84	1,30	1,96
10	11	15,00	4,87	11,32	2,58	2,89	0,156	0,188	91,81	80,30	1,99	1,37
11	12	16,50	5,11	11,87	3,13	3,50	0,199	0,240	80,27	72,54	1,40	2,07
12	13	12,50	4,45	10,33	3,95	3,99	0,387	0,471	72,51	68,09	2,10	1,27