



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

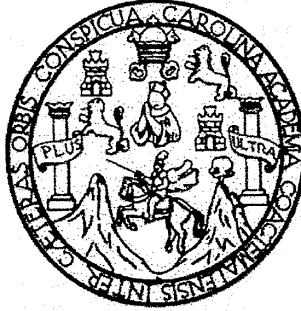
**DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y  
DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL  
MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**

**Edgar Osmín Mauricio Camposeco**

**Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y  
DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO  
DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**EDGAR OSMÍN MAURICIO CAMPOSECO**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. 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. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
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 LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y  
DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO  
DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha noviembre de 2010.

  
**Edgar Osmin Mauricio Camposeco**



Guatemala, 26 de marzo de 2012  
Ref.EPS.DOC.540.03.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edgar Osmin Mauricio Camposeco** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200320494**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO."**

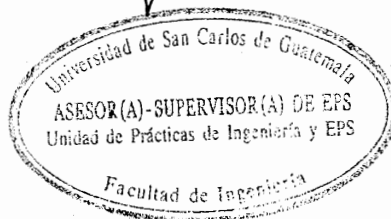
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

~~"Id y Enseñad a Todos"~~

~~Ing. Manuel Alfredo Arriyillaga 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 mayo de 2012

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 LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Osmín Mauricio Camposeco, 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,

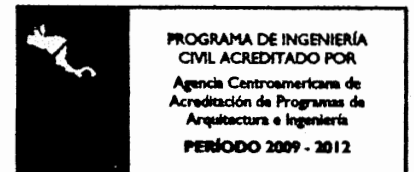
ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 HIDRAULICA  
 USAC

/bbdeb.





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



Guatemala,  
10 septiembre de 2012

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

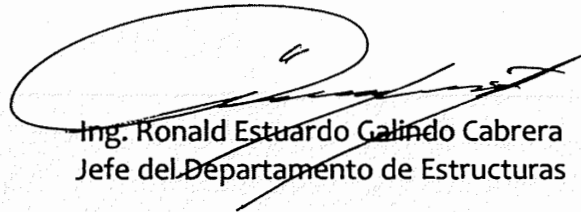
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Osmín Mauricio Camposeco, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 02 de octubre de 2012  
Ref.EPS.D.811.10.12

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 LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO."** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edgar Osmin Mauricio Camposeco**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación 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. Sigrif Alitza Caldejon de León De León  
Directora Unidad de EPS

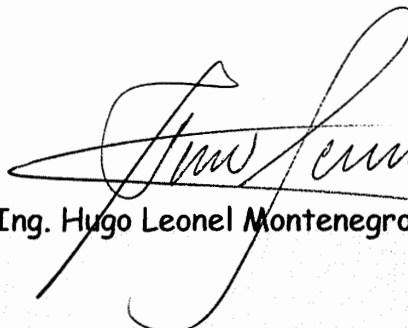



SACdL/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Edgar Osmin Mauricio Camposeco, titulado **DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2012

/bbdeb.



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.586-2012

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 LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA EMILIO ARENALES CATALÁN Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Osmin Mauricio Camposeco**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en funciones

Guatemala, 15 de noviembre de 2012



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

“Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia” Pr. 2:6.

### **Mis padres**

Osmín Adilio Mauricio de León y  
Adalinda Camposeco de Mauricio

### **Mis hermanos**

Yaseny  
Blanca Lilian  
Aura Patricia y  
Juan Fernando

### **Mis amigos**

Porque con ustedes he compartido los mejores años de mi vida y de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por proveerme una vida saludable y regalarme el privilegio de culminar mi carrera.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme las puertas y permitirme desarrollarme como profesional, especialmente a la Facultad de Ingeniería.
<b>Catedráticos</b>	Por sus enseñanzas que me han formado como profesional.
<b>Compañeros</b>	Por la amistad y apoyo brindado en el transcurso de la carrera, deseándoles éxitos a lo largo de su vida.
<b>Municipalidad de Nentón</b>	Por el apoyo brindado y la oportunidad de realizar mi EPS

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
<b>1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes históricos .....	1
1.2. Aspectos físicos .....	2
1.2.1. Extensión territorial, latitud, altitud y longitud .....	2
1.2.2. Ubicación geográfica .....	2
1.2.3. Población .....	3
1.2.4. Clima .....	3
1.2.5. Actividades económicas .....	4
1.2.6. Organización político-administrativas .....	4
1.2.7. Producción agrícola .....	5
1.2.8. Idioma .....	5
1.2.9. Evaluación de servicios existentes .....	5
1.3. Aspectos de infraestructura .....	6
1.3.1. Vías de acceso .....	7
1.3.2. Servicios públicos .....	7

2.	<b>DISEÑO DE EDIFICIO DE ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA</b>	
	“EMILIO ARENALES CATALÁN” .....	9
	2.1. Descripción del proyecto .....	9
	2.2. Investigación preliminar.....	9
V	2.3. Levantamiento topográfico.....	10
IV	2.4. Estudio de suelos.....	10
IX	2.5. Diseño arquitectónico.....	11
VX	2.5.1. Iluminación y ventilación.....	12
IVX	2.5.2. Requerimiento de áreas .....	12
XIX	2.5.3. Espacios educativos.....	12
	2.5.3.1. Aula teórica.....	13
	2.5.4. Alturas del edificio .....	13
I	2.6. Diseño estructural .....	14
I	2.6.1. Selección del sistema estructural a utilizar .....	14
S	2.6.2. Análisis estructural .....	14
S	2.6.3. Predimensionamiento estructural .....	15
S	2.7. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos ..	19
C	2.8. Cargas aplicadas .....	19
E	2.8.1. Cargas verticales .....	19
A	2.8.2. Cargas horizontales.....	22
A	2.9. Fuerzas internas halladas con un método de análisis	
B	estructural .....	28
B	2.10. Momentos últimos por envolventes de momentos .....	36
B	2.11. Diseño de losas.....	39
B	2.11.1. Losas nivel 1.....	39
T	2.11.2. Losas nivel 2.....	45
T	2.12. Diseño de vigas.....	47
	2.13. Diseño de columnas.....	51
	2.14. Diseño de cimientos.....	64

2.15.	Planos constructivos.....	73
2.16.	Memorias de cálculo de instalaciones .....	73
2.16.1.	Instalaciones eléctricas.....	73
2.16.2.	Instalaciones de drenaje sanitario y pluvial.....	83
2.16.3.	Instalaciones hidráulicas.....	89
2.17.	Presupuesto.....	90
2.18.	Mano de obra.....	90
2.19.	Costo total del proyecto.....	90
2.20.	Estudio de impacto ambiental.....	91
<b>3.</b>	<b>DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA NUEVA</b>	
	<b>ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN.....</b>	<b>97</b>
3.1.	Descripción del proyecto.....	97
3.2.	Investigación preliminar.....	98
3.3.	Levantamiento topográfico.....	98
3.3.1.	Planimetría y altimetría.....	98
3.4.	Descripción del sistema a utilizar.....	100
3.5.	Diseño hidráulico.....	101
3.5.1.	Período de diseño.....	101
3.5.2.	Dotación.....	102
3.5.3.	Cálculo de población futura.....	102
3.5.4.	Factor de retorno.....	103
3.5.5.	Factor de flujo instantáneo.....	104
3.5.6.	Caudal sanitario.....	104
3.5.6.1.	Caudal domiciliar.....	104
3.5.6.2.	Caudal de infiltración.....	105
3.5.6.3.	Caudal de colexiones ilícitas.....	105
3.5.6.4.	Caudal comercial e industrial.....	106
3.5.6.5.	Factor de caudal medio.....	106





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	FIGURAS	
1.	Localización del municipio de Nentón, Hoja cartográfica No. 1863-III	3
2.	Cargas verticales en el sentido X en eje 2 niveles 1 y 2	21
3.	Cargas verticales en el sentido Y en eje B niveles 1 y 2	21
4.	Cargas muertas en el sentido Y en eje B niveles 1 y 2	29
5.	Esquema del procedimiento de análisis del método de Kani	33
6.	Diagrama de corte y momento - carga muerta – marco dúctil Y	35
7.	Diagrama de corte y momento – carga viva – marco dúctil Y	35
8.	Diagrama de momentos últimos – marco dúctil Y	37
9.	Diagrama de cortes últimos – marco dúctil Y	38
10.	Planta de distribución de losas nivel 1	40
11.	Distribución de momentos losa típica nivel 1	42
12.	Planta de distribución de losas nivel 2	46
13.	Diagrama de momentos y cortes últimos, viga 7 nivel 2	48
14.	Armado final viga V-7, nivel 2	51
15.	Sección de columna tipo C-1	58
16.	Armado final de columna	63
17.	Chequeo por corte simple	69
18.	Chequeo por corte punzonante	70
19.	Armado final de zapata Z-1	72
20.	Nivelación taquimétrica	99
21.	Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto.	126
22.	Variación del VPN debido a la TIR	127

## INDICE TABLAS

I.	Valor soporte según tipo de suelo.....	11
II.	Alturas o espesores mínimos de vigas.....	16
III.	Espesores mínimos de losa.....	18
IV.	Peso por nivel y peso total de la estructura (kg) .....	24
V.	Fuerzas por nivel.....	25
VI.	Fuerzas por marco sentido X nivel 2.....	28
VII.	Areas de acero requeridas para losas de nivel 1 .....	44
VIII.	Areas de acero requeridas para losas de nivel 2.....	45
IX.	Resumen del cálculo de iluminación, nivel 1.....	79
X.	Resumen del cálculo de iluminación, nivel 2.....	79
XI.	Calibre, protecciones y cantidad de iluminarias por circuito.....	81
XII.	Calibres, protecciones y cantidad de tomacorrientes por circuito.....	82
XIII.	Calibres de alimentación para cada nivel del edificio.....	83
XIV.	Número mínimo de aparatos sanitarios en edificios educativos.....	84
XV.	Cantidades de aparatos sanitarios en el edificio de la escuela.....	85
XVI.	Cálculo de diámetros de colectores para los ramales del drenaje.....	86
XVII.	Tamaño de los bajantes para aguas pluviales.....	87
XVIII.	Diámetros de los colectores para aguas pluviales.....	88
XIX.	Presupuesto de la escuela “Emilio Arenales Catalán” del municipio de Nentón, departamento de Huehuetenango.....	95
XX.	Cronograma de ejecución de la escuela.....	96
XXI.	Presupuesto de drenaje sanitario, aldea Nueva Esperanza.....	125

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>As<sup>MÁX</sup></b>	Área de acero máximo permitido
<b>As<sup>MÍN</sup></b>	Área de acero mínimo permitido
<b>Ap</b>	Área de punzonamiento
<b>Av</b>	Área de varilla
<b>Ag</b>	Área gruesa, área total de la sección
<b>Az</b>	Área zapata
<b>P</b>	Carga aplicada a la columna
<b>P'o</b>	Carga axial de resistencia de la columna
<b>PCR</b>	Carga crítica de pandeo de Euler
<b>P'u</b>	Carga de resistencia de la columna
<b>P'ux</b>	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex
<b>P'uy</b>	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey
<b>P'</b>	Carga de trabajo que actúa en la columna
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>WCM</b>	Carga muerta distribuida
<b>CMU</b>	Carga muerta última
<b>CU</b>	Carga última
<b>PU</b>	Carga última en zapatas
<b>CV</b>	Carga viva
<b>WCV</b>	Carga viva distribuida
<b>CVU</b>	Carga viva última
<b>Qilíc</b>	Caudal de conexiones ilícitas

<b>Qinf</b>	Caudal de infiltración
<b>Qdom</b>	Caudal domiciliar
<b>Q</b>	Caudal en litros por segundo
<b>Qmed</b>	Caudal medio
<b>CG</b>	Centro de gravedad
<b>Cm</b>	Centro de masa
<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>Lc</b>	Claro corto, (de los claros cortos de todas las losas se toma el mayor)
<b>C</b>	Coefficiente de fricción en la tubería
<b>C</b>	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
<b>VMÁX</b>	Corte máximo actuante
<b>A'</b>	Dimensión del claro corto de la losa vista en planta
<b>Di</b>	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>E</b>	Esbeltez de la columna
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>Si</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo en la longitud confinada
<b>SMIN</b>	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
<b>EST</b>	Estación
<b>E</b>	Excentricidad
<b>Ex</b>	Excentricidad en el sentido X
<b>Ey</b>	Excentricidad en el sentido Y
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>Fqm</b>	Factor de caudal medio
<b>VC</b>	Fuerza cortante actuando en columnas

<b>VA</b>	Fuerza cortante actuante en el elemento	PCIM
<b>VV</b>	Fuerza cortante actuante en vigas	PSUELO
<b>Fni</b>	Fuerza por nivel, en el nivel i	W
<b>I o Ig</b>	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo	WI WC
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada	WS
<b>l/hab/día</b>	litros por habitante por día	PV
<b>l/seg</b>	litros por segundo	PXMAX
<b>Lo</b>	Longitud de confinamiento de estribos	PMIN
<b>L</b>	Longitud del elemento	Q
<b>Lu</b>	Longitud libre de pandeo de la columna	Q/PROMEDIO
<b>Ln</b>	Longitud no soportada del estribo	Qu
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero	Q/c
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto	Q/d
<b>Em</b>	Módulo de elasticidad del material	WV
<b>Sx</b>	Módulo de sección en el sentido X	P/c
<b>Sy</b>	Módulo de sección en el sentido Y	P/y
<b>Md</b>	Momento de diseño (magnificado)	VR
<b>Mdx</b>	Momento de diseño (magnificado) que actúa en el sentido X	R
<b>Mdy</b>	Momento de diseño (magnificado) que actúa en el sentido Y	T
<b>M'x</b>	Momento de trabajo que actúa en el sentido X	Vs
<b>M'y</b>	Momento de trabajo que actúa en el sentido Y	V
<b>Mx</b>	Momento último actuando en el sentido X	
<b>My</b>	Momento último actuando en el sentido Y	
<b>H</b>	Peralte total del elemento en sección	
<b>PCOL</b>	Peso de la columna	
<b>PVIGAS</b>	Peso de vigas	

<b>PCIM</b>	Peso del cimiento	AV
<b>PSUELO</b>	Peso del suelo sobre zapata	VV
<b>W</b>	Peso distribuido	Fi
<b>Wi</b>	Peso distribuido por niveles	Fi
<b>WC</b>	Peso volumétrico del concreto	
<b>WS</b>	Peso volumétrico del suelo	81
<b>PV</b>	Pozo de visita	11
<b>qMAX</b>	Presión máxima sobre el suelo	11
<b>qMIN</b>	Presión mínima sobre el suelo	Lo
<b>Q</b>	Presión sobre el suelo	L
<b>qPROMEDIO</b>	Presión última promedio sobre el suelo	Lu
<b>Qu</b>	Presión última sobre el suelo	Lu
<b>q/Q</b>	Relación de caudales	Es
<b>d/D</b>	Relación de diámetros	Ec
<b>v/V</b>	Relación de velocidades	Em
<b>F'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto	8x
<b>Fy</b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo	8y
<b>VR</b>	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto	8b
<b>R</b>	Rigidez de un elemento	
<b>Ri</b>	Rigidez total del marco rígido i	8d
<b>r</b>	Tasa de crecimiento poblacional	7
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo	8x
<b>V</b>	Velocidad en metros por segundo	8y

## GLOSARIO

<b>ACI</b>	Siglas de American Concrete Institute.
<b>Alcantarillado</b>	Sistema que se utiliza para conducir aguas residuales o pluviales.
<b>Altimetría</b>	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de un terreno o construcción.
<b>Área tributaria</b>	Área de carga que afecta a un elemento estructural.
<b>Axial</b>	Relativo al eje, que forma un eje.
<b>Biaxial</b>	Que posee dos ejes.
<b>Caudal</b>	Cantidad de flujo que pasa por determinado elemento en una unidad de tiempo.
<b>Centroidal</b>	Es la intersección de todos los planos que dividen a un objeto en dos partes de igual volumen con respecto al plano.
<b>Coagulación</b>	Es un fenómeno por el que se efectúa la transformación de la fase líquida en la fase sólida.

<b>Colindancia</b>	Contiguo, el más próximo.
<b>Coloidal</b>	Nombre dado a las substancias que tienen la apariencia de la cola de gelatina.
<b>Concéntrico</b>	Figuras geométricas que tiene el mismo centro.
<b>Corte basal</b>	En cálculo estructural, es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un modelo matemático, los efectos del sismo en la estructural.
<b>Cota invert</b>	Parte más baja de un colector en donde una o varias tuberías y solo una de ellas es de seguimiento.
<b>Demografía</b>	Es la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas y que trata de su dimensión, estructura, evolución y características generales, considerados desde un punto de vista cuantitativo.
<b>Desfogue</b>	Lugar de disposición de las aguas residuales o pluviales.
<b>Estribo</b>	Refuerzo transversal que absorbe los esfuerzos de corte en un elemento estructural.
<b>Infiltración</b>	Es la penetración del agua en el suelo.



<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Iteración</b>	Es repetir una serie de funciones hasta obtener un dato certero.
<b>Losa</b>	Entrepiso o terraza.
<b>Mampostería</b>	Sistema tradicional que consiste en la construcción de muros, mediante la colocación manual de elementos como ladrillos, bloques de cemento prefabricado, piedras, etc.
<b>Rigidez</b>	Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
<b>SEAOC</b>	Structural Engineers Association of California (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
<b>Sedimentación</b>	Es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin.
<b>Simetría</b>	De iguales características o rasgos geométricos.
<b>Viga</b>	Elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión.

<p>El Instituto de Fomento Municipal</p>	<p>IFORM</p>
<p>Es el agente más activo de las funciones de desarrollo urbano en el municipio.</p>	<p>Integración</p>
<p>El proceso de desarrollo urbano.</p>	<p>Procesos</p>
<p>Sistema tradicional que consiste en la construcción de muros mediante la colocación manual de elementos como ladrillos, bloques de cemento prefabricado, piedras, etc.</p>	<p>Mampostería</p>
<p>Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin sufrir grandes deformaciones o desplazamientos.</p>	<p>Rigidez</p>
<p>Structural Engineers Association of California (Asociación de Ingenieros Estructurales de California)</p>	<p>SEAC</p>
<p>Es el proceso por el cual el material sólido transportado por una corriente de agua se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial o dispositivo construido especialmente para tal fin.</p>	<p>Sedimentación</p>
<p>Las juntas de dilatación o juntas de construcción.</p>	<p>Juntas</p>
<p>Elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión.</p>	<p>Viga</p>

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se desarrolla el diseño del edificio para la escuela oficial urbana mixta “Emilio Arenales Catalán” de la cabecera municipal de Nentón y el diseño del drenaje sanitario de la aldea Nueva Esperanza del mismo municipio, del departamento de Huehuetenango.

El edificio para la escuela urbana es de dos niveles y consta de una dirección, una sala de reuniones para maestros, 6 aulas, una batería de baños para hombres la cual cuenta con 3 inodoros, 3 mingitorios y 4 lavamanos, por último una batería de baños para mujeres que cuenta con 4 inodoros y 5 lavamanos, beneficiando a 317 personas incluyendo alumnos y maestros.

El sistema de drenaje sanitario para la aldea Nueva Esperanza que cumple con las normas específicas de diseño y está constituido por: a) Un colector principal de tubería pvc de 8 pulgadas de diámetro, b) Ramales secundarios con tubería pvc de 6 pulgadas de diámetro y, c) 76 pozos de visita, para dar servicio a toda la comunidad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Mejorar las condiciones saneamiento-ambientales de la comunidad en la aldea Nueva Esperanza y atender las necesidades básicas de la población estudiantil, personal docente y administrativo de la escuela oficial urbana mixta “Emilio Arenales Catalán” del casco urbano del municipio de Nentón, departamento de Huehuetenango.

### **Específicos**

1. Proveer al alumnado, personal docente y administrativo de la escuela oficial urbana mixta “Emilio Arenales Catalán”, las instalaciones seguras y adecuadas para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Aprovechar el terreno con el cual cuenta el centro educativo para brindar el espacio necesario a cada estudiante.
3. Resolver la problemática con respecto a la disposición de aguas servidas de la aldea Nueva Esperanza puesto que esto representa uno de los mayores problemas que enfrenta la comunidad actualmente.

## OBJETIVOS

### General

Mejorar las condiciones sanitarias ambientales de la comunidad en la Aldea Nueva Esperanza y atender las necesidades básicas de la población estudiantil, personal docente y administrativo de la escuela oficial urbana mixta "Emilio Arceles Catalán" del casco urbano del municipio de Nentón, departamento de Huehuetenango.

### Específicos

1. Proveer al alumnado, personal docente y administrativo de la escuela oficial urbana mixta "Emilio Arceles Catalán" las instalaciones seguras y adecuadas para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Aprovechar el terreno con el cual cuenta el centro educativo para brindar el espacio necesario a cada estudiante.
3. Resolver la problemática con respecto a la disposición de aguas servidas de la Aldea Nueva Esperanza puesto que esto representa uno de los mayores problemas que enfrenta la comunidad actualmente.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado final de un proyecto realizado dentro del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la municipalidad de Nentón del departamento de Huehuetenango, con lo cual se le dará solución a 2 de los principales problemas del municipio.

En el área rural del municipio, una de las principales necesidades es el saneamiento, ya que la carencia en la atención de este servicio ha provocado consecuentemente la propagación de malos olores en varias comunidades, así como de algunas enfermedades causadas por la inadecuada disposición de las aguas servidas. Con base a este problema se diseñó el sistema de drenaje sanitario para la aldea Nueva Esperanza, el cual es un conjunto de tuberías y obras de infraestructura destinadas a la recolección de aguas servidas, cuyo fin es reducir las enfermedades, mejorar la calidad de vida y tener un entorno adecuado y saludable para la población.

En el casco urbano del municipio se determinó que uno de los principales problemas es la ausencia de instalaciones cómodas y seguras para la población estudiantil, personal docente y personal administrativo de la escuela oficial urbana mixta Emilio Arenales Catalán, puesto que el edificio actual con el que cuenta este centro educativo presenta deficiencias considerables en su estructura y se determinó necesario diseñar un nuevo edificio que cumpla con las normas de diseño específicas y que brinde seguridad y comodidad a todos los usuarios. Este proyecto consta de 6 aulas, 1 dirección, 1 sala de reuniones para maestros y baños para mujeres y hombres.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de producción es el resultado final de un proyecto realizado dentro del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la municipalidad de Nación del departamento de Huehuetenango, con lo cual se le dará solución a 2 de los principales problemas del municipio.

En el área rural del municipio, una de las principales necesidades es el saneamiento, ya que la carencia en la atención de este servicio ha provocado consecuentemente la propagación de malos olores en varias comunidades, así como de algunas enfermedades causadas por la inadecuada disposición de las aguas servidas. Con base a este problema se diseñó el sistema de drenaje sanitario para la aldea Nueva Esperanza, el cual es un conjunto de tuberías y obras de infraestructura destinadas a la recolección de aguas servidas, cuyo fin es reducir las enfermedades, mejorar la calidad de vida y tener un entorno saludable y saludable para la población.

En el caso urbano del municipio se detectó la falta de las prácticas adecuadas en el uso de las instalaciones sanitarias y aguas servidas, lo que ocasiona contaminación, malos olores y enfermedades de la zona urbana. Para solucionar este problema se diseñó un sistema de drenaje sanitario para la aldea Nueva Esperanza, el cual es un conjunto de tuberías y obras de infraestructura destinadas a la recolección de aguas servidas, cuyo fin es reducir las enfermedades, mejorar la calidad de vida y tener un entorno saludable y saludable para la población.



# 1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

## 1.1. Antecedentes históricos

Aunque algunos historiadores no están seguros sobre la fecha exacta de fundación del municipio, estudios señalan que durante el período anterior a la conquista, el área de Nentón fue de poco atractivo para los quichés, quienes solamente extendieron sus dominios hasta el interior de la sierra de los Cuchumatanes, pero sin llegar sus laderas al norte y occidente. Los españoles tampoco se establecieron en los primeros años de la colonia en la zona, debido probablemente a su aislamiento y escasa población.

En consecuencia se ignora cuando fue fundada la actual población de Nentón, la que en los últimos años del período colonial fue conocida como San Benito Nentón, aldea perteneciente a Jacaltenango. En la división territorial del Estado de Guatemala, para la administración de justicia de 1836, aparece Nentón como uno de los pueblos que pertenecían al circuito de Jacaltenango, en la cual a su vez formaba parte del departamento de Totonicapán, hasta que el 5 de mayo de 1866 fue creado el departamento de Huehuetenango.

El municipio de Nentón nace por Acuerdo Gubernativo el 5 de diciembre de 1876, a petición de un grupo de vecinos de los parajes de Yalixján, Quixal, Cajtaví, Saj nabá, Ychuán y Yoptá del municipio de San Sebastián Coatán; y Chaquial, Chaculá, Alzantic, que consideraron más conveniente la segregación de sus respectivas jurisdicciones e integrar un municipio que tuviera como cabecera la población de Nentón.

En la actualidad, su fiesta titular se celebra del 12 al 15 de enero, en honor al Señor de Esquipulas.

## **1.2. Aspectos físicos**

En este sentido se enumerarán los aspectos más destacados del municipio de Nentón, los cuales lo caracterizan e identifican con respecto al resto de municipios de la región Huista.

### **1.2.1. Extensión territorial, latitud, altitud y longitud**

Después del municipio de Barillas, Nentón es el segundo municipio del departamento de Huehuetenango que más extensión territorial posee (11 por ciento de la extensión departamental), al contar con 787 kilómetros cuadrados. El municipio de Nentón se encuentra ubicado a 780 metros sobre el nivel del mar.

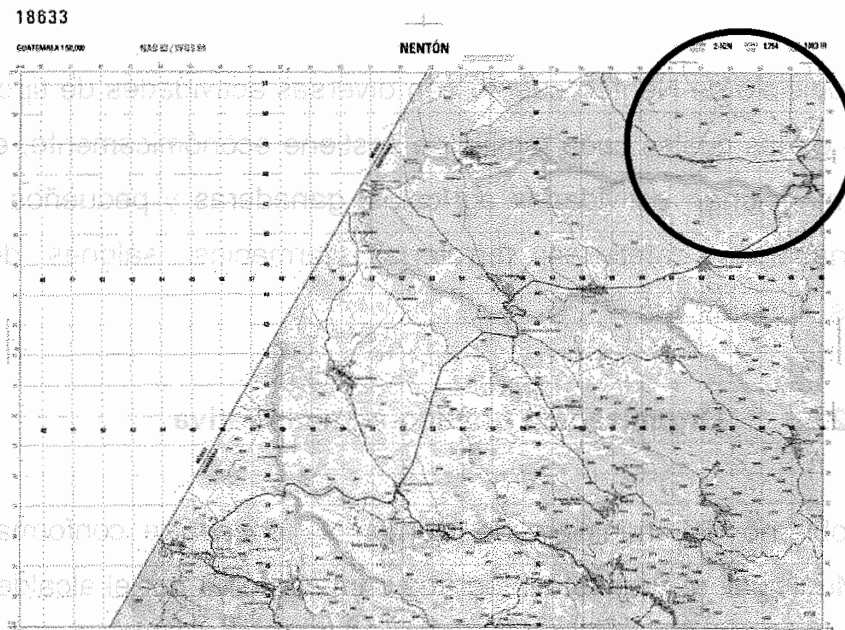
### **1.2.2. Ubicación geográfica**

El municipio de Nentón pertenece a la Región Nor-Occidente del país y de acuerdo a datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN), (ver figura 1), sus coordenadas geográficas son 47°45'38" norte y 65°41'15" este, colindando al norte con la República de México; al este con San Mateo Ixtatán y San Sebastián Coatán; al sur con San Sebastián Coatán, San Miguel Acatán y Jacaltenango, todos estos municipios del departamento de Huehuetenango; y al oeste con la república de México.

Figura 1. Localización del municipio de Nentón

Hoja cartográfica No. 1863-III

Escala 1:50,000



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

### 1.2.3. Población

El municipio de Nentón cuenta actualmente con un promedio de 33 823 habitantes de los cuales 16 550 son hombres (48,93 por ciento) y 17 273 mujeres (51,07 por ciento).

### 1.2.4. Clima

En el territorio del municipio de Nentón las temperaturas oscilan desde los 11 hasta los 26 grados Celsius, contando con una precipitación anual de 1557 milímetros y humedad relativa de 73 por ciento.

Según los datos obtenidos de la estación meteorológica más cercana del INSIVUHME.

### **1.2.5. Actividades económicas**

El municipio de Nentón cuenta con diversas actividades de tipo comercial por medio de las cuales cada familia se sostiene económicamente, entre éstas podemos mencionar: actividades agrícolas, ganaderas y pequeños comercios como panaderías, cafeterías, ferreterías, farmacias, salones de belleza, comedores, librerías, etc.

### **1.2.6. Organización político-administrativa**

El gobierno del municipio de Nentón se encuentra conformado por el Consejo Municipal, el cual está integrado primeramente por el alcalde municipal (quien lo preside), cinco concejales, dos concejales suplentes, dos síndicos y un síndico suplente, que tienen a su cargo la representación de la cabecera, aldeas, caseríos y barrios. Cuenta además con alcaldes auxiliares que representan legalmente a cada una de las comunidades. El municipio de Nentón está conformado primeramente por la cabecera municipal, 54 aldeas, 2 fincas, 2 caseríos y 4 barrios que están establecidos alrededor de la cabecera municipal, todos estos debidamente organizados.

### **1.2.7. Producción agrícola**

Esta actividad representa una de las principales fuentes de producción del municipio de Nentón, se constituye en primer orden del desarrollo económico pues absorbe la mayor parte de mano de obra de la región y es una gran fuente de ingresos para la población.

Los principales cultivos del municipio son: maíz, frijol, café y manía, aunque dependiendo de la época del año, se cosechan además algunos otros cultivos tales como la piña, jocote de agua, pepino, cebolla, naranja, limón, papaya, mango, rosa jamaica y productos provenientes de hortalizas.

El financiamiento necesario para realizar toda actividad agrícola, proviene en un 100 por ciento de fuentes internas, es decir ahorro familiar, las semillas de la cosecha del año anterior son utilizadas para el proceso y utilización de mano de obra propia.

### **1.2.8. Idioma**

La mayor parte de la población del municipio de Nentón, habla el idioma Español y el otro sector restante de la población, particularmente habitantes del área rural, hablan el idioma Chuj o el idioma Q'anjobal.

### **1.2.9. Evaluación de servicios existentes**

El área urbana del municipio de Nentón cuenta con los servicios necesarios para atender las necesidades de los habitantes de la cabecera municipal, siendo estos servicios lo siguientes:

- Centro de salud
- Escuela de educación preprimaria
- Escuela de educación primaria
- Instituto básico
- Iglesia católica y evangélica
- Sistema bancario
- Farmacias
- Centros educativos privados
- Laboratorio y clínicas médicas
- Servicio de telefonía móvil
- Talleres mecánicos y de herrería
- Panaderías
- Distribución de materiales de construcción
- Gasolinera, etc

En el caso del área rural, los habitantes solo cuentan con algunos de los servicios necesarios, siendo estos:

- Puesto de salud (sólo en algunas aldeas)
- Escuela de educación primaria
- Instituto básico (sólo en algunas aldeas)

### **1.3. Aspectos de infraestructura**

Todo municipio, por pequeño o grande que sea, debe contar con los servicios básicos de infraestructura, necesarios para el buen desarrollo físico y mental de sus habitantes, es por eso que a continuación se describen los más importantes:

### **1.3.1. Vías de acceso**

El acceso al municipio de Nentón se realiza primeramente a través de la carretera Interamericana CA-1 hasta el kilómetro 329,5 en donde se toma una segunda carretera asfaltada cuya identificación correspondiente es RD-12.

Esta segunda ruta inicia en la aldea Camojá del municipio de La Democracia, del departamento de Huehuetenango y finaliza precisamente en la cabecera municipal de Nentón.

### **1.3.2. Servicios públicos**

La cabecera municipal de Nentón cuenta actualmente con los siguientes servicios:

- Sistema de agua potable (es un sistema por gravedad que cuenta con un tanque de distribución).
- Servicio de energía eléctrica, proporcionado por el Distribuidor de Energía de Occidente (DEOCSA).
- Sistema de drenaje sanitario.
- Recolección de basura.

### 1.3.1. Vías de acceso

El acceso al municipio de Nariño se realiza principalmente a través de la carretera interamericana CA-1 hasta el kilómetro 329.5 en donde se toma una segunda carretera asfaltada cuya identificación correspondiente es R11 (32).

Esta segunda ruta inicia en la aldea Camoja del municipio de La Democracia, del departamento de Huancabamba y finaliza precisamente en la cabecera municipal de Nariño.

### 1.3.2. Servicios públicos

La cabecera municipal de Nariño cuenta actualmente con los siguientes

servicios

- Sistema de agua potable (es un sistema por gravedad que cuenta con un tanque de distribución)
- Servicio de energía eléctrica proporcionado por el Distribuidor de Energía de Córdoba (DECOCA)
- Sistema de drenaje sanitario
- Recolección de basura



## **2. DISEÑO DE EDIFICIO DE ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA “EMILIO ARENALES CATALÁN”**

### **2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de un edificio escolar de dos niveles, en el área urbana del municipio de Nentón, con la siguiente distribución de ambientes:

En la planta baja tendrá tres aulas y servicios sanitarios para hombres y para mujeres respectivamente.

En la planta alta tendrá tres aulas, dirección y sala de maestros y un módulo de gradas. La estructura será construida a base de marcos dúctiles (sistema de vigas y columnas de concreto reforzado) y losas de concreto armado, piso cerámico, puertas de metal, ventanas de aluminio y vidrio claro y balcones de metal.

### **2.2. Investigación preliminar**

Luego de realizar un recorrido por el municipio, se pudieron establecer varios problemas que afectan específicamente a los habitantes del área urbana, entre los cuales destacan: el deterioro que sufre la escuela urbana de la cabecera municipal, la escasez de agua potable en el casco urbano y la falta de una planta de tratamiento en la cabecera municipal.

A En base a lo anterior, la municipalidad de Nentón estableció dar prioridad a la construcción de nuevas instalaciones para la escuela oficial urbana mixta “Emilio Arenales Catalán” considerando que las instalaciones actuales presentan riesgos de colapsar debido a que dicha estructura fue construida en 1979, que a la fecha ya sobrepasó su período de diseño y presenta varias fallas estructurales en los muros.

### **2.3. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico fue realizado personalmente por el estudiante de EPS con equipo suministrado por la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos. Para esto se tomó en cuenta todo el terreno con que cuenta la escuela para posteriormente establecer la ubicación adecuada de las nuevas instalaciones del centro educativo, también se tomaron los datos necesarios para establecer la taquimetría y altimetría del terreno para hacer los cálculos necesarios sobre el movimiento de tierras que se necesita hacer previo a la construcción de las nuevas instalaciones.

### **2.4. Estudio de suelos**

La exploración del suelo que se hizo para obtener información fue por medio de la perforación de un pozo de 1,50 metros de profundidad, el cual permitió ver el suelo en su estado natural. La capacidad soporte de un suelo es la capacidad para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa. Luego de realizar una inspección visual del suelo y de acuerdo al color, textura y consistencia, se determinó que es de tipo Arena limosa con presencia de gravas color café y según la tabla I, el valor soporte asumido es de 20 toneladas por metro cuadrado.

Tabla I. **Valor soporte según tipo de suelo**

<b>Material del suelo</b>	<b>Ton/m2</b>	<b>Observaciones</b>
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	107	Compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	86	Compactados con más del 10% de grava
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos, con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CABRERA SEIS, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1, p. 44

## 2.5. **Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico es la capacidad de proyectar y construir edificios perdurables que respondan a los requerimientos pedagógicos, buscando alcanzar la mayor racionalización y optimización de los recursos disponibles.

Esto se hace para tener un lugar funcional y una estructura con resistencia adecuada. Para lograrlos, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos y normas de diseño.

Las distintas actividades específicas que se realizan en un edificio escolar, deben hallar en el espacio y su equipamiento las circunstancias y posibilidades más propicias, en el marco de los recursos disponibles y su equitativa distribución.

### **2.5.1. Iluminación y ventilación**

Las aulas deberán estar iluminadas y ventiladas por medio de ventanas hacia la vía pública o a patios, debiendo abarcar las ventanas por lo menos toda la longitud de uno de los muros más largos. La superficie de las ventanas deberá tener un mínimo de un 20 por ciento de la superficie de piso.

Por lo anteriormente expuesto se ha decidido dejar ventanas lo suficientemente grandes a fin de cumplir con este criterio.

### **2.5.2. Requerimiento de áreas**

Según el Ministerio de Educación, las aulas para nivel primario deben contar con un área mínima de 50 metros cuadrados, 1,25 metros cuadrados por alumno, administración o dirección, cocina, servicios sanitarios y bodega.

### **2.5.3. Espacios educativos**

Los espacios educativos son los espacios destinados al ejercicio de la educación, la cual se desarrolla por medio de diferentes actividades.

Es por eso que las características de los espacios educativos varían de acuerdo con los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas.

En el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares, se describen como espacios educativos característicos a: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones y la economía doméstica. En este caso se detalla únicamente el aula teórica ya que ésta se utiliza en todos los espacios educativos de este proyecto, por ser la que mejor se adapta a los requerimientos del centro escolar.

#### **2.5.3.1. Aula teórica**

La función del aula teórica es proveer a los maestros y del mobiliario para alumnos de un espacio para desarrollar en forma cómoda, las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje, ya sea en la forma tradicional expositiva modificando la ubicación desarrollar otras técnicas didácticas,

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hará de modo habitual para los edificios educativos (ver planos de la edificación escolar para el municipio de Nentón, planta amueblada).

#### **2.5.4. Alturas del edificio**

Se escoge hacer el edificio de dos niveles, esto en cumplimiento a la norma que establece que haya tres niveles como máximo para centros educativos de nivel pre primario y primario.

La altura del edificio será de 6,20 metros, todos los ambientes serán de 3 m del nivel de piso al cielo raso, marcos de 3,6 y 5 metros. La longitud total del edificio será de 28,30 metros con un ancho de 8 metros.

## **2.6. Diseño estructural**

La importancia de establecer elementos estructurales debidamente diseñados, radica en la necesidad de proveer a la estructura los requerimientos necesarios para su buen desempeño al momento de presentarse fenómenos naturales que podrían provocar daños irreversibles a la estructura en general.

### **2.6.1. Selección del sistema estructural a utilizar**

En la elección del sistema estructural influyen los factores de resistencia, economía, funcionalidad, estética, los materiales que se tienen disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, las formas y dimensiones así como los materiales y el proceso de ejecución.

Para este caso, se eligió un sistema estructural de marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado (vigas y columnas).

### **2.6.2. Análisis estructural**

El estudio de las estructuras considera, principalmente, los efectos producidos por las fuerzas que actúan sobre un determinado sistema estructural y determina las condiciones que deben satisfacer las diferentes partes de este sistema, de manera que puedan soportar dichas fuerzas.

El sistema debe estar en equilibrio basado en las diferentes partes que lo integran, las cuales deberán ser de un material adecuado que impida su ruptura o deterioro y sus materiales no deberán ser llevados más allá de la resistencia límite cuando sean aplicadas las diferentes fuerzas.

Para el análisis estructural se utilizó el método de Kani y los resultados se confrontaron con los obtenidos en el método *Etabs*.

### 2.6.3. Predimensionamiento estructural

Predimensionar una estructura es darle medidas preliminares a los elementos que la conforman, las cuales serán utilizadas para soportar las cargas aplicadas.

Existen diversos métodos para predimensionar los elementos, en estos proyectos se aplicó los métodos del ACI 318-99, los cuales se detallan a continuación:

- Viga

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

Tabla II: **Alturas o espesores mínimos de vigas**

Elementos	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Fuente: *American concrete institute (ACI 318-99)*

Capítulo 9, p. 149.

$$t_{viga} = Luz / 21 = 5 \text{ m} / 21 = 0,24 \text{ m}$$

Se adoptó una base de viga de  $b = 0,25 \text{ m}$  y se sugiere una sección de viga de  $0,25 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$ .

- **Columna**

El método utilizado para predimensionar las columnas se basa en la carga aplicada y el área tributaria, para luego calcular la sección. Las secciones de las columnas se basarán en las columnas más críticas que soportarán mayor carga.



Fórmulas:

	$P = 0,80((0,225 * f'cAg) + (fyAs))$
$1 \% Ag \leq As \leq 6 \% Ag$	(Según ACI 318-99, sección 21.4.3)
Solución:	
$28,296 = 0,80((0,225 * 210 * Ag) + (2 810 * 0,01Ag))$	





$$Ag = 654,48 \text{ cm}^2$$

Entonces la sección de la columna propuesta será de 0,30 m x 0,30 m, que cumple con el área especificada y la mínima establecida por el ACI.

- Losa

Se predimensiona el espesor de la losa utilizando las recomendaciones del ACI 318-05, en su sección 9.5.2, tabla I, en donde las variables son las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyo. En este caso la losa está apoyada en sus cuatro extremos y se tiene varias medidas de losas por lo cual se toma la más crítica.

Tabla III. **Espesores mínimos de losa**

Continuidad de los apoyos	Espesor mínimo, h	Figura
Simplemente apoyados	L/20	
Un apoyo continuo	L/24	
Ambos apoyos continuos	L/28	
Voladizo	L/10	

Fuente: *American concrete institute* (ACI 318-99), capítulo 9, p. 144.

$$t_{losa} = \frac{\text{Perímetro}}{180} \text{ (en dos sentidos)}$$

$$t_{losa} = \frac{L}{x} \text{ (en un sentido, ver tabla)}$$

$$t_{losa} = \frac{3,5 * 2 + 5 * 2}{180} = 0,09 \text{ m}$$

Se utilizará un espesor de losa de 10 centímetros.

- **Cimientos**

Los antecedentes a tomar para el diseño de las zapatas son los obtenidos del análisis estructural y el estudio de suelos. La cota de cimentación es de 1,50 metros y se utilizarán zapatas concéntricas y excéntricas. El predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

## 2.7. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

Un marco dúctil se define como un sistema estructural que consta de vigas y columnas. Así también su modelo matemático define la forma y las cargas que soporta y este modelo se utiliza para el análisis estructural.

## 2.8. Cargas aplicadas

En el proyecto se analizarán dos tipos de cargas, las cuales son de vital importancia para el diseño de la estructura, siendo estas, según su dirección, cargas verticales y horizontales.

### 2.8.1. Cargas verticales

Toda estructura está sometida a cargas verticales, las cuales se clasifican en: cargas vivas y cargas muertas. Para este caso en particular en que el edificio es un centro educativo, se adoptaron los siguientes valores de carga viva y muerta:

#### Carga muerta

Peso de concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$

Peso de acabados:  $90 \text{ kg/m}^2$

Paredes divisorias:  $120 \text{ kg/m}^2$

#### Carga viva

Carga en azoteas:  $100 \text{ kg/m}^2$

Carga en pasillos:  $500 \text{ kg/m}^2$

Carga en aulas:  $200 \text{ kg/m}^2$

A continuación se integran las cargas distribuidas, que fueron calculadas tomando en cuenta los valores descritos por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), utilizando el procedimiento siguiente:

$$CM = \text{Área tributaria} * ((\text{Peso específico del concreto} * \text{espesor de losa}) + \text{Peso de acabados} + \text{Peso de muros} + \text{peso de viga})/L$$

$$CV = \frac{\text{Área tributaria} \times \text{Valor de carga viva}}{L}$$

Donde:

t = Espesor de losa

CV = 200 kg/m<sup>2</sup> (aulas)

CV = 500 kg/m<sup>2</sup> (pasillos)

Peso de acabados = 90 kg/m<sup>2</sup>

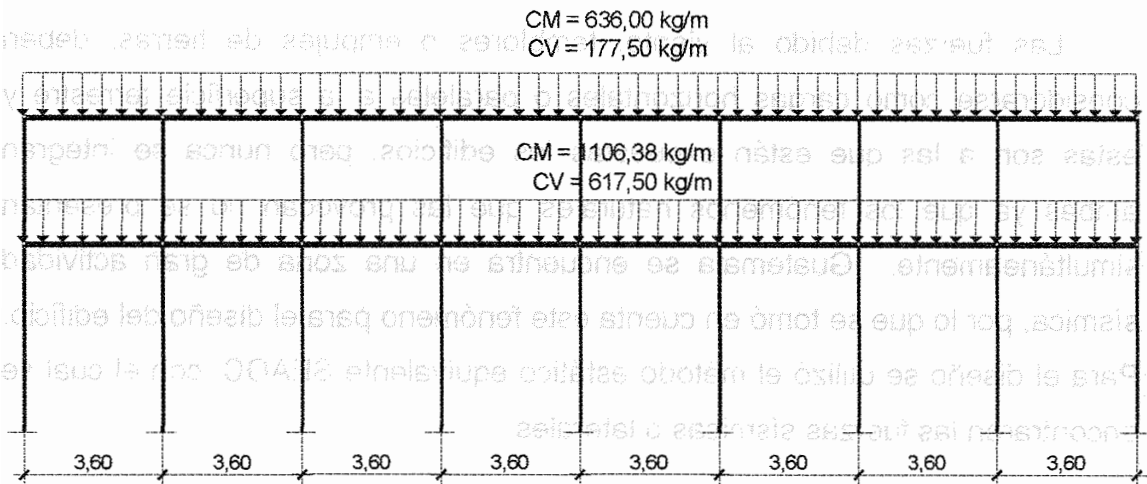
Sección de viga = 0,35 m x 0,25 m (nivel 1)

Sección de viga = 0,35 m x 0,20 m (nivel 2)

Peso de muros = 120 kg/m<sup>2</sup>

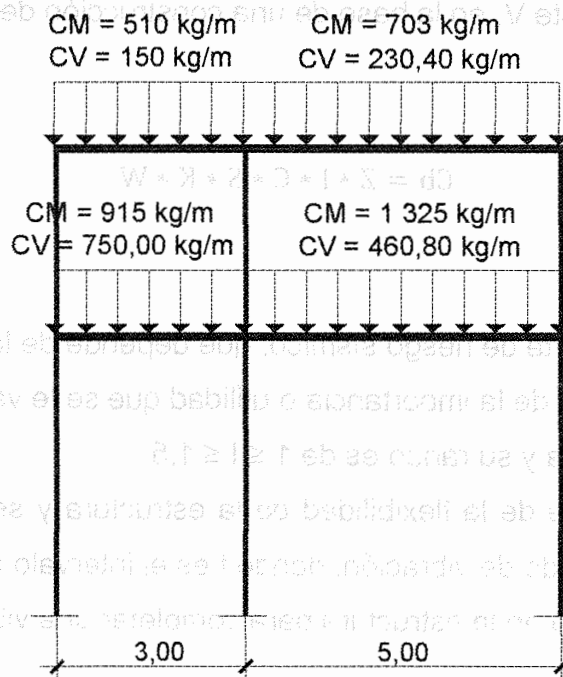
Los resultados de las cargas verticales en el sentido X y Y, de primer y segundo nivel, se muestran en las figuras siguientes:

Figura 2. **Cargas verticales en el sentido X en eje 2 niveles 1 y 2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Cargas verticales en el sentido Y en eje B niveles 1 y 2**



Fuente: elaboración propia.

## 2.8.2. Cargas horizontales

Las fuerzas debido al viento, temblores o empujes de tierras, deben considerarse como cargas horizontales o paralelas a la superficie terrestre y estas son a las que están expuestas los edificios, pero nunca se integran ambas ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente. Guatemala se encuentra en una zona de gran actividad sísmica, por lo que se tomó en cuenta este fenómeno para el diseño del edificio. Para el diseño se utilizó el método estático equivalente SEAOC, con el cual se encontraron las fuerzas sísmicas o laterales.

### Método SEAOC

- Corte basal (Cb):

Fuerza constante V, en la base de una construcción debido a las fuerzas sísmicas.

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

Donde:

Z = Coeficiente de riesgo sísmico, que depende de la zona

I = Depende de la importancia o utilidad que se le vaya a dar a la estructura y su rango es de  $1 \leq I \leq 1,5$

C = Depende de la flexibilidad de la estructura y se mide con base en el período de vibración, donde t es el intervalo de tiempo que se necesita en la estructura para completar una vibración.

$$C = \frac{1}{15 * \sqrt{t}} = \frac{0,0906 * \text{altura del edificio}}{\sqrt{\text{base}}}$$

S = Coeficiente que depende del tipo del suelo, si se desconoce usar 1,5. Si C\*S es mayor que 0,14, entonces utilizar 0,14.

K = Coeficiente que depende del sistema estructural; en este caso se utilizará 0,67 para edificios con marcos dúctiles (estructura con vigas y columnas).	00,08	00,08	00,08	00,08	00,08	00,08	00,08	00,08	00,08
W = Peso propio de la estructura más 25% de las cargas vivas.	Peso total								

La fuerza del sismo actúa tanto longitudinal como transversalmente, por lo cual se calcula el corte basal en las direcciones X y Y, para diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

Solución:

$$Z = 1$$

$$I = 1,30$$

$$K = 0,67 \text{ (marcos dúctiles)}$$

$$S = 1,5$$

$$\text{Altura del edificio} = 7,50 \text{ m}$$

$$t_x = \frac{0,0906 \cdot 7,50}{28^{1/2}} = 0,13$$

$$c_x = \frac{1}{(15 \cdot 0,13^{1/2})} = 0,18$$

$$t_y = \frac{0,0906 \cdot 7,50}{8^{1/2}} = 0,24$$

$$c_y = \frac{1}{(15 \cdot 0,24^{1/2})} = 0,14$$

Chequeando si  $C \cdot S > 0,14$ , entonces utilizar  $C \cdot S = 0,14$

$$C_x S_x = 0,18 \cdot 1,5 = 0,27 > 0,14 \gg 0,14 \quad C_x S_x = 0,14$$

$$C_y S_y = 0,14 \cdot 1,5 = 0,21 > 0,14 \gg 0,14 \quad C_y S_y = 0,14$$

W = Peso de la estructura + 25 por ciento de las cargas vivas

$$W = W \text{ primer nivel} + W \text{ segundo nivel}$$

$$W_{\text{nivel}} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{columna}} + (0,25CV)$$

Tabla IV. **Peso por nivel y peso total de la estructura (kg)**

Nivel	W losa	W viga	W columna	0.25 x CV	W total
1	103 680,00	27 820,80	33 534,00	18 677,50	183 712,30
2	76 032,00	24 494,40	6 480,00	5 760,00	112 766,40
<b>Peso total</b>					<b>296 478,70</b>

Fuente: elaboración propia.

Puesto que el corte basal ( $V$ ) =  $V_x = V_y$ , entonces:

$$V_{x,y} = 1 * 1,30 * 0,14 * 0,67 * 296 478,70 = 36 152,61 \text{ kg}$$

Cálculo de fuerzas por nivel ( $F_{ni}$ )

$$F_{ni} = \frac{(C_b - F_t) \times W_{hi}}{\sum W_i \times h_i}$$

Donde:

$F_{ni}$  = Fuerza por nivel

$C_b$  = Corte basal

$F_t$  = Fuerza adicional de cúspide del edificio, cuando  $t$  (período natural de vibración) es menor que 0,25 segundos, entonces  $F_t = 0$

$W$  = peso propio de la estructura + 25% de cargas vivas

$W_i$  = Peso propio de la estructura + 25% de cargas vivas por nivel

$h_i$  = Altura tomada desde la base de la estructura al centro de cada nivel de piso de la estructura



Solución:

Los datos de los cálculos obtenidos de fuerzas por nivel, se muestran en la tabla siguiente:

Tabla V. Fuerzas por nivel

Niv	Altura h (m)	Cb (kg)	Peso Wx (kg)	Ft (kg)	hi x Wi	Cb (kg)	Fn (kg)
2	7,70	36 152,61	123 768,00	0,0	953 013,60	19 857,85	19 857,85
1	4,50	36 152,61	173781,00	0,0	782 014,50	16 294,76	36 152,61
<b>1735 028,10</b>						<b>36 152,61</b>	

Fuente: elaboración propia.

Fuerzas por marco (FM)

Cálculo de centro de rigidez

$$C_{ry} = C_{rx} = \frac{\sum(Km \times Li)}{\sum Km}$$

Donde:

Cr = Centro de rigidez

Km = Cantidad de columnas por marco \* Kc, donde Kc = 0,236

Li = Distancia del eje hacia cada marco

$$C_{ry} = \frac{9,11}{2,48} = 3,67 \text{ m}$$

$$C_{rx} = \frac{35,77}{2,48} = 14,40 \text{ m}$$

### Cálculo de centro de masa

$$C_{my} = C_{mx} = \frac{\text{Largo}}{2}$$

$$C_{my} = \frac{8}{2} = 4,00 \text{ m}$$

$$C_{mx} = \frac{28,8}{2} = 14,40 \text{ m}$$

### Cálculo de excentricidad

$$e_y = C_{my} - C_{ry} = 4,00 - 3,67 = 0,33$$

$$e_x = C_{mx} - C_{rx} = 14,40 - 14,40 = 0$$

$$e_{min} = 0,05 * b(\text{dimensión de la planta en dirección al movimiento del sismo})$$

$$e_{min\ y} = 0,05 * 8 = 0,40$$

$$e_{min\ x} = 0,05 * 28,8 = 1,44$$

$$E_y = e_{min\ y} + e_y = 0,33 + 0,40 = 0,73$$

$$E_x = e_{min\ x} + e_x = 0 + 1,44 = 1,44$$

### Fuerzas por marco

$$E_i = \frac{\sum(K_m \times d_i^2)}{K_m \times d_i}$$

$$F_i' = \frac{K_m \times F_n}{\sum K_m}$$

$$F_i'' = \frac{E_{x,y} \times F_n}{E_i}$$

$$F_m = F' + F''$$

Si el valor de  $F_m < F'$ , se debe tomar  $F'$  como la fuerza del marco, de lo contrario  $F_m$  será la fuerza del marco.

**Cálculo de fuerza a utilizar en sentido X nivel 2**

$$E_i = \frac{27,048}{-3,036} = -8,91$$

$$E_i = \frac{0,828 \times 19\,857,85}{2,484} = 6\,619,28$$

$$E_i = \frac{0,73 \times 19\,857,85}{-8,91} = -1\,634,56$$

$$F_m = 6\,619,28 + (-1\,634,56) = 4\,984,73$$

Fuerza a utilizar en nivel 2 = 6 619,28 kg

Los datos de las fuerzas por marco encontradas, según los cálculos, se pueden encontrar en la tabla siguiente:

Tabla VI. Fuerzas por marco sentido X nivel 2

NIVEL 2									
MARCO	Km	di	Km*di	km*di^2	Ei	Fi'	Fi''	Fm	Fuerza a Utilizar
1	0,828	-3,67	-3,036	11,13	-8,91	6 619,28	-1 634,56	4 984,73	6 619,28
2	0,828	-0,67	-0,552	0,37	-49,00	6 619,28	-297,19	6 322,09	6 619,28
3	0,828	4,33	3,588	15,55	7,54	6 619,28	1 931,75	8 551,03	8 551,03

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento para encontrar las fuerzas por marco del nivel 1 y sentido Y para ambos niveles, se realiza de igual forma por lo que a continuación se presentan los resultados obtenidos:

Fuerza a utilizar en nivel 2 sentido Y = 2 735,97 kg

Fuerzas a utilizar en nivel 1

Fuerza a utilizar sentido X = 15 567,76 kg

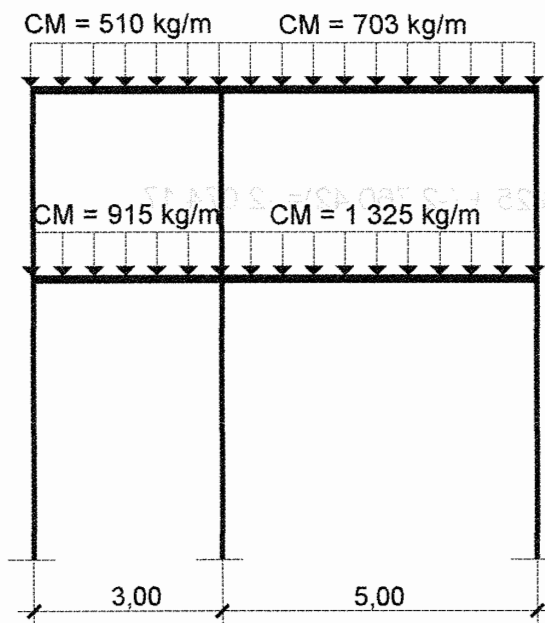
Fuerza a utilizar sentido Y = 5 029,98 kg

## 2.9. Fuerzas internas halladas con un método de análisis estructural

Para hallar las fuerzas internas se utilizó el método de Kani, el cual se confrontó con los resultados obtenidos en *Etabs*.

A continuación se presenta el procedimiento del análisis estructural con el método de Kani de la carga muerta del marco dúctil típico en el sentido Y.

Figura 4. Cargas Muerta en el sentido Y en eje B niveles 1 y 2



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de Momentos Fijos:

$$MF = \frac{+/-W * L^2}{12}$$

$$MF_{be} = -686,25$$

$$MF_{eb} = 686,25$$

$$MF_{cf} = -382,5$$

$$MF_{fc} = 382,5$$

$$MF_{eh} = -2 760,42$$

$$MF_{he} = 2 760,42$$

$$MF_{fi} = -1 464,58$$

$$MF_{if} = 1 464,58$$

- **Cálculo de Momentos de Sujeción:**  $MS = \sum(MF_{ik})$

Se suman los momentos fijos que llegan a cada nudo en sentido horizontal.

Ejemplo:

Nudo E:

$$MF_{eb} + MF_{eh} = 686,25 + (-2\,760,42) = -2\,074,17$$

$$MS_a = 0$$

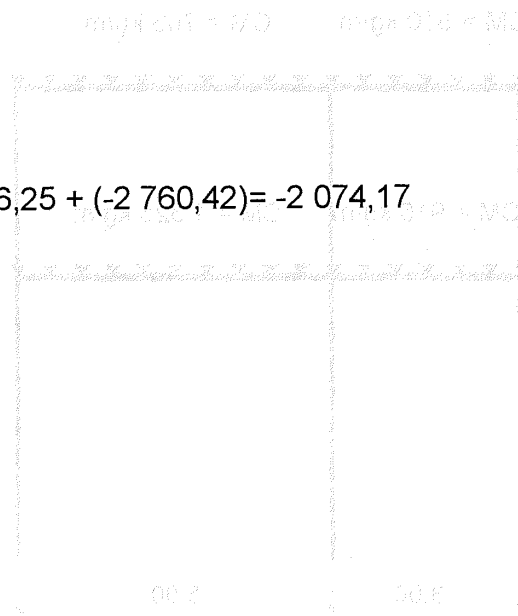
$$MS_b = -686,25$$

$$MS_c = -382,50$$

$$MS_d = 0$$

$$MS_e = -2\,074,17$$

$$MS_f = -1082,08$$



- **Cálculo de Rigidez de los elementos:**

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

$$I_{cols} = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I_{vigas} = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I_{vigas} = 89\,323 \text{ cm}^4$$

$$I_{cols} = 67\,500 \text{ cm}^4$$

Inercia Relativa:

$$I_{cols} = 1$$

$$I_{viga} = 1,32$$

Rigideces:

Los elementos con las mismas características tienen la misma rigidez.

Cols 1er Nivel:  $K_{ab} = K_{ba} = K_{de} = K_{ed} = K_{gh} = K_{hg} = 0,22$

Cols 2do Nivel:  $K_{bc} = K_{cb} = K_{ef} = K_{fe} = K_{hi} = K_{ih} = 0,31$

Viga de 3 m:  $K_{be} = K_{eb} = K_{cf} = K_{fc} = 0,44$

Viga de 5 m:  $K_{eh} = K_{he} = K_{fi} = K_{if} = 0,26$

- Cálculo de Factores de Giro:

$$u_{ik} = -1/2 \frac{K_{ik}}{\sum(K_{in})}$$

Los nudos A, D, G son = 0

Nudo B:  $U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$

$$U_{ba} = -0,11$$

$$U_{be} = -0,23$$

$$U_{bc} = -0,16 \quad \underline{-0,50}$$

Nudo E:  $U_{eb} = -0,18$

$$U_{ed} = -0,09$$

$$U_{eh} = -0,11$$

$$U_{ef} = -0,13 \quad \underline{-0,50}$$

Nudo H:  $U_{he} = -0,17$

$$U_{hg} = -0,14$$

$$U_{hi} = -0,20 \quad \underline{-0,50}$$

Nudo C:  $U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} + K_{cf}))$

$$U_{cb} = -0,21$$

$$U_{cf} = -0,29 \quad \underline{-0,50}$$

Nudo F:	U <sub>fc</sub> =	-0,22	
	U <sub>fe</sub> =	-0,15	
	U <sub>fi</sub> =	-0,13	-0,50
Nudo I:	U <sub>if</sub> =	-0,29	
	U <sub>ih</sub> =	-0,21	<u>-0,50</u>

- Cálculo de Factores de Corrimiento:

$$V = -3/2 \frac{K_{ik}}{\sum(K_{in})} \text{ de cada nivel}$$

Nivel 1

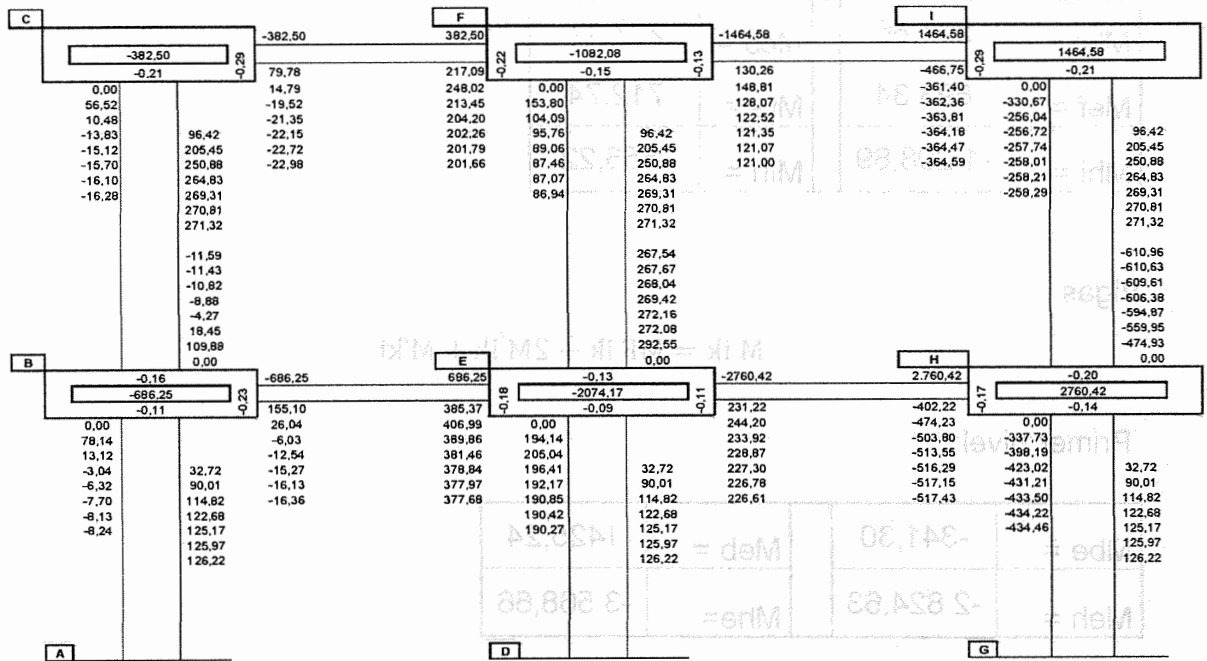
$$V_{ab} = V_{de} = V_{gh}$$

$$V_{ab} = -3/2 (K_{ab} / (K_{ab} + K_{de} + K_{gh}))$$

$$V_{ab} = -0,50$$



Figura 5. Esquema del procedimiento de análisis del método de Kani



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo d Momentos Finales de Carga Muerta

Columnas

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Primer nivel

M <sub>ab</sub> =	117,97	M <sub>ba</sub> =	109,73
M <sub>de</sub> =	316,49	M <sub>ed</sub> =	506,76
M <sub>gh</sub> =	-308,24	M <sub>hg</sub> =	-742,70

Segundo nivel

Mbc =	231,86	Mcb =	227,17
Mef =	893,34	Mfe =	712,74
Mhi =	-1 208,89	Mih =	-856,22

Vigas

$$M_{ik} = M F_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki}$$

Primer nivel

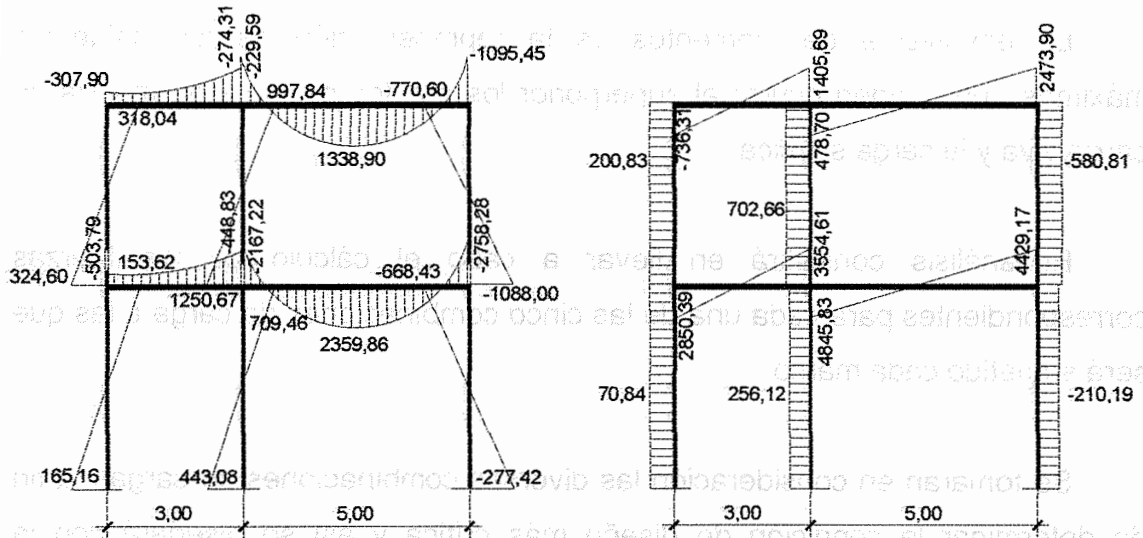
Mbe =	-341,30	Meb =	1425,24
Meh =	-2 824,63	Mhe =	-3 568,66

Segundo nivel

Mcf =	-226,79	Mfc =	762,85
Mfi =	-1 587,18	Mif =	856,40

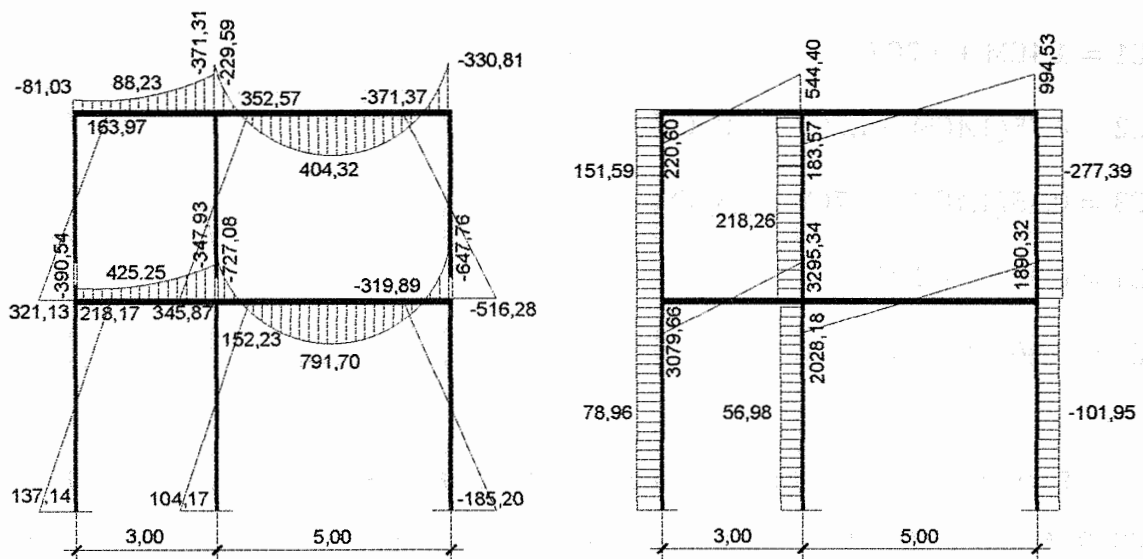
A continuación se presentan los resultados del análisis estructural de la carga muerta, carga viva y la fuerza de sismo por separado, del marco dúctil típico sentido X y sentido Y, que se observan en la figura 4 y 5.

Figura 6. Diagrama de corte y momento - carga muerta - marco dúctil Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de corte y momento – carga viva – marco dúctil Y



Fuente: elaboración propia.

## 2.10. Momentos últimos por envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, la carga viva y la carga sísmica.

El análisis consistirá en llevar a cabo el cálculo de las fuerzas correspondientes para cada una de las cinco combinaciones de carga a las que será sometido cada marco.

Se tomarán en consideración las diversas combinaciones de cargas, a fin de determinar la condición de diseño más crítica y así se diseñará con la resistencia que se requiere para resistir las cargas afectadas por factor de carga correspondiente.

Diagrama de corte y momento – carga viva – marco dúctil Y  
Combinación de cargas

$$C1 = 1,4CM + 1,7CV$$

$$C2 = 0,75(1,4CM + 1,7CV + 1,87CS)$$

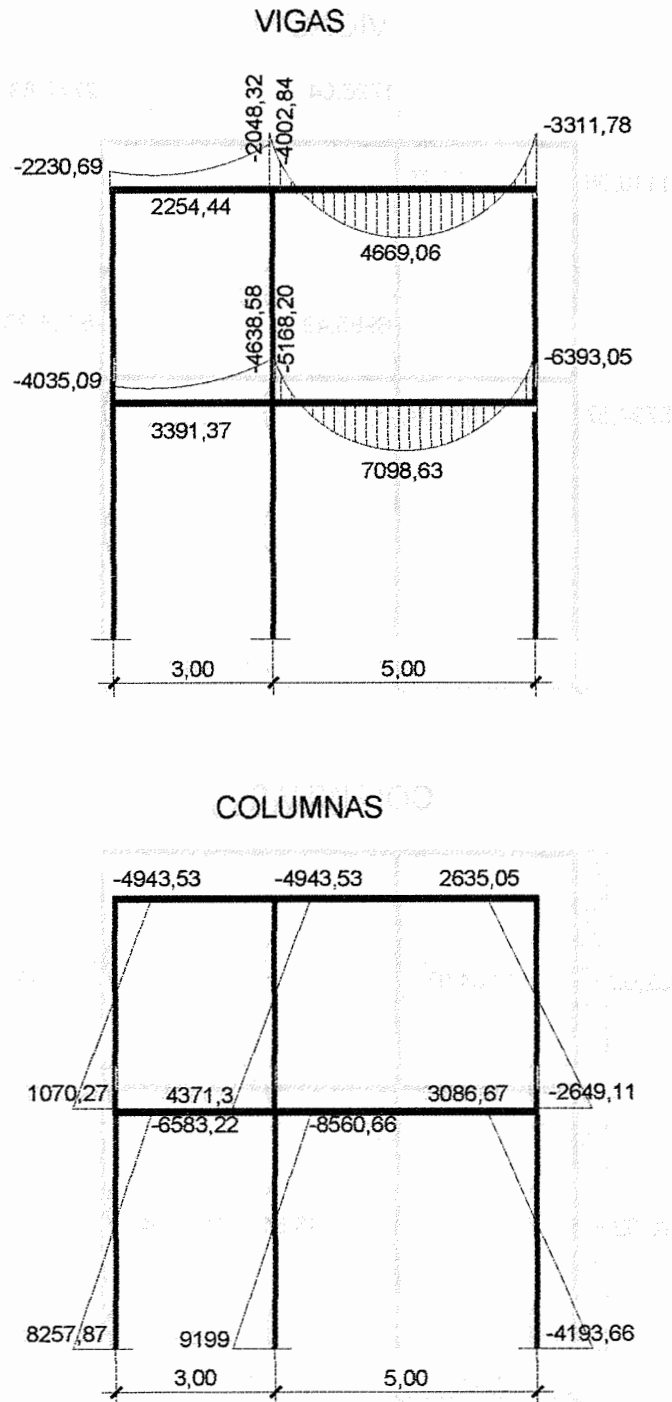
$$C3 = 0,75(1,4CM + 1,7CV - 1,87CS)$$

$$C4 = 0,90CM + 1,4CS$$

$$C5 = 0,90CM - 1,4CS$$

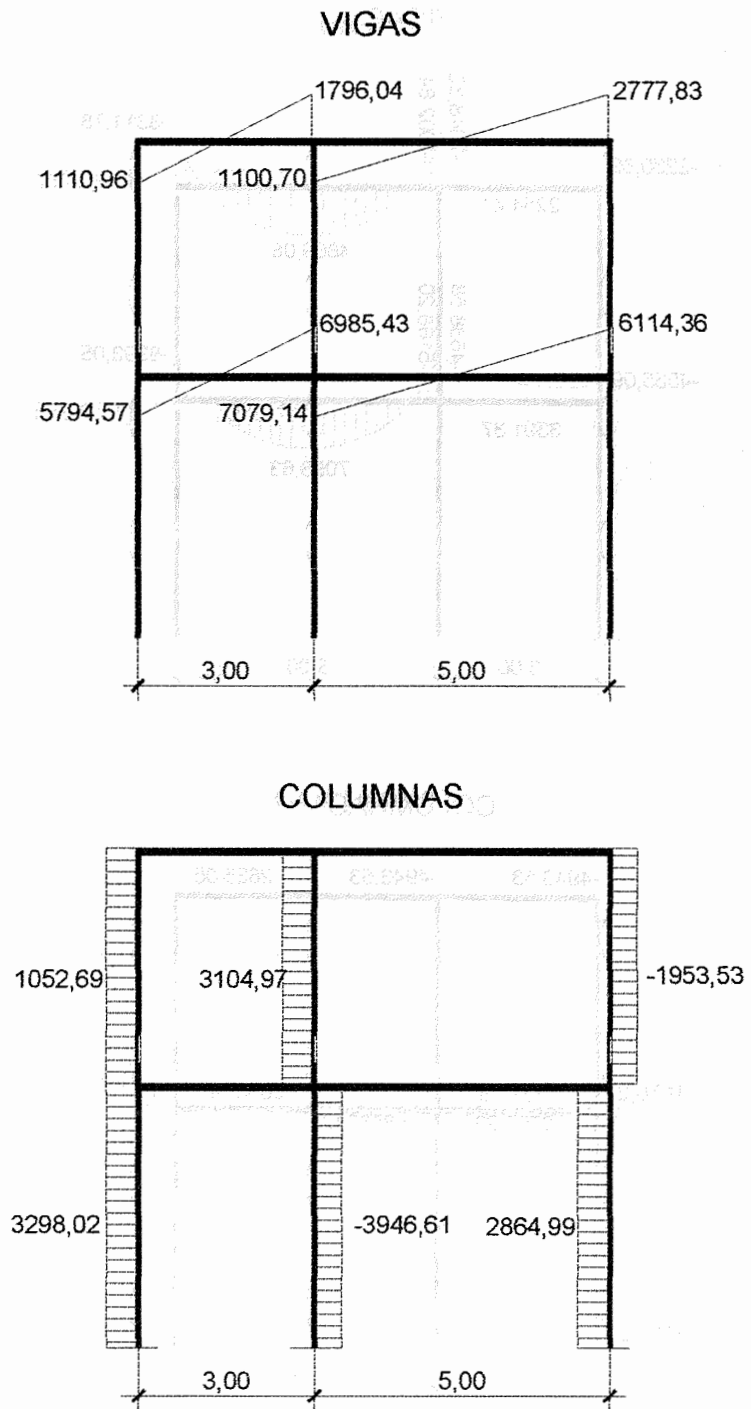
Empleando las combinaciones de las ecuaciones, se calculan todas las envolventes de momentos para los marcos en sentido X y Y, cuyos resultados pueden observarse en las figura 6.

Figura 8. Diagrama de momentos últimos – marco dúctil Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Diagrama de cortes últimos – marco dúctil Y



Fuente: elaboración propia.

## 2.11. Diseño de losas

Una losa de concreto armado es una placa ancha y lisa, generalmente horizontal, con superficies superior e inferior paralelas, soportadas por vigas de concreto armado o por muros de mampostería o de concreto armado. Por su espesor pueden dividirse en planas  $0,9 \leq t \leq 0,13$  y nervadas  $t > 0,13$ . Existen varios métodos para diseñar losas, en este caso se utilizó el método de diseño directo del reglamento ACI 318-99, sección 13.6.

### 2.11.1. Losas nivel 1

Las losas del nivel 1 se clasificarán en losas de aulas y losas de pasillos, siendo las losas de pasillos las que soportarán más carga y por consiguiente estarán más reforzadas con relación a las losas de aulas.

Para realizar el diseño de losa se tomarán en cuenta las especificaciones siguientes:

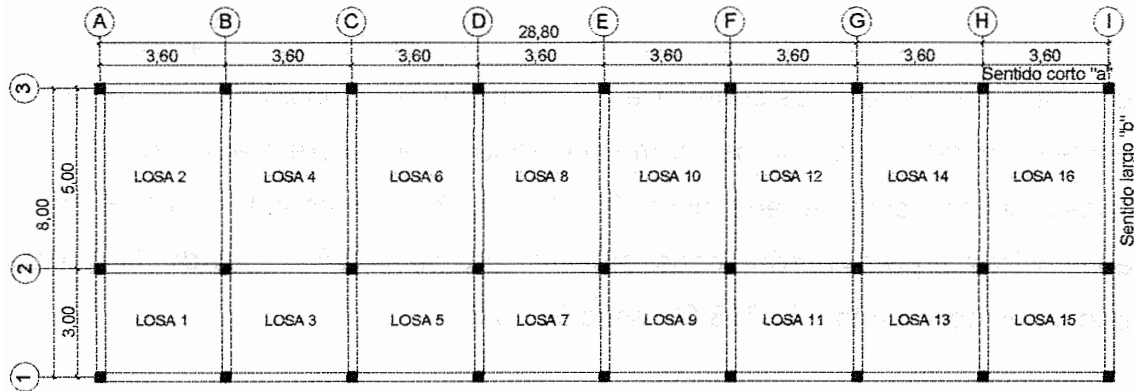
$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\text{Espesor de losa (t) = 10 cm}$$

$$\text{Recubrimiento = 2 cm}$$

Figura 10. Planta de distribución de losas nivel 1



Fuente: elaboración propia.

Carga última o carga de diseño

Carga última para losas impares

$$CM = 505 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CMU = 1,4 * CM = 1,4 * 505 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 707 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CVU = 1,7 * CV = 1,7 * 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CUL = (CMU + CVU)$$

$$CUL = \left( 707 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 1 557 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga última para losas pares

$$CM = 505 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CMU = 1,4 * CM = 1,4 * 505 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 707 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$



$$CVU = 1,7 * CV = 1,7 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CUL = (CMU + CVU)$$

$$CUL = \left( 707 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 1\ 047 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

**Momentos actuantes**

**Momentos negativos**

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

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

**Momentos Positivos**

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

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

**Donde:**

Ca-, Cb- = Coeficientes para momentos negativos

Cav+, Cbv+ = Coeficientes de carga viva para momentos positivos

Cam+, Cbm+ = Coeficientes de carga muerta para momentos positivos

CUL = Carga última de losa

CVU = Carga viva última

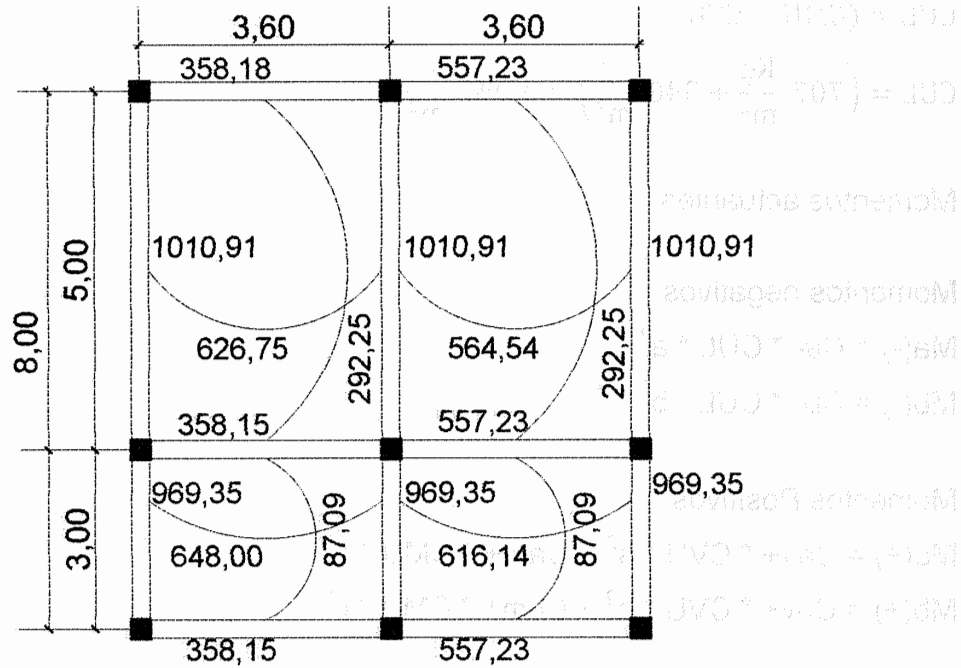
CMU = Carga muerta última

a = Lado menor de losa

b = Lado mayor de losa

Si siguiendo el procedimiento anterior, se calculan los momentos positivos y los momentos negativos en el sentido corto "a" y en el sentido largo "b" de las losas. Su distribución se presenta en la figura 9.

Figura 11. **Distribución de momentos losa típica nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

### Diseño del acero de refuerzo

El procedimiento para el cálculo de acero de una losa se realiza para una franja unitaria de 1 metro y se describe a continuación:

#### Cálculo de peralte efectivo de losa

$d_{\text{losa}} = t$  (espesor de losa) – Recubrimiento –  $\varnothing$  de barra (3/8 pulgadas)

$d_{\text{losa}} = 10 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 0,9375 \text{ cm}$

$d_{\text{losa}} = 7 \text{ cm}$

Acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{0,40 * 14,1 * b * d}{f_y} \quad \text{para losas en dos sentido ACI 318-99 sección 10.5}$$

$$A_{smin} = \frac{0,40 * 14,1 * 100 * 7}{2810} = 1,40 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el acero mínimo

$$M_{Asmin} = (\phi \times A_{smin} \times f_y) \times \left[ d - \frac{(A_{smin} \times f_y)}{1,7 \times f'c \times FU} \right]$$

$$M_{Asmin} = (0,90 \times 1,40 \times 2810) \times \left[ 7 - \frac{(1,40 \times 2810)}{1,7 \times 210 \times 100} \right]$$

$$M_{Asmin} = 244,79 \text{ kg} - \text{m}$$

Área de acero requerida para momentos mayores a  $A_{smin}$

Para momentos menores que  $M_{Asmin}$  se utiliza el área de acero del  $A_{smin}$  y para momentos mayores se utiliza la fórmula siguiente:

$$A_s = \left\{ (FU \times d) - \left[ (FU \times d)^2 - \frac{(M_{max} \times FU)}{(0,003825 \times f'c)} \right] \right\} \times \left( \frac{0,85 \times f'c}{f_y} \right)$$

Espaciamiento entre varillas para refuerzo

El espaciamiento entre varillas se calcula con  $S=Av/As$  y se debe tener en cuenta que el espaciamiento máximo entre varillas no deberá exceder de dos veces el espesor de la losa ( $2t$ ), en este caso  $2*0,10 = 0,20$  metros, según el reglamento ACI-318-99 sección 13.3.2.

Los resultados de los cálculos de la planta baja se presentan en la tabla siguiente:

Tabla VII. **Áreas de acero requeridas para losas del nivel 1**

M eje x (Kg*m)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fy (Kg/cm <sup>2</sup> )	b=FU (cm)	d (cm)	As req. (cm <sup>2</sup> )	Asmín (cm <sup>2</sup> )	As Ø 1/2" (cm <sup>2</sup> )	S (cm)	S utilizar (cm)
1 010,91	210	2 810	100	7	6,13	1,40	1,27	20	20
626,75	210	2 810	100	7	3,98	1,40	1,27	34	20
969,35	210	2 810	100	7	5,86	1,40	1,27	21	20
648,00	210	2 810	100	7	3,82	1,40	1,27	33	20

M eje y (Kg*m)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fy (Kg/cm <sup>2</sup> )	b=FU (cm)	d (cm)	As req. (cm <sup>2</sup> )	Asmín (cm <sup>2</sup> )	As Ø 3/8" (cm <sup>2</sup> )	S (cm)	S utilizar (cm)
557,23	210	2 810	100	7	3,27	1,40	0,71	21	20
292,25	210	2 810	100	7	1,68	1,40	0,71	42	20
557,23	210	2 810	100	7	3,27	1,40	0,71	21	20
87,09	210	2 810	100	7	0,49	1,40	0,71	144	20

Fuente: elaboración propia.

Espaciamiento para losas nivel 1 en eje Y (sentido largo):

Losas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 = 20 cm

Losas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15 = 20 cm

Espaciamiento para losas nivel 1 en eje X (sentido corto):

Espaciamiento para losas nivel 1 en eje X (sentido corto):

Losas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 = 20 cm

Losas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15 = 20 cm

### 2.11.2. Losas nivel 2

Para el diseño de losas del nivel 2, el procedimiento de cálculo es el mismo que para las del nivel 1. Las áreas de acero requerido y el espaciamiento para estas se presenta en la tabla siguiente:

Tabla VIII. Áreas de acero requeridas para losas del nivel 2

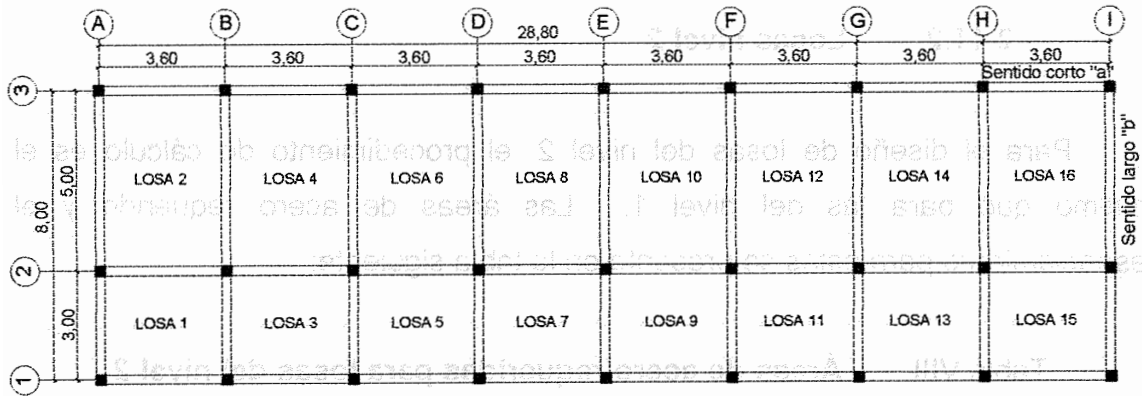
M eje x (Kg*m)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fy (Kg/cm <sup>2</sup> )	b=FU (cm)	d (cm)	Asreq. (cm <sup>2</sup> )	Asmin (cm <sup>2</sup> )	As Ø 3/8" (cm <sup>2</sup> )	S (cm)	S utilizar (cm)
772,42	210	2 810	100	7	4,60	1,40	0,713	15	15
401,16	210	2 810	100	7	2,33	1,40	0,713	30	20
637,20	210	2 810	100	7	3,76	1,40	0,713	18	15
343,01	210	2 810	100	7	1,98	1,40	0,713	35	20

M eje y (Kg*m)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fy (Kg/cm <sup>2</sup> )	b=FU (cm)	d (cm)	As req. (cm <sup>2</sup> )	Asmin (cm <sup>2</sup> )	As Ø 3/8"(cm <sup>2</sup> )	S (cm)	S utilizar (cm)
416,93	210	2 810	100	7	2,42	1,40	0,71	29	20
186,55	210	2 810	100	7	1,07	1,40	0,71	66	20
416,93	210	2 810	100	7	2,42	1,40	0,71	29	20
45,36	210	2 810	100	7	0,26	1,40	0,71	277	20

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se puede apreciar la distribución e identificación de las losas del nivel 2:

Figura 12. **Planta de distribución de losas nivel 2**



Fuente: elaboración propia.

Espaciamiento para losas nivel 2 en eje Y (sentido largo):

Losas	Espaciamiento (cm)
Losas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16	20
Losas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15	20

Espaciamiento para losas nivel 2 en eje X (sentido corto):

Losas	Espaciamiento (cm)
Losas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16	20
Losas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15	20

## 2.12. Diseño de vigas

En el diseño de las vigas se tomará en cuenta la carga máxima sobre la estructura, igual a la suma de carga de servicio multiplicada por su factor respectivo de carga. Los datos necesarios para su diseño son los momentos y corte últimos actuantes, que se toman del análisis estructural.

Datos para diseño:

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

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

$$\text{Dimensiones} = 20 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$$

$$d = 31 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo:

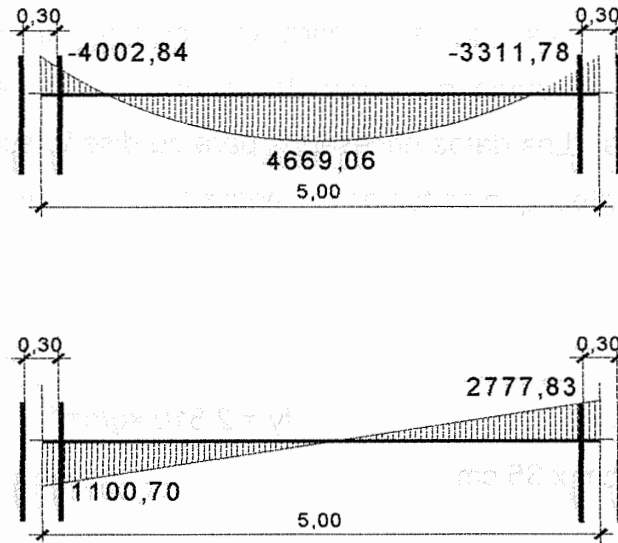
$$A_{smin} = \frac{14,1 * b * d}{f_y} = \frac{14,1 * 20 * 31}{2810} = 3,11 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$A_{smax} = 0,50 * 0,0537 * b * d = 0,50 * 0,0537 * 20 * 31 = 16,66 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo de áreas de acero se presentan en la figura siguiente los diferentes momentos obtenidos mediante el análisis estructural:

Figura 13. Diagrama de momentos y cortes últimos, viga 7 nivel 2.



Fuente: elaboración propia.

Momentos negativos:

$$M(-) = 4\ 002,84 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 5,49 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 3\ 311,78 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 4,48 \text{ cm}^2$$

Momento positivo:

$$M(+) = 4\ 669,06 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 6,49 \text{ cm}^2$$

Requisitos sísmicos para armado

Para la cama superior: se deben colocar, como mínimo, dos varillas de acero en forma continua o tomar los siguientes valores:

- $A_s$  2 varillas mínimo
- $A_{s\text{mín}}$
- 33 por ciento del área de acero calculado para el momento negativo mayor



- 2 No. 5 = 3,96 cm<sup>2</sup>
- Asmín = 3,11cm<sup>2</sup>
- 33%As M(-) = 0,33\*5,49 = 1,81 cm<sup>2</sup>

Para la cama inferior: se deben colocar como mínimo dos varillas de acero continuo o tomar el mayor de los siguientes valores:

- As 2 varillas mínimo
- Asmin
- 50 por ciento del área de acero calculada para el momento negativo mayor
- 50 por ciento del área de acero para el momento positivo

Según reglamento ACI 318-99 sección 21.3.2.

- 2 No. 5 = 3,96 cm<sup>2</sup>
- Asmin = 3,11cm<sup>2</sup>
- 50% M(-) = 0,50\*5,49 = 2,75 cm<sup>2</sup>
- 50% M(+) = 0,50\*6,49 = 3,25 cm<sup>2</sup>

Acero de refuerzo transversal (estribos)

Se debe disponer de estribos en las siguientes zonas de los elementos:

- En una longitud igual a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hasta la mitad del claro, en ambos extremos del elemento en flexión:  $L_o = 2 \cdot h = 2 \cdot 35 = 70$  centímetros.
- En longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento en ambos lados de una sección, puede ocurrir fluencia por flexión en conexión con desplazamientos laterales inelásticos del marco.

El primer estribo debe estar situado a no más de 5 centímetros de la cara del elemento en apoyo. El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:

- $d/4$
- Ocho veces el diámetro más pequeño de las varillas longitudinales
- 24 veces el diámetro de la varilla utilizada para el estribo y
- 30 centímetros.

Según el reglamento ACI 318-99 sección 21.3.3.1, 21.3.3.2.

Cuando no se requieren diseño de estribos, estos deben estar situados a no más de  $d/2$  a lo largo de la longitud del elemento, según reglamento ACI 318-99 sección 21.3.3.4.

Utilizando el corte máximo de la figura 13

$$V_{\max} = 2\,777,83 \text{ kg}$$

Corte máximo que resiste el concreto

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

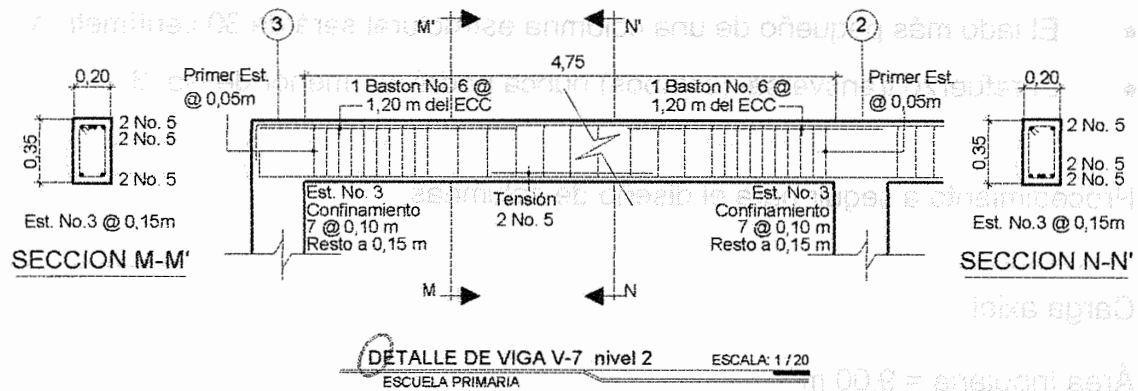
$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 20 * 31 = 4\,047,59 \text{ kg}$$

Comparando  $V_{\max} = 2\,777,83 \text{ kg} < V_c = 4\,047,59 \text{ kg}$  por lo que no necesita refuerzo transversal, utilizando estribos a  $d/2 = 31/2 = 15$  centímetros en el centro del elemento y  $d/4 = 31/4 = 7,75$  centímetros en los extremos una distancia de  $2*h = 2*35 = 70$  centímetros por requisito sísmico.

Por modulación se utilizará una separación de 10 y 15 centímetros respectivamente.

El cálculo de las vigas restantes es similar al de la viga V-7 y los resultados de todas las vigas así como su armado se presentan en el plano de detalles estructurales de vigas en los anexos.

Figura 14. Armado final viga V-7, nivel 2



Fuente: elaboración propia.

### 2.13. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales utilizados primordialmente para soportar cargas de flexocompresión. Las columnas se diseñan con el método de aproximación para el perfil de falla (Método de Bresler). Se debe encontrar la carga axial que actúa en la columna y el momento actuante en el sentido X y Y, tomando los momentos y cortes mayores para diseñar las columnas más críticas.

A continuación se presentan los requisitos para columnas del ACI 318-99 sección 21.4.1:

Área de acero longitudinal

$$As_{mín} = 0,01A_g$$

$$As_{max} = 0,06A_g$$

$A_g$  = área gruesa

- La columna deberá tener como mínimo 4 varillas de acero longitudinal
- El lado más pequeño de una columna estructural será de 30 centímetros
- El refuerzo transversal (estribos) nunca podrá ser menor de No. 3

Procedimiento a seguir para el diseño de columnas

Carga axial

$$\text{Área tributaria} = 9,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1,4CM + 1,7CV$$

Nivel 1:

$$CM = 609 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV = 180 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CU = (1,4 * 609) + (1,7 * 180) = 1\,158,60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CT = CM + CV = 609 + 180 = 789,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$FCU = \frac{CU}{CT} = \frac{1\,158,60}{789} = 1,47$$

Nivel 2:

$$CM = 351 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV = 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CU = (1,4 * 350) + (1,7 * 90) = 643 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CT = CM + CV = 351 + 90 = 441 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$FCU = \frac{CU}{CT} = \frac{643}{441} = 1,46$$

### Carga axial

$$PU2 = At * CU \text{ Nivel 2} + Av * Lv * Wc * FCU \text{ Nivel 2}$$

$$PU1 = PU2 + (Ac * hc * Wc * FCU) \text{ Nivel 2} + (Av * Lv * Wc * FCU) \text{ Nivel 1} + At * Cu \text{ Nivel 1}$$

Donde:

At = área tributaria de columna

Ac = área de la columna

Av = área de viga

FCU = factor de carga última

Wc = Peso específico del concreto

hc = altura de la columna

Lv = Longitud de la viga

$$PU2 = (9 * 643) + (0,20 * 0,35 * 3,60 * 2400 * 1,46) = 6 670,01 \text{ kg}$$

$$PU1 = 6 670,01 + (0,30 * 0,30 * 3 * 2400 * 1,47) + (0,25 * 0,30 * 3,60 * 2400 * 1,47) + (9 * 1 158,60) = 19 002,53 \text{ kg}$$

### Chequeo de columnas

En el diseño de columnas es necesario realizar varios chequeos y determinar cómo funciona la columna, es decir:

- Corta:  $E < 22$  No se magnifica
- Esbelta:  $22 < E < 100$  se magnifica
- Larga:  $E > 100$  no son aconsejable construir ya que fallan por pandeo

$$E = (K \cdot Lu) / r$$

Donde:

E = esbeltez

Lu = longitud entre apoyos

Kp = factor de pandeo

r = radio de giro 0,30 lado menor de columna

$$K_p = \left[ \frac{(20 - \psi_{\text{prom}})}{20} \times \frac{(1 + \psi_{\text{prom}})}{2} \right] \text{ para } \psi_{\text{promedio}} < 2$$

$$K_p = 0,90 \left( \frac{1 + \psi_{\text{prom}}}{2} \right) \text{ para } \psi_{\text{promedio}} > 2$$

El factor Kp se determina por medio de la fórmula de Jackson, basándose en la relación de rigidez ( $\psi$ ), donde:

$$\psi = \frac{\sum \text{rigideces de columnas que se unen en el nodo considerado}}{\sum \text{rigideces de vigas que se unen en el nodo considerado}}$$

$$\text{Inercia de vigas} = \frac{25 \cdot 35^3}{12} = 89\,322,92$$

$$\text{Inercia de columnas} = \frac{30 \cdot 30^3}{12} = 67\,500,00$$

Sentido X

$$\psi_{\text{prom}} = 0,54$$

$$K = \left( \frac{20 - 0,54}{20} \right) * \sqrt{(1 + 0,54)} = 1,21$$

$$E = \frac{1,21 * 4,50}{30 * 30} = 60,31$$

**Sentido Y**

$$\Psi_{prom} = 0,55$$

$$K = \left( \frac{20 - 0,55}{20} \right) * \sqrt{(1 + 0,55)} = 1,21$$

$$E = \frac{1,21 * 4,50}{30 * 30} = 60,60$$

De acuerdo con los valores de esbeltez obtenidos en el sentido X y Y, la columna se clasifica dentro de las esbeltas, por lo que se debe magnificar los momentos actuantes.

**Magnificador de momentos (Md)**

**Fórmulas:**

$$\beta_d = CM(\text{carga muerta})/CU(\text{carga última})$$

$$EI = (E_c \times I_g \times 0,40)/(1 + \beta_d)$$

$$P_{cr} = (\pi^2 \times EI)/(K \times LU)^2$$

$$\delta = 1/[1 - ((PU/\phi) \times P_{cr})]$$

$$Md = \delta \times Mu(\text{momento último})$$

**Donde:**

PU = carga de diseño última

Pcr = carga crítica de pandeo de Euler

$\beta_d$  = factor de flujo plástico

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto = 218 819,78 kg/cm<sup>2</sup>

$I_g$  = momento de inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el esfuerzo = 67 500 cm<sup>4</sup>

$\delta$  = factor de amplificación de momentos

$\phi = 0,70$  para estribos

El factor de amplificación de momentos es un factor de seguridad, por el cual se deben multiplicar los momentos últimos en las columnas para evitar el pandeo.

#### Magnificación de momento sentido X

$$\beta_d = (609,00 \text{ kg/m}^2)/(1 \ 158,60 \text{ kg/m}^2) = 0,53$$

$$EI = \frac{218 \ 819,78 \times (67 \ 500 \times 0,0000001) \times 0,40}{1 + 0,53} = 383,65 \text{ Ton}$$

$$P_{cr} = (\pi^2 \times 383,65)/(1,21 \times 3,2)^2 = 252,56 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1/[1 - ((11 \ 537,54/0,70) \times 252,56)] = 1,07$$

$$M_d = 1,07 \times 9 \ 936,81 = 10 \ 619,06 \text{ kg} - \text{m}$$

#### Magnificación de momento sentido Y

$$\beta_d = (1 \ 325 \text{ kg/m}^2)/(2 \ 638,70 \text{ kg/m}^2) = 0,50$$

$$EI = \frac{218 \ 819,78 \times 67 \ 500 \times 0,0000001 \times 0,40}{1 + 0,50} = 393,31 \text{ Ton}$$

$$P_{cr} = (\pi^2 \times 393,31)/(1,21 \times 3)^2 = 258,06 \text{ Ton}$$



$$\delta = 1/[1 - ((11\ 978,71/0,70) \times 258,06)] = 1,07$$

$$Md = 1,07 \times 8\ 232,91 = 8\ 817,63 \text{ kg} - \text{m}$$

### Diseño de columna tipo C-1 nivel 1

#### Datos:

Sección = 30 cm x 30 cm

$M_x = 10\ 619,06 \text{ kg} - \text{m}$

$M_y = 8\ 817,63 \text{ kg} - \text{m}$

$L_u =$  longitud efectiva 300 cm

#### Cálculo de refuerzo longitudinal

Cuando en una estructura existe carga axial y flexión biaxial, hay varios métodos para calcular el acero longitudinal en columnas. En este caso se utilizará el método de carga inversa desarrollado por Bresler, que es un método de aproximación de la falla. La idea fundamental es acercarse al valor de  $1/P'u$  (de la superficie de falla). Este valor se aproxima por un punto plano determinado por los tres valores siguientes: a) la carga axial pura ( $P'o$ ); b) la carga de falla para una excentricidad  $e_x$ , ( $P'x_o$ ); c) la carga de falla para una excentricidad  $e_y$ , ( $P'oy$ ).

Cada punto en la superficie de falla es aproximado por un plano distinto, es decir, para aproximar toda la superficie, se necesita un conjunto infinito de planos. Es uno de los métodos más utilizados, ya que es práctico y produce resultados satisfactorios comprobados con ensayos de laboratorio.

$$1/P'u = (1/P'x_o) + (1/P'oy) + (1/P'o)$$

Donde:

$P_u$  = valor aproximado de la carga última en flexión que resiste la columna a una excentricidad "e"

$P_{xo}$  =  $K \cdot f_c \cdot$  sección del elemento = carga última que resiste la columna cuando se presenta la excentricidad  $e_y$ ,  $e_x=0$

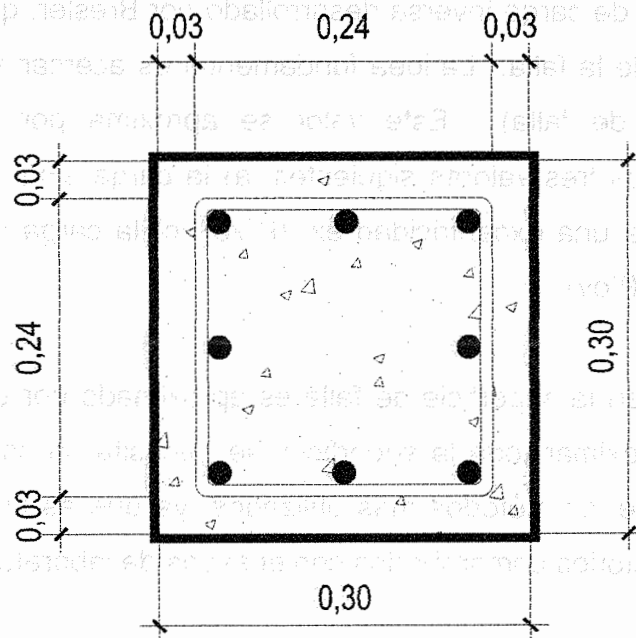
$P_{yo}$  =  $K \cdot f_c \cdot$  sección del elemento = carga última que resiste la columna cuando se presenta la excentricidad "ex",  $e_y=0$

$P_o = 0,70(0,85 \cdot f_c \cdot (A_g - A_s) + A_s \cdot f_y)$  = carga última axial que resiste la columna o concéntrica que resiste la misma ( $e_x=0$ ,  $e_y=0$ )

$K_x$  y  $K_y$  son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para el diseño de columnas.

Si  $P_u > P_o$ , entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario se aumenta el área de acero.

Figura 15. Sección de columna tipo C-1



Fuente: elaboración propia.



Con los datos obtenidos en los incisos a), b), c) y d) se buscan los valores en el diagrama de interacción, encontrando que  $K_x = 0,20$   $K_y = 0,23$ .

Cálculo de cargas:

$$P'_x = 0,20 * 210 * 30 * 30 = 37 800 \text{ kg}$$

$$P'_y = 0,23 * 210 * 30 * 30 = 43 470 \text{ kg}$$

$$P'_o = 0,70(0,85 * 210 * (900 - 22,80) + (22,80 * 2 810)) = 154 438,31 \text{ kg}$$

Cálculo de  $P'u$ :

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{37 800} + \frac{1}{43 470} - \frac{1}{154 438,31} = P'u = 23 264,30 \text{ kg}$$

Como  $P'u > P_u$ , el área de acero propuesta si soporta los esfuerzos a los que está sometida la columna. En caso contrario se deberá aumentar el área de acero.

Cálculo de refuerzo transversal

Refuerzo por corte

Cálculo del corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 27 = 5 287,98 \text{ kg}$$

De la figura 19 se obtiene que el corte actuante  $V_a = 4 139,41 \text{ kg}$

Si  $V_r > V_a$ , se colocan estribos a  $S_{max} = d/2$

Si  $V_r < V_a$ , se diseñarán los estribos por corte

Se debe considerar por requisito que la varilla mínima que se puede utilizar es la No. 3 para estribos.

$V_r = 5\,287,98 > V_a = 4\,139,41$ , entonces se colocan estribos  $S_{max} = d/2$

$$S_{max} = \frac{27}{2} = 13,5 \text{ cm}$$

**Cálculo de refuerzo por confinamiento**

$$S_o = (2 * A_v) / (\rho_s * L_n)$$

$$\rho_s = 0,45(A_g/A_{ch} - 1) * (0,85 * f'_c/f_y)$$

Donde:

$A_v$  = área transversal de la varilla que se utiliza como estribo

$L_n$  = longitud no soportada del estribo

$S_o$  = espaciamiento entre estribos zona confinada

$\rho_s$  = relación volumétrica de la columna  $> 0,12(f'_c/f_y)$

$A_g$  = área gruesa

$A_{ch}$  = área chica

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{30 * 30}{(24 * 24) - 1} \right) * \left( \frac{0,85 * 210}{2\,810} \right) = 0,016 > 0,12 \left( \frac{210}{2\,810} \right) = 0,09$$

Suponiendo un estribo No. 3  $A_v = 0,7126 \text{ cm}^2$

$$S_o = \frac{2 * 0,7126}{0,016 * 24} = 4 \text{ cm}$$

Longitud de confinamiento,  $L_o$

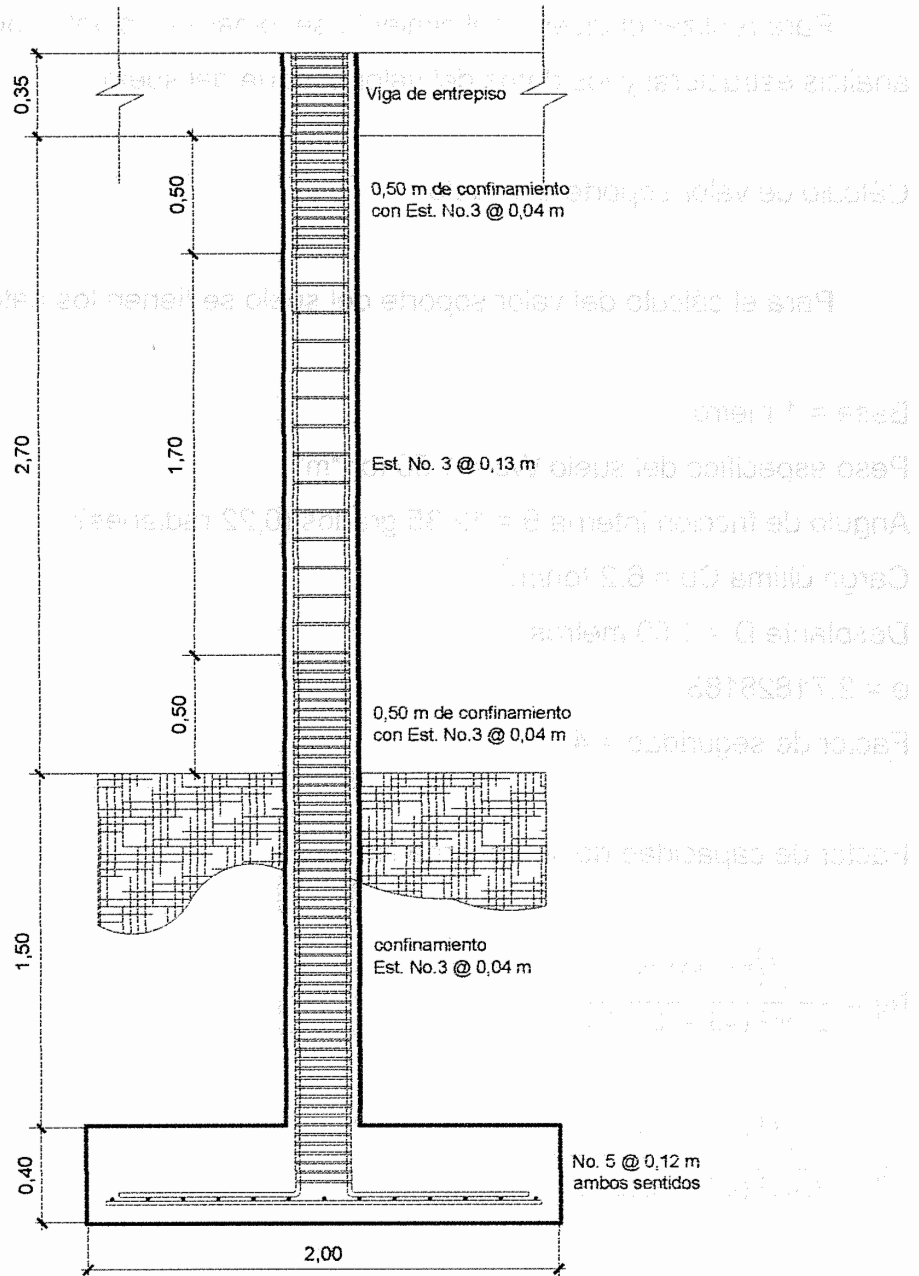
La longitud de confinamiento,  $L_o$ , no debe ser menor de la mayor de las opciones siguientes:

- Sexta parte del claro libre  $L_u$  del elemento donde  $L_u = 300$  centímetros  
 $L_o = 300/6 = 50$  centímetros
- Mayor dimensión de la sección transversal del elemento  
 $L_o = 30$  centímetros
- No menor de 50 centímetros, según ACI 318-99 sección 21.10.5.1

Por lo que la longitud de confinamiento será de 50 centímetros.

El procedimiento de diseño de las demás columnas es similar al de la tipo C-1. Los resultados de las columnas se encuentran en los planos anexos.

Figura 16. Armado final de columna



DETALLE DE SECCION DE COLUMNA ESCALA: 1 / 20

ESCUELA PRIMARIA

Fuente: elaboración propia.

## 2.14. Diseño de cimientos

Para realizar el diseño del cimiento se tomarán los datos obtenidos del análisis estructural y los datos del valor soporte del suelo.

Cálculo de valor soporte del suelo

Para el cálculo del valor soporte del suelo se tienen los datos siguientes:

Base = 1 metro

Peso específico del suelo  $W_s = 1,50 \text{ ton} \cdot \text{m}^3$

Angulo de fricción interna  $\theta = 12,35 \text{ grados}$  (0,22 radianes)

Carga última  $C_u = 6,2 \text{ ton/m}^2$

Desplante  $D = 1,50 \text{ metros}$

$e = 2,71828183$

Factor de seguridad = 4

Factor de capacidad de sobrecarga  $N_q$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \phi\right)\tan\phi}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\theta}{2}\right)}$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0,22\right)\tan 0,22}}{2\cos^2\left(45 + \frac{0,22}{2}\right)} = 3,40$$

Factor de capacidad de carga cohesión  $N_c$

$$N_c = \cot\theta \phi (N_q - 1) = \cot 0,22 (3,40 - 1) = 10,98$$



$$N_c = \cot 0,22(3,40 - 1) = 10,98$$

Factor de capacidad de peso del suelo  $N_y$

$$N_y = 2(N_q + 1)\tan\phi$$

$$N_y = 2(3,40 + 1) \tan 0,22 = 1,93$$

Capacidad de cortante última  $q_o$

$$q_o = (0,40 * W_s * B * N_y) + (1,3 * C_u * N_c) + (W_s * D * N_q)$$

$$q_o = (0,40 * 1,50 * 1 * 1,93) + (1,3 * 6,2 * 10,98) + (1,50 * 1,5 * 3,40) = 97,35$$

Capacidad de carga admisible  $q_a$

$$q_a = q_o / \text{Factor de seguridad}$$

$$q_a = \frac{97,35}{4} = 24,34 \text{ Ton/m}^2$$

Con los datos obtenidos anteriormente tomamos como referencia lo establecido en la tabla I para establecer en definitiva el valor soporte del suelo.

Para el diseño del cimiento se utilizará un valor soporte del suelo de 24 Ton/m<sup>2</sup>, debido a que es un suelo constituido por arena limosa con presencia de gravas color café oscuro, por lo tanto se obtienen los datos siguientes:

$$P_u = 28\,599,12 \text{ kg}$$

$$M_{ux} = 5\,881,51 \text{ kg-m}$$

$$M_{uy} = 9\,219,09 \text{ kg-m}$$

$$W_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$W_s = 1\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$V_s = 20\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$FCU = 1,5$$

- Área de zapata

Las zapatas deben dimensionarse para soportar las cargas de servicio y las reacciones inducidas.

Cálculo de cargas de trabajo

$$P_t = \frac{P_u}{FCU} = \frac{28\,599,12}{1,5} = 19\,066,08 \text{ kg}$$

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{FCU} = \frac{5\,881,51}{1,5} = 3\,921,00 \text{ kg-m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{FCU} = \frac{9\,219,09}{1,5} = 6\,132,73 \text{ kg-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata

$$A_z = \frac{FCU \cdot P_T}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 19\,066,08}{2\,400} = 1,19 \text{ m}^2$$

$$1,10 \cdot 1,10 = 1,21 \text{ m}^2$$

Luego de varias iteraciones las dimensiones y área son:

Dimensiones = 2 m \* 2 m

Área = 4 m<sup>2</sup>

$$A_z = \text{Base} * \text{Longitud} = 2 \text{ m} * 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$$

- Chequeo de presión sobre el suelo

Después de haber encontrado el área final de la zapata se debe calcular la carga admisible ( $q_{\max}$ ), la cual debe ser menor que el valor soporte ( $V_s$ ), si se supone que las presiones resultantes están linealmente distribuidas.

$$q_{\max}/\min = \frac{P}{A_z} + \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}$$

Esto permite la determinación de las presiones en los bordes extremos.

La superficie necesaria de la zapata se encuentra teniendo en cuenta el  $q_{\max} < V_s$  y  $q_{\min} > 0$  para que no se produzcan presiones de tensión, ya que la zapata se diseña para resistir esfuerzos de presión.

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * b * h^2 = \frac{1}{6} * 2 * 2^2 = 1,33$$

$$P = P_t + P_s + P_{col} + P_{cim}$$

$$P = 19\,066,08 + (4 * 1,5 * 1\,500) + (30 * 30 * 4,50 * 2\,400) + (4 * 40 * 2\,400) \\ = 32\,878,08 \text{ kg}$$

$$q_{\max}/\min = \frac{32\,878,08}{4} \pm \frac{3\,921}{1,33} \pm \frac{6\,132,73}{1,33}$$

$$q_{\max} = 15\,778,72 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Cumple, no excede el } V_s$$

$$q_{\min} = 660,32 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Cumple, sólo compresión en el suelo}$$

- **Presión última**

Teniendo en cuenta que la presión debajo de la zapata en un punto, es distinta a la localizada en cualquier otro punto. Por este motivo se trabaja con una presión constante debajo de la zapata, la cual debe ser un valor que se encuentre entre  $q_{medio}$  y  $q_{max}$ .

$$q_{diseño} = q_{max} * FCU = 15\,778,720 * 1,5 = 23\,668,08 \frac{kg}{m^2}$$

- **Espesor de zapata**

Para determinar el espesor de la zapata es necesario que se analice si soporta el corte simple y corte punzonante, causado por la columna y las cargas actuantes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone utilizar una altura de cimiento  $hc = 40$  centímetros, con un recubrimiento de  $7,5$  centímetros.

- **Chequeo por corte simple**

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual al peralte efectivo  $d$  del borde de la columna. Por tal razón, se debe analizar y chequear si el corte resistente es mayor que el actuante. Esto se realiza de la forma siguiente:

$$d = hc - Rec - \left(\frac{\emptyset varilla}{2}\right)$$

Asumiendo un diámetro de varilla No. 5

$$d = 40 - 7,5 - \left(\frac{1,5875}{2}\right) = 32 \text{ cm}$$

Corte actuante

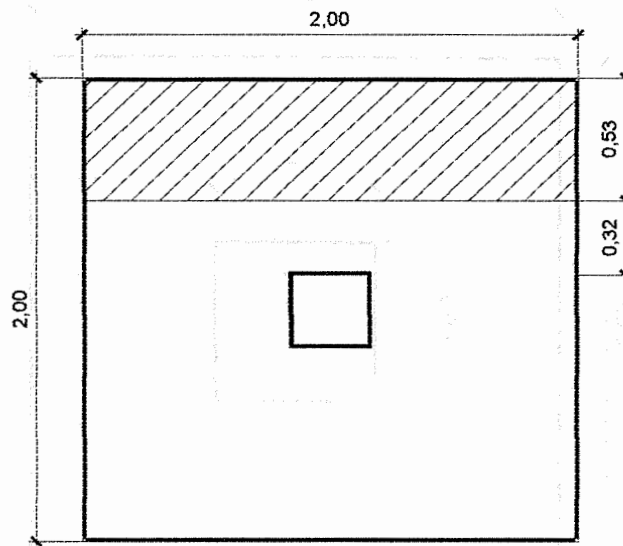
$$V_a = q_{\text{diseño}} * \text{área} = 23\,668,08 * (0,53 * 2) = 25\,088,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 200 * 32 = 41\,781,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Entonces  $V_a < V_r$ , por lo tanto si chequea.

Figura 17. **Chequeo por corte simple**



Fuente: elaboración propia.

- Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna. El límite en donde ocurre la falla se encuentra a una distancia de  $d/2$  del perímetro de la columna.

$$d = 0,32 \text{ m}$$

$$V_a = q_{\text{diseño}} * (A_{\text{total}} - A_{\text{punzonante}})$$

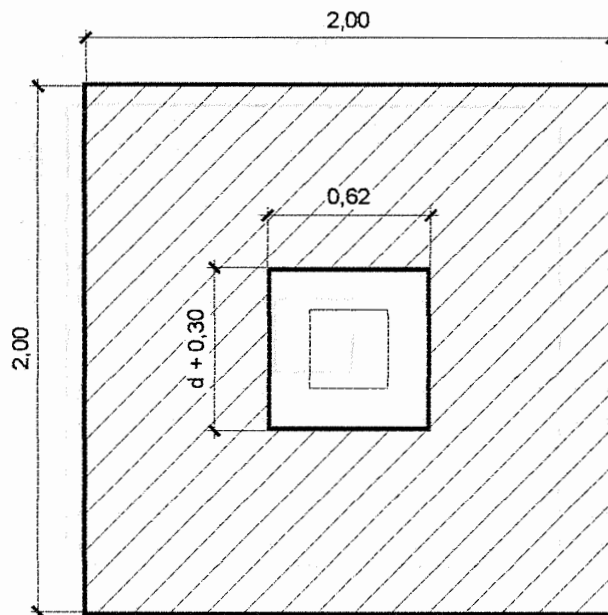
$$V_a = 23\,668,08 * (4 - (0,62 * 0,62)) = 85\,574,31 \text{ kg}$$

$$V_r = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'_c} * \text{Perímetro punzonante} * d$$

$$V_r = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * (32 + 40) * 4 * 32 = 120\,330 \text{ kg}$$

Entonces  $V_a < V_r$ , por lo tanto si chequea.

Figura 18. **Chequeo por corte punzonante**



Fuente: elaboración propia.

- Diseño de refuerzo por flexión

El suelo produce en la zapata un momento flector debido al empuje que ejerce. Por lo que es necesario reforzarla con acero, para resistir los esfuerzos inducidos.

- o Sentido X

El momento último, se define como una losa en voladizo

$$M_u = \frac{q_{\text{diseño}} * L^2}{2} = \frac{23\,668,08 * \left(\frac{2 - 0,30}{2}\right)^2}{2} = 8\,550,10 \text{ kg} - \text{m}$$

L es igual a la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

$$dx = 32 \text{ cm} \quad b = FU = 100 \text{ cm}$$

Área de acero

$$A_s = \left\{ (FU * d) - \sqrt{(FU * d)^2 - \left(\frac{M_{\text{max}} * FU}{0,003825 * f'c}\right)} \right\} * \left(\frac{0,85 * f_c}{f_y}\right)$$

$$A_s = \left\{ (100 * 32) - \sqrt{(100 * 32)^2 - \left(\frac{8\,550,10 * 100}{0,003825 * 210}\right)} \right\} * \left(\frac{0,85 * 210}{2\,810}\right) \\ = 10,85 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \left(\frac{14,1}{2\,810}\right) * 100 * 32 = 16 \text{ cm}^2$$

Como  $A_{s\text{requerido}} < A_{s\text{mín}}$ , entonces se utiliza  $A_{s\text{mín}}$

Espaciamiento de varilla  $S = A_v / A_s$

Utilizando varilla No. 5  $A_v = 1,98 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{1,98}{16} = 0,12 \text{ m}$$

Entonces el armado en el sentido x será No. 5 @ 0,12 m

o Sentido Y

$$Mu = 7\,950 \text{ kg} - \text{m}$$

$$dy = dx - \emptyset \text{ varilla No. 5} = 32 - ((5/8) * 2,5) = 30,15 \text{ cm} \quad b = 100 \text{ cm}$$

Área de acero

$$As = \left\{ (100 * 30,15) - \sqrt{(100 * 30,15)^2 - \left( \frac{7\,950 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right\} \times \left( \frac{0,85 * 210}{2\,810} \right)$$
$$= 10,73 \text{ cm}^2$$

$$Asmín = 16 \text{ cm}^2$$

Como  $As_{requerido} < Asmín$ , entonces se utiliza  $Asmín$

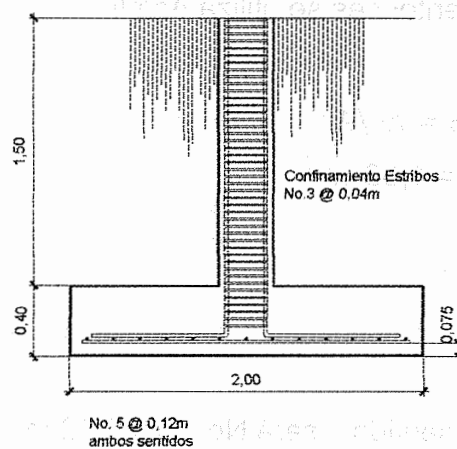
$$\text{Espaciamiento de varilla } S = Av/As$$

$$\text{Utilizando varilla No. 5, } Av = 1,98 \text{ cm}^2$$

$$S = 1,98/16 = 0,12 \text{ m}$$

Entonces el armado en el sentido y será No. 5 @ 0,12 m

Figura 19. Armado final de zapata Z-1



SECCIÓN A-A' DE ZAPATA Z-1 ESCALA: 1/20  
ESCUELA PRIMARIA

Fuente: elaboración propia.



## 2.15. Planos constructivos

Los planos elaborados para el edificio de escuela comprenden: planta amueblada, planta acotada, elevaciones y secciones, planta de acabados, plantas de instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza), planta de instalación de drenajes, planta de distribución de agua, planta de cimentación y columnas, planta de armado de losas y vigas, y detalles estructurales los cuales se pueden ver en los anexos.

## 2.16. Memorias de cálculo de instalaciones

Como todo edificio formal, la escuela debe contar con las instalaciones adecuadas para su óptimo desempeño, para lo cual se definieron las características básicas de los elementos que componen cada una de las instalaciones y se calculó la cantidad necesaria de los mismos a fin de garantizar su buen funcionamiento.

### 2.16.1. Instalaciones eléctricas

Para que un centro educativo brinde la iluminación necesaria, es importante establecer por medio de cálculos matemáticos la cantidad de luminarias que debe tener cada ambiente, de acuerdo a sus características particulares, además de calcular el tipo de conductores a utilizar para asegurarse de que cada circuito funcione perfectamente.

- Cálculo de iluminarias por salón:

Este procedimiento se hará utilizando el método de Cavidad Zonal.

DATOS:

Ancho: 7,10 metros

Largo: 5,00 metros

Altura de techo: 3,05 metros

Las reflectancias son:

Techo: 80% (color blanco)

Paredes: 50% (color claro)

Piso: 30% (color gris)

Se usarán lámparas fluorescentes de 2x40 Vatios

El plano de trabajo está 0,75 metros arriba del piso

Solución:

- o Relaciones de Cavidad (RC):

Se calculan por medio de las siguientes ecuaciones:

$$RCL = \frac{5Hcl(L + W)}{L * W} \quad \text{(Relación de cavidad local) \quad Ec. 1}$$

$$RCT = \frac{RCLxHct}{Hcl} \quad \text{(Relación de cavidad de techo) \quad Ec. 2}$$

$$RCP = \frac{RCLxxHcp}{Hcl} \quad \text{(Relación de cavidad de piso) \quad Ec. 3}$$

$$Hcl = Ht - Hcp \quad \text{(Altura de cavidad local) \quad Ec. 4}$$

Donde:

Hcl = Altura de cavidad local (distancia entre las luminarias y el plano de trabajo)

Hct = Altura de cavidad de techo (distancia del techo a la superficie de las lámparas)

Hcp = Altura de cavidad de piso (distancia del piso al plano de trabajo)

Ht = Altura total

L = Largo

W = Ancho

Entonces de las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 se obtiene:

$$Hcl = 3,05 - 0,75 = 2,30 \text{ m}$$

$$RCL = \frac{5(2,3)(7,10 + 5)}{7,10 * 5} = 3,92 \text{ m}$$

$$RCP = \frac{3,92 * 0,75}{2,30} = 1,28 \text{ m}$$

$$RCT = \frac{3,92 * 0}{2,30} = 0 \text{ m}$$

- o Reflectancias efectivas:

Reflectancia efectiva de techo: 80% pues  $RCT = 0$

Reflectancia efectiva de piso ( $e$ ): para esta será necesario interpolar pues  $RCP \neq 0$ , de la siguiente forma:

De la tabla de reflectancias efectivas de cavidad de techo o piso<sup>1</sup> se localizan la reflectancia de piso dada (30 por ciento) y a continuación la de pared (50 por ciento), seguido, se localiza la relación de cavidad de piso calculada,  $RCP = 1,28$

La Relación de Cavidad de Piso real está especificada de manera directa y no hay necesidad de interpolar de manera que:  $e = 0,26$

<sup>1</sup> KOENIGSBERGER, Rodolfo. Instrumentación eléctrica. p. 57.

Las tablas de coeficientes de utilización (C.U.) están diseñadas para una reflectancia efectiva de piso de 20 por ciento, si ésta se encuentra por encima o debajo de este valor, será necesario aplicar un factor de corrección al coeficiente de utilización calculado.

- o Factor de corrección ( $f_c$ ):

En la tabla de factores de corrección del C.U. para reflectancias efectivas de cavidad de piso diferentes al 20 por ciento<sup>2</sup>, se localiza la reflectancia efectiva de techo y la reflectancia de pared dada, a continuación se ubica el valor de RCL y se interpola con la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{(f - d)(b - a)}{(c - a)} + d \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde: a y c son los valores extremos de RCL en medio los cuales se encuentra b (calculada para este caso particular) o sea: a = 3, b = 3,92, y c = 4. c y d son valores extremos de  $f_c$ , en medio de los cuales se encuentra el valor buscado, d = 1,05 y f = 1,05

$$f_c = \frac{(1,05 - 1,05)(3,92 - 3)}{(4 - 3)} + 1,05 = 1,05$$

- o Coeficiente de Utilización (CU):

Viene dado por datos proporcionados por el fabricante de las luminarias. De acuerdo con la tabla de Coeficientes de Utilización<sup>3</sup> y utilizando la RCL, la reflectancia efectiva de techo y la reflectancia de pared dada tenemos:

<sup>2</sup> BRATU SERBÁN, Neagu. Instalaciones eléctricas. p. 73.

<sup>3</sup> Ibid. p. 64.

a = 3, b = 3,92, c = 4, d = 0,54, e = ?, f = 0,49

$$e = \frac{(0,49 - 0,54)(3,92 - 3)}{(4 - 3)} + 0,54 = 0,494$$

Aplicando entonces el factor de corrección, se obtiene:

$$C. U. = (1,05)(0,494) = 0,519$$

- **Número de luminarias:**

$$N = \frac{E * A}{\frac{\text{lumen}}{\text{lamp}} * \frac{\text{lamp}}{\text{lumin}} * CU * FPT}$$

Donde:

E= Nivel de iluminación deseada en Lux

A= Área a iluminar

Lumen/lamp= Cantidad de lúmenes por lámparas iniciales

Lamp/lumin= Cantidad de lámparas por luminaria utilizada

CU= Coeficiente de utilización

FPT= Factor de pérdidas totales

- **Factor de pérdidas totales (FPT):**

Se encuentra comprendido por varios factores parciales que influyen en la pérdida del nivel de iluminación de diseño, agrupa factores que se detallan a continuación obtenidos de datos proporcionados por los fabricantes:

Factor de balastro:	0,95
Variación de la reflectancia de la luminaria:	0,98
Degradación luminosa de la lámpara:	0,90
Disminución de emisión luminosa por suciedad:	0,90

$$FPT = 0,98 * 0,95 * 0,90 * 0,90 = 0,75$$

- Nivel de iluminación:

Estos dependen de la actividad a realizar y se encuentran normalizados por IESNA, y su adecuada selección dará como resultado ambientes confortables y seguros. Para establecer los niveles de iluminación fue necesario consultar la tabla de "Clases y rangos de valores de iluminación para tipos genéricos de actividades en interiores".<sup>4</sup>

Por lo que tomando en consideración que la actividad que se realizará es catalogada como tareas visuales de alto contraste o medidas largas (Categoría D: 200 – 300 – 500 Lux) entonces se selecciona un nivel de iluminación medio de 300 Lux.

- Cantidad de lúmenes por lámparas iniciales:

Este dato fue tomado de la tabla de "Datos de Rendimiento de lámparas"<sup>5</sup>

$$N = \frac{300 * 35,5}{3\ 400 * 2 * 0,519 * 0,75} = 4,02 \approx 4 \text{ lámparas por salón de clases.}$$

<sup>4</sup> LIGHTING, Hubbell, Guía de selección de productos. p. 323.

<sup>5</sup> Ibid. p. 349 y 350.

Tabla IX. Resumen del cálculo de iluminación, nivel 1

Escuela Emilio Arenales Catalán								
Ambiente	Nivel lumínico (Lux)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	CU	No. Lámparas	Flujo (lúmen)	Altura efectiva (m)
Aulas 1, 2 y 3	300	7,1	5	35,5	0,519	4 (2x40)	10582	2,3
Baños Hombres	100	5	3,5	17,5	0,447	2 (1x40)	2282	2,15
Baños Mujeres	100	5	3,5	17,5	0,447	2 (1x40)	2282	2,15

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Resumen del cálculo de iluminación, nivel 2

Escuela Emilio Arenales Catalán								
Ambiente	Nivel lumínico (Lux)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	CU	No. Lámparas	Flujo (lúmen)	Altura efectiva (m)
Aulas 4, 5 y 6	300	7,1	5	35,5	0,519	4 (2x40)	10582	2,3
Dirección escolar	275	5	3,5	17,5	0,447	2 (2x40)	4564	2,15
Sala de reuniones	275	5	3,5	17,5	0,447	2 (2x40)	4564	2,15

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de conductores para cada circuito:

Para este diseño se utilizará el método de las secciones constantes en todo el alimentador, el cual se basa en calcular el calibre del conductor que alimentará las cargas cualquiera que sea su naturaleza, basándose en el criterio de la caída de tensión.

Considerando entonces una caída de tensión del 3 por ciento del tablero a la carga, por normas, para los circuitos de iluminación y fuerza, y tomando en cuenta que debe mantenerse constante se aplica la siguiente ecuación la cual se encuentra en función de la potencia.

$$e = \frac{2 * c}{Scu * V^2} \sum_{j=T}^{j=n-1} L * P \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

e = porcentaje de caída de tensión

c = 2 para circuitos monofásicos y  $\sqrt{3}$  para circuitos trifásicos

L = longitud entre cargas conectadas

P = potencia de cada carga conectada

Scu = sección transversal del cable seleccionado

V = voltaje de alimentación

Solución:

En un circuito se tienen 8 lámparas fluorescentes de 2\*40 watts cada una, su consumo es de 0,80 amperios según información del fabricante, las distancias entre ellas son: 2,10 metros, 3,05 metros, 3,05 metros, 4,15 metros, 2,10 metros, 3,05 metros, 3,05 metros y la distancia entre la lámpara más cercana al tablero de distribución y este es de 11,2 metros, la tensión nominal es de 120 voltios y es aceptable un 3 por ciento de caída de tensión.

La corriente total que circula por el circuito es:  $I_t = 0,80 * 8 = 6,40 \text{ Amp}$

Con esta corriente, un conductor de calibre 16 AWG, es útil pues tiene una ampacidad de 18 amperios, sin embargo, es necesario comprobar la caída de tensión que se producirá si se toma ese calibre de conductor, por medio de la ecuación 9, la cual no deberá exceder el 3 por ciento de la tensión nominal.



$$e = \frac{2 * 2 * 80}{1,31 * 120^2} [(1 * 2,1) + (2 * 3,05) + (3 * 3,05) + (4 * 4,15) + (5 * 2,1) + (6 * 3,05) + (7 * 3,05) + (8 * 11,2)]$$

$$e = \frac{320}{18 864} [173,7] = 2,95\%$$

Considerando que la caída de tensión está muy cercana al límite permisible entonces, por seguridad, y tomando en cuenta un factor de seguridad de 2 entonces se selecciona un calibre con mayor sección, en este caso se toma un conductor calibre 12 AWG, el cual tiene una ampacidad de 30 amperios.

$$e = \frac{2 * 2 * 80}{(3,31/2) * 120^2} [173,7] = 2,33\%$$

Tabla XI. **Calibres, protecciones y cantidad de luminarias por circuito**

<b>Cálculo de conductores para circuitos de Iluminación</b>					
<b>Tablero secundario A-1 (primer nivel)</b>					
<b>Circuito</b>	<b>No. Lámparas</b>	<b>Conductor AWG</b>	<b>Máx. caída de tensión (%)</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Protección (A)</b>
Circuito A	8 (2x40)	12	2.33	7,28	15
Circuito B	4 (2x40) + 4 (1x40)	12	1,6	5,46	15
Circuito C	8 (1x40)	12	2.05	3,64	15
<b>Tablero secundario B-2 (segundo nivel)</b>					
Circuito D	8 (2x40)	12	2.33	7,28	15
Circuito E	8 (2x40)	12	1,6	7,28	15
Circuito F	8 (1x40)	12	2.05	3,64	15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Calibres, protecciones y cantidad de tomacorrientes por circuito**

<b>Cálculo de conductores para circuitos de Fuerza de Escuela Urbana</b>					
<b>Tablero secundario A-1, primer nivel</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Tomacorrientes</b>	<b>Conductor AWG</b>	<b>Máx. caída de tensión (%)</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Protección (A)</b>
Circuito G	7	12	1,98	15,91	20
Circuito H	6	12	2,83	13,64	20
<b>Tablero secundario B-2 (segundo nivel)</b>					
Circuito J	8	12	1,55	18,19	20
Circuito K	7	12	2,66	15,91	20

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de conductores principales:

Se tomará en cuenta una caída de tensión admisible de 1,5 por ciento de la tensión nominal, tomando como referencia la ecuación 10.

$$S = \frac{\sqrt{3} * \sum I * l}{X * u} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

S = Sección del conductor

I = Corriente debida a la carga

L = Longitud total del conductor

X = Coeficiente de conductividad del conductor

u = Caída de tensión permitida

La sección para los alimentadores del primer nivel del edificio de la escuela será:

$$S = \frac{\sqrt{3} * 35 * 16,833}{57 * 3,12} = 5,73 \text{ mm}^2$$

Lo que equivale a un conductor 8 AWG, el cual tiene una ampacidad de 55 Amperios.

De la misma forma tenemos para el segundo nivel del edificio como se muestra en la tabla XII, tomando en cuenta las distancias respectivas desde el centro de carga principal hasta los respectivos tableros secundarios.

Distancias del centro de carga principal hacia:

Primer tablero secundario del edificio: 35 metros.

Segundo tablero secundario del edificio: 39 metros.

Tabla XIII. **Calibres de alimentadores para cada nivel del edificio**

Escuela Urbana, Nentón						
No. de Nivel	Potencia total (W)	Potencia por fase (W)	Corriente por fase (A)	Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Calibre AWG	Ampacidad (A)
Primer nivel	4 040	2 020	16,833	5,738	8	55
Segundo nivel	4 600	2 300	19,167	7,280	8	55

Fuente: elaboración propia.

### 2.16.2. Instalaciones de drenaje sanitario y pluvial

Es necesario definir con la mayor precisión posible, algunos aspectos importantes con respecto a los elementos que componen los drenajes en los edificios, con el objetivo de asegurarse que el sistema funcionará en perfectas condiciones bajo cualquier circunstancia.

- Drenaje sanitario:

Se define en primera instancia un concepto que se conoce como “Unidad de descarga”. Esta unidad se define convencionalmente como la correspondiente a la descarga del agua residual de un lavabo común y que corresponde a un caudal de 25 litros por minuto. Esta unidad de descarga constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás muebles, accesorios o aparatos sanitarios.

El edificio tiene capacidad para atender adecuadamente a un total de 210 alumnos entre hombres y mujeres y de acuerdo a datos proporcionados por el director actual del establecimiento, por lo regular cada año el promedio entre hombres y mujeres es el siguiente: hombres 55 por ciento y mujeres 45 por ciento.

Con estos datos y auxiliados por los datos de la tabla XIV, se trabajará para establecer la cantidad de aparatos sanitarios.

**Tabla XIV. Número mínimo de aparatos sanitarios en edificios educativos**

Tipo de edificio	Inodoros		Urinarios	Lavatorios
	H	M		
Escuelas y Colegios Elementales	Uno por cada 100	Uno por cada 35	Uno por cada 30 hombres	Uno por cada 60 personas
Escuelas y Colegios de Secundaria y Universidades	Uno por cada 100	Uno por cada 45	Uno por cada 30 hombres	Uno por cada 100 personas

Fuente: RODRÍQUEZ ZOSA, Luis Carlos. “Guía para las Instalaciones Sanitarias en Edificios”. p. 35.

Para el cálculo de aparatos sanitarios de la escuela, se tomó en cuenta lo establecido en la tabla anterior que establece cantidades mínimas y tomando también en cuenta que los servicios sanitarios de este edificio dará servicio al resto de la población estudiantil que recibirá clases en las aulas viejas del establecimiento. La población total del establecimiento actualmente es de 317 alumnos.

Los cálculos se resumen a continuación:

Tabla XV. **Cantidades de aparatos sanitarios en el edificio de la escuela**

	%	Cantidad	No. de Inodoros	No. de Lavatorios	No. de Urinarios
Hombres	56	177	3	4	3
Mujeres	44	140	4	5	-

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de los colectores de las aguas servidas del edificio se tomará en consideración los siguientes criterios:

- La pendiente de diseño será del 2 por ciento.
- Se le dará 1 centímetro cuadrado de sección transversal de colector por cada 9 litros por minuto que circule en el ramal.
- El diámetro mínimo será de 4 pulgadas.
- Las unidades de descarga para los aparatos sanitarios de la escuela serán las siguientes: inodoros 5, lavamanos 2, urinarios 3 y reposaderas 3.

Para calcular el diámetro del colector principal y el de cada ramal se considerarán el tipo y la cantidad de los artefactos a los cuales evacúa cada ramal. A continuación se presenta el resumen del cálculo del diámetro de colectores:

Tabla XVI. **Cálculo de diámetros de colectores para los ramales del drenaje**

Ramal	Inodoros	Lavatorios	Urinarios	Coladera	Unidades de consumo	Caudal (lit/min)	Φ req. (pulg)	Φ min (pulg)
Ramal 1	4			1	23	575	1,8	4
Ramal 2	3	7			29	725	2	4
Ramal 3		2	3	1	16	400	1,5	4
Ramal principal	7	9	3	2	68	1700	3,1	4

Fuente: elaboración propia.

- Drenaje para aguas pluviales:

○ Bajantes de agua:

Para este cálculo es necesario auxiliarse de los datos de la siguiente tabla:

- La pendiente de diseño será del 2 por ciento.
- Se le dará 1 centímetro cuadrado de sección transversal de colector por cada 9 litros por minuto que circule en el ramal.
- El diámetro mínimo será de 4 pulgadas.
- Las unidades de descarga para los aparatos sanitarios de la escuela serán las siguientes: inodoros 3, lavamanos 2, urinarios 3 y reposabatas 3.

Tabla XVII. **Tamaño de los bajantes para aguas pluviales**

Díámetro (pulg)	Superficie de cubierta (m <sup>2</sup> )
2	50
2 1/2	90
3	140
4	290
5	500
6	780
8	1 620

Precipitación: 100 mm/hora

Fuente: MERRICK GAY, Charles, DE VAN FAWCETT, Charles, McGUINNESS, William J.  
 "Instalaciones en los edificios". p. 82.

Solución:

Se tiene una superficie de cubierta de la escuela igual a 248,81 metros cuadrados y considerando que pueden haber ocasiones en las que la precipitación puede ser mayor a 100 milímetros por hora entonces aplicaremos un factor de seguridad de 1,5; entonces si se desea utilizar tubería de 2 ½ pulgadas, se tiene:

$$\# \text{ de bajantes} = \frac{248,81}{90} * 1,5 = 4,15 \approx 5 \text{ bajantes de agua de } 2 \frac{1}{2} \text{ pulgadas}$$

- Colectores de agua:

Para este cálculo es necesario auxiliarse de los datos de la siguiente tabla:

**Tabla XVIII. Diámetros de los colectores de aguas pluviales**

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Pendiente de la tubería		
	1 por 100	2 por 100	4 por 100
	Superficies de cubierta, en m <sup>2</sup>		
3	70	95	140
4	150	200	290
5	250	340	500
6	390	560	780
8	810	1 100	1 620
10	1 410	1 820	2 820

Fuente: MERRICK GAY, Charles, DE VAN FAWCETT, Charles, McGUINNESS, William J.  
 "Instalaciones en los edificios". p. 80.

Para este caso se puede diseñar el colector por tramos acumulados con el fin de ahorrar lo más que se pueda así:

**Tramo 1:**

Cubre una área de 88,60 metros cuadrados de modo que se usará una tubería de 3 pulgadas.

**Tramo 2:**

Cubre una área de 206,70 metros cuadrados de modo que se usará una tubería de 4 pulgadas.

**Tramo 3:**

Cubre una área de 237,8 metros cuadrados de modo que se usará una tubería de 5 pulgadas.



### 2.16.3. Instalaciones hidráulicas

Es necesario que el agua que abastece a las instalaciones del edificio escolar llegue a los artefactos con la presión suficiente, para que éstos funcionen perfectamente y eso se logra con un buen diseño el cual se describe a continuación:

- Cálculo de diámetros de tubería:

Sub-ramales: por definición se usarán diámetros de 1/2 pulgada para cada uno de los aparatos sanitarios, según Tabla III “Diámetro de los sub-ramales”.<sup>6</sup>

Ramal único y línea principal: para este cálculo se usa el método de Hunter el cual se basa en asignar un número de unidades de consumo o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función de su tipo, quedando de la siguiente manera: De acuerdo a tabla XV la escuela cuenta 7 inodoros, 9 lavatorios y 3 urinarios, los cuales hacen un total de 62 unidades de consumo (UH).

Con el número total de UH se usa la tabla V “Gastos probables para la aplicación del método de Hunter”<sup>7</sup> se tiene un gasto probable de 1,31 litros por segundo.

Estimando una una velocidad de 1 metros por segundo y tubería pvc se calcula el diámetro para el único ramal y la línea principal mediante la siguiente ecuación:

<sup>6</sup> RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las Instalaciones Sanitarias en los Edificios. p. 54.

<sup>7</sup> Ibid. p. 32.

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\ 743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Hf}}$$

Quedando de la siguiente manera:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\ 743,811 * 22 * 1^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5f}} = 1,07'' \approx 1 \text{ pulgada}$$

Por lo tanto el ramal y la línea principal será de 1 pulgada de diámetro

## 2.17. Presupuesto

Es un documento que permite establecer los diferentes elementos que componen el proyecto y la factibilidad de la realización del proyecto.

## 2.18. Mano de obra

La mano de obra calificada estará a cargo de la municipalidad de Nentón y la no calificada será proporcionada por la comunidad.

## 2.19. Costo total del proyecto

Para poder obtener este valor, es necesario desglosar el proyecto por renglones de trabajo los cuales separan cada uno de los componentes por unidades de acuerdo a la ejecución.

- Costo directo: se incluyen los precios de los materiales, los cuales se cotizaron en el municipio y de la mano de obra calificada y no calificada, necesarios en cada unidad de ejecución.

- **Costo indirecto:** es la suma de todos los gastos técnicos-administrativos. Se valorizan como un porcentaje del costo directo.
- Para el costo total del proyecto se debe multiplicar la cantidad de trabajo por el precio unitario de cada renglón y la sumatoria de costos totales por renglones, obteniendo un costo total de proyecto de Q 1 408 863,93 y un área de 230,40 metros cuadrados con la que se obtiene el costo por metro cuadrado de construcción que es de Q 6114,87. Todos los renglones descritos anteriormente se presentan en la tabla siguiente:

## **2.20. Estudio de impacto ambiental**

Es importante tomar en consideración el impacto que provocan las acciones del ser humano al medio ambiente y a la vez considerar cuales serán las acciones a tomar para contrarrestar los posibles efectos que puedan poner en riesgo el medio ambiente.

### **Información general**

- Diseño de edificio escolar de dos niveles del municipio de Nentón, departamento de Huehuetenango.
- Ubicación: se encuentra a 111 kilómetros de la cabecera departamental y a 367 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala (por la CA-1).
- Área del proyecto: aproximadamente doscientos cuarenta y dos metros cuadrados.

- Colindancias y actividad que desarrollan en el predio: el centro educativo se encuentra en el área urbana del municipio de Nentón, del departamento de Huehuetenango y cuenta en general con una extensión de terreno de 4162,9 metros cuadrados de área, de manera que el edificio que se construirá únicamente utilizará una fracción de aproximadamente el 6 por ciento del área total. Dicho terreno colinda en uno de sus lados con el barrio "Flor de Mayo", en otro de sus lados con el Instituto de Educación Básica por Cooperativa Nentón (INEBAN) y en sus otros dos lados colinda con calles y avenidas del municipio.
- Trabajos necesarios para preparación de terreno: aproximadamente como en el 50 por ciento del terreno donde se construirá el edificio se necesita realizar movimiento de tierra con maquinaria pesada y en el resto del terreno únicamente se necesita la limpieza respectiva.
- Vías de acceso: Nentón dista a 111 kilómetros de Huehuetenango y a 367 kilómetros de Guatemala; por las rutas CA-1 y la RD-12, ambas asfaltadas. Tiene comunicación vial con cada uno de los municipios con que colinda.

#### Influencia del proyecto

- Beneficios: mejorar las condiciones de infraestructura adecuadas para brindar la atención necesaria a los alumnos.
- Recursos: será aprovechado de una muy buena manera el terreno disponible para la construcción del edificio escolar.

## Control ambiental

- Residuos o contaminantes que serán generados (en cantidades y contenidos): durante el proceso de construcción del proyecto se generará una cantidad considerable de suelo suelto y polvo, pero se planea minimizar este impacto mojando periódicamente el área de construcción.
- Emisiones a la atmósfera (gases, humo, etcétera): tanto en la etapa de construcción como en la de operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, ni humo a la atmósfera.
- Desechos sólidos (clase de basura): durante la construcción del edificio escolar se irán acumulando bolsas vacías de cemento y cal hidratada, además de sobrantes de otros materiales como block, madera, hierro etcétera, los que finalmente serán llevados hacia otro lugar donde se podrán arrojar a la basura.
- Ruidos o vibraciones: los niveles de ruido y vibración que se generarán durante la construcción del proyecto se encuentran en un rango aceptable debido a que durante este proceso de construcción del edificio no se presentan mayores problemas.
- Contaminación visual: únicamente durante la fase de construcción del proyecto se generará algún tipo de contaminación visual por la acumulación inevitable del material suelto, el cual al rellenar las zanjas se reutilizará y el resto se recogerá y depositará en un lugar adecuado, con lo cual dicha contaminación desaparecerá.

## Plan de mitigación

- **Previo a realizar excavaciones se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo.**
- **Después del proceso de fundición se retirará del área de trabajo todo el material sobrante y los desechos, basura, etcétera, se llevarán a un lugar adecuado.**
- **Dotar al personal encargado de la construcción del equipo adecuado como cascos, botas, guantes, etcétera, para evitar accidentes.**

**Tabla XIX. Presupuesto de la escuela “Emilio Arenales Catalán” del municipio de Nentón, departamento de Huehuetenango**

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
PRELIMINARES	241,50	m <sup>2</sup>	Q 20,03	Q 4.837,25
CIMIENTO CORRIDO	101,00	ml	Q 173,08	Q 17.481,08
ZAPATA Z-1 y Z-2	27,00	Unidad	Q 3.962,21	Q 106.979,67
ZAPATA Z-3	12,00	Unidad	Q 720,10	Q 8.641,20
COLUMNA TIPO C-1, C-2 y C-3	113,40	ml	Q 867,44	Q 98.367,70
COLUMNA TIPO C-4 y C-6	44,80	ml	Q 631,83	Q 28.305,98
COLUMNA TIPO C-5	57,60	ml	Q 561,28	Q 32.329,73
COLUMNA TIPO C-A	281,20	ml	Q 245,45	Q 69.020,54
COLUMNA TIPO C-B	203,50	ml	Q 201,57	Q 41.019,50
COLUMNA TIPO C-C	25,90	ml	Q 171,83	Q 4.450,40
SOLERA HIDRÓFUGA	187,80	ml	Q 138,24	Q 25.961,47
SOLERA DE 0.10X0.15	23,40	ml	Q 161,48	Q 3.778,63
SOLERA INTERMEDIA	187,80	ml	Q 140,36	Q 26.359,61
SOLERA FINAL	187,80	ml	Q 140,36	Q 26.359,61
LEVANTADO DE MURO	676,70	m <sup>2</sup>	Q 129,81	Q 87.842,43
LEVANTADO DE MURO BAÑOS	53,90	m <sup>2</sup>	Q 131,19	Q 7.071,14
VIGA TIPO V-1	35,00	ml	Q 688,68	Q 24.103,80
VIGA TIPO V-2	21,00	ml	Q 693,36	Q 14.560,56
VIGA TIPO V-3	10,00	ml	Q 658,82	Q 6.588,20
VIGA TIPO V-4	6,00	ml	Q 814,80	Q 4.888,80
VIGA TIPO V-5	28,80	ml	Q 593,91	Q 17.104,61
VIGA TIPO V-6	57,60	ml	Q 562,40	Q 32.394,24
VIGA TIPO V-7	45,00	ml	Q 503,84	Q 22.672,80
VIGA TIPO V-8	27,00	ml	Q 430,34	Q 11.619,18
VIGA TIPO V-9	86,40	ml	Q 485,26	Q 41.926,46
VIGA TIPO V-10	16,00	ml	Q 416,24	Q 6.659,84
LOSA DE GRADAS	14,30	m <sup>2</sup>	Q 950,68	Q 13.594,72
LOSA DE CONCRETO	277,12	m <sup>2</sup>	Q 1.096,74	Q 303.928,59
PISO	507,00	m <sup>2</sup>	Q 155,76	Q 78.970,32
ACABADOS	1.284,02	m <sup>2</sup>	Q 75,93	Q 97.495,64
INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIAL	1,00	global	Q 25.233,60	Q 25.233,60
INSTALACIONES HIDRÁULICAS	1,00	global	Q 3.161,76	Q 3.161,76
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1,00	global	Q 40.514,88	Q 40.514,88
VENTANERÍA Y PUERTAS	50,00	global	Q 1.492,80	Q 74.640,00
<b>Total de Materiales:</b>			<b>Q</b>	<b>827.459,40</b>
<b>Total de Mano de Obra:</b>			<b>Q</b>	<b>581.404,53</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO:</b>			<b>Q</b>	<b>1.408.863,93</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Cronograma de ejecución de escuela

No.	DESCRIPCIÓN	MES																																
		1				2				3				4				5				6				7				8				
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	TRAZO Y NIVELACIÓN	■																																
2	ZANJEO		■																															
3	RETIRO DE MATERIAL SOBROGANTE			■																														
4	ZAPATAS				■																													
5	CIMIENTO CORRIDO					■																												
6	COLUMNAS NIVEL 1						■																											
7	VIGAS NIVEL 1							■																										
8	LOSAS NIVEL 1								■																									
9	LEVANTADO DE BLOCK NIVEL 1									■																								
10	COLOCACIÓN DE PISO NIVEL 1										■																							
11	INSTALACIONES ELÉCTRICAS											■																						
12	INSTALACIÓN PUERTAS Y VENTANAS NIVEL 1												■																					
13	ACABADOS NIVEL 1													■																				
14	COLUMNAS NIVEL 2														■																			
15	VIGAS NIVEL 2															■																		
16	LOSAS NIVEL 2																■																	
17	LEVANTADO DE BLOCK NIVEL 2																	■																
18	COLOCACIÓN DE PISO NIVEL 2																		■															
19	INSTALACIONES ELÉCTRICAS NIVEL 2																			■														
20	MÓDULO DE GRADAS																				■													
21	INSTALACIÓN PUERTAS Y VENTANAS NIVEL 2																					■												
22	ACABADOS NIVEL 2																						■											
23	LIMPIEZA GENERAL																							■										

Fuente: elaboración propia.



### **3. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA NUEVA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE NENTÓN**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

Este proyecto comprende el diseño del alcantarillado sanitario de la aldea Nueva Esperanza del municipio de Nentón, en el departamento de Huehuetenango. Para su realización se hizo, en primer lugar, un estudio poblacional y un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a altimetría y planimetría.

La red tiene una línea principal con longitud de 3 418 metros, en los cuales se diseñaron 79 pozos de visita, los que se construirán según especificaciones del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), como alturas mínimas, velocidades, cotas invert, etc. La tubería a utilizar será de pvc y tendrán diámetros de 6 y 8 pulgadas. Las pendientes en la tubería se tomaron de acuerdo a la pendiente del terreno, siempre y cuando ésta no provoque que la velocidad y caudales dentro de las alcantarillas estén fuera de las especificaciones.

Su desfogue será en una planta de tratamiento que la municipalidad de Nentón, Huehuetenango contratará y la cual se encuentra en fase de estudio.

### **3.2. Investigación preliminar**

Se realizó un recorrido para conocer las condiciones en que se encuentra la población, las condiciones del terreno donde pasará la línea central así como recabar la información necesaria para el diseño del alcantarillado.

### **3.3. Levantamiento topográfico**

En la realización del levantamiento topográfico del área a drenar, no sólo se tomó en cuenta el área edificada en la actualidad, sino también las que en un futuro puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y zonas con o sin edificación; edificios; alineación municipal; carreteras; todos los pavimentos, anotando su clase y estado; parques públicos; campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños.

#### **3.3.1. Planimetría y altimetría**

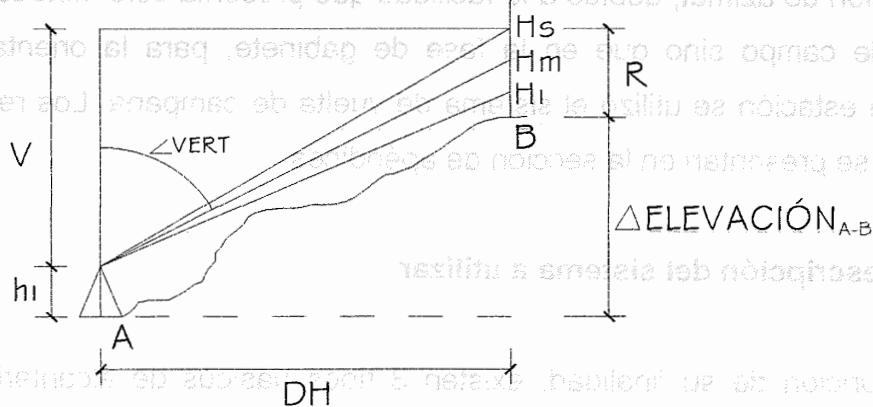
En la realización del levantamiento topográfico del área a drenar, no sólo se tomó en cuenta el área edificada en la actualidad, sino también las que en un futuro puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y zonas con o sin edificación; edificios; alineación municipal; carreteras; todos los pavimentos, anotando su clase y estado; parques públicos; campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños.

- Altimetría:

Los métodos de nivelación se basan en la determinación de desniveles entre puntos. El método empleado fue el de nivelación trigonométrica o indirecta. Dicho método consiste en establecer la diferencia de altura entre dos puntos, al basar sus resoluciones en un triángulo rectángulo situado en un plano vertical, por lo que se toman medidas de distancias horizontales y ángulos verticales. Se denomina cota a la distancia entre las superficies de nivel de referencia y la superficie de nivel que contienen al punto.

La cota de un punto se determina sumando el desnivel medido desde un punto a la cota de éste. A continuación se presentan las fórmulas a utilizar:

**Figura 20. Nivelación taquimétrica**



Fuente: elaboración propia.

$$D = (HS - HI) * 100 * \text{Sen}^2(\angle\text{vert})$$

Donde:

DH = distancia horizontal

HS = hilo superior

HS = hilo inferior

$\angle \text{vert}$  = ángulo vertical

$\Delta \text{ELEVACIÓN A-B} = V + hi - R$ , donde  $R$  es el hilo medio (Hm) y  $hi$  es la altura del instrumento.

$V = DH * \cot(\text{vert})$

R = Hilo medio (Hm)

$$Hm = \frac{HS + HI}{2}$$

- **Planimetría:**

El método empleado para el levantamiento topográfico fue el de conservación de azimut, debido a la facilidad que presenta este método no solo en fase de campo sino que en la fase de gabinete, para la orientación de estación a estación se utilizó el sistema de vuelta de campana. Los resultados obtenidos se presentan en la sección de apéndices.

### 3.4. Descripción del sistema a utilizar

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

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

- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.

Para el efecto, la comunidad en estudio no cuenta con sistema de alcantarillado. Las calles no son pavimentadas, por lo que se decidió realizar un alcantarillado sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de las calles, techos y otras superficies.

### 3.5. Diseño hidráulico

Es indispensable tener conciencia de la importancia que tiene considerar las normas que rigen el diseño de los sistemas de alcantarillado, con el fin de no caer en el error de subdiseñar o sobrediseñar el sistema.

#### 3.5.1. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este período, es necesario rehabilitar el sistema. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para cumplir adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años a partir de la fecha de construcción.

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como:

- La vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste natural que sufren los materiales, así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas.

- La relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes.

El período de diseño adoptado para este proyecto es de 30 años.

### 3.5.2. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día. Para determinar la dotación se consideran las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal. En la aldea Nueva Esperanza, la dotación proporcionada por la municipalidad es de 150 litros por habitante por día (22,5 metros cúbicos por vivienda al mes).

### 3.5.3. Cálculo de población futura

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

Para el diseño del sistema se tiene una población actual de 295 habitantes.

Método de incremento geométrico:

Con este método se obtiene un incremento que se comporta más acorde al crecimiento real de la población. Gráficamente su comportamiento es una curva exponencial. Tiene la ventaja de que no necesita muchos datos y su desventaja es que se puede sobre estimar la población.

Con los datos obtenidos en el Instituto Nacional de Estadística (INE) se puede calcular la población futura del área y se necesita tener además el conocimiento de la tasa de crecimiento del municipio, la que debe estar bajo una base historial de mucha información y confiabilidad de censos del lugar; por tanto, la proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, es la recomendada. Sin embargo, esta información es del 2002, por lo que según el centro de salud del municipio, la tasa es del 3,00 por ciento, tomando ésta para el diseño, ya que dicho centro maneja información actualizada

Entonces aplicando la siguiente fórmula, se obtiene:

$$P_n = P_o(1 + r)^n = 295(1 + 0,03)^{30} = 716 \text{ habitantes}$$

Donde:

$P_n$  = Población

$P_o$  = Población del último censo

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Período de diseño

#### 3.5.4. Factor de retorno

Tomando en consideración que del 75 por ciento al 90 por ciento del consumo de agua de una población retorna al alcantarillado, por razones de uso en riego de patios, jardines y por razones culturales (ya que muchos habitantes de la comunidad están acostumbrados a bañarse al aire libre), se determinó que se perdería un 25 por ciento hacia infiltración y evaporización, por lo tanto se asumió un factor de retorno al sistema del 75 por ciento.

**3.5.5. Factor de flujo instantáneo**

Es un factor que está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Hardmon, en la cual su valor disminuye si la población aumenta, y aumenta si la población analizada disminuye. Su fórmula es:

$$FH = \frac{18 + \left(\frac{P}{1000}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{4 + \left(\frac{P}{1000}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}} \quad P = \text{Número de habitantes}$$

$$FH = \frac{18 + \left(\frac{295}{1000}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{4 + \left(\frac{295}{1000}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}} = 4,0816$$

**3.5.6. Caudal sanitario**

Este caudal está integrado por la sumatoria del caudal domiciliar (Qdom), más el caudal comercial (Qcom), más el caudal industrial (Qind), más el caudal de infiltración (Qinf), más el caudal de conexiones ilícitas (Qci).

**3.5.6.1. Caudal domiciliar**

Es el agua que, una vez ha sido usada por los humanos para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por el factor de retorno al sistema.



De esta forma el caudal domiciliar o doméstico queda integrado así:

$$q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dotación} * \text{No. de Hab. Futuro} * \text{Factor de retorno}}{86\ 400}$$
$$q_{\text{dom}} = \frac{150 \frac{\text{L}}{\text{hab}}}{\text{día}} * 716 \text{ hab.} * 0,75}{86\ 400} = 0,93 \frac{\text{L}}{\text{seg}}$$

### 3.5.6.2. Caudal de infiltración

Este es el caudal que se genera de la infiltración del agua de lluvia hacia la tubería, pero considerando que la tubería a utilizar en este proyecto, será de pvc y que la misma es hermética, entonces se concluye que no existirá este tipo de caudal, por lo tanto es igual a 0.

### 3.5.6.3. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al drenaje sanitario. Para su cálculo se utiliza:

- El método racional, mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{ci} = CIA/360$$

Donde:

$Q_{ci}$  = caudal de conexiones ilícitas

$C$  = coeficiente de escorrentía

$A$  = área que es factible conectar ilícitamente

$I$  = intensidad de lluvia

Pero debido a la poca información hidrológica de la región, no es posible utilizar este método.

- Según criterio UNEPAR-INFOM, toman para conexiones ilícitas un 10% del caudal domiciliar.

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

$$Q_{ci} = 0,10 * 0,89 \frac{L}{seg}$$

$$Q_{ci} = 0,089 \frac{L}{seg}$$

- Textos y otras publicaciones toman para posibles conexiones ilícitas 150 litros por habitante al día.

Se utilizó para el diseño, el criterio de UNEPAR-INFOM por considerar las otras opciones muy altas en comparación al caudal domiciliar.

#### **3.5.6.4. Caudal comercial e industrial**

Es el agua de desecho de la actividad productiva de las industrias, como plantas procesadoras de alimentos, licoreras, plantas procesadoras de materia prima, etc. En este diseño se despreja este caudal por la razón de que no existe ninguna industria en la comunidad.

#### **3.5.6.5. Factor de caudal medio**

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando los caudales doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, caudal comercial e industrial, entre la población total.

Este factor debe estar dentro del rango de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002, y si fuera mayor se tomará 0,005 considerando siempre que este factor no esté demasiado distante del rango máximo y mínimo establecido, ya que se podría caer en un sobrediseño o en subdiseño, según sea el caso.

El factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

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

Donde:

$$Q \text{ medio} = Q \text{ domiciliar} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ conexiones ilícitas} + Q \text{ comercial}$$

$$Q \text{ domiciliar} = 0.89 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ infiltración} = 0.00 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ conexiones ilícitas} = 0,089 \text{ l/s}$$

$$q \text{ medio} = 0,98 \text{ l/s}$$

$$F_{qm} = \frac{0,98 \text{ l/s}}{1028 \text{ hab}} = 0,0009$$

Este caudal no se encuentra entre los rangos establecidos; por lo tanto se adopta el valor 0,002 para el diseño.

### 3.5.7. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir, que en este caso se compara el diseño para la población actual y futura con las siguientes expresiones:

$$q \text{ Dis Actual} = F_{qm} * FH \text{ actual} * \text{No. de habitantes actual}$$

$$q \text{ Dis Actual} = 0,002 * 4,0816 * 295 = 2,41 \text{ l/s}$$

$$q \text{ Dis Futuro} = F_{qm} * FH \text{ futuro} * \text{No. de habitantes futuro}$$

$$q \text{ Dis Futuro} = 0,002 * 3,7922 * 1028 = 7,80 \text{ l/s}$$

Es de notable importancia mencionar que el flujo que se encauzará y circulará dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá en el sistema cuando a éste se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales ilícitos, infiltración, etc.

En este estudio de drenajes, el caudal de diseño actual será el caudal de diseño crítico para evitar taponamientos por pequeños flujos, y se realizó un chequeo para el caso contrario, el cual se estima sucederá al final del período del diseño, con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo (esto garantiza que un ramal con poco caudal posea al menos una pendiente definida, que garantice que  $V = 0,460 \text{ m/s}$  y  $0,10 < d/D < 0,75$  como sucede cuando se tienen terrenos muy planos y siendo ramales iniciales).

### **3.5.8. Diseño de secciones y pendientes**

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares, así:

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

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

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

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

n = coeficiente de rugosidad de Manning

0,010 para tubería de pvc

### 3.5.9. Velocidad máxima y mínima

La velocidad máxima será de 5,00 metros por segundo, y la velocidad mínima será de 0,40 metros por segundo. En casos críticos con terrenos muy planos y ramales iniciales con pequeño flujo, se acepta una velocidad de 0,30 metros por segundo.

### 3.5.10. Cotas invert

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 0,03 metros.

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita, sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Cuando la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita, sea mayor de 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

### **3.5.11. Diámetro de la tubería**

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM, será de 6 pulgadas para tubos de pvc y 8 pulgadas para tubos de concreto, el cual podrá aumentar cuando, a criterio del diseñador, sea necesario. Este cambio puede ser por influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad.

### **3.5.12. Pozos de visita**

Son obras accesorias, cuyo objetivo es la recolección de las aguas servidas de uno o varios tramos del sistema no mayores de 100 metros de longitud y a la vez redireccionar su flujo hacia otro pozo de visita o hacia una planta de tratamiento. Estos son importantes para el mantenimiento del sistema.

Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- Cambio de diámetro
- Cambio de pendiente
- Cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24 pulgadas
- Las intersecciones de dos o más tuberías
- Los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24 pulgadas
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24 pulgadas

En este proyecto se construirán pozos de visita con paredes de ladrillo de barro cocido. Los demás elementos serán de concreto reforzado.

### 3.5.13. Profundidad de la tubería

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1,20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo.

En este caso, por ejemplo, para un tubo de 8 pulgadas se tienen 1,20 metros + 8 pulgadas + 0,05 metros = 1,45 metros.

Considerando que en varios tramos de la red de drenaje sanitario no existe circulación vehicular, entonces se estableció que la profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1 metro, más el diámetro interior y el espesor del tubo.

### 3.5.14. Conexiones domiciliarias

En las conexiones domiciliarias, para sistemas de tubería de pvc, el diámetro mínimo será de 4 pulgadas, con una pendiente mínima de 2 por ciento y una máxima de 6 por ciento y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

El tubo de la conexión que sale de la candela domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal. Se utilizará tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro para la candela domiciliar y así facilitar su construcción.

Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Para el diseño de un tramo del sistema de drenaje, se tienen los datos siguientes:

Población actual= 36 hab.

Población futura= 87 hab.

PV= pozo de visita

Cota inicio de terreno PV – 82 = 96,79

Cota final de terreno PV – 78 = 94,06

Distancia horizontal = 65,00 m l

Período de diseño = 30 años

Coefficiente de rugosidad = 0,010

S= pendiente del terreno (%)

$$S = \frac{96,79 - 94,06}{65,00} = 0,0420 = 4,20 \%$$

Fqm= 0,002

Stubería= 3,0%

No. de casas del tramo= 5

$$\text{Factor de Harmon actual} = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} = \frac{18 + \sqrt{36/1000}}{4 + \sqrt{36/1000}} = 4,34$$

$$\text{Factor de Harmon actual} = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} = \frac{18 + \sqrt{87/1000}}{4 + \sqrt{87/1000}} = 4,26$$

Caudal de diseño actual qactual = 36 \* 0,002 \* 4,34 = 0,25 l/s

Caudal de diseño futuro qfuturo = 87 \* 0,002 \* 4,26 = 0,53 l/s

$$V = \frac{0,03429 * 6^{\frac{2}{3}} * 3^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 1,96 \text{ m/s}$$

$$Q = 3,14159 * \left( \frac{((6 * 2,54)/100)^2}{4} \right) * 1,96 * 1\ 000 = 35,75 \text{ m}^3/\text{s}$$



Utilizando las tablas de relaciones para el diseño de alcantarillado sanitario, se obtiene una velocidad actual = 0,36 metros por segundo, chequeando que está ligeramente por debajo del rango permitido de velocidades para tubería pvc, pero se tomará como aceptable tomando en consideración que este es un tramo crítico donde el terreno es muy plano y el caudal inicial es pequeño.

Cotas invert de salida = cota inicial de terreno - profundidad de pozo  
 $= 96,79 - 2,00 = 94,79 \text{ m}$

La profundidad de pozo será de 2,00 metros ya que ese mismo pozo recibe caudal de otro tramo cuya cota final es aun más baja que la cota del tramo en consideración lo que garantizará una pendiente adecuada.

Cota invert de entrada = cota invert de salida - (Stubería \* Distancia horizontal) =  $94,79 - (0,03 * 65) = 92,83 \text{ m}$

Profundidad de pozo inicial =  $96,79 - 94,79 = 2,00 \text{ m}$

Profundidad de pozo final =  $94,06 - 92,84 = 1,22 \text{ m}$

### 3.6. Propuesta de tratamiento

Un proceso de tratamiento de las aguas residuales que suele usarse para todos los residuos domésticos es la fosa séptica, estructura de concreto o mampostería reforzada, en las que se sedimentan los sólidos en suspensión.

La fosa séptica y el pozo de absorción son los métodos más económicos disponibles para tratar las aguas negras residenciales.

Pero para que puedan funcionar apropiadamente, debe escoger el sistema séptico adecuado y el tipo de suelo, y darle un mantenimiento periódico.

A pesar de que las aguas negras están constituidas, aproximadamente, por 99 por ciento de agua y 1 por ciento de sólidos, su vertido en una corriente, cambia las características del agua que las recibe.

Para el mantenimiento se recomienda, tomar en cuenta los tiempos para las acciones de limpieza, el cual depende de la intensidad de su uso; hacer una inspección cada 6 meses y si es necesario limpieza cada año, extrayendo el 90 por ciento de los lodos existentes, el 10 por ciento deberá permanecer en la fosa, ya que servirá para inocular las futuras aguas residuales.

Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

- Tanques sépticos o fosas sépticas
- Tanques Imhoff
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de los lodos
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA)

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

Para este proyecto se propone la construcción de tanques sépticos o fosas sépticas con sus respectivos pozos de absorción.

Se propone esto porque el terreno ubicado en los alrededores de la aldea Nueva Esperanza, presenta las condiciones adecuadas tales como: extensión y ubicación, y su relativo bajo costo.

### 3.6.1. Diseño de fosa séptica

La fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y se da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras.

Elimina los sólidos al acumular las aguas negras y permite que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Generalmente de forma rectangular y se diseña para que las aguas permanezcan durante un período de tiempo determinado como mínimo 12 horas, este período se llama período de retención. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1.
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 litros por habitante al año.

- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

### 3.6.1.1. Dimensionamiento de fosa séptica

Para que una fosa séptica funcione en perfectas condiciones, es necesario dimensionarla adecuadamente de acuerdo a las viviendas que va a servir y además también es necesario darle el mantenimiento necesario para evitar el colapso de la misma.

- Fórmulas y nomenclatura

$$T = V/Q$$

$$V = Q * T \text{ y}$$

$$Q = q * N$$

Donde

**T = Período de retención, V = Volumen en litros**

**Q = Caudal L/día, N = Número de personas servidas**

**q = Gasto de aguas negras L/hab/día, q = Caudal domiciliar**

- Cálculo de volumen

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = ALH$$

Donde:

A = Ancho útil de fosa

L = Largo útil de la fosa

H = Altura útil

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

• Cálculo de las fosas

Período de retención	24 horas
Gasto (q)	150 L/hab/día
Número de habitantes	324 habitantes (54 viviendas)
Lodos	50 L/hab/año
Relación largo / ancho	2/1
Período de limpieza	5 años

• Volumen para el líquido

Se tiene:

$$Q = q * N \quad V = Q * T \quad T = V/Q$$

Donde:

T = Período de retención

V = Volumen en litros

Q = Caudal l/día

N = Número de personas servidas

q = Caudal domiciliario

FR = Factor de retorno

- Cálculo del caudal

$$Q = q * N = \text{No. viviendas} * \left( \frac{\text{No. personas}}{\text{vivienda}} \right) * q * FR$$

$$Q = 54 * 6 * 150 * 0,75$$

$$Q = 36\,450 \text{ l/día}$$

$$Q = 36,45 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Cálculo de volumen

$$V = Q * T = 36,45 \frac{\text{L}}{\text{día}} * 24 \text{ horas} * 1 \frac{\text{día}}{24 \text{ horas}}$$

$$V = 36\,450 \text{ litros}$$

$$V = 36,45 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen de lodos

$$V = N * \text{Gasto de lodos} * \text{Dot.} \frac{\text{lodos}}{\text{hab}} \frac{\text{año}}{\text{año}} * \text{No. años de limpieza}$$

$$V = 54 * 6 * 50 * 5$$

$$V = 81\,000 \text{ L}$$

$$V = 81 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 36,45 \text{ m}^3 + 81 \text{ m}^3 = 117,45 \text{ m}^3$$

- Dimensionamiento de fosas sépticas

$$V = ALH = 117,45 \text{ m}^3$$

Si  $L/A = 2$  entonces  $L = 2A$  al sustituir en la ecuación de  $V$  se asume

$$H = 2,5$$

$$V = 2 * A^2 * H$$

$$A^2 = \frac{V}{2 * H}$$

$$A^2 = \frac{117,45}{2 * 2,50} = 23,49 \text{ m}^2$$

$$A = 4,85 \text{ m}$$

$$\text{Como } L = 2 * A = 2 * 4,85 = 9,70 \text{ m}$$

Las dimensiones útiles de la fosa séptica son:

$$A = 4,85 \text{ m} \quad L = 9,70 \text{ m} \quad H = 2,50 \text{ m}$$

Los detalles constructivos se muestran en los planos en los anexos.

### 3.6.2. Pozos de absorción

Es un pozo cubierto, cuyas paredes están diseñadas para permitir que el agua negra tratada se filtre dentro del suelo vecino.

Los pozos deben de ser sellados con grava limpia a una profundidad de 30 centímetros arriba del fondo del pozo, para proporcionar la cimentación sana para el recubrimiento lateral. El espacio anular formado debe llenarse con grava gruesa y limpia hasta la parte superior del revestimiento.

Todas las líneas de conexión deben colocarse en un estrato firme de suelo inalterado. La pendiente de una línea de conexión debe ser de 2 por ciento cuando menos. El tubo de entrada al pozo debe de extenderse horizontalmente, cuando menos 30 centímetros dentro del pozo con accesorio para desviar el flujo hacia abajo y prevenir el deslave y erosión en las paredes. Si se usan pozos múltiples, deben conectarse en serie.

No es recomendable el uso de pozos cuando se han instalado sistemas que aprovechen la absorción del suelo; pues existe la posibilidad de que se contaminen las aguas subterráneas. Cuando se instalen pozos de absorción, la excavación del mismo debe terminar 1,20 metros arriba del nivel freático.

El primer paso en el diseño, es determinar la permeabilidad del suelo, para lo cual se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Se realizaron dos pruebas espaciadas uniformemente, en un estrato de suelo similar al sitio propuesto para el campo de absorción.
- Se excavó un área de 10 centímetros por lado, hasta encontrar el estrato del suelo propuesto.
- Se removió la superficie del suelo remodelado de las paredes del agujero, y se retiró todo el material, agregándose 5 centímetros de grava fina para proteger el fondo de socavaciones y sedimentos.
- Saturación del suelo durante 24 horas.
- Finalmente, se llevó a cabo la medición de la tasa de filtración, la cual consistía en verificar en cuanto tiempo el agua descendía 3 centímetros para este caso específico debido a que es un suelo arenoso. El tiempo medido corresponde a 5 minutos, en el cual se encuentra dentro del rango definido, que es  $1 \leq t_f \leq 30$ .



### 3.7. Especificaciones técnicas de diseño

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario se deben considerar los siguientes aspectos que se refieren a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita, así como a una serie de especificaciones que deben tomarse en consideración.

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

$$\emptyset A = \emptyset B$$

$$\text{Cota invert de salida} = \text{Cota invert de entrada} + 0,03 \text{ metros}$$

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

$$\emptyset A < \emptyset B$$

$$\text{Cota invert de salida} = \text{Cota invert de entrada} + ((\emptyset B - \emptyset A) * 0,0254)$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresan en él, la cota invert de salida mínima estará 3 centímetros debajo de la cota más baja que entre.

$$\emptyset A = \emptyset B = \emptyset C$$

$$\text{Cota invert de salida} = \text{Cota invert de entrada más baja} + 0,03 \text{ metros}$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro que las que ingresan en éste, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor.

- Sólo una tubería de las que sale es de seguimiento; las demás que salgan del pozo de visita deberán ser iniciales. La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar, como mínimo, a la profundidad del tráfico liviano o pesado; y la cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

### Profundidad mínima de pozos de visita

La profundidad del pozo de visita al inicio del tramo está definida por la cota invert de salida previamente determinada.

$$H_{pv} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} + 0,025 \text{ metros}$$

Debe considerarse que la cota invert mide la distancia del dato (abajo) al punto en cuestión (arriba), mientras que la profundidad del pozo mide la distancia de la superficie del terreno (arriba) a la superficie del fondo del pozo (abajo).

Así, una cota Invert menor indica mayor profundidad y una cota invert mayor indica menor profundidad; en cambio, una profundidad de pozo menor es realmente una profundidad menor y una profundidad de pozo mayor es realmente una profundidad mayor.

### 3.8. Presupuesto

El presupuesto es un documento que debe incluirse en el diseño de todo proyecto de ingeniería ya que permite establecer prioridades y da a conocer al propietario la factibilidad del mismo.

Existen varias formas de realizar un presupuesto, que varían de acuerdo al uso que se le dé. Para éste proyecto, se elaboró un presupuesto desglosado por renglones de trabajo:

- **Desglose del proyecto por renglones de trabajo**

Aquí se separan cada uno de los componentes por unidades de ejecución y se enumeran por renglones, se trata de ordenarlos según la secuencia lógica de ejecución.

- **Cuantificación de los renglones de trabajo**

Ya desglosado el proyecto, se procede a asignarle a cada renglón una unidad de medida, luego se calculan todas las cantidades de trabajo de cada renglón.

- **Precio unitario**

El precio por unidad de medida o unidad de pago se saca por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto, para calcular cada uno de estos costos se hizo lo siguiente:

- **Costo directo**

En este costo se incluyeron los precios de los materiales y mano de obra necesaria en cada unidad de ejecución, precios que fueron tomados de los que imperan en el área de ejecución del proyecto.

- **Costo indirecto**

El costo indirecto se valorizó como un porcentaje del costo directo, porcentaje que se basa en la experiencia en obras similares, y cuyo valor oscila entre el 30 por ciento y el 45 por ciento según del renglón considerado.

A solicitud de las autoridades municipales, no se consideró los costos indirectos en el presupuesto de este proyecto, debido a que su ejecución será por administración municipal, y consiste en que la municipalidad es el ente responsable de su ejecución y supervisión. Las razones de incluir únicamente costos directos difieren, pero la principal razón según el planteamiento de las autoridades ediles es evitar la licitación pública y reducir costos en su ejecución.

- **Costo total por renglón**

El costo total de cada renglón se obtiene al multiplicar los valores obtenidos en los incisos anteriores, es decir, se multiplica la cantidad de trabajo por el precio unitario en cada renglón.

- **Costo total del proyecto**

Para este costo se hace la sumatoria de todos los costos totales por renglones del proyecto.

El resultado del proceso descrito anteriormente, aparece de forma sintetizado en la tabla XXI, para la cual se incluyen únicamente costo directo.

Tabla XXI. Presupuesto de drenaje sanitario aldea Nueva Esperanza

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U. (Q)	TOTAL
Preliminares	1	global	7475,00	7475,00
Replanteo topográfico	3,418	Km	1600,00	5468,80
Excavación	3418	ML	243,00	830574,00
Tubería 6"	3140	ML	123,37	387381,80
Tubería 8"	620	ML	182,21	112970,20
Pozos de visita (altura promedio= 1,73 m)	79	U	5560,44	439274,76
Conexiones domiciliarias	56	U	514,17	28793,52
Relleno y compactación	5676,61	m <sup>3</sup>	29,25	166040,97
<b>TOTAL:</b>				<b>1977979,05</b>

Fuente: elaboración propia.

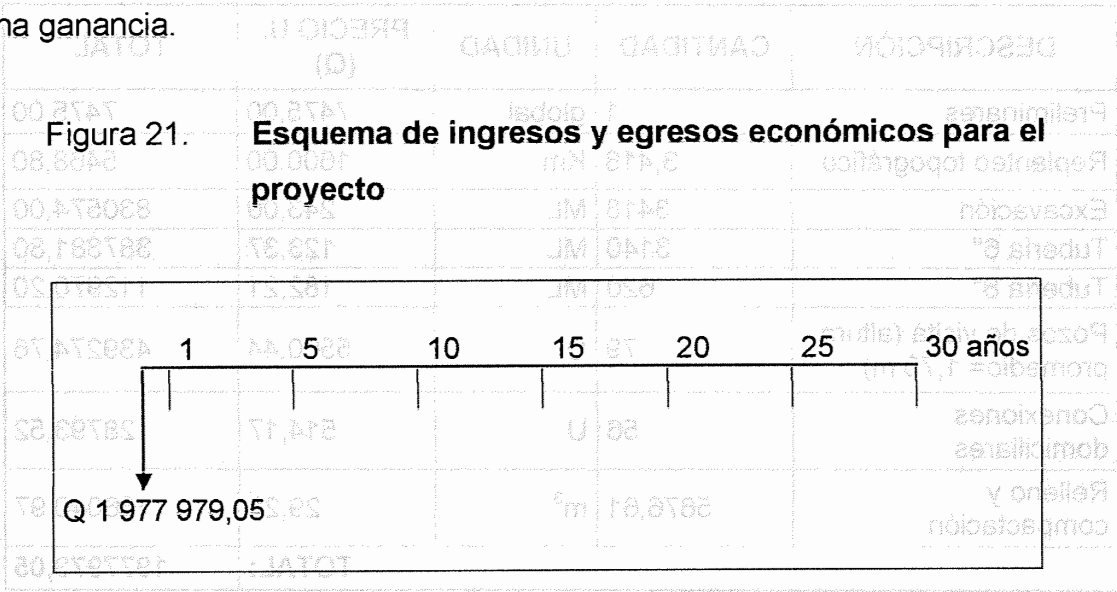
### 3.9. Análisis socioeconómico

En su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

#### 3.9.1. Valor Presente Neto

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia.



Fuente: elaboración propia.

$$VPN = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$VPN = 0 - 1\,977\,979,05$$

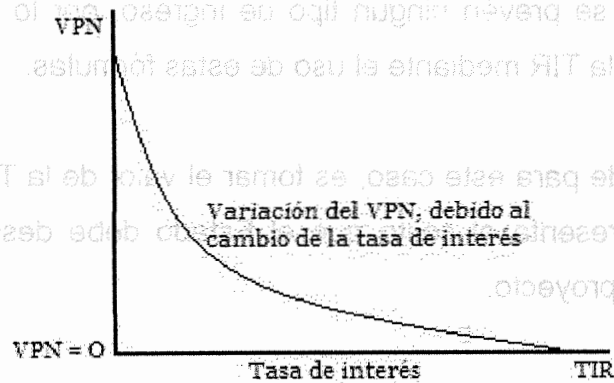
$$VPN = -1\,977\,979,05$$

Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

### 3.9.2. Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Figura 22. **Variación del VPN debido a la TIR**



Fuente: elaboración propia.

La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P - L) * \left(\frac{R}{P}, i\%, n\right) + (L * i) + D = I$$

Donde:

**P = Inversión inicial**

**L = Valor de rescate**

**D = Serie uniforme de todos los costos**

**I = Ingresos anuales**

**Valor Presente de Costos = Valor Presente de Ingresos**

**Costo anual = Ingreso anual**

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés; la tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas ellas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevén ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas.

Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4,5 por ciento, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que es la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

### **3.10. Estudio de Impacto Ambiental**

Es el análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar.

Los proyectos de drenaje sanitario son por lo regular beneficiosos para el medio ambiente pero en ocasiones no lo son ya que se realizan sin tomar en consideración el tratamiento de las aguas que conducen y éstas son evacuadas al medio ambiente contaminando el mismo, este no es el caso del proyecto que está en mención ya que este sí cuenta con el debido tratamiento de las aguas negras y colabora con el medio ambiente para el cuidado del mismo.



Actualmente se han visto afectados los ríos que rodean a la comunidad, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjones que van a dar al río; por lo que la población está teniendo una participación negativa para el ambiente.

Con la construcción de la planta de tratamiento se pretende que este proyecto no tenga ningún impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y este a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, etc.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la eliminación de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos, y la disminución de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Adicionalmente se han visto afectados los recursos hídricos de la comunidad, ya que la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por los residuos sólidos que se arrojan en el terreno, genera una contaminación negativa para el ambiente.

Con la construcción de la planta de tratamiento no obstante que este proyecto no tenga ningún impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y esta a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, etc.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la eliminación de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de contaminación de residuos y zoológicos, y la disminución de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

## **CONCLUSIONES**

1. La construcción del nuevo edificio para la escuela urbana del municipio de Nentón, tendrá un costo total de Q 1 408 863,93 que equivale a un precio unitario de 2 916,54 quetzales por metro cuadrado, valor que, a pesar de que está un poco elevado, aun puede ser considerado entre el rango de aceptación.
2. El monto de la construcción de la escuela será cubierto en un 80 por ciento por la municipalidad y el otro 20 por ciento será cubierto por los padres de familia de los alumnos de la escuela y otros habitantes voluntarios del municipio, puesto que ellos aportarán la mano de obra no calificada.
3. La construcción del drenaje sanitario para la aldea Nueva Esperanza tendrá un costo total de Q 1 977 979,05 un precio unitario de 578,70 quetzales por metro lineal el cual está dentro del rango de precios unitarios de la región.
4. En el tramo del pozo 83 al 82 la velocidad está por debajo del rango permitido pero se decidió aceptar ese valor considerando que es tubería de pvc y por ser inicio de tramo

5. Con la construcción del drenaje sanitario se le dará solución a una de las principales necesidades de la aldea Nueva Esperanza, contribuyendo a brindar un ambiente más sano para las personas al evitar la propagación de enfermedades causadas por la circulación de aguas servidas en las calles de la comunidad.
6. El proyecto de drenaje sanitario provocará daños menores a las personas y al medio ambientales únicamente en su etapa de construcción.
7. El proyecto de drenaje sanitario es el típico tipo de proyectos que, ya en funcionamiento, no aporta ningún tipo de ganancias al inversionista, pero por ser un proyecto de tipo social y público se estableció necesaria su construcción.
8. La etapa de construcción del nuevo edificio escolar generará gran cantidad de polvo, por lo que el constructor debe regar periódicamente con el fin de evitar enfermedades respiratorias en los alumnos y maestros.

## RECOMENDACIONES

1. Contratación de un profesional en el ramo, ya sea ingeniero civil o arquitecto, para que en la etapa de construcción de los proyectos vele rigurosamente para que se cumpla con lo establecido en los planos constructivos.
2. El municipio de Nentón no cuenta con los recursos económicos suficientes para la construcción simultanea del edificio escolar y del drenaje sanitario, ésta deberá analizar y determinar cuál es el orden de prioridad de estos y otros proyectos a fin de construir ambos y atender las necesidades de toda la población.
3. Agilizar los trámites legales correspondientes para la pronta ejecución de estos proyectos puesto que el orden de prioridad de los mismos es alto y necesitan ser construidos lo más pronto posible.
4. Darle mantenimiento adecuado a ambos proyectos terminados por lo menos cada año con el fin de garantizar la vida útil de los mismos para la cual fueron diseñados.

## RECOMENDACIONES

1. Contratar a un profesional en el ramo de ingeniería civil o arquitecto para en la etapa de construcción de los proyectos verifique rigurosamente para que se cumpla con lo establecido en los planos constructivos.
2. El municipio de Neirón no cuenta con los recursos económicos suficientes para la construcción simultánea del edificio escolar y del transele sanitario, ésta deberá analizarse y determinarse cuál es el orden de prioridad de estos otros proyectos a fin de construir ambos y atender las necesidades de toda la población.
3. Agilizar los trámites legales correspondientes para la pronta ejecución de estos proyectos puesto que el orden de prioridad de los mismos es alto y necesitan ser construidos lo más pronto posible.
4. Dado el deterioro avanzado a ambos proyectos terminados por lo menos en un 50% con el fin de garantizar la vida útil de los mismos para la población beneficiaria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño recomendadas para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2001. Tomo NR2, NR3, NR9. 137 p.
2. CARDONA PADILLA, Jorge Alberto. *Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Los Planes municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 244 p.
3. FIGUEROA VILLATORO, Ronnie Byron. *Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea San Vicente Los Cimientos, municipio de Siquinalá, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 92 p.
4. Instituto Americano de Concreto. *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario: ACI 318-99*. Chile: ACI, 2000. 490 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala, INFOM, 2001. 31 p.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. EEUU: McGraw-Hill, 1999. 722 p.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructural y Sismos. Normas estructurales de diseño recomendadas para la República de Guatemala. Guatemala: AGIES, 2001. Torno NR2, NR3, NR4, NR5, 137 p.
2. GARDONA, PABLO A. Jorge Alberto. Diseño de un sistema de acortamiento sismorresistente para la zona Los Hornos municipio de San Juan Emilla, departamento de Chimaltenango. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 244 p.
3. FIGUEROA VILLATORO, RONNIE BYRON. Diseño del sistema de diseño sismorresistente para la zona San Vicente Los Hornos, municipio de Chimaltenango, Guatemala. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 81 p.
4. Instituto Americano de Concrete. Requisitos de reforzamiento para concreto estructural y comportamiento. ACI 318-83. (Int'l. CI, 2000). 480 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. Normas Generales para diseño de estructuras de concreto. (INFORM 2001). 31 p.
6. HALL, JERRY L. Diseño de estructuras de concreto. Ed. McGraw-Hill, 1998. 732 p.



## **ANEXOS**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**Nº 15753**

INFORME No. 528 S.S.

O.T. No. 29,277

Interesado: Edgar Osmin Mauricio Camposeco

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: EPS "Diseño de la Escuela Oficial Urbana Mixta Emilio Arenales Catalán del Municipio de Nentón, Depto. de Huehuetenango"

Ubicación: Nentón, Huehuetenango

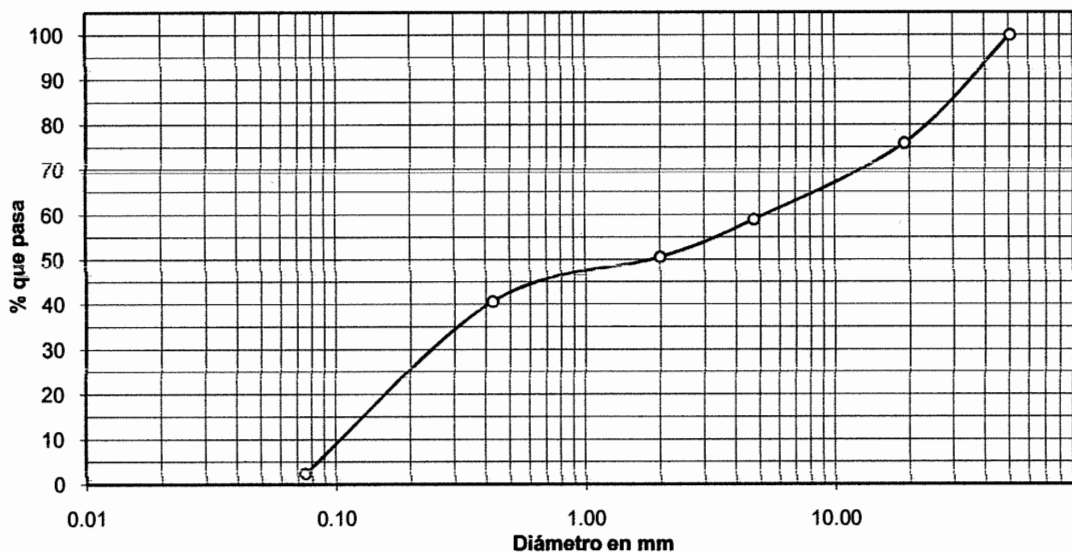
Fecha: 18 de Noviembre de 2011

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.80	100.00
3/4"	19	75.90
4	4.75	58.90
10	2	50.59
40	0.425	40.65
200	0.075	2.39

% de Grava: 41.10

% de Arena: 56.51

% de finos: 2.39



Descripción del suelo: Arena limosa con presencia de grava color café oscuro

Clasificación: S.C.U.: SP P.R.A.: A-2-4

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**Nº 15733**

INFORME No. 529 S.S.

O.T.: 29,277

Interesado: Edgar Osmin Mauricio Camposeco  
 Proyecto: EPS "Diseño de la Escuela Oficial Urbana Mixta Emilio Arenales Catalán del Municipio de Nentón, Depto. De Huehuetenango"  
 Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90  
 Ubicación: Nentón, Huehuetenango  
 FECHA: 18 de Noviembre de 2011

**RESULTADOS:**

<b>ENSAYO No.</b>	<b>MUESTRA No.</b>	<b>L.L. (%)</b>	<b>I.P. (%)</b>	<b>CLASIFICACION *</b>	<b>DESCRIPCION DEL SUELO</b>
1	1	24.3	8.1	SP	Arena limosa con presencia de grava color café oscuro

(\*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR**

INFORME No.: 527 S.S.

O.T.: 29,276

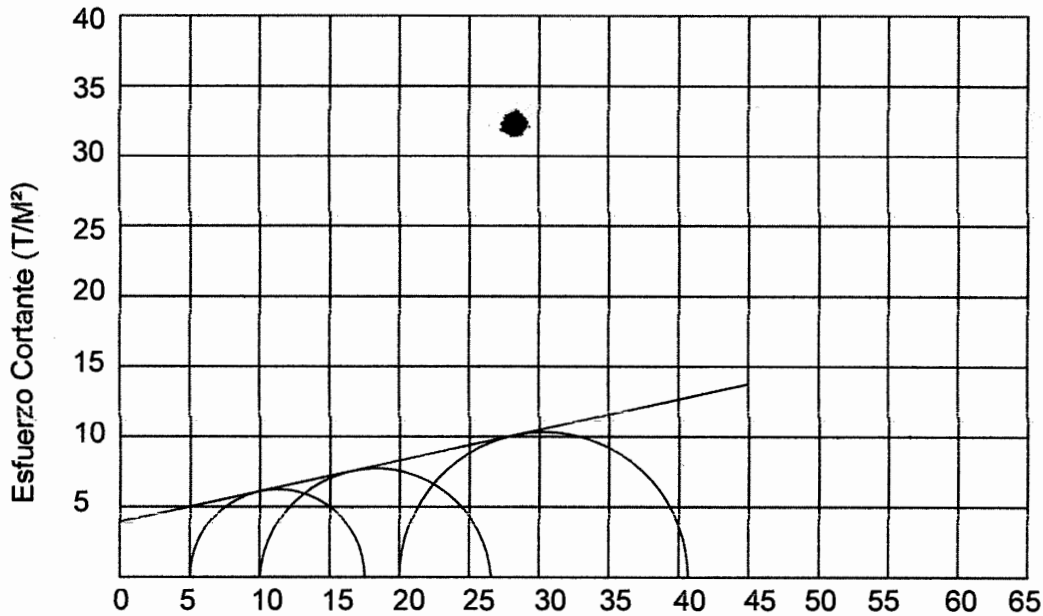
INTERESADO: Edgar Osmin Mauricio Camposeco

PROYECTO: EPS "Diseño de la Escuela Oficial Urbana Mixta Emilio Arenales Catalán del Municipio de Nentón, Depto. de Huehuetenango"

Ubicación: Nentón, Huehuetenango

Fecha: 18 de Noviembre de 2011

pozo: 1 Profundidad: 1.50 m Muestra: 1



**PARAMETROS DE CORTE:**

<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : <math>\phi = 12.35^\circ</math></b>	<b>COHESIÓN: <math>C_u = 3.93 \text{ T/m}^2</math></b>
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Arena limosa con presencia de gravas color café oscuro

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q$ (T/m <sup>2</sup> )	12.49	16.57	20.65
PRESION INTERSTICIAL $u$ (T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA $E_r$ (%)	1.5	3.0	4.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.60	1.60	1.60
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.80	1.80	1.80
HUMEDAD (%H)	12.2	12.2	12.2

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

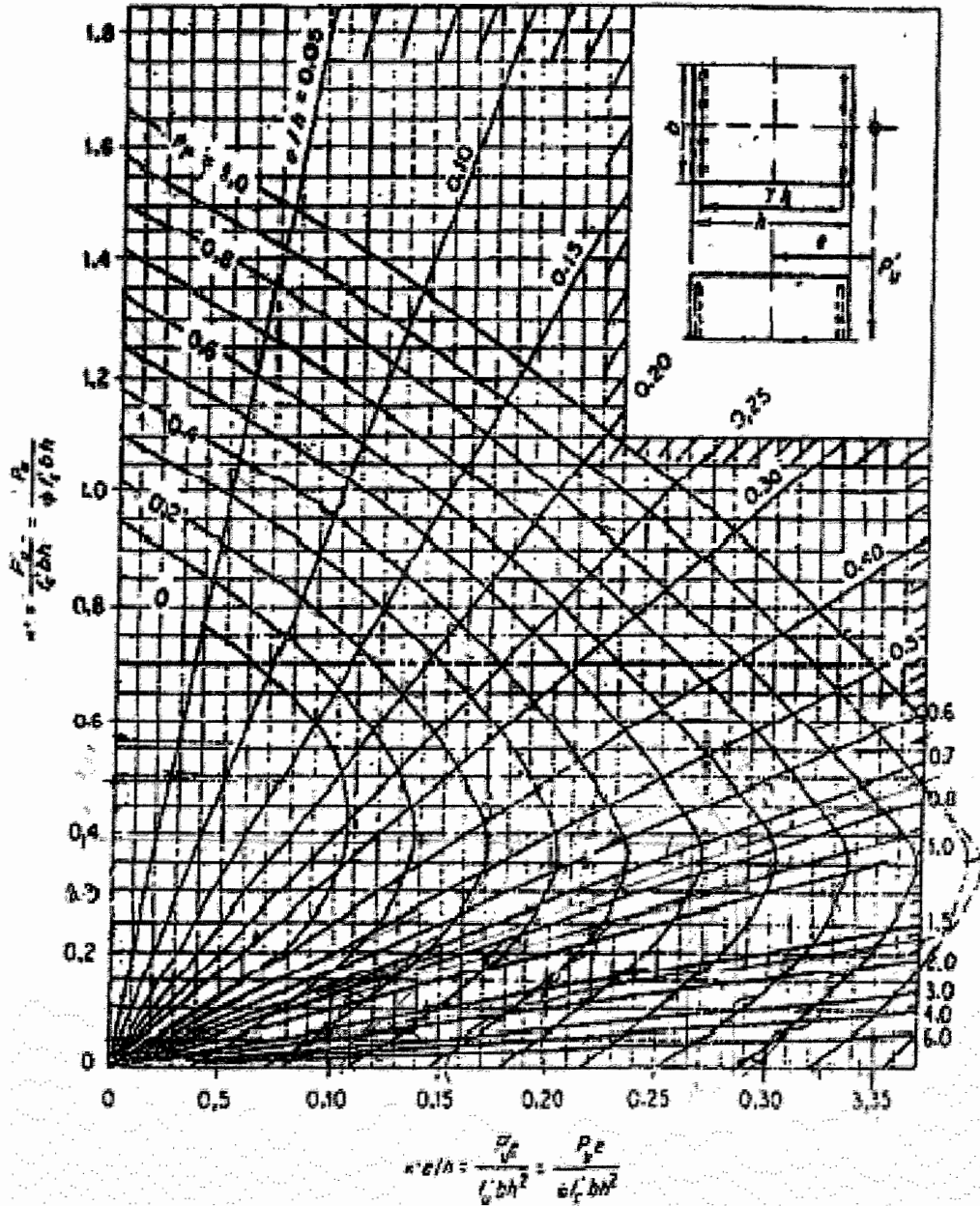


Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

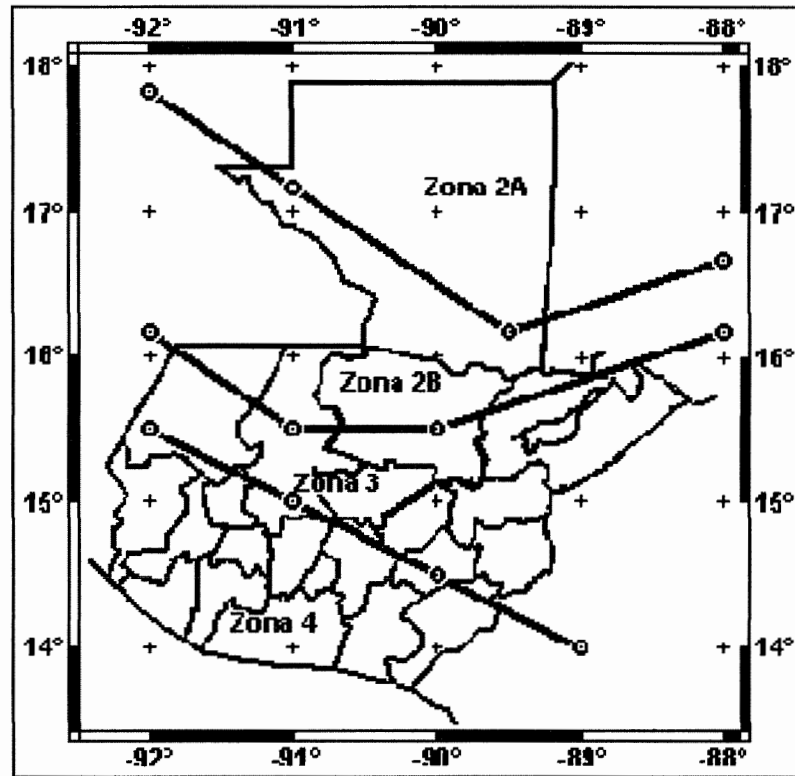


Diagrama de Interacción para columna rectangular.



Fuente: Gonzales, Robles, Casillas y Díaz de Cossio. Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado. p. 396.

## Mapa de Macrozonificación Sísmica para la República de Guatemala



Factor (Z) de zona sísmica (ver mapa arriba)

Zona	Z
2A	0,15
2B	0,20
3	0,30
4	0,40

Fuente: Simmons, Charles S. **Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala**. Ministerio de Agricultura, Guatemala, 1959.

### Relaciones hidráulicas para sección circular:

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00293	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

**Continuación:**

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.5262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140



**DATOS DE LA POBLACIÓN**

No de casas actual  
 No. de habitantes actual por casa 6 hab  
 Dotación asumido por el luge 150 lit/hab/día  
 Factor de retorno 0,75  
 Período de diseño 30 años  
 Tasa de crecimiento de población 3 %

Chequeo de Velocidad	
Rango	
0.60 - 3.00	m/s

Chequeo de Peraltes	
Rango	
0,10 - 0,90	

DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
		PV	PV		Inicial	Final	Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.									Actual	Futuro	Inicio	Final
1.2	1.1	105,13	105	20	0,65	1	2	2	12	29	0,02	0,04	0,0016	0,0014	4,41	4,36	0,02	0,042	0	0,004	0,09	0,18	6	0,01824	1,13	20,65	0,0088	0,32	0,070	0,4	103,88	103,68	1,25	1,32
1.1	1	105	104,53	20	2,35	1	0	2	12	29	0,02	0,04	0,0016	0,0014	4,41	4,36	0,02	0,042	0	0,004	0,09	0,18	6	0,01824	1,13	20,65	0,0088	0,32	0,070	0,4	103,48	103,28	1,52	1,25
40																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
23	21	111,14	107,89	40	8,13	5	1	1	6	15	0,01	0,02	0,0016	0,0014	4,43	4,40	0,01	0,021	0	0,002	0,04	0,09	6	0,01824	2,53	46,18	0,0020	0,20	0,035	0,5	108,64	106,64	2,50	1,25
21	1	107,89	104,53	40	8,4	7	1	1	6	15	0,01	0,02	0,0016	0,0014	4,43	4,40	0,01	0,021	0	0,002	0,04	0,09	6	0,01824	3,00	54,65	0,0017	0,19	0,033	0,6	106,08	103,28	1,81	1,25
80																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
1	B	104,53	102,58	40	4,88	3	4	7	42	102	0,05	0,13	0,0016	0,0014	4,33	4,24	0,07	0,146	0	0,013	0,29	0,62	6	0,01824	1,96	35,77	0,0173	0,38	0,093	0,75	102,53	101,33	2,00	1,25
B	D	102,58	99,94	44	6	4	1	8	48	117	0,06	0,15	0,0016	0,0014	4,32	4,22	0,08	0,167	0	0,015	0,34	0,71	6	0,01824	2,26	41,31	0,0171	0,38	0,093	0,86	100,45	98,69	2,13	1,25
84																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
E	D	100,04	99,94	26,75	0,37	3	1	1	6	15	0,01	0,02	0,0016	0,0014	4,43	4,40	0,01	0,021	0	0,002	0,04	0,09	6	0,01824	1,96	35,77	0,0026	0,22	0,040	0,43	98,79	97,99	1,25	1,95
26,75																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
D	169	99,94	99,21	26,92	2,71	2	1	10	60	146	0,08	0,19	0,0016	0,0014	4,30	4,20	0,10	0,209	0	0,019	0,42	0,88	6	0,01824	1,60	29,21	0,0300	0,45	0,112	0,72	97,94	97,40	2,00	1,81
169	167	99,21	98,01	40	3	3	1	11	66	160	0,09	0,21	0,0016	0,0014	4,29	4,18	0,11	0,229	0	0,021	0,46	0,96	6	0,01824	1,96	35,77	0,0268	0,43	0,113	0,85	97,36	96,16	1,85	1,85
167	165	98,01	95,91	40	5,25	5	0	11	66	160	0,09	0,21	0,0016	0,0014	4,29	4,18	0,11	0,229	0	0,021	0,46	0,96	6	0,01824	2,53	46,18	0,0208	0,41	0,103	1,03	96,11	94,11	1,90	1,80
165	163	95,91	92,69	60	5,37	5	0	11	66	160	0,09	0,21	0,0016	0,0014	4,29	4,18	0,11	0,229	0	0,021	0,46	0,96	6	0,01824	2,53	46,18	0,0208	0,41	0,103	1,03	94,06	91,06	1,85	1,63
163	161	92,69	91,76	40	3	3	0	11	66	160	0,09	0,21	0,0016	0,0014	4,29	4,18	0,11	0,229	0	0,021	0,46	0,96	6	0,01824	1,96	35,77	0,0268	0,43	0,113	0,85	91,01	89,81	1,95	1,95
161	111	91,76	91,21	40	1,38	2	0	11	66	160	0,09	0,21	0,0016	0,0014	4,29	4,18	0,11	0,229	0	0,021	0,46	0,96	6	0,01824	1,60	29,21	0,0328	0,46	0,125	0,74	89,76	88,96	2,00	2,25
246,92																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
1	2	104,53	101,8	20	13,65	10	1	1	6	15	0,01	0,02	0,0016	0,0014	4,43	4,40	0,01	0,021	0	0,002	0,04	0,09	6	0,01824	3,58	65,31	0,0014	0,18	0,030	0,66	102,58	100,58	1,95	1,22
2	108	101,8	100,89	27,35	3,33	5	2	3	18	44	0,02	0,06	0,0016	0,0014	4,39	4,33	0,03	0,063	0	0,006	0,13	0,27	6	0,01824	2,53	46,18	0,0059	0,27	0,056	0,69	100,25	98,88	1,55	2,01
108	106	100,89	97,86	42	7,21	3	1	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,96	35,77	0,0100	0,33	0,073	0,64	97,64	96,38	3,25	1,48
106	103	97,86	96,31	58	2,67	2	3	7	42	102	0,05	0,13	0,0016	0,0014	4,33	4,24	0,07	0,146	0	0,013	0,29	0,62	6	0,01824	1,60	29,21	0,0212	0,41	0,103	0,65	95,99	94,83	1,87	1,48
103	100	96,31	93,27	60	5,07	4	2	9	54	131	0,07	0,17	0,0016	0,0014	4,31	4,21	0,09	0,188	0	0,017	0,38	0,79	6	0,01824	2,26	41,31	0,0191	0,38	0,095	0,86	94,16	91,76	2,15	1,51
100	96	93,27	92,94	20	1,65	1,5	0	9	54	131	0,07	0,17	0,0016	0,0014	4,31	4,21	0,09	0,188	0	0,017	0,38	0,79	6	0,01824	1,39	25,30	0,0312	0,46	0,123	0,63	91,72	91,42	1,55	1,52
227,35																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
83	93	97,56	94,47	42,71	7,23	4	1	1	6	15	0,01	0,02	0,0016	0,0014	4,43	4,40	0,01	0,021	0	0,002	0,04	0,09	6	0,01824	2,26	41,31	0,0022	0,22	0,040	0,50	94,96	93,25	2,60	1,22
42,71																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
91	93	95,06	94,47	45	1,31	1,5	2	2	12	29	0,02	0,04	0,0016	0,0014	4,41	4,36	0,02	0,042	0	0,004	0,09	0,18	6	0,01824	1,39	25,30	0,0072	0,29	0,061	0,40	93,81	93,14	1,25	1,33
45																																		
DE	A	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diámetro Diseño	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
PV	PV	Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Inicio	Final	Inicio	Final
93	95																																	

97,02

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Diseño	Inicio	Final	Inicio
23	25	111,14	109,2	40	4,85	1	3	3	18	44	0,02	0,06	0,0016	0,0014	4,39	4,33	0,03	0,063	0	0,006	0,13	0,27	6	0,01824	1,13	20,65	0,0131	0,35	0,080	0,39	108,39	107,99	2,75	1,21
25	26	109,2	107,5	25,25	6,73	2	1	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,60	29,21	0,0123	0,34	0,078	0,55	106,80	106,30	2,40	1,21
26	28	107,5	105,46	33	6,18	4	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	2,26	41,31	0,0087	0,31	0,066	0,69	105,55	104,23	1,95	1,23

98,25

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Diseño	Inicio	Final	Inicio
28	122	105,46	102,26	60	5,33	3	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,96	35,77	0,0100	0,33	0,073	0,64	102,86	101,06	2,60	1,20
122	125	102,26	100,98	60	2,13	2	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,60	29,21	0,0123	0,34	0,078	0,55	100,96	99,76	1,30	1,22
125	128	100,98	100,15	54,29	1,53	1,5	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,39	25,30	0,0142	0,36	0,825	0,50	99,73	98,92	1,25	1,23
128	130	100,15	98,99	40	2,9	2,5	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,79	32,66	0,0110	0,33	0,075	0,60	98,75	97,75	1,40	1,24
130	133	98,99	96,68	60	3,85	3	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,96	35,77	0,0100	0,33	0,073	0,64	97,24	95,44	1,75	1,24
133	135	96,68	94,99	40	4,23	3	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,96	35,77	0,0100	0,33	0,073	0,64	94,98	93,78	1,70	1,21
135	138	94,99	93,11	60	3,13	3	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,96	35,77	0,0100	0,33	0,073	0,64	93,69	91,89	1,30	1,22
138	139	93,11	91,58	20	7,65	3	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,96	35,77	0,0100	0,33	0,073	0,64	90,96	90,36	2,15	1,22
139	I	91,58	90,65	20,38	4,56	3	0	4	24	58	0,03	0,08	0,0016	0,0014	4,37	4,30	0,04	0,083	0	0,008	0,17	0,36	6	0,01824	1,96	35,77	0,0100	0,33	0,073	0,64	90,03	89,41	1,55	1,24

414,67

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos		
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro	Diseño	Inicio									Final	Inicio	Final		
K	I	91,73	90,65	36	3	3	0																6	0,01824	1,96	35,77						90,48	89,40	1,25	1,25

36

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos		
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro	Diseño	Inicio									Final	Inicio	Final		
39	F	93,18	92,97	20	1,05	1	0	0															6	0,01824	1,13	20,65						91,93	91,73	1,25	1,24
F	I	92,97	90,65	65	3,57	2,5	2	2	12	29	0,02	0,04	0,0016	0,0014	4,41	4,36	0,02	0,042	0	0,004	0,09	0,18	6	0,01824	1,79	32,66	0,0056	0,27	0,055	0,49	91,07	89,45	1,90	1,21	

85

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro	Diseño	Inicio									Final	Inicio	Final	
I	140	90,65	89,26	20	6,95	4	0	6	36	87	0,05	0,11	0,0016	0,0014	4,34	4,26	0,06	0,125	0	0,011	0,25	0,53	6	0,01824	2,26	41,31	0,0129	0,35	0,080	0,79	88,85	88,05	1,80	1,21
140	142	89,26	86,41	46,2	6,17	3	0	6	36	87	0,05	0,11	0,0016	0,0014	4,34	4,26	0,06	0,125	0	0,011	0,25	0,53	6	0,01824	1,96	35,77	0,0149	0,36	0,065	0,71	86,60	85,21	2,66	1,20
142	144	86,41	86	34	1,21	1	0	6	36	87	0,05	0,11	0,0016	0,0014	4,34	4,26	0,06	0,125	0	0,011	0,25	0,53	6	0,01824	1,13	20,65	0,0258	0,43	0,110	0,48	85,16	84,82	1,25	1,18

100,2

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos		
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infilt.	C. Ilíc.	Actual	Futuro	Diseño	Inicio									Final	Inicio	Final		
28	29	105,46	103,94	30	5,07	6	0																6	0,01824	2,77	50,59						103,91	102,11	1,55	1,83
29	31	103,94	99,54	40	11,00	7	2	2	12	29	0,02	0,04	0,0016	0,0014	4,41	4,36	0,02	0,042	0	0,004	0,09	0,18	6	0,01824	3,00	54,65	0,0033	0,23	0,043	0,69	101,09	98,29	2,85	1,25	
31	33	99,54	97,27	40	5,68	3	1	3	18	44	0,02	0,06	0,0016	0,0014	4,39	4,33	0,03	0,063	0	0,006	0,13	0,27	6	0,01824	1,96	35,77	0,0076	0,30	0,063	0,58	97,24	96,04	2,30	1,23	
33	35	97,27	95,87	40	3,50	2	0	3	18	44	0,02	0,06	0,0016	0,0014	4,39	4,33	0,03	0,063	0	0,006	0,13	0,27	6	0,01824	1,60	29,21	0,0093	0,32	0,069	0,50	95,42	94,62	1,85	1,25	
35	37	95,87	96,37	35	-1,43	2	3	6	36	87	0,05	0,11	0,0016	0,0014	4,34	4,26	0,06	0,125	0	0,011	0,25	0,53	6	0,01824	1,60	29,21	0,0182	0,39	0,096	0,62	94,57	93,87	1,30	2,50	
37	39	96,37	93,18	48	6,65	3,5	1	7	42	102	0,05	0,13	0,0016	0,0014	4,33	4,24	0,07	0,146	0	0,013	0,29	0,62	6	0,01824	2,12	38,64	0,0160	0,37	0,090	0,79	93,62	91,94	2,75	1,24	
39	40	93,18	93,2	13	-0,15	2	0	7	42	102	0,05	0,13	0,0016	0,0014	4,33	4,24	0,07	0,146	0	0,013	0,29	0,62	6	0,01824	1,60	29,21	0,0212	0,41	0,103	0,65	91,90	91,64	1,28	1,56	

246

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro</																		

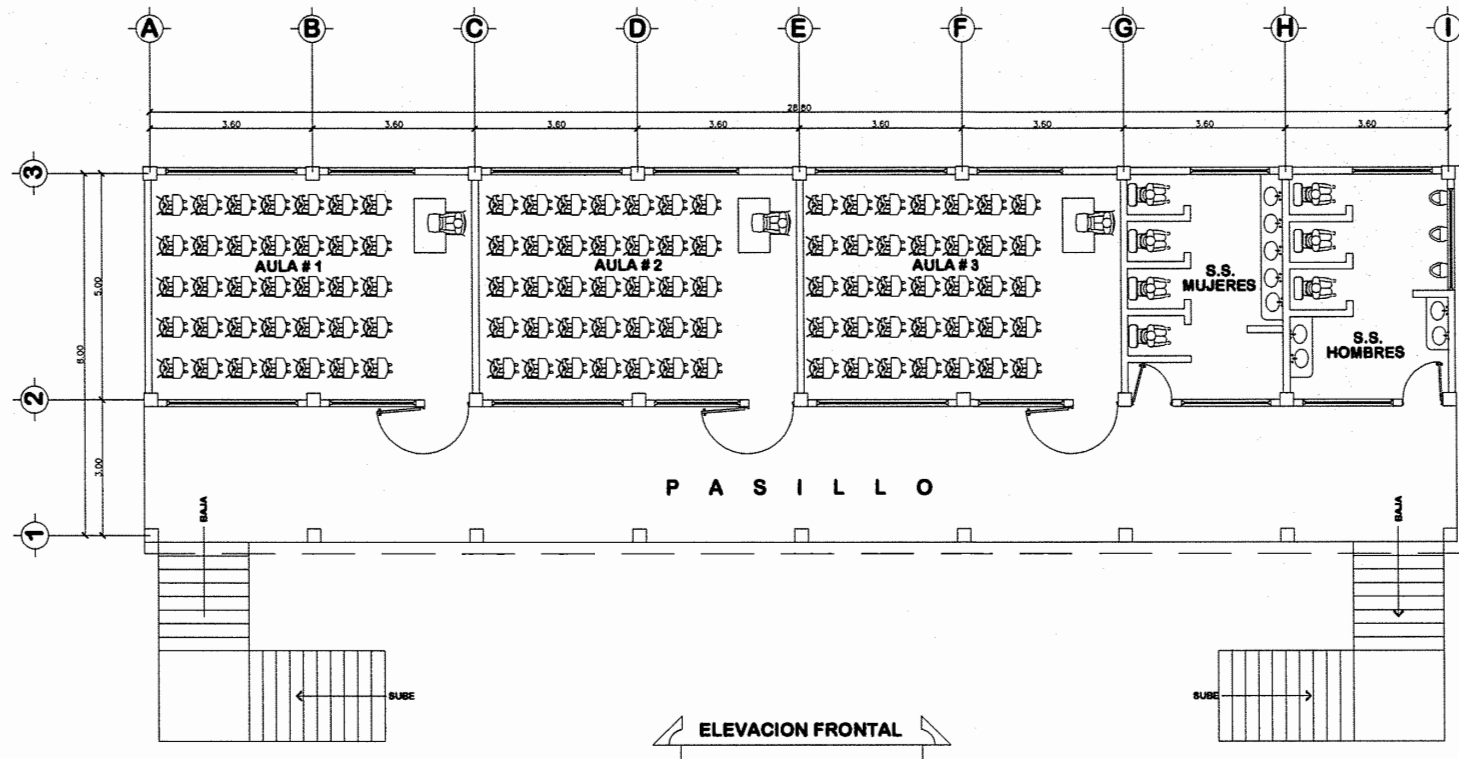
144	147	86	86,69	57,7	-1,20	1	0	32	192	466	0,25	0,61	0,0016	0,0014	4,15	3,99	0,31	0,667	0	0,061	1,29	2,66	6	0,01824	1,13	20,65	0,1289	0,68	0,240	0,77	84,79	84,21	1,21	2,48
147	150	86,69	86,79	57	-0,18	1	0	32	192	466	0,25	0,61	0,0016	0,0014	4,15	3,99	0,31	0,667	0	0,061	1,29	2,66	6	0,01824	1,13	20,65	0,1289	0,68	0,240	0,77	84,18	83,61	2,51	3,18
150	152	86,79	80,58	54	11,50	7,5	0	32	192	466	0,25	0,61	0,0016	0,0014	4,15	3,99	0,31	0,667	0	0,061	1,29	2,66	6	0,01824	3,10	56,56	0,0471	0,51	0,145	1,57	83,43	79,38	3,36	1,20
152	153b	80,58	78,19	40	5,98	5	0	32	192	466	0,25	0,61	0,0016	0,0014	4,15	3,99	0,31	0,667	0	0,061	1,29	2,66	6	0,01824	2,53	46,18	0,0577	0,54	0,161	1,36	78,98	76,98	1,60	1,21
153b	154	78,19	76,77	40	3,55	3,5	0	32	192	466	0,25	0,61	0,0016	0,0014	4,15	3,99	0,31	0,667	0	0,061	1,29	2,66	6	0,01824	2,12	38,64	0,0689	0,57	0,176	1,20	76,93	75,53	1,26	1,24

248,7

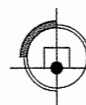
DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infil.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Diseño	Inicio	Final	Inicio
111	159	91,21	89,69	42,45	3,58	2	0	30	180	437	0,23	0,57	0,0016	0,0014	4,16	4,00	0,29	0,626	0	0,057	1,21	2,51	6	0,01824	1,60	29,21	0,0858	0,61	0,196	0,97	88,91	88,06	2,30	1,63
159	158	89,69	85,38	40	10,78	9	0	30	180	437	0,23	0,57	0,0016	0,0014	4,16	4,00	0,29	0,626	0	0,057	1,21	2,51	6	0,01824	3,40	61,96	0,0404	0,49	0,138	1,66	87,78	84,18	1,91	1,20
158	157	85,38	82,93	40	6,12	6	0	30	180	437	0,23	0,57	0,0016	0,0014	4,16	4,00	0,29	0,626	0	0,057	1,21	2,51	6	0,01824	2,77	50,59	0,0495	0,52	0,153	1,45	84,13	81,73	1,25	1,20
157	156	82,93	79,62	53	6,25	6	0	30	180	437	0,23	0,57	0,0016	0,0014	4,16	4,00	0,29	0,626	0	0,057	1,21	2,51	6	0,01824	2,77	50,59	0,0495	0,52	0,153	1,45	81,58	78,40	1,35	1,22
156	155	79,62	78,56	40	2,65	2,5	0	30	180	437	0,23	0,57	0,0016	0,0014	4,16	4,00	0,29	0,626	0	0,057	1,21	2,51	6	0,01824	1,79	32,66	0,0767	0,59	0,187	1,06	78,35	77,35	1,27	1,21
155	154	78,56	76,77	40	4,48	4,5	0	30	180	437	0,23	0,57	0,0016	0,0014	4,16	4,00	0,29	0,626	0	0,057	1,21	2,51	6	0,01824	2,40	43,81	0,0572	0,54	0,162	1,30	77,31	75,51	1,25	1,26

255,45

DE PV	A PV	Cota		Dist. (m)	Pendiente		No. de Casas		No. Habitantes		Q Domiciliar		Fqm		F.H.		Caudal Sanitario		Caudal		Q Diseño		Diametro	Area Tub (m <sup>2</sup> )	Velocidad	Caudal Q	q/Q	v/V	d/D	v	Cota Invert		Altura Pozos	
		Inicial	Final		Terreno %	Diseño	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Infil.	C. Ilíc.	Actual	Futuro									Diseño	Inicio	Final	Inicio
154	170	76,77	75,2	40	3,92	3,5	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,57	83,22	0,0595	0,55	0,165	1,41	75,40	74,00	1,37	1,20
170	172	75,2	72,34	65	4,40	4	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,74	88,96	0,0557	0,54	0,160	1,48	73,74	71,14	1,46	1,20
172	173	72,34	71,16	40	2,95	3	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,38	77,04	0,0643	0,56	0,170	1,33	71,09	69,89	1,25	1,27
173	175	71,16	69,33	69	2,65	2,5	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,17	70,33	0,0704	0,58	0,180	1,25	69,84	68,12	1,32	1,21
175	176	69,33	67,63	40	4,25	4	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,74	88,96	0,0557	0,54	0,160	1,48	68,07	66,47	1,26	1,16
176	177	67,63	67,04	40	1,47	1,5	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	1,68	54,48	0,0909	0,62	0,205	1,05	66,42	65,82	1,21	1,22
177	178	67,04	66,65	40	0,98	1	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	1,37	44,48	0,1113	0,66	0,225	0,91	65,77	65,37	1,27	1,28
178	179	66,65	65,29	41	3,32	3	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,38	77,04	0,0643	0,56	0,170	1,33	65,32	64,09	1,33	1,20
179	180	65,29	64,66	39	1,62	1,5	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	1,68	54,48	0,0909	0,62	0,205	1,04	64,04	63,45	1,25	1,21
180	181	64,66	63,48	40	2,95	2,75	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,27	73,76	0,0671	0,57	0,175	1,29	63,40	62,30	1,26	1,18
181	182	63,48	62,06	40	3,55	3,5	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,57	83,22	0,0595	0,55	0,165	1,41	62,25	60,85	1,23	1,21
182	183	62,06	59,76	50	4,6	4,5	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,91	94,36	0,0525	0,53	0,155	1,54	60,80	58,55	1,26	1,21
183	184	59,76	58	21	8,38	4,75	0	62	372	903	0,48	1,18	0,0016	0,0014	4,04	3,83	0,60	1,293	0	0,118	2,43	4,95	8	0,03243	2,99	96,95	0,0511	0,53	0,155	1,58	58,50	57,50	1,26	0,50



ELEVACION LATERAL

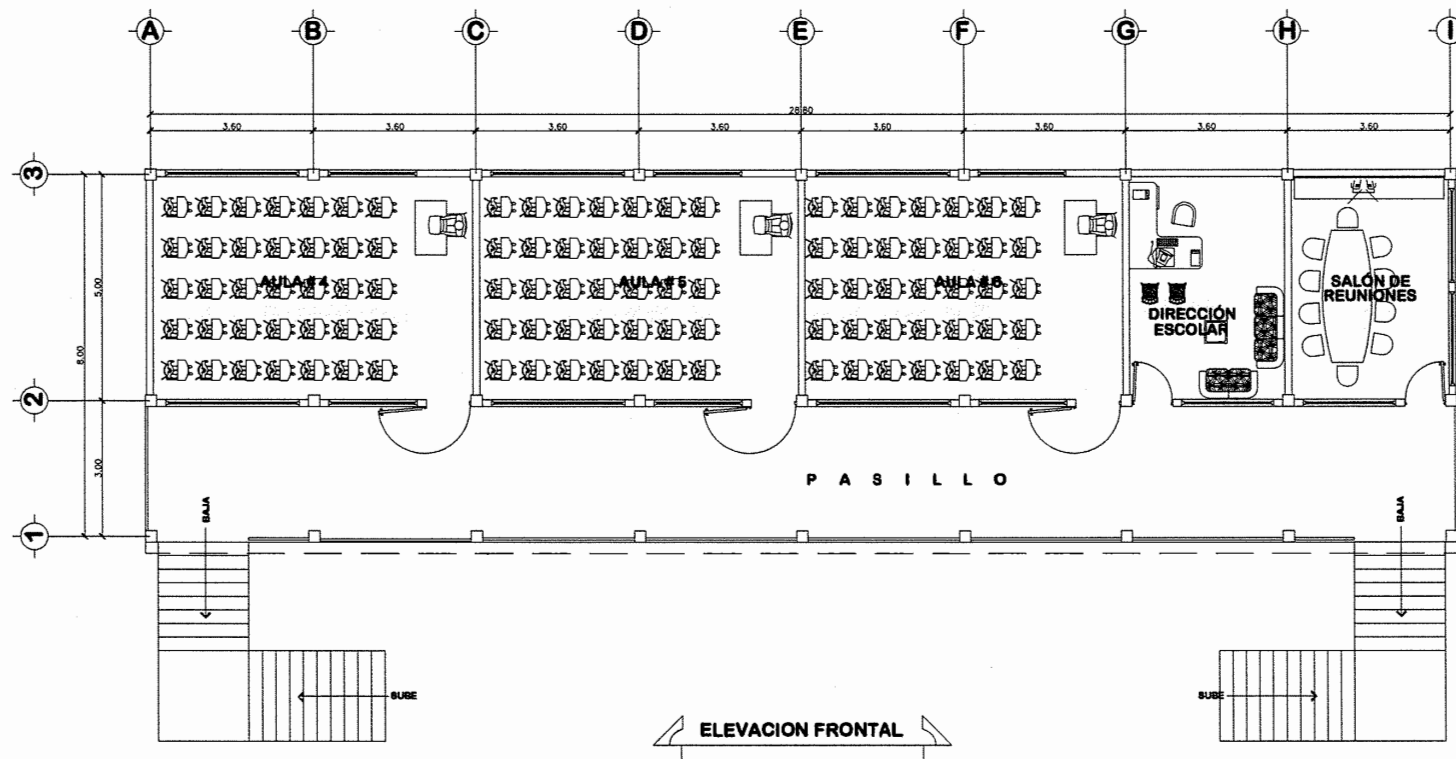


PLANTA DE ARQUITECTURA PRIMER NIVEL, DISTRIBUCION DE AMBIENTES

ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75

ELEVACION FRONTAL



ELEVACION LATERAL



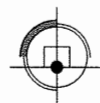
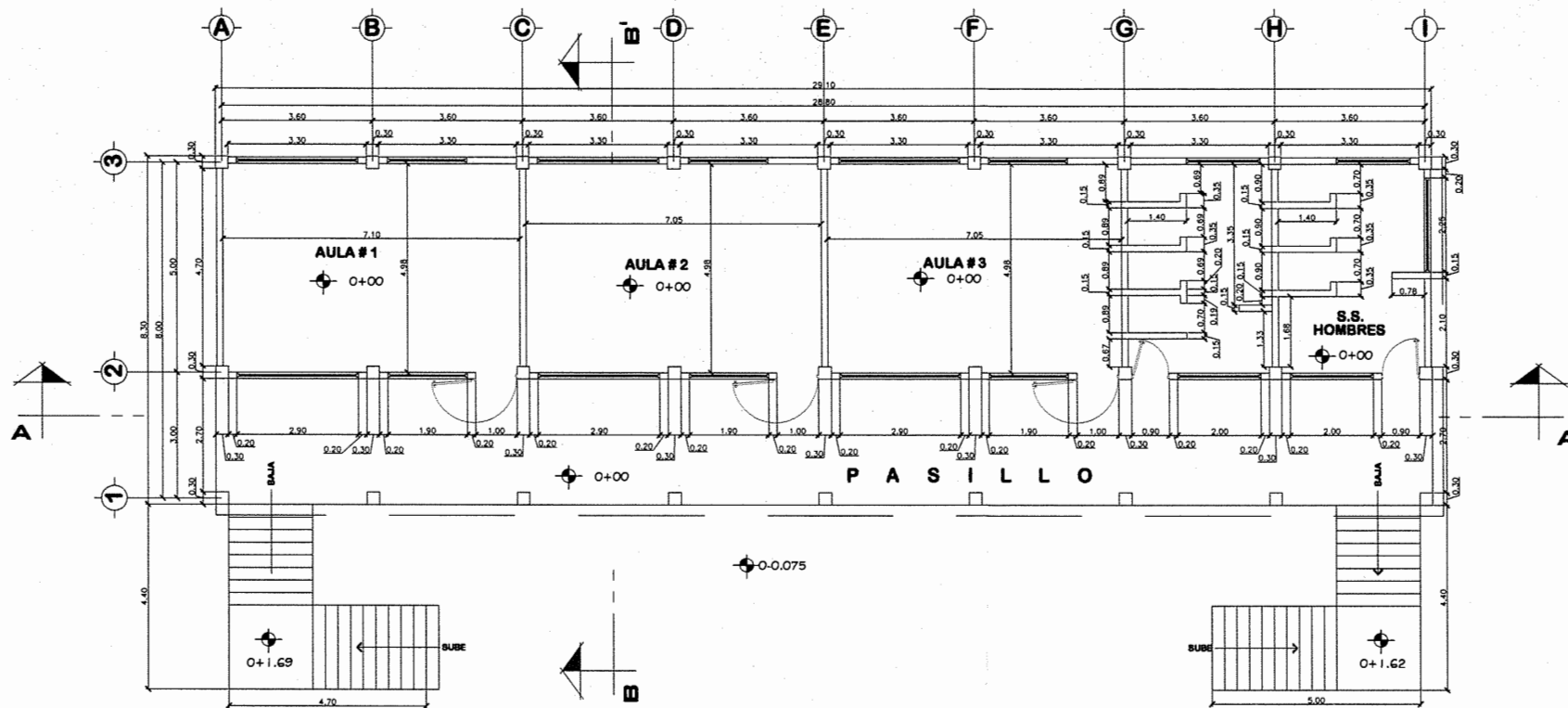
PLANTA DE ARQUITECTURA SEGUNDO NIVEL, DISTRIBUCION DE AMBIENTES

ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75

ELEVACION FRONTAL

	DISEÑO: EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOSECO E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: AGOSTO DE 2011	ESCUELA: EMILIO ARENALES CATALÁN de San Carlos
PLANO DE: PLANTAS AMUEBLADAS	HOJA 1 de 12	
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN		
LOCALIZACION: CASO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.		

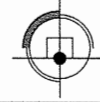
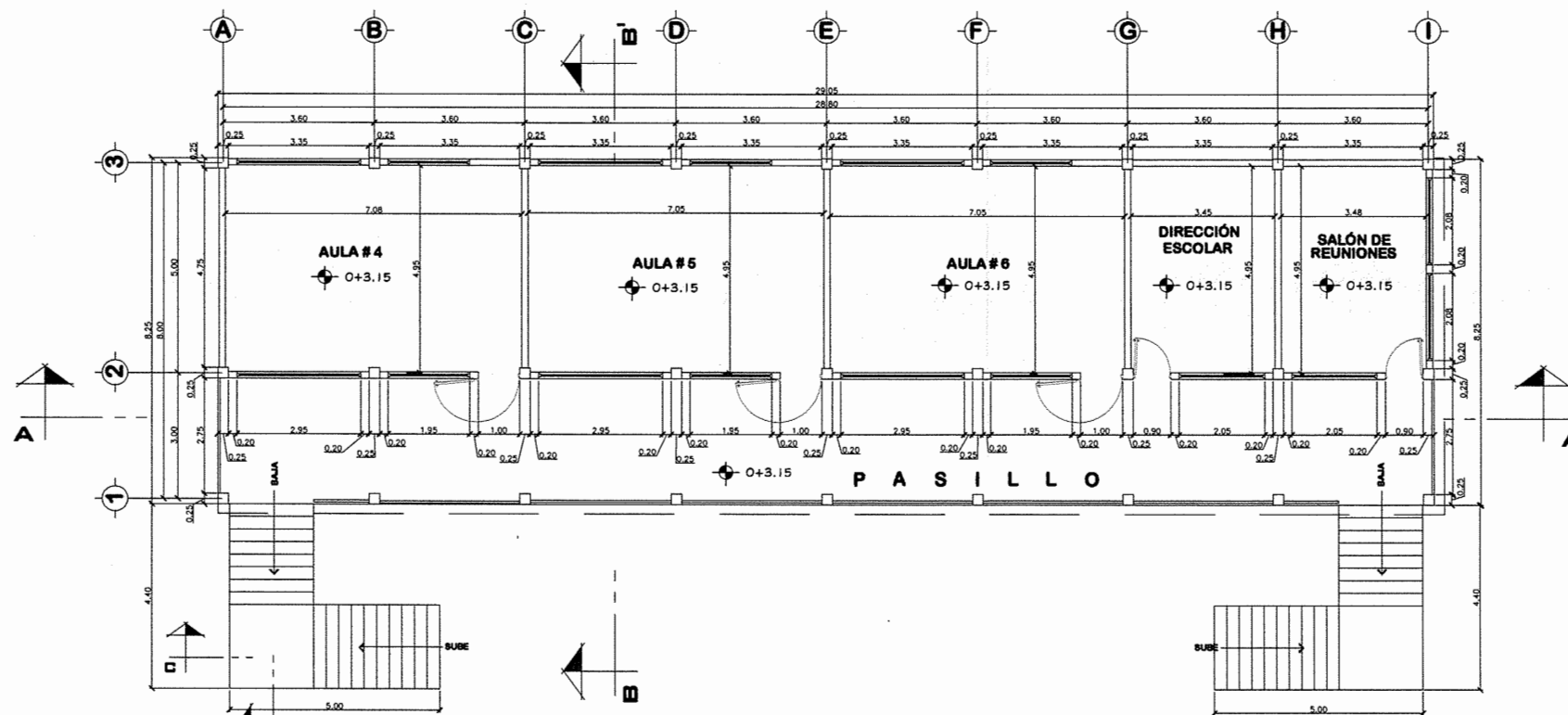


**PLANTA ACOTADA, PRIMER NIVEL**

ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA AZULEJO SOBREPUESTO EN MURO EN DUCHAS ALTURA DE PAC. h= 1.80 m EN SERVICIOS SANITARIOS A h= 1.20 m
	INDICA NIVELES Y ALTURAS DE PAC.
	INDICA VENTANAS

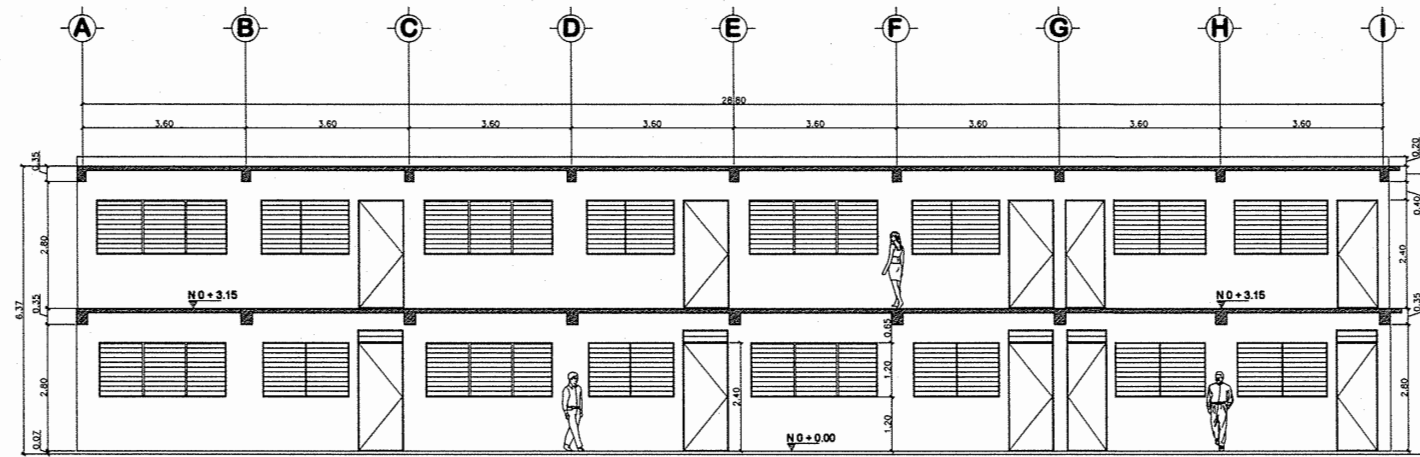


**PLANTA ACOTADA, SEGUNDO NIVEL**

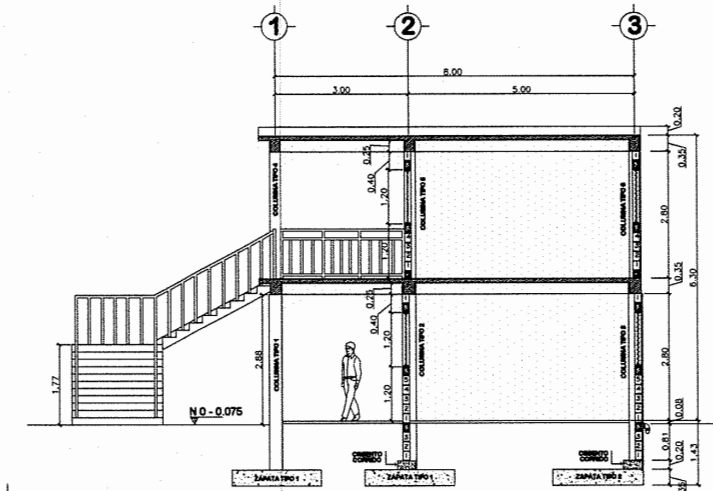
ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75

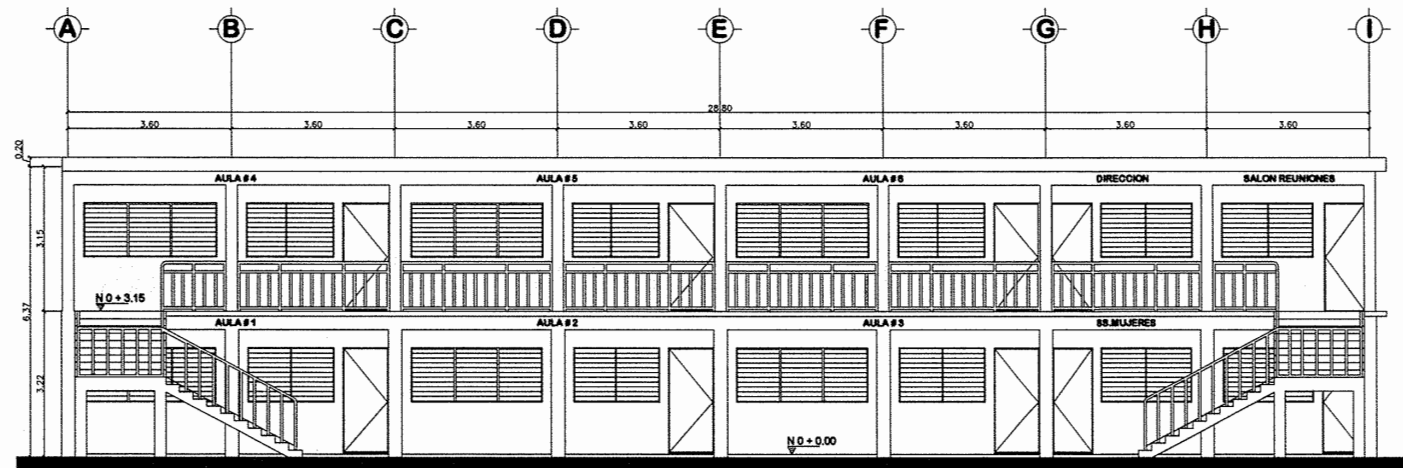
	DISEÑO + DESARROLLO: <b>EDGAR OSWAIN MAURICIO CAMPOBEGO</b> E.S. INGENIERO CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: <b>AGOSTO DE 2011</b>	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: <b>PLANTAS ACOTADAS</b>		
PROYECTO: <b>DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN</b>		
LOCALIZACION: <b>CASDO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN          DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, G.A.</b>		



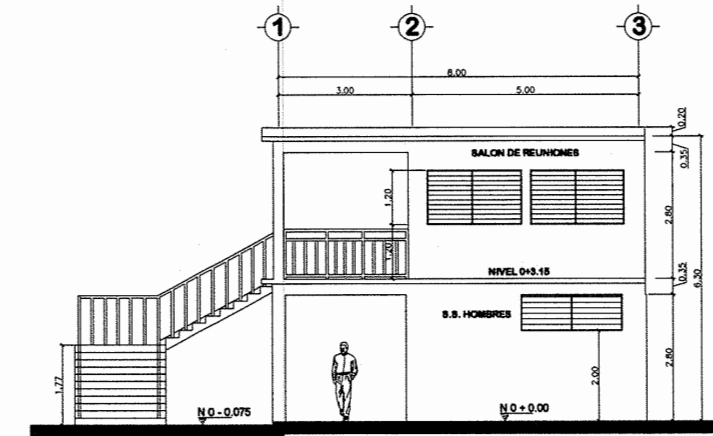
SECCION A-A'  
 ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO Escala 1:75



SECCION B-B'  
 ESCUELA ISMAEL CERNA, MUNICIPIO DE IPALA, DEPARTAMENTO DE CHIQUMULA Escala 1:75



ELEVACION FRONTAL  
 ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO Escala 1:75

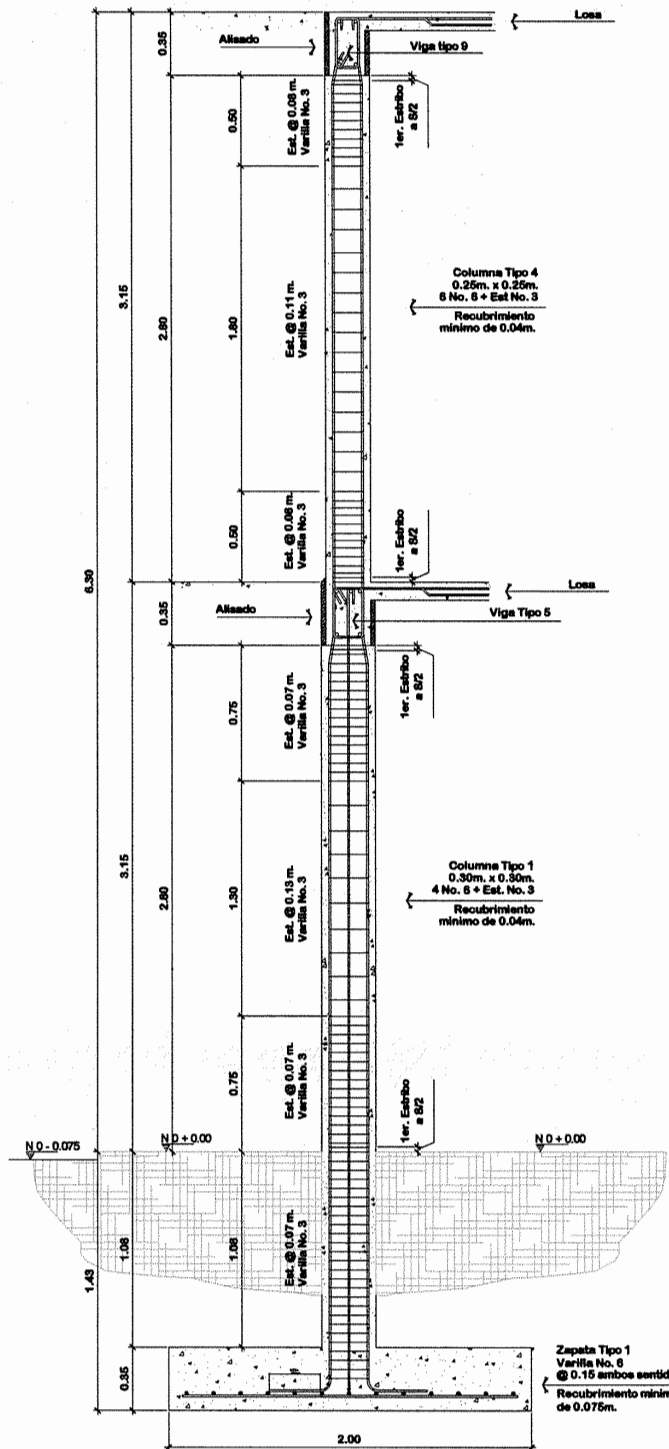


ELEVACION LATERAL  
 ESCUELA ISMAEL CERNA, MUNICIPIO DE IPALA, DEPARTAMENTO DE CHIQUMULA Escala 1:75

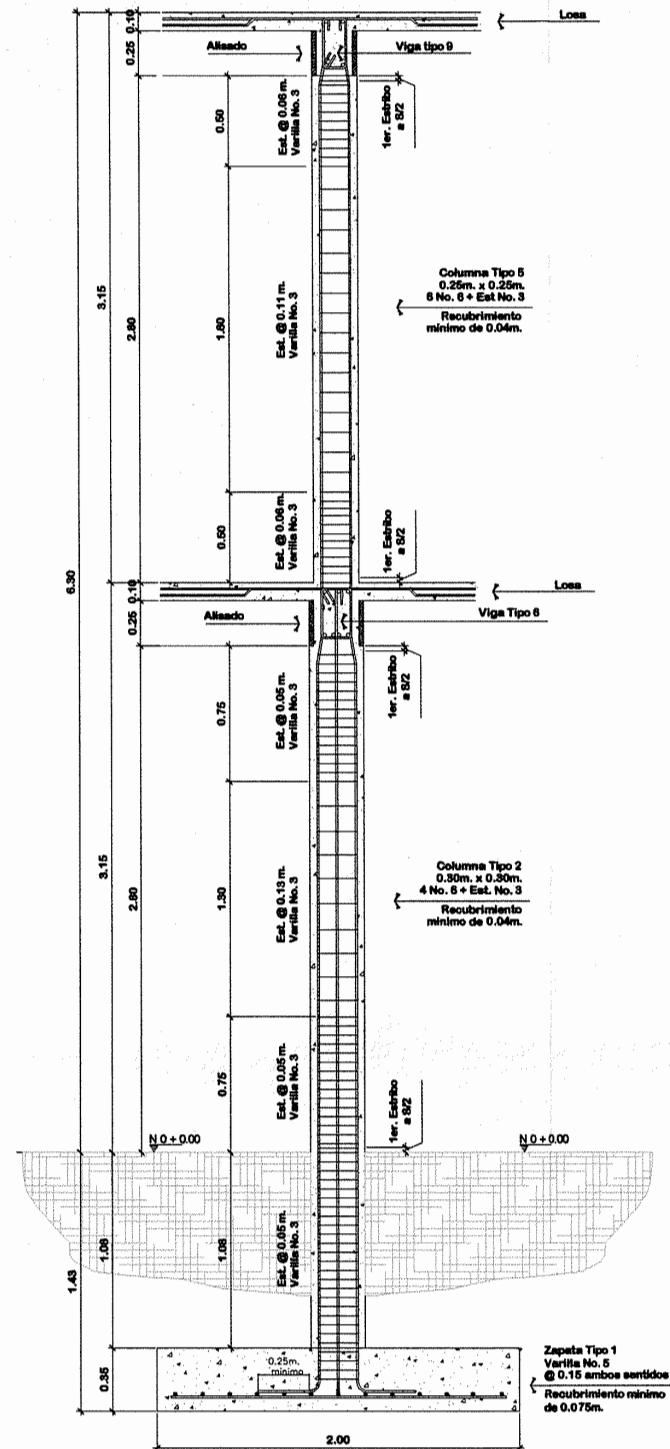
	DISEÑO + DESARROLLO: EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOSEDO E.P.S. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: AGOSTO DE 2011	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: ELEVACIONES Y SECCIONES A) SUPERIOR		
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.		



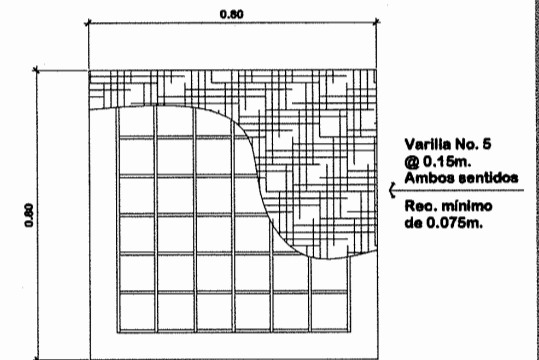
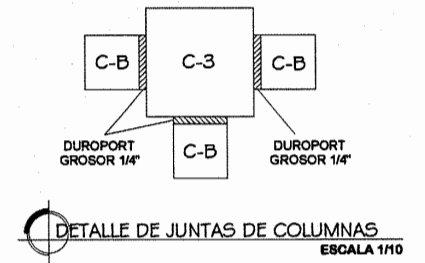
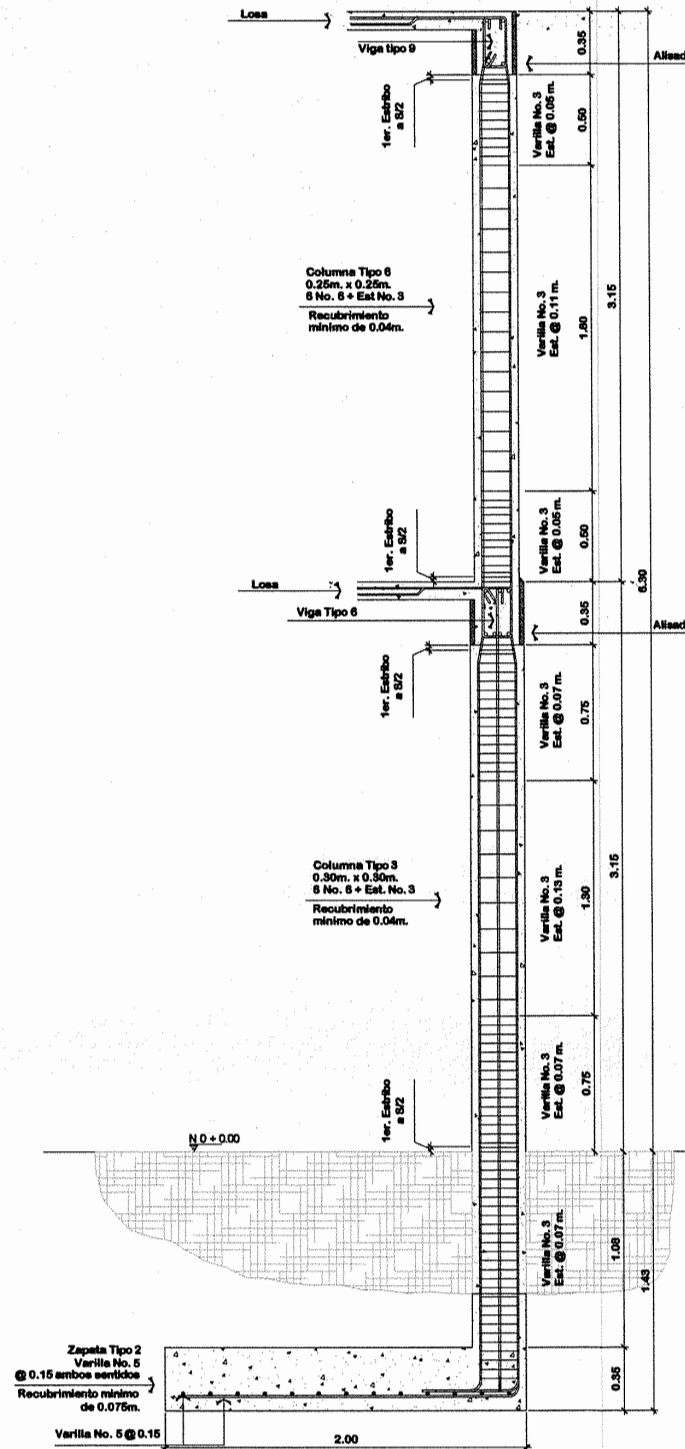
1



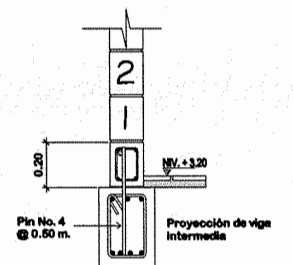
2



3



ZAPATA TIPO 3  
ESCA. 1/12.5



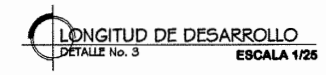
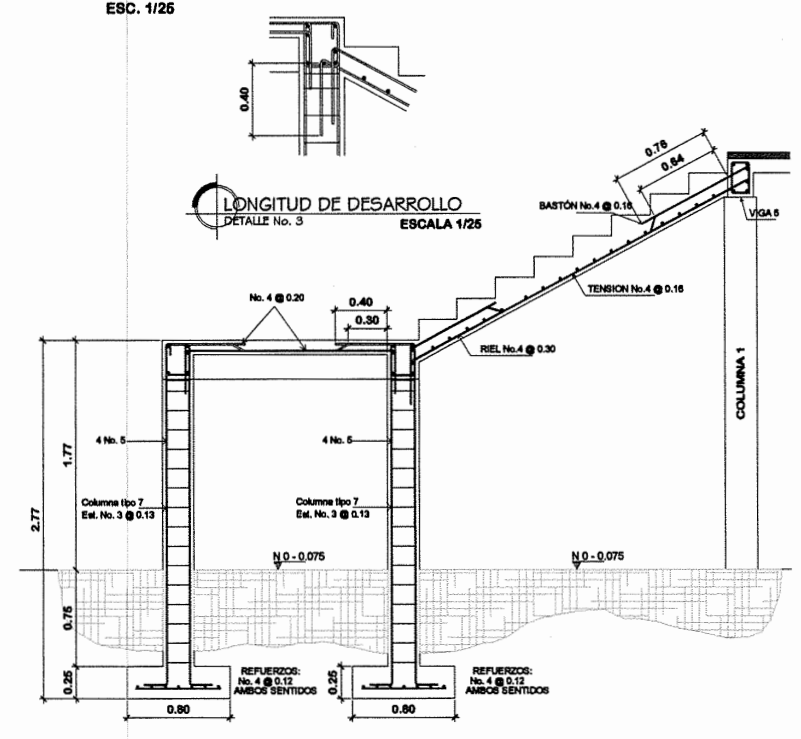
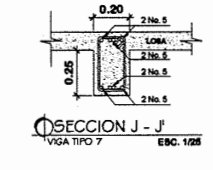
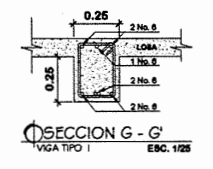
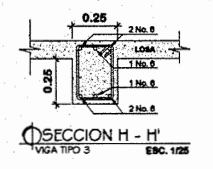
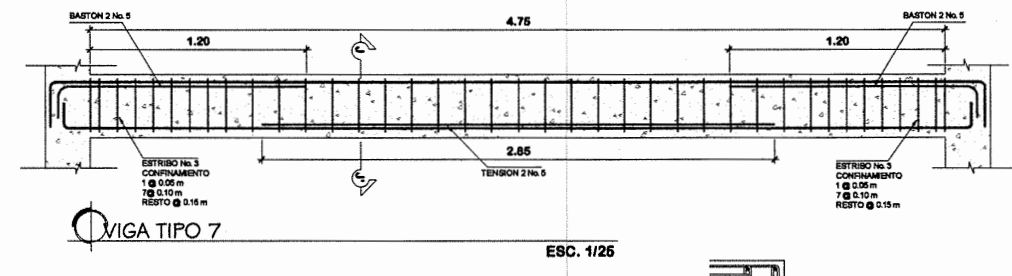
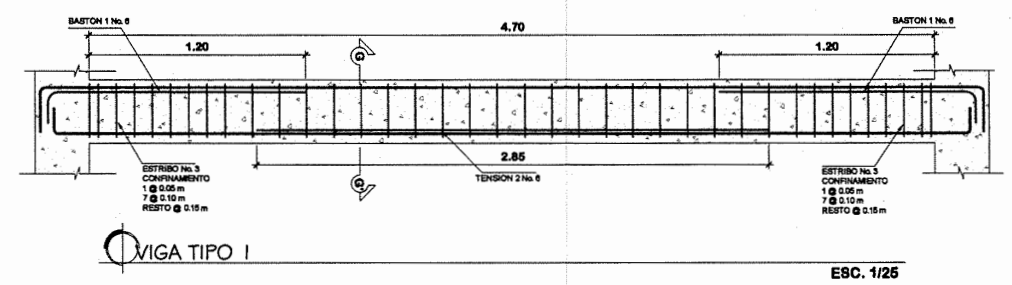
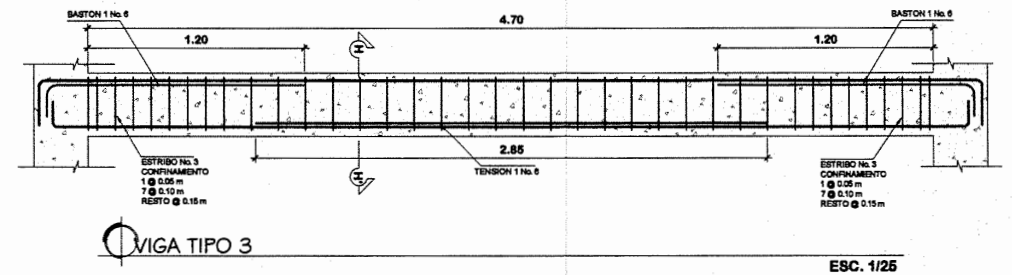
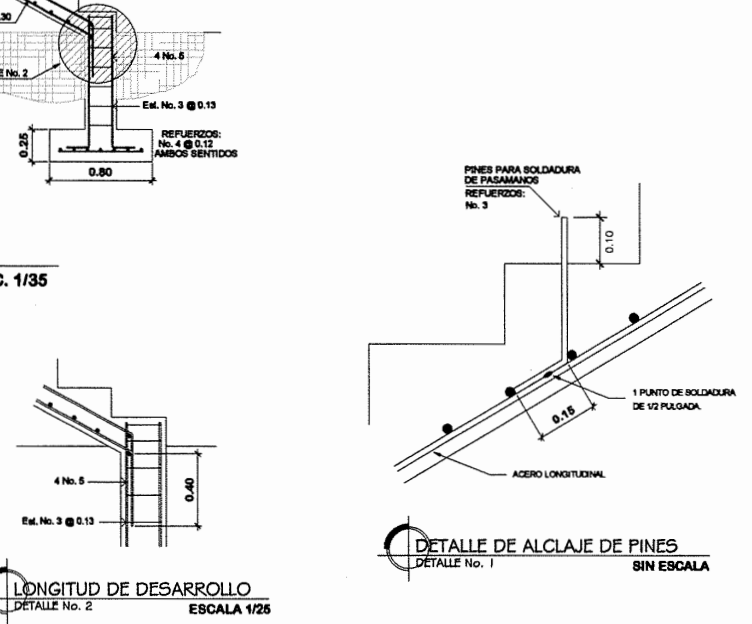
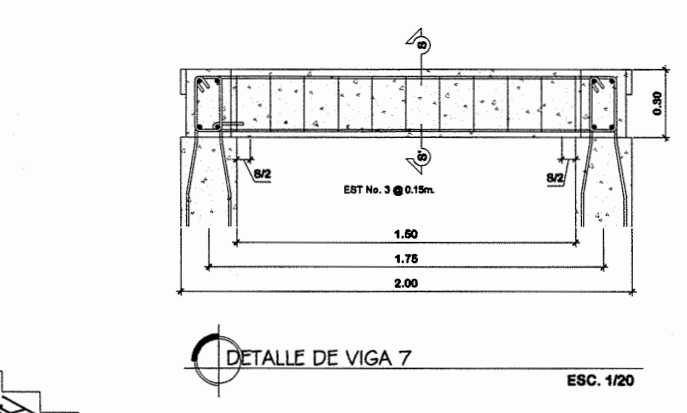
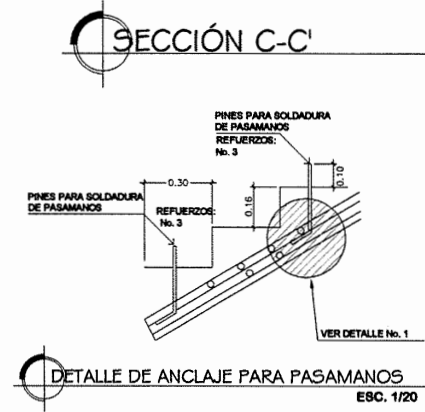
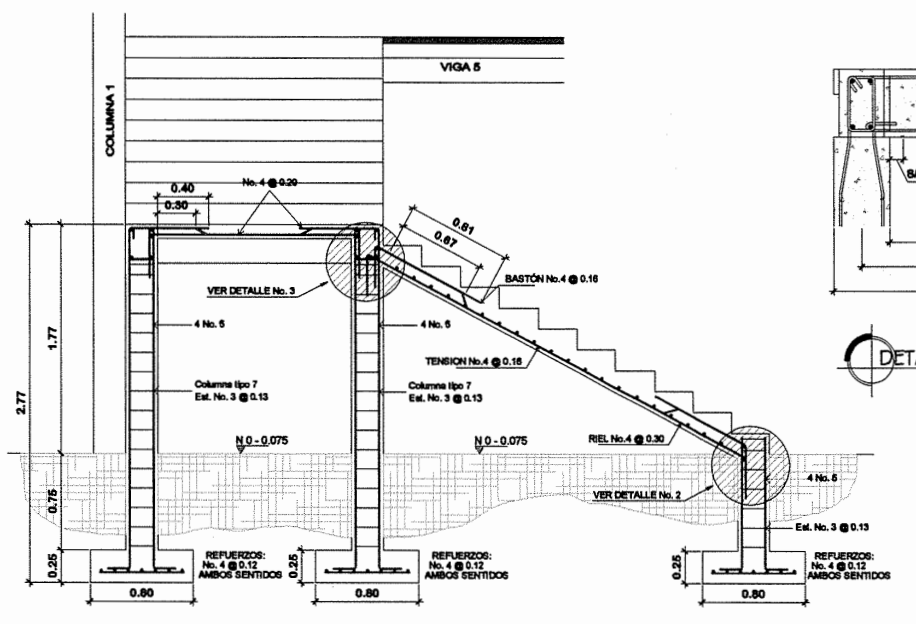
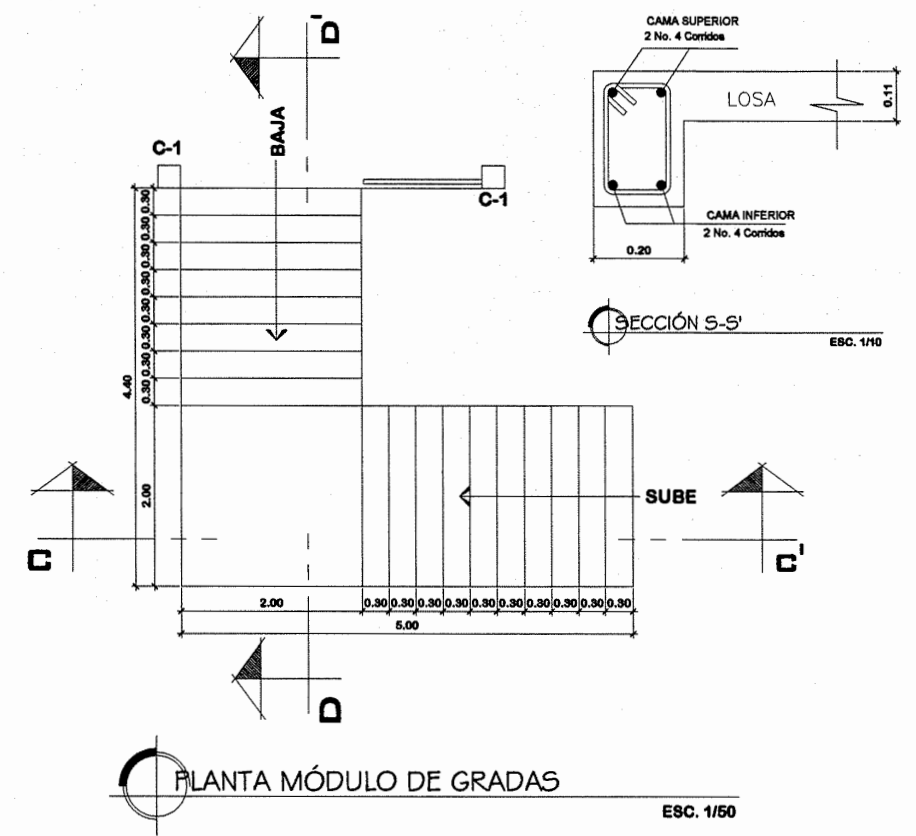
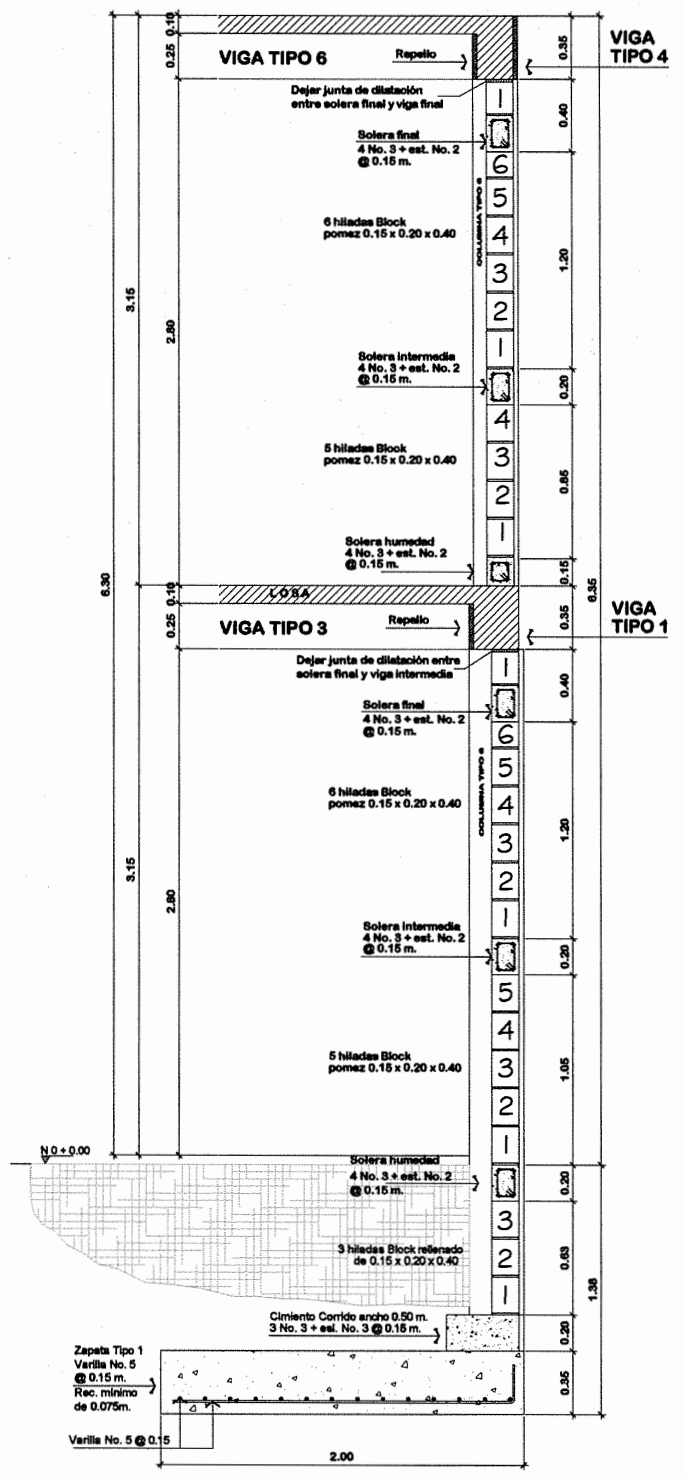
DETALLE DE INICIO DE MUROS  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1/20

CORTE DE MURO N - N'  
DETALLE DE CORTE DE COLUMNA  
ESCA. 1/25

	DISEÑO + DESARROLLO: <b>EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOSECO</b> E.P.B. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: <b>AGOSTO DE 2011</b>	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: <b>DETALLES ESTRUCTURALES</b>		
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARSENIO ESCOBAR		
LOCALIZACION: CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTON DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.		



3

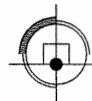
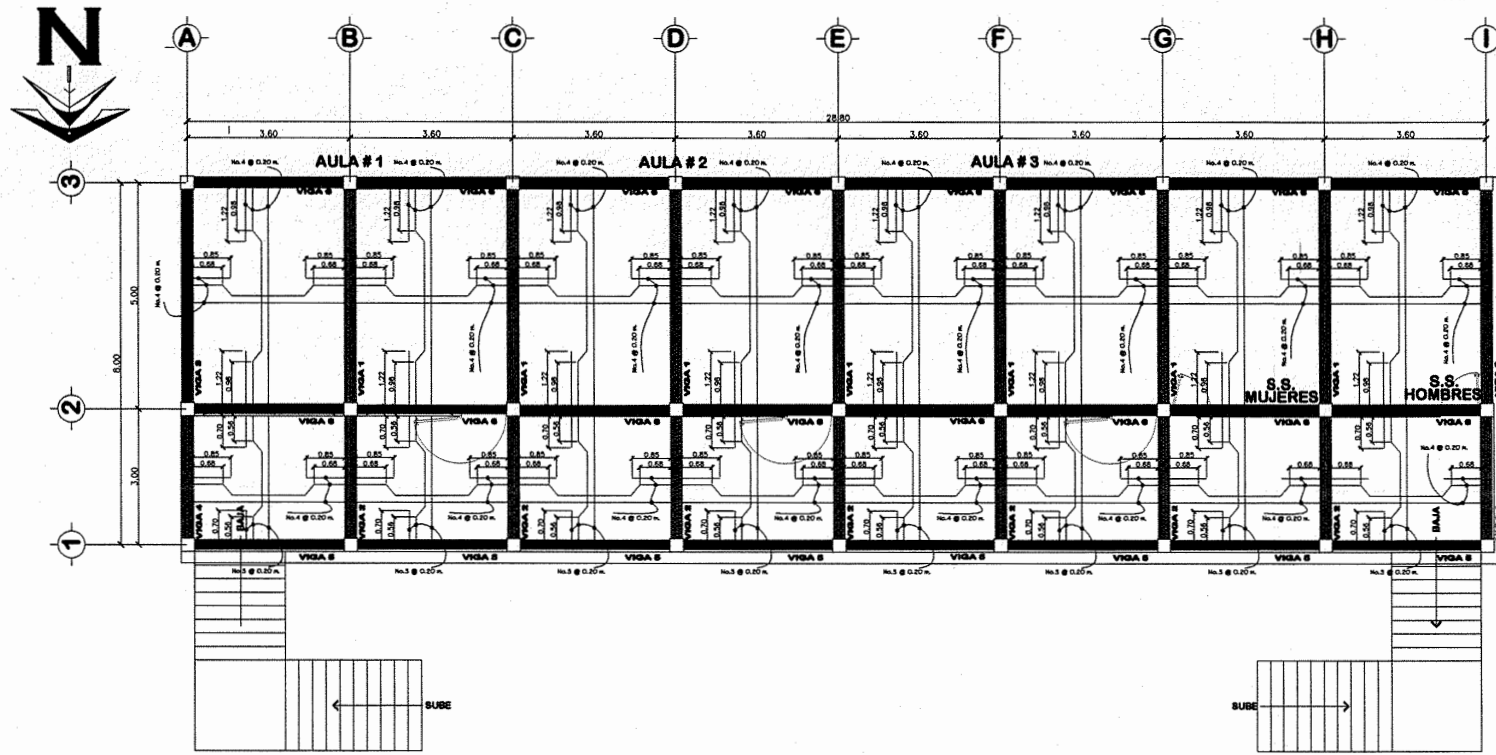


DISEÑO + DESARROLLO:  
EDGAR OSMIN MATEO CAMPOS  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FECHA: AGOSTO DE 2011  
ESCALA: INDICADA

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCUELA EMILIO ARENALAS CATALAN  
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA CIVIL

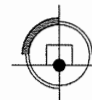
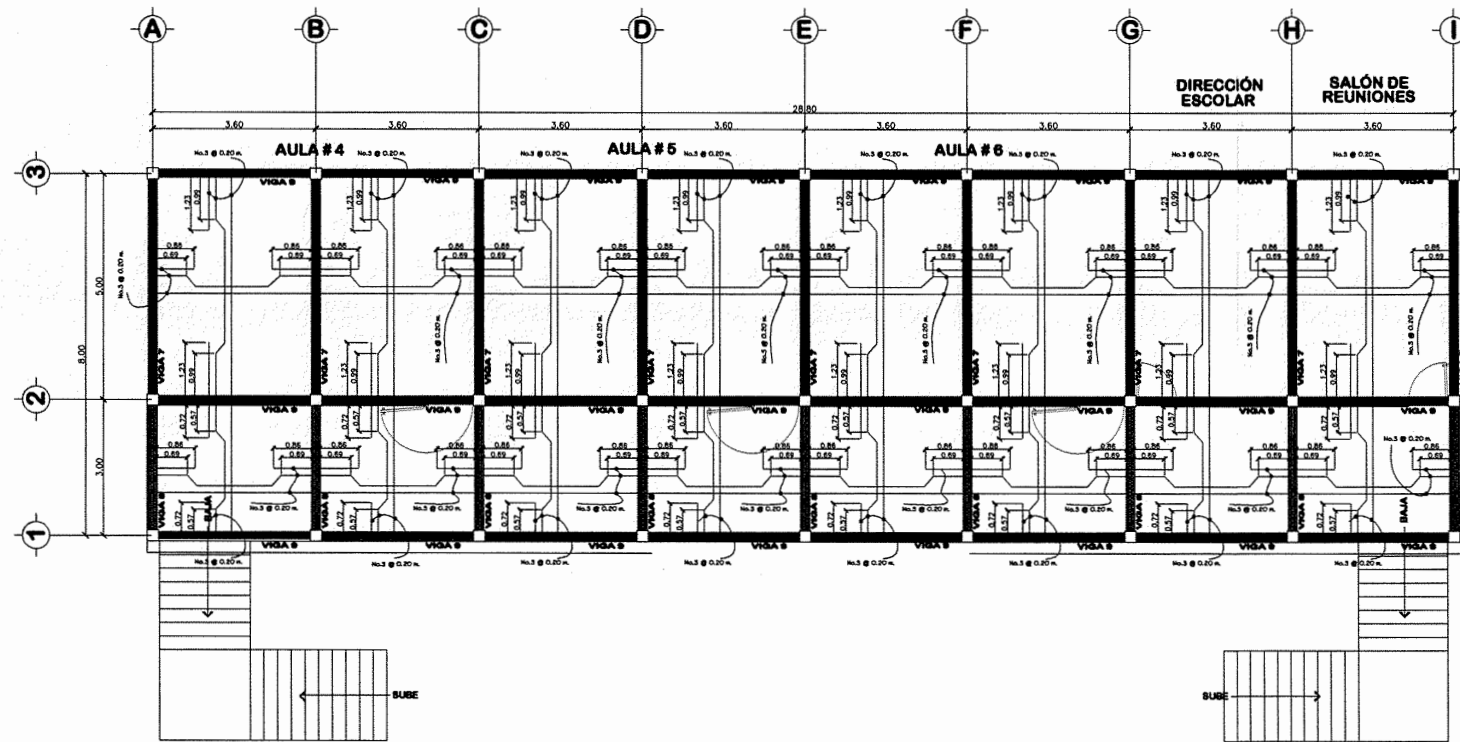
LOCALIZACION: CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTON, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, G.A.



PLANTA DE ARMADO DE LOSA, PRIMER NIVEL

ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

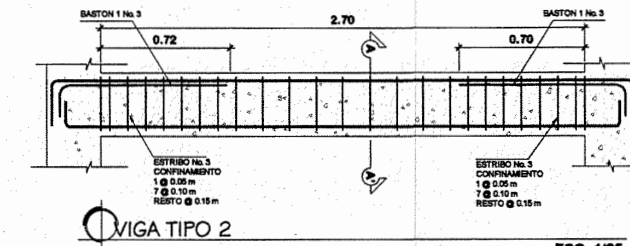
Escala 1:75



PLANTA DE ARMADO DE LOSA, SEGUNDO NIVEL

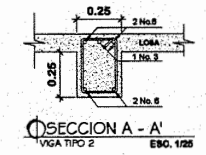
ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75



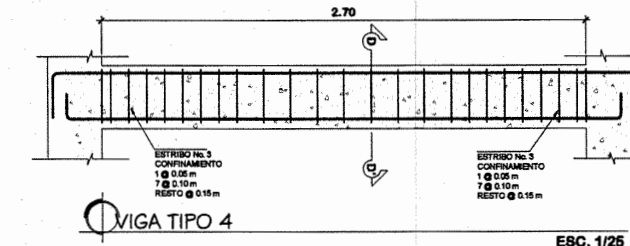
VIGA TIPO 2

ESC. 1/25



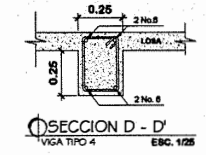
SECCION A - A'

ESC. 1/25



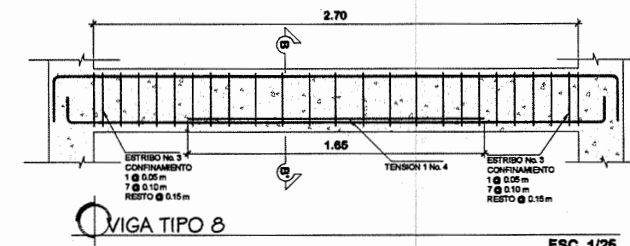
VIGA TIPO 4

ESC. 1/25



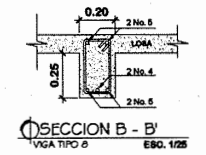
SECCION D - D'

ESC. 1/25



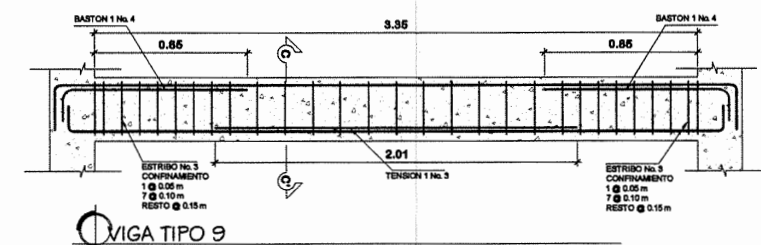
VIGA TIPO 8

ESC. 1/25



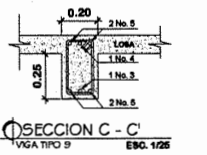
SECCION B - B'

ESC. 1/25



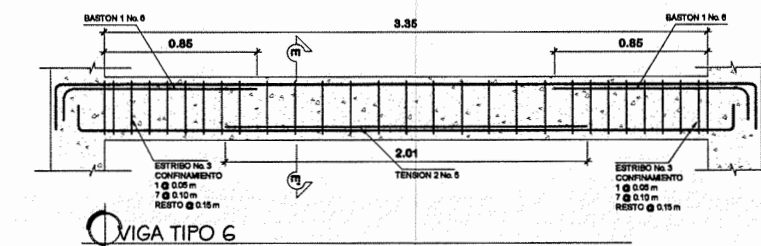
VIGA TIPO 9

ESC. 1/25



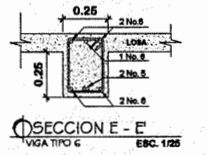
SECCION C - C'

ESC. 1/25



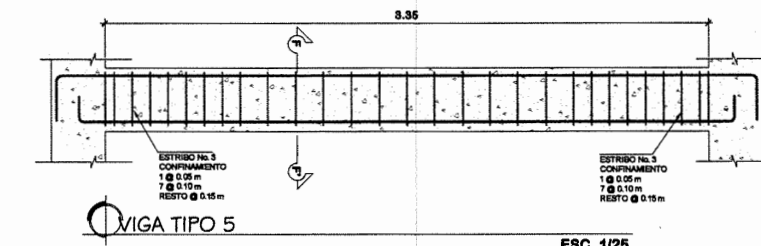
VIGA TIPO 6

ESC. 1/25



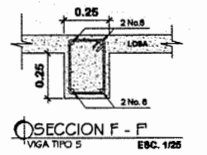
SECCION E - E'

ESC. 1/25



VIGA TIPO 5

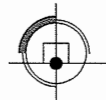
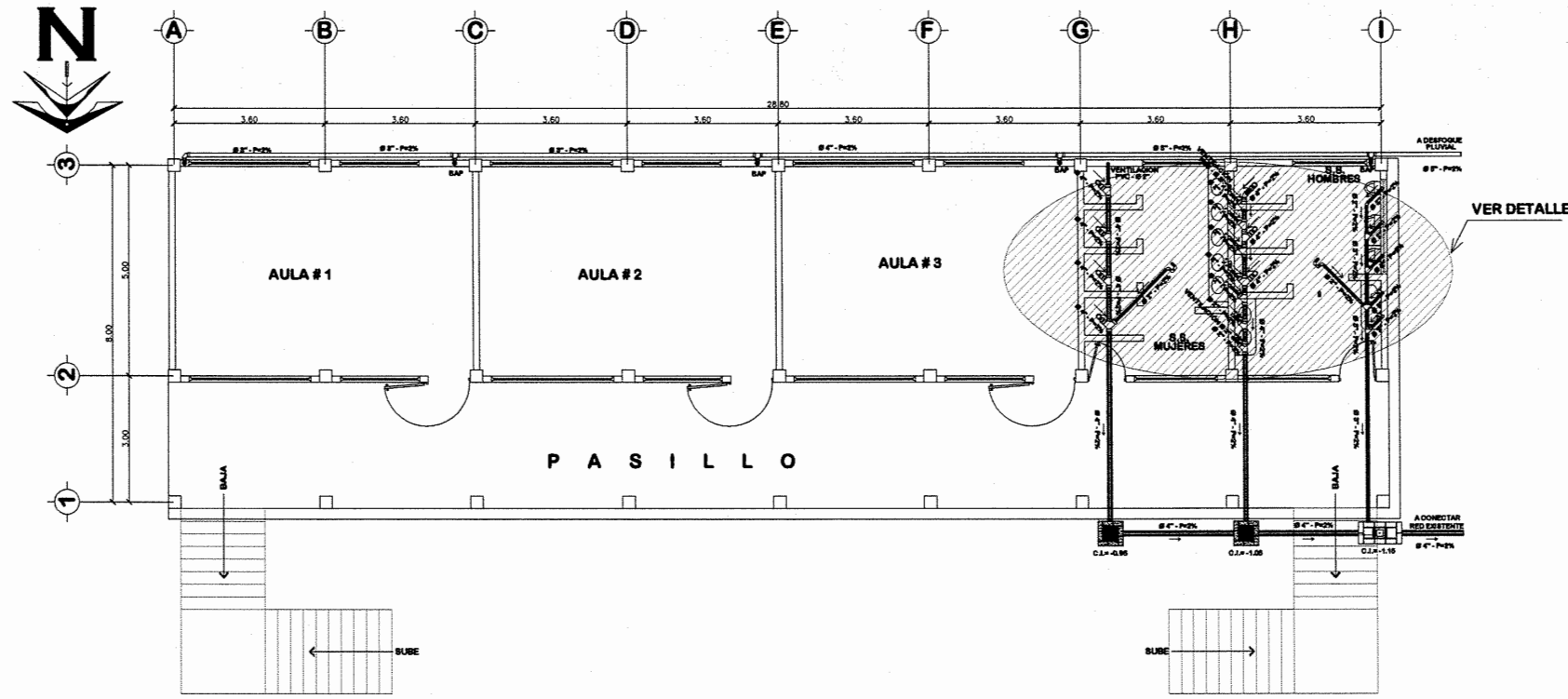
ESC. 1/25



SECCION F - F'

ESC. 1/25

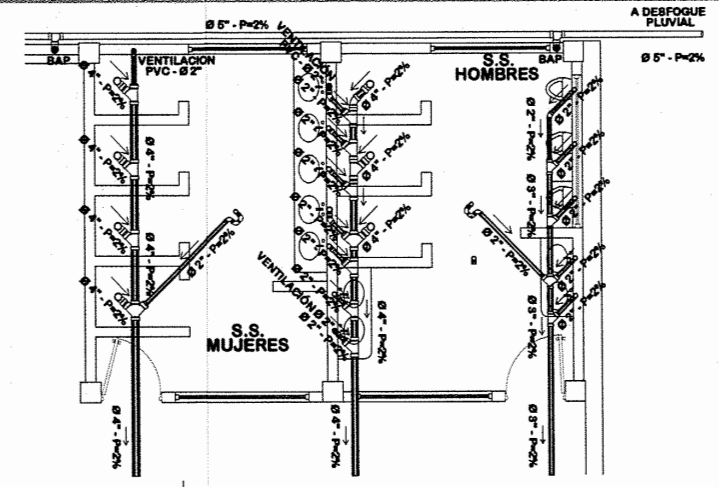
	DISEÑO + DESARROLLO: <b>EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOS</b> E.P.S. INGENIERIA CIVIL USAC	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: <b>AGOSTO DE 2011</b>	INDICADA
PLANO DE: <b>PLANTAS DE ARMADO DE LOSAS Y VIGAS</b>		
PROYECTO: <b>DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN</b>		
LOCALIZACION: <b>CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.</b>		



PLANTA DE DRENAJES, PRIMER NIVEL

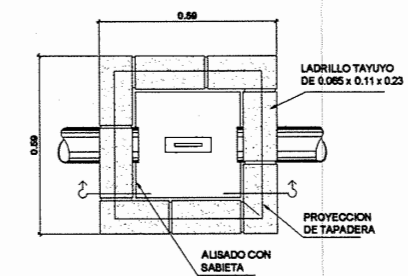
ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75



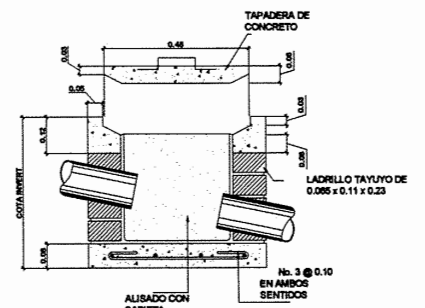
DETALLE DE DRENAJE SANITARIO

ESC. 1/50



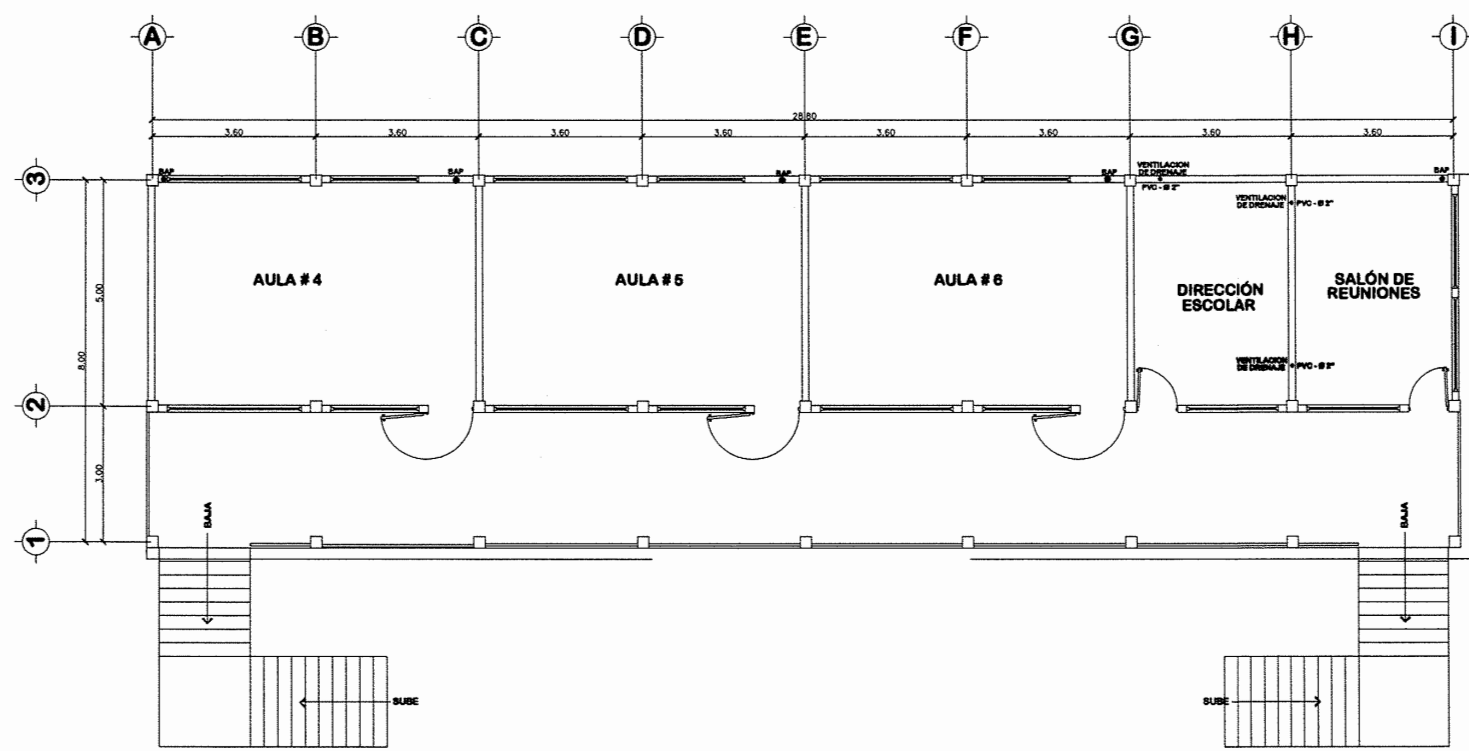
PLANTA DE CAJA DE REGISTRO

ESC. 1/15



SECCION DE CAJA DE REGISTRO

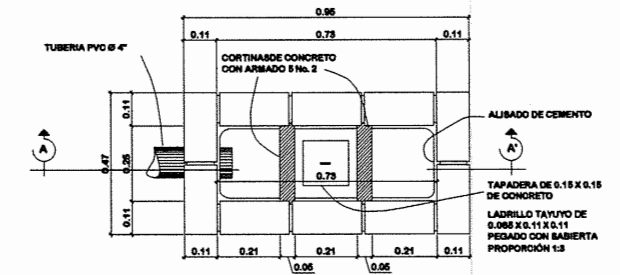
ESC. 1/25



PLANTA DE DRENAJES, SEGUNDO NIVEL

ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75

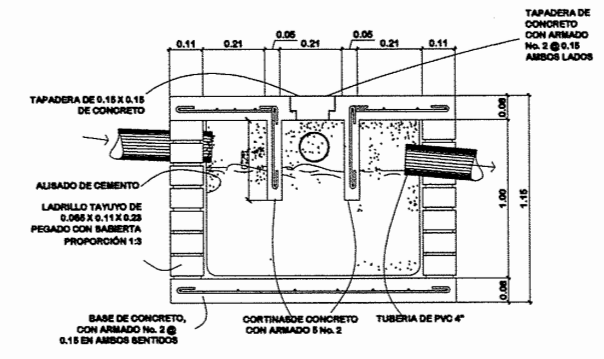


PLANTA DE CAJA ATRAPAGRASA

ESC. 1/15

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

LA TUBERIA UTILIZADA SERA DE (PVC) LA CUAL DEBERA SOPORTAR, COMO MINIMO UNA PRESION DE 125 (PSI).  
 LOS ACCESORIOS DEBERAN SOPORTAR COMO MINIMO UNA PRESION DE 125 (PSI)  
 TODA LA INSTALACION DE TUBERIA SE DEBERA PRUBADA ANTES DE EFECTUAR EL RELLENO DE ZANJAS.  
 TODOS LOS DIAMETROS DE TUBERIA ESTAN INDICADOS EN LOS PLANOS CUALQUIER CAMBIO DEBERA SER AUTORIZADO POR LA SUPERVISION, PREVIA PRESENTACION DE MEMORIA DE CALCULO.  
 LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS DEBERAN SER REALIZADAS JUNTO CON EL LEVANDADO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES.



SECCION A - A' DE CAJA ATRAPAGRASA

ESC. 1/15

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA PARA AGUAS NEGRAS Ø INDICADO
	TUBERIA PARA AGUA PLUVIALES Ø INDICADO
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL Ø 2 1/2"
	BAP
	TE PERFIL
	TE PLANTA
	TE ELEVACION
	CODO 90° PERFIL
	CODO 90° ELEVACION
	CODO 45° PERFIL
	CODO 90° BAJA
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA
	REDUCTOR DE 3" A 2"
	REDUCTOR DE 4" A 3"
	CAJA DE REGISTRO PARA AGUAS NEGRAS
	CAJA CON ATRAPA GRASA
	INDICA PENDIENTE

DISEÑO + DESARROLLO:  
EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOSECO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL

ESQUEMA: Universidad de San Carlos

FECHA: AGOSTO DE 2011

PLANO DE: PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJES

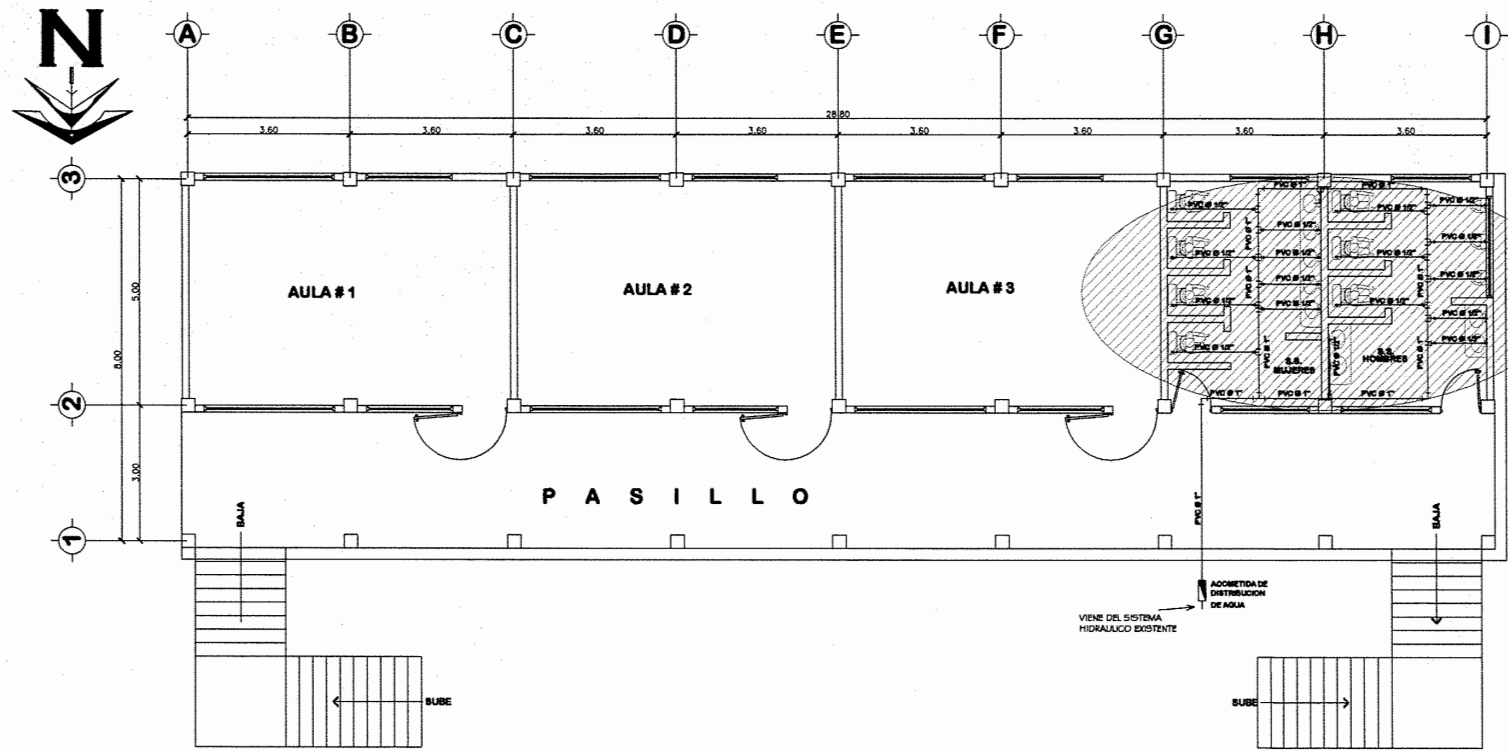
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN

LOCALIZACION: CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

ESQUEMA: Universidad de San Carlos

ESQUEMA: Universidad de San Carlos

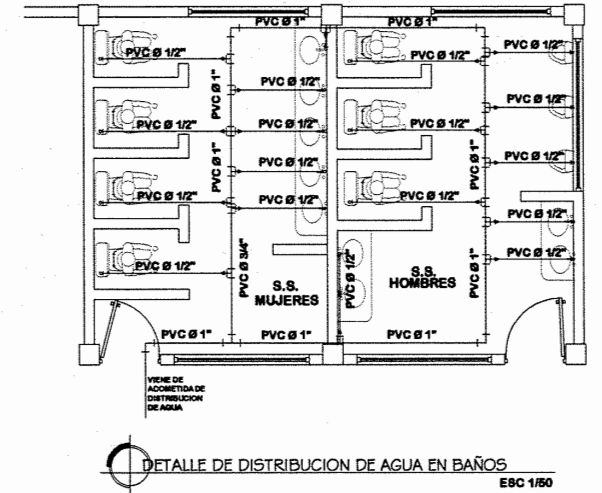
ESQUEMA: Universidad de San Carlos



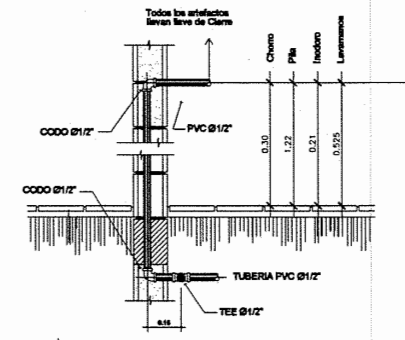
**PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA, PRIMER NIVEL**  
 ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75

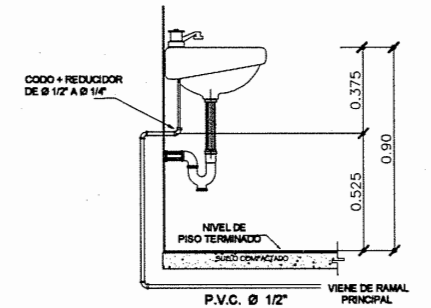
SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA P.V.C. DE 1/2" P.I. INDICADO.
	CODO VERTICAL A 90° P.V.C.
	TEE VERTICAL P.V.C.
	TEE HORIZONTAL P.V.C.
	CRUZ HORIZONTAL P.V.C.
	CODO HORIZONTAL A 90° P.V.C.
	INDICA GRIFO
	REDUCCION P.V.C. DE 3/4" A 1/2"
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE CHEQUE



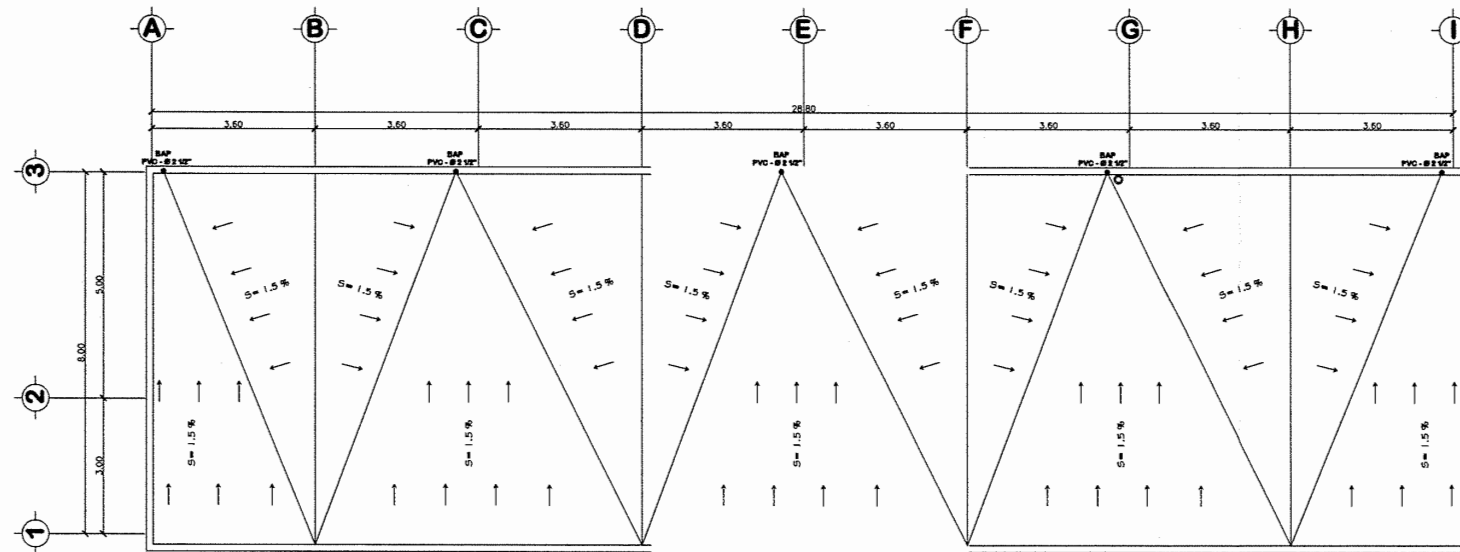
**DETALLE DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN BAÑOS**  
 ESC. 1/50



**SALIDA DE TUBERIA HACIA ARTEFACTOS**  
 ESC. 1/20

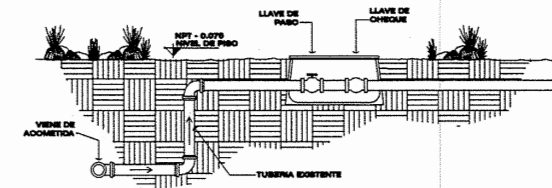


**DETALLE DE LAVAMANOS**  
 TOMA DE AGUA POTABLE PARA LAVAMANOS  
 ESC. 1/25

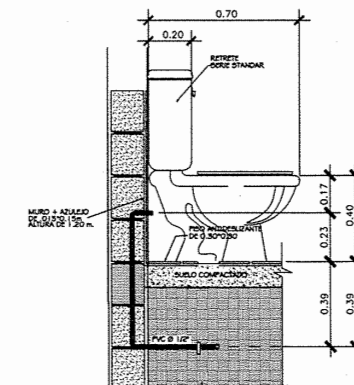


**PLANTA DE TECHOS**  
 ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75



**DETALLE DE ACOMETA, DISTRIBUCIÓN DE AGUA**  
 ESC. 1/10

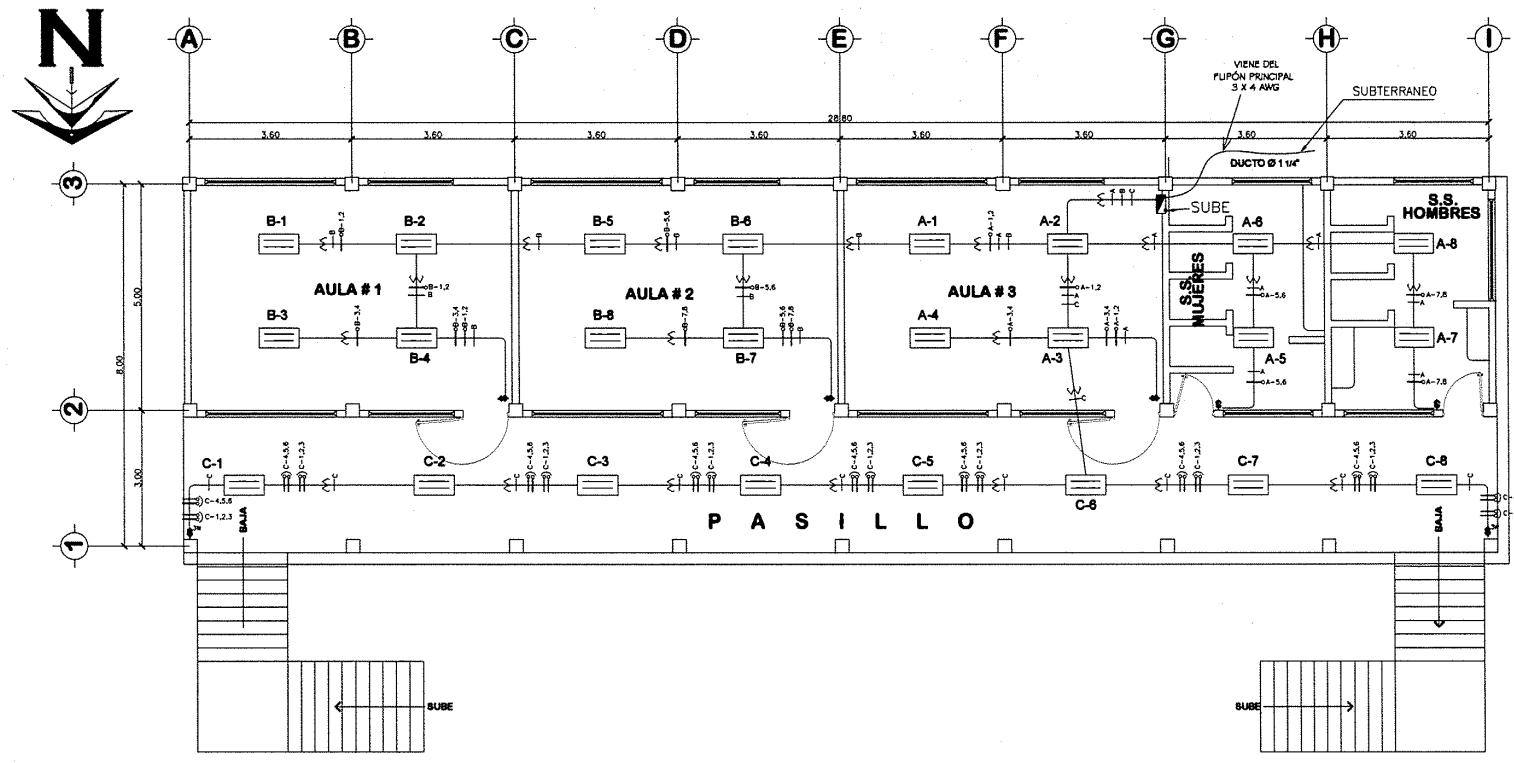


**INSTALACION HIDRÁULICA DE INODORO**  
 ESC. 1/25

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

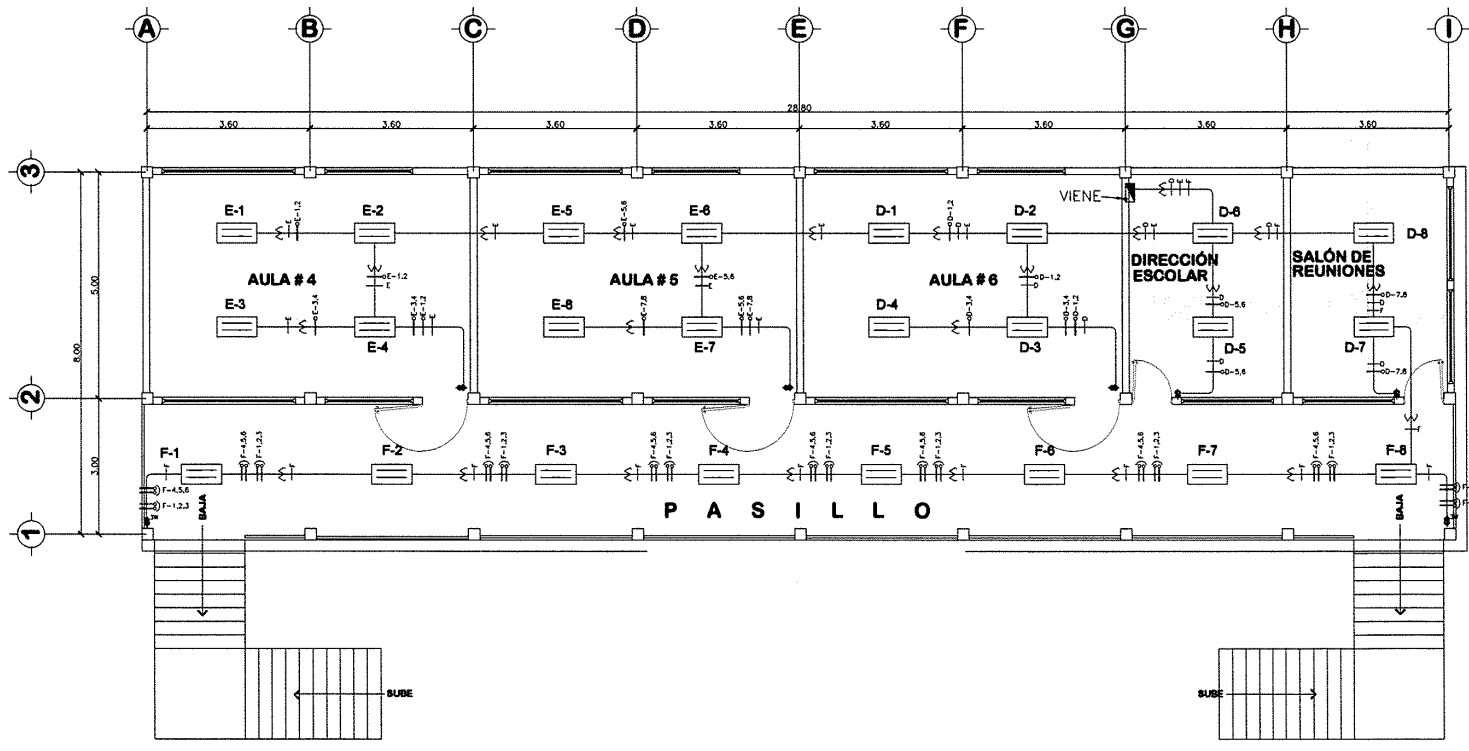
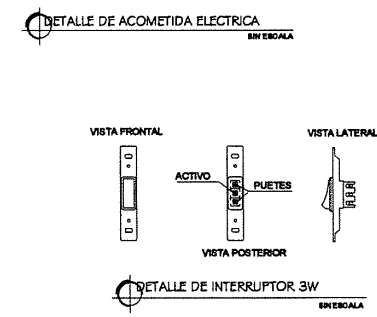
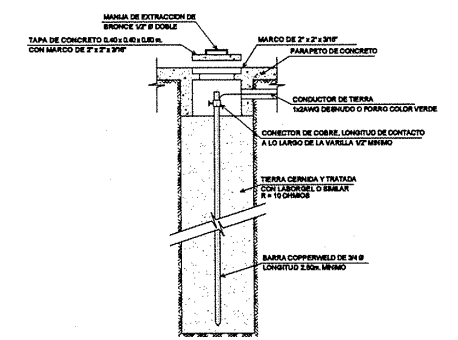
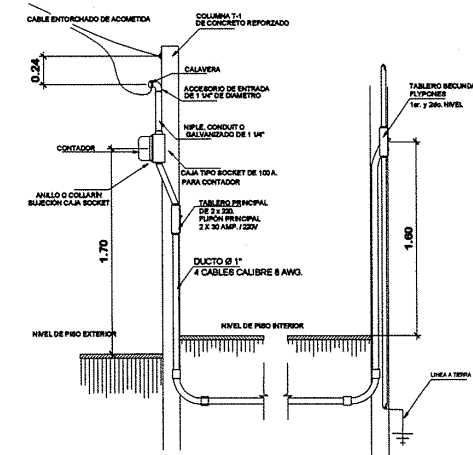
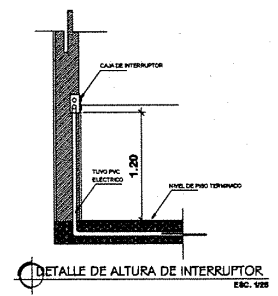
- LA TUBERIA UTILIZADA SERÁ DE (PVC) LA CUAL DEBERÁ SOPORTAR COMO MÍNIMO UNA PRESIÓN DE 150 (PSI).
- LOS ACCESORIOS DEBEN SOPORTAR UNA PRESIÓN MÍNIMA DE (150 PSI).
- LA TUBERIA DEBERÁ CUMPLIR LA NORMA ASTM D 2241-00 PARA AGUA POTABLE.
- LOS ACCESORIOS DEBERÁN CUMPLIR LA NORMA ASTM 2468-90 PARA AGUA POTABLE.
- TODA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ SER PROBADA, SOMETIÉNDOLA A UNA PRESIÓN INTERNA POR AGUA PARA COMPROBAR SU RESISTENCIA, ANTES DE EFECTUAR EL RELLENO DE ZANJAS.
- TODOS LOS DIÁMETROS DE TUBERÍA ESTÁN INDICADOS EN LOS PLANOS, LOS CUALES DEBEN SER RESPETADOS.
- CUALQUIER CAMBIO DEBERÁ SER AUTORIZADO POR LA SUPERVISIÓN, PREVIA PRESENTACIÓN DE MEMORIA DE CÁLCULO.

	DISEÑO + DESARROLLO: <b>EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOSECO</b> E.P.A. INGENIERIA CIVIL	ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC
	FECHA: <b>AGOSTO DE 2011</b>	ESCALA: INDICADA
PLANO DE: <b>INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y PLANTA DE TEGHO</b>		
PROYECTO: <b>DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN</b>		
LOCALIZACION: <b>CASO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, G.A.</b>		



**PLANTA DE ENERGIA ELECTRICA, ILUMINACION, PRIMER NIVEL**  
 ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO  
 Escala 1:75

PLANILLA DE CIRCUITOS											
No.	CIRCUITO	DESCRIPCION	UNIDADES	P.U. (WATT)	P.T. (WATT)	VOLTAJE	I (AMPEROS)	CAL. (AWG)	FLIPON	L1	L2
1	A	ILUMINACION	8	80	640	110	7.28	12	15	7.28	
2	B	ILUMINACION	4	80	480	110	5.46	12	15		5.46
3	C	ILUMINACION	8	100	320	110	3.64	12	15	3.64	
4	D	ILUMINACION	8	100	640	110	7.28	12	15		7.28
5	E	ILUMINACION	8	100	640	110	7.28	12	15		7.28
6	F	ILUMINACION	8	100	320	110	3.64	12	15		3.64
7	G	FUERZA	7	200	1400	110	15.91	12	20	15.91	
8	H	FUERZA	6	200	1200	110	13.64	12	20		13.64
9	J	FUERZA	8	200	1600	110	18.19	12	20		18.19
10	K	FUERZA	7	200	1400	110	15.91	12	20		15.91
SUMATORIA					8640		98.23			52.3	45.9



**PLANTA DE ENERGIA ELECTRICA, ILUMINACION, SEGUNDO NIVEL**  
 ESCUELA ISMAEL CERNA, MUNICIPIO DE IPALA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA  
 Escala 1:75

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**CIRCUITO DE ILUMINACION Y FUERZA:**

EL TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS SE DEBERÁ COLOCAR EN UN LUGAR ACCESIBLE.

LAS CAJAS DE LOS INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES DEBERÁN DE COLOCARSE AL RAZ DEL MURO CONTANDO CON EL ACABADO FINAL Y DEBIDAMENTE NIVELADAS.

PARA ENTUBAR LOS ALAMBRES SE UTILIZARÁ TUVO PVC ELÉCTRICO CON ACCESORIOS, TANTO EN TOMACORRIENTES COMO EN ILUMINACIÓN.

EL ALAMBRE DE CARGA VIVA SERÁ ROJO, EL NEUTRO NEGRO, EL RETORNO SERÁ DE COLOR AMARILLO Y EL DE TIERRA VERDE.

TODOS LOS ACCESORIOS SERÁN DE MARCA BITICINO.

SE UTILIZARÁ ALAMBRE DE COBRE CALIBRE 12 AWG. CON FORRO TERMOPLÁSTICO THHN PARA ACTIVO, NEUTROS Y RETORNOS.

LA ACOMETIDA SERÁ DE ACUERDO A LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR EL REGLAMENTO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA (VER DETALLE).

EN LAS UNIONES DE CAJA CON TUVO PVC ELÉCTRICO DEBERÁ UTILIZARSE COPLAS DEL MISMO DIÁMETRO.

LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS EN LAS DOS PLANTAS DEBERÁ SER 9 x 220.

LOS FLIPONES DE CADA CIRCUITO DE ILUMINACIÓN Y FUERZA DEBERÁN SER DE 1x15 A O 1x20 A Y 110V SEGUN LO INDIQUE EL PLANO.

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LÁMPARA FLOURESCENTE DE 1 X 40 WATIOS EMPOTRADA EN EL CIELO
	TABLERO DE DISTRIBUCION, H= 1.70 m S.N.P.T.
	LÁMPARA FLOURESCENTE DE 2 X 40 WATIOS EMPOTRADA EN EL CIELO
	INTERRUPTOR SIMPLE, H= 1.20 m S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE, H= 1.20 m S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE TREE WEY, H= 1.20 m S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DOBLE, H= 0.80 m S.N.P.T.
	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12
	LINEA VIVA CALIBRE 12
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12
	PUENTE
	TUBERIA PVC ELCTRICO 8 INDICADO
	BAJADA Y SUBIDA DE CIRCUITO ELÉCTRICO

DISEÑO + DESARROLLO:  
 EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOSECO  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL

ESQUEMA: Universidad de San Carlos

FECHA: AGOSTO DE 2011

PLANO DE: PLANTAS DE ENERGIA ELECTRICA, ILUMINACION

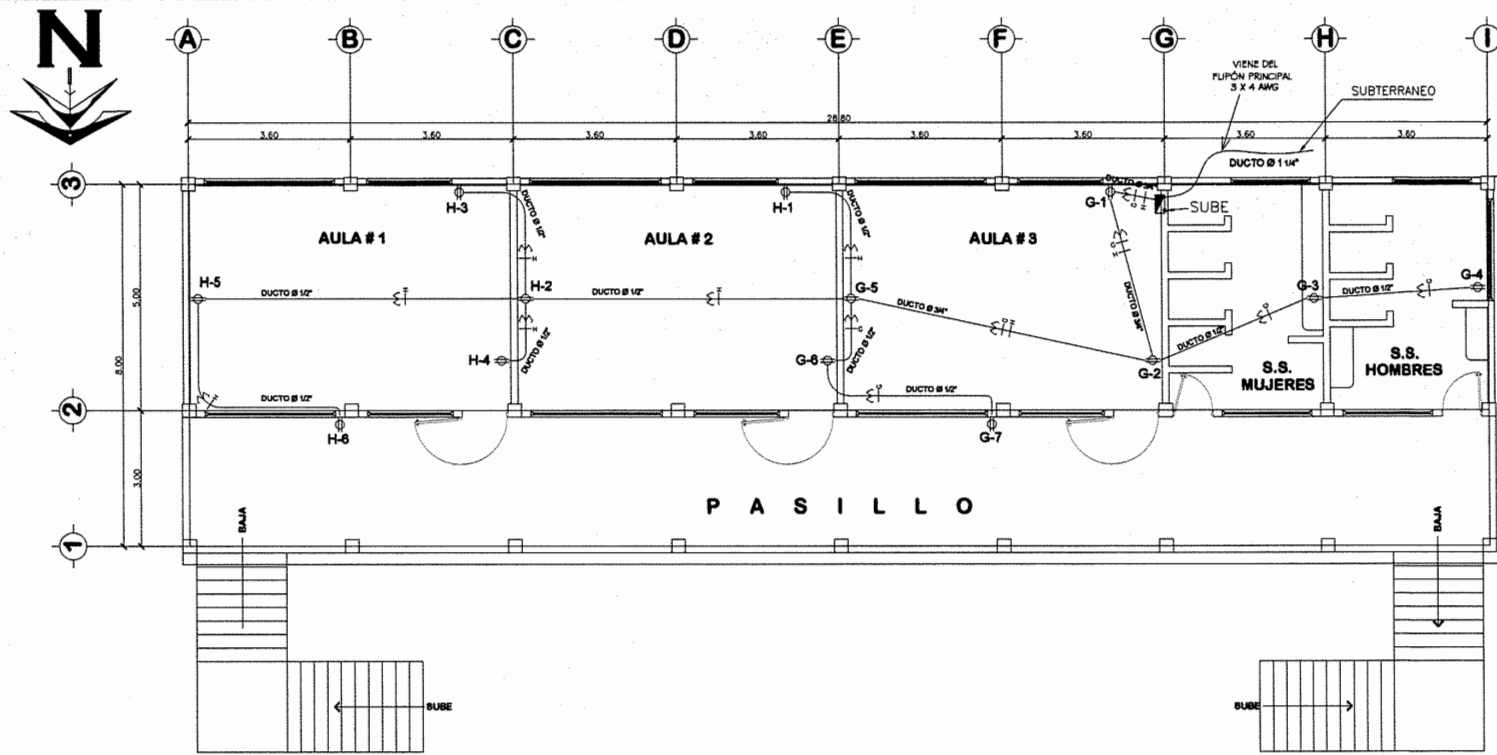
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN

LOCALIZACION: CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

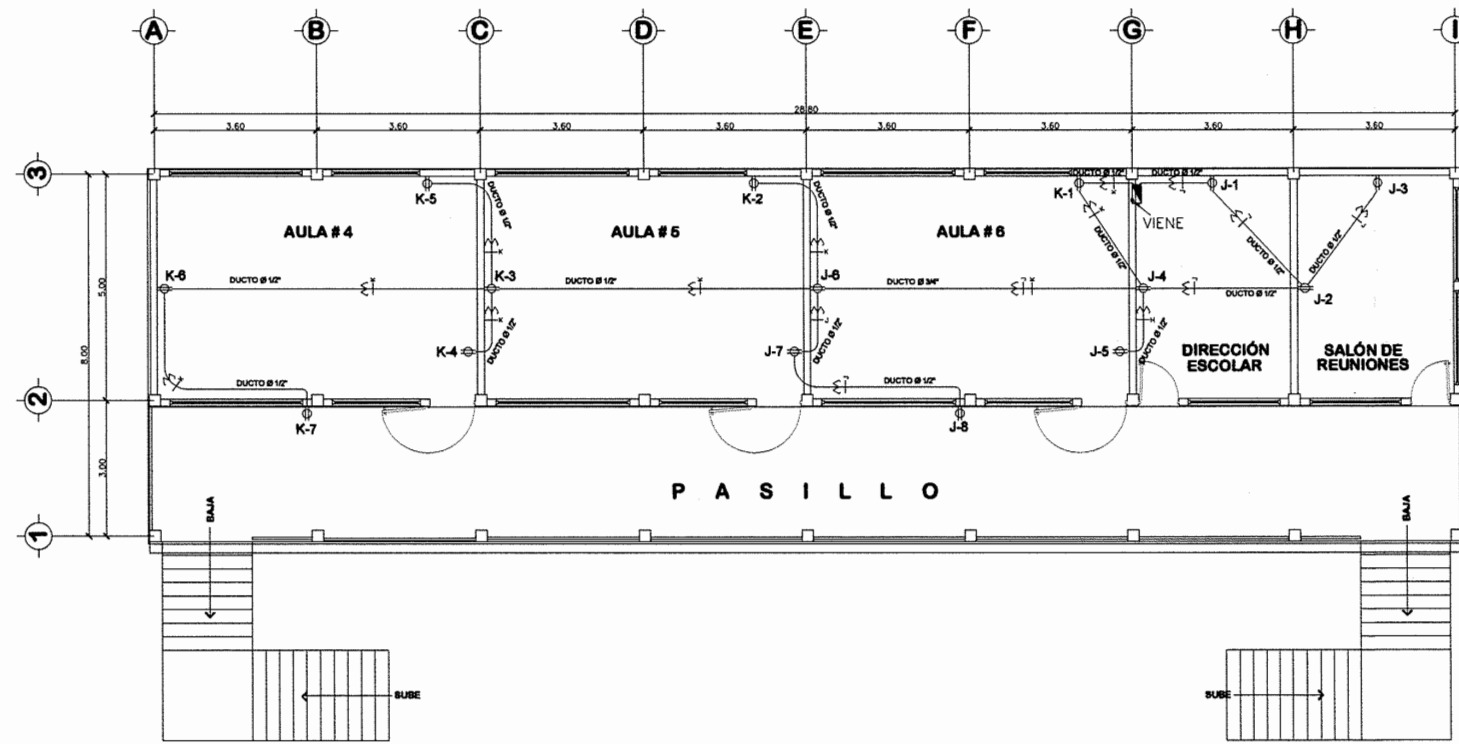
ESQUEMA: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, FACULTAD DE INGENIERIA USAC

HOJA: 16

ASESORIA(S)-SUPERVISOR: EPS



**PLANTA DE ENERGIA ELECTRICA, FUERZA, PRIMER NIVEL**  
 ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO  
 Escala 1:75



**PLANTA DE ENERGIA ELECTRICA, FUERZA, SEGUNDO NIVEL**  
 ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO  
 Escala 1:75

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

**CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN Y FUERZA**

LA TUBERIA PARA LAS INSTALACIONES DEBERÁ SER DEL DIÁMETRO QUE SE INDIQUE EN LOS PLANOS.

PARA TUBERIA SUBTERRANEA, SE EMPLEARÁ PVC ELÉCTRICO CUYO Ø ESTÁ INDICADO EN LOS PLANOS Y LO MÍNIMO QUE DEBERÁ ESTAR ENTERRADO EL POLIDUCTO ES 0.20 MT.

LA ALTURA DE LOS TOMACORRIENTES DEBERÁ SER DE 0.30 MT. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO, EXCEPTUANDO LOS DE COCINA Y SERVICIO SANITARIO.

LA ALTURA DEL TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN SERÁ DE 1.70 MT. AL IGUAL DE LOS TABLEROS SECUNDARIOS.

TODAS LAS UNIONES Y EMPLAMES DEBERÁN SER DEBIDAMENTE AISLADOS.

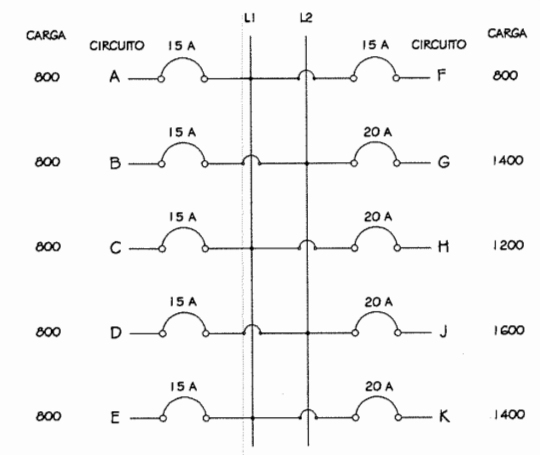
POR NINGÚN MOTIVO SE PODRÁN MEZCLAR LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN CON LOS CIRCUITOS DE FUERZA.

SE UTILIZARÁN TUBERIAS INDEPENDIENTES PARA LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN Y FUERZA.

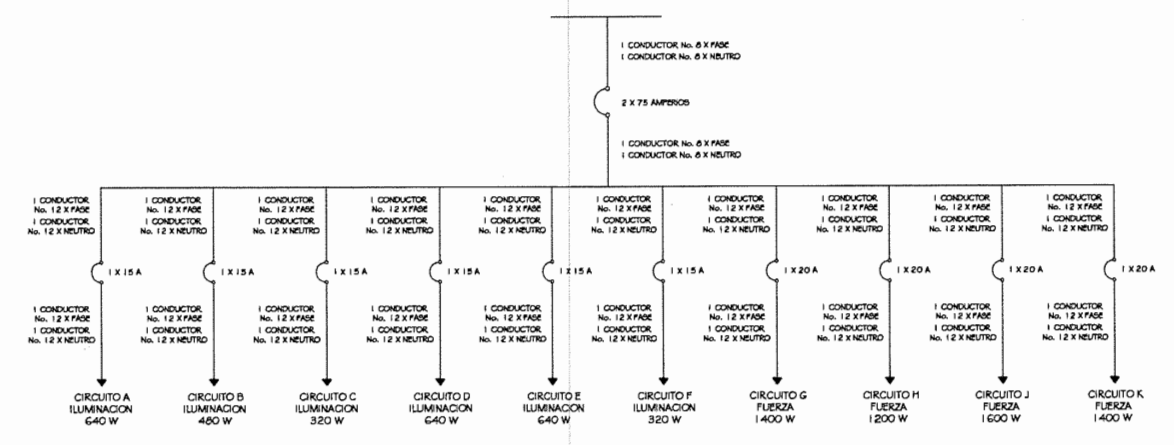
TODAS LAS TUBERIAS DE PLÁSTICO DEBERÁN ESTAR CUBIERTAS CON CONCRETO.

LA ALTURA DE LOS INTERRUPTORES DEBERÁ SER 1.20 MT. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.

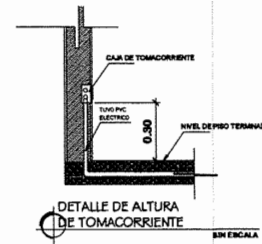
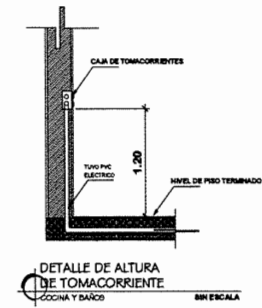
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LAMPARA SOBRE PUESTA TIPO COMERCIAL DE 2 X 40
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, H= 1.70 m.S.N.P.T.
	LINEA DE TIERRA
	INTERRUPTOR SIMPLE, H= 1.20 m.S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE, H= 1.20 m.S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE TREE WEY, H= 1.20 m.S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DOBLE, H= 0.30 m.S.N.P.T.
	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12
	TOMACORRIENTE DOBLE, H= 1.20 m.S.N.P.T.
	TUBERÍA POLIDUCTO Ø INDICADO
	BAJADA Y SUBIDA DE CIRCUITO ELÉCTRICO



2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN CON CAPACIDAD PARA 9 CIRCUITOS MONOFÁSICOS PARA CANVEL 220 VOLTIOS, CARGA NOMINAL TOTAL 6640 WATTS Y BARRAS DE 75 AMPERIOS.



**DIAGRAMA UNIFILAR**  
 ESCUELA PRIMARIA SIN ESCALA



DISEÑO + DESARROLLO:  
 EDGAR OSMIN MAURICIO CAMPOS  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL

FECHA: AGOSTO DE 2011

ESQUEMA: San Carlos de

HOJA: 12

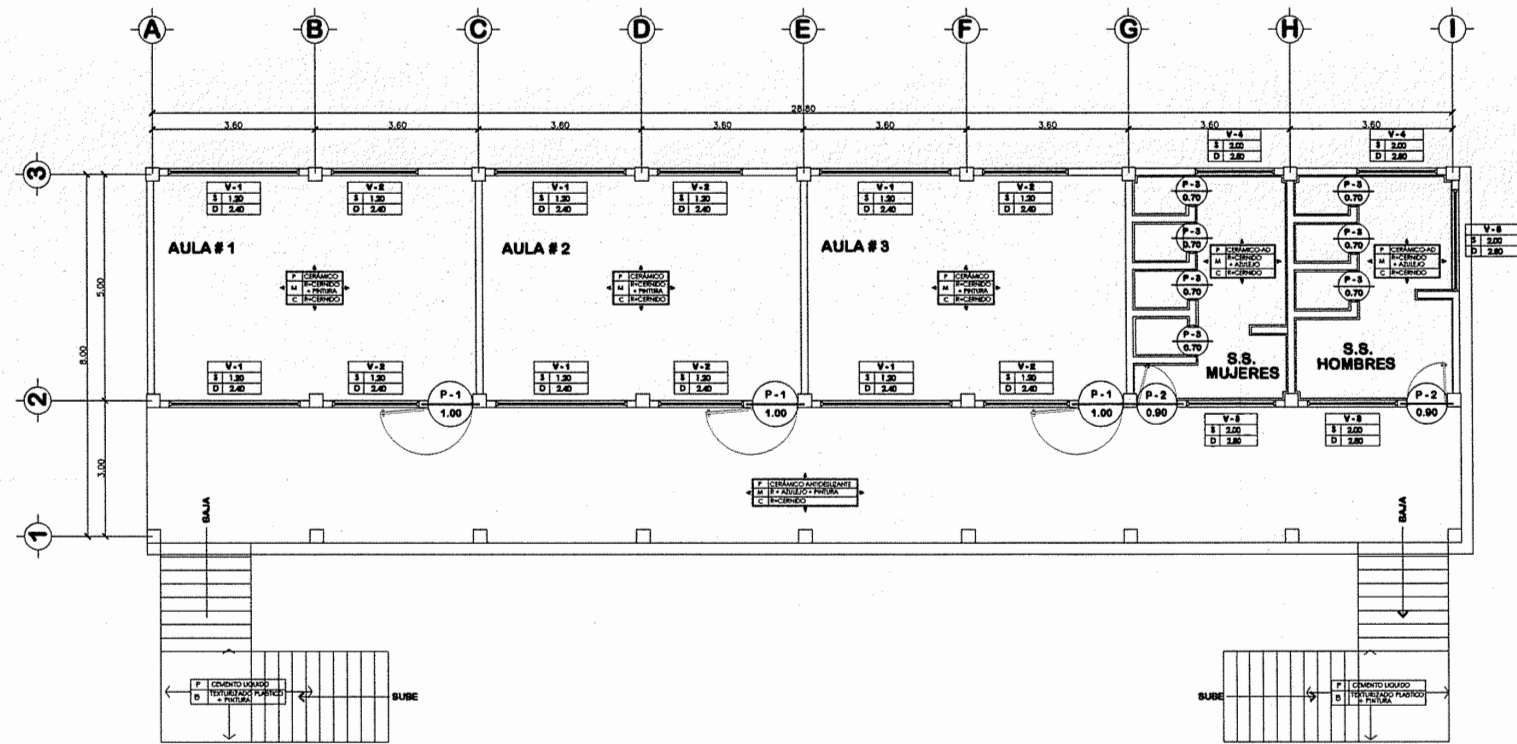
PLANO DE: PLANTAS DE ENERGIA ELECTRICA, FUERZA, PRIMER NIVEL

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN

LOCALIZACION: CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

ESQUEMA: San Carlos de

ESQUEMA: San Carlos de



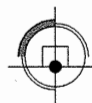
SIMBOLOGIA	
P CERAMICO	P = ACABADO EN PISO
M M + CERAMICO	M = ACABADO EN MURO
C C + CERAMICO	C = ACABADO EN CIELO
V-1	TIPO DE VENTANA
S 1.20	ALTIMETRIA SILLAR
D 2.40	ALTIMETRIA DINTEL
P-1	TIPO DE PUERTA
—	INDICA AZULEJO EN BAÑOS
▶	INDICA QUE SERA LO MISMO EN TODOS LOS MUROS Y CIELO
M 1.50	CERNIDO + REPELLO + AZULEJO A UNA ALTURA DE 1.5 mt SOBRE EL NIVEL DEL PISO

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	CANTIDAD	ALTO	ANCHO	MATERIAL	OBSERVACIONES
P-1	8	2.40	1.00	METAL	EXTERIOR
P-2	4	2.40	0.90	METAL	EXTERIOR
P-3	7	2.40	0.90	METAL	INTERIOR

PLANILLA DE VENTANAS

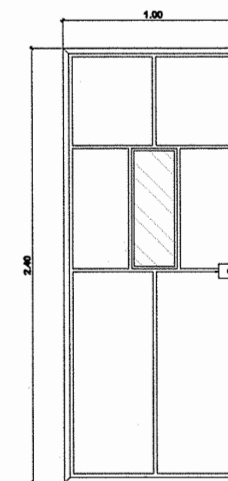
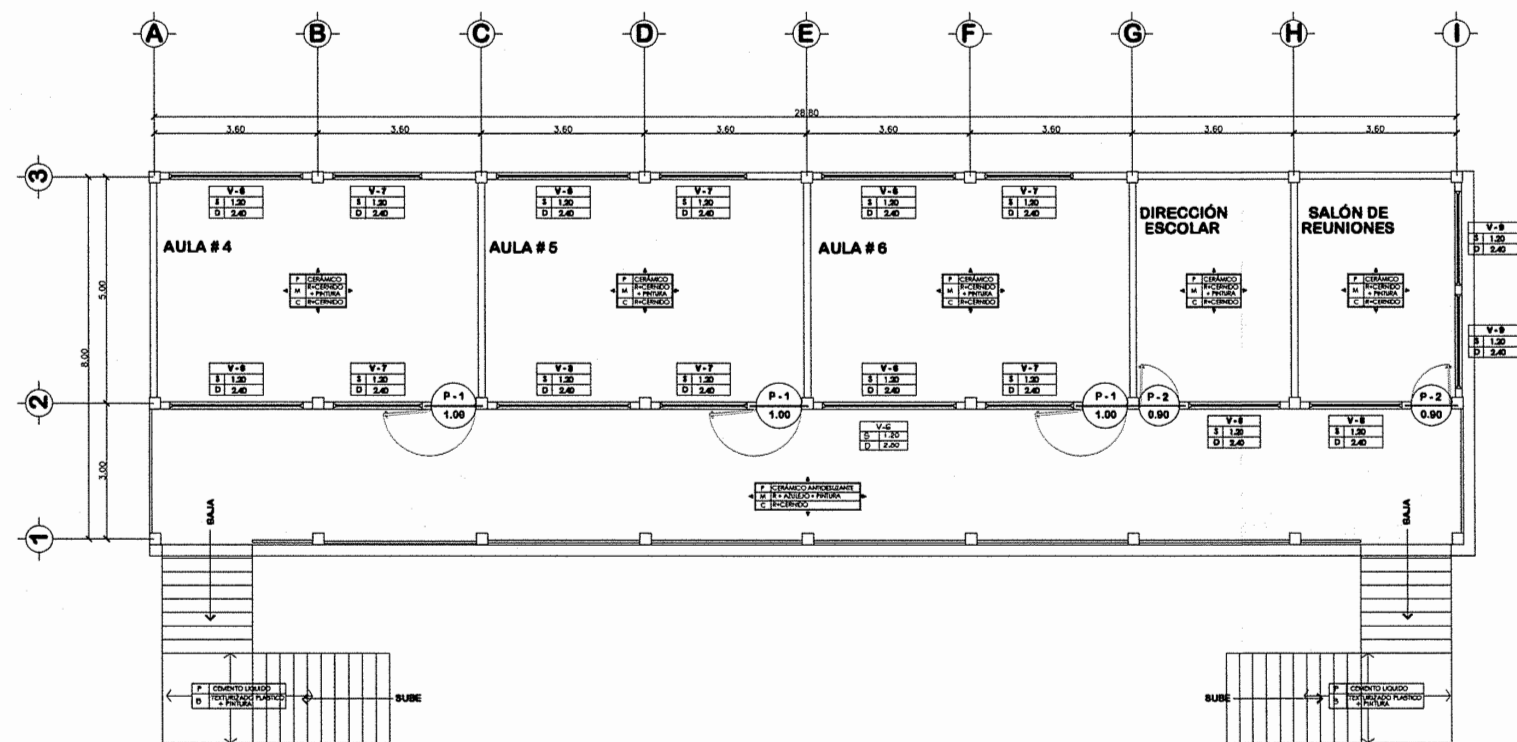
TIPO	CANTIDAD	ALTO	MATERIAL	OBSERVACIONES
V-1	8	1.20	ALUMINIO + VIDRIO CLARO	PALETAS DE VIDRIO CLARO DE 5mm. DE ESPESOR
V-2	8	0.20	ALUMINIO + VIDRIO CLARO	PALETAS DE VIDRIO CLARO DE 5mm. DE ESPESOR
V-3	2	0.80	ALUMINIO + VIDRIO NEBLADO	PALETAS DE VIDRIO NEBLADO DE 5mm. DE ESPESOR
V-4	2	0.80	ALUMINIO + VIDRIO NEBLADO	PALETAS DE VIDRIO NEBLADO DE 5mm. DE ESPESOR
V-5	1	0.80	ALUMINIO + VIDRIO NEBLADO	PALETAS DE VIDRIO NEBLADO DE 5mm. DE ESPESOR
V-6	8	1.20	ALUMINIO + VIDRIO CLARO	PALETAS DE VIDRIO CLARO DE 5mm. DE ESPESOR
V-7	7	1.20	ALUMINIO + VIDRIO CLARO	PALETAS DE VIDRIO CLARO DE 5mm. DE ESPESOR
V-8	2	1.20	ALUMINIO + VIDRIO CLARO	PALETAS DE VIDRIO CLARO DE 5mm. DE ESPESOR
V-9	2	1.20	ALUMINIO + VIDRIO CLARO	PALETAS DE VIDRIO CLARO DE 5mm. DE ESPESOR



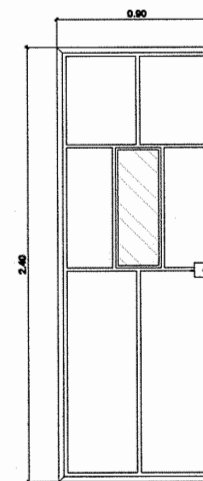
PLANTA DE ACABADOS, PRIMER NIVEL

ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

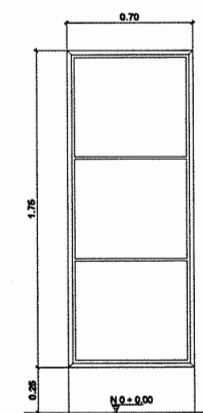
Escala 1:75



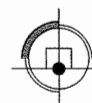
PUERTA TIPO 1 ESC. 1/25



PUERTA TIPO 2 ESC. 1/25



PUERTA TIPO 3 ESC. 1/25

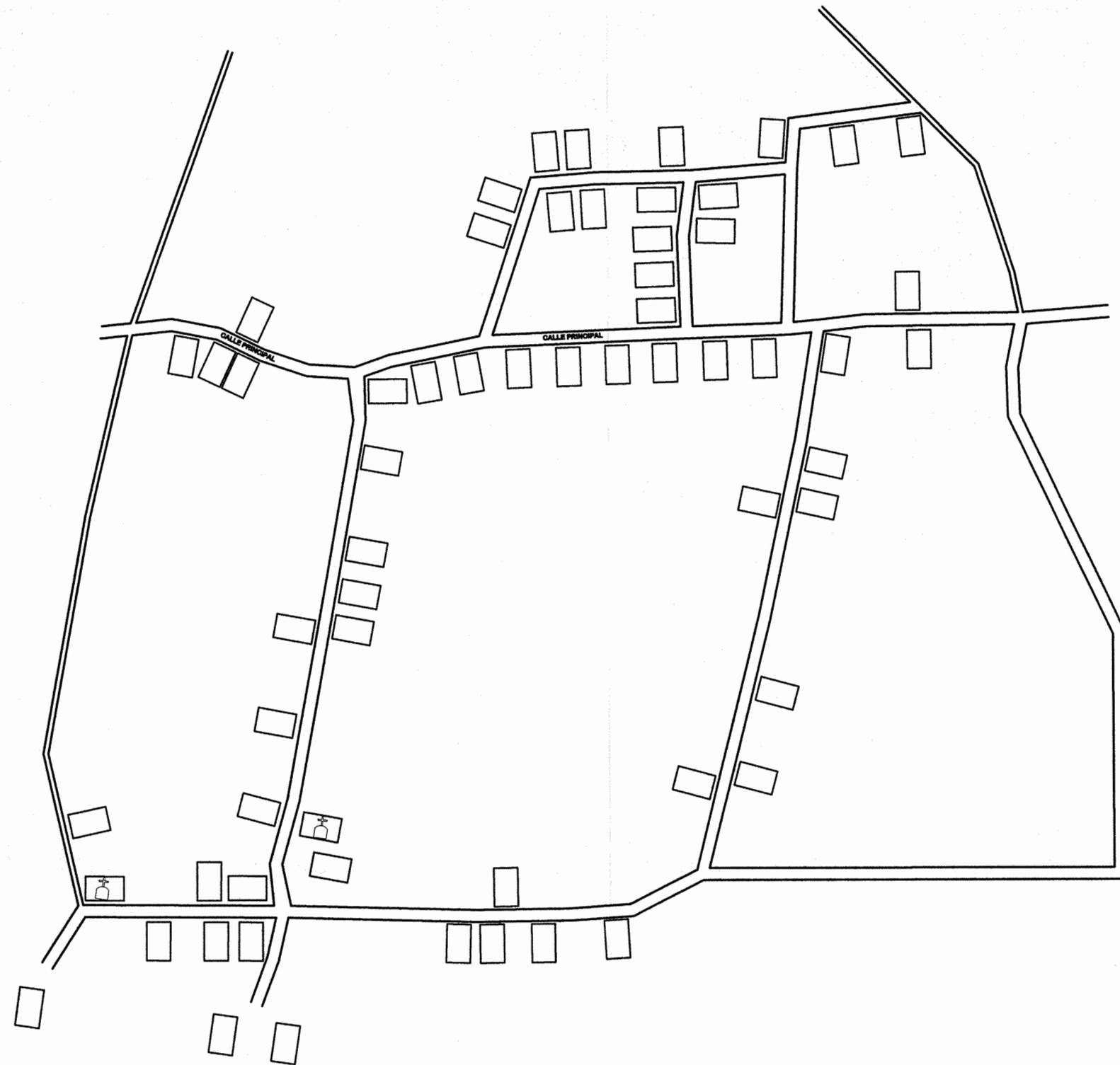


PLANTA DE ACABADOS, SEGUNDO NIVEL

ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

Escala 1:75

DISEÑO + DESARROLLO:  
 EDGAR OSMIN MATEO CAMPOS  
 S.E. Ingeniería y Construcción Carlos de Guzmán  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: AGOSTO DE 2011  
 PLAN DE: ASESOR(A)-SUPERVISOR  
 PLANTAS DE ACABADOS  
 PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR, ESCUELA EMILIO ARENALES CATALÁN  
 LOCALIZACIÓN: CASCO URBANO, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.



### DENSIDAD DE POBLACIÓN

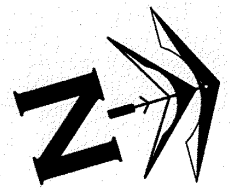
DRENAJE SANITARIO, ALDEA NUEVA ESPERANZA, NENTÓN, HUEHUETENANGO.

Escala 1:1000

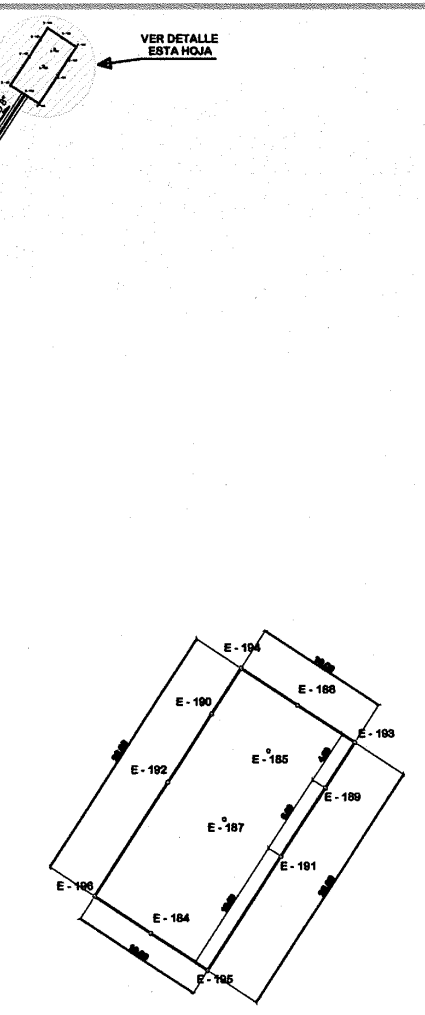
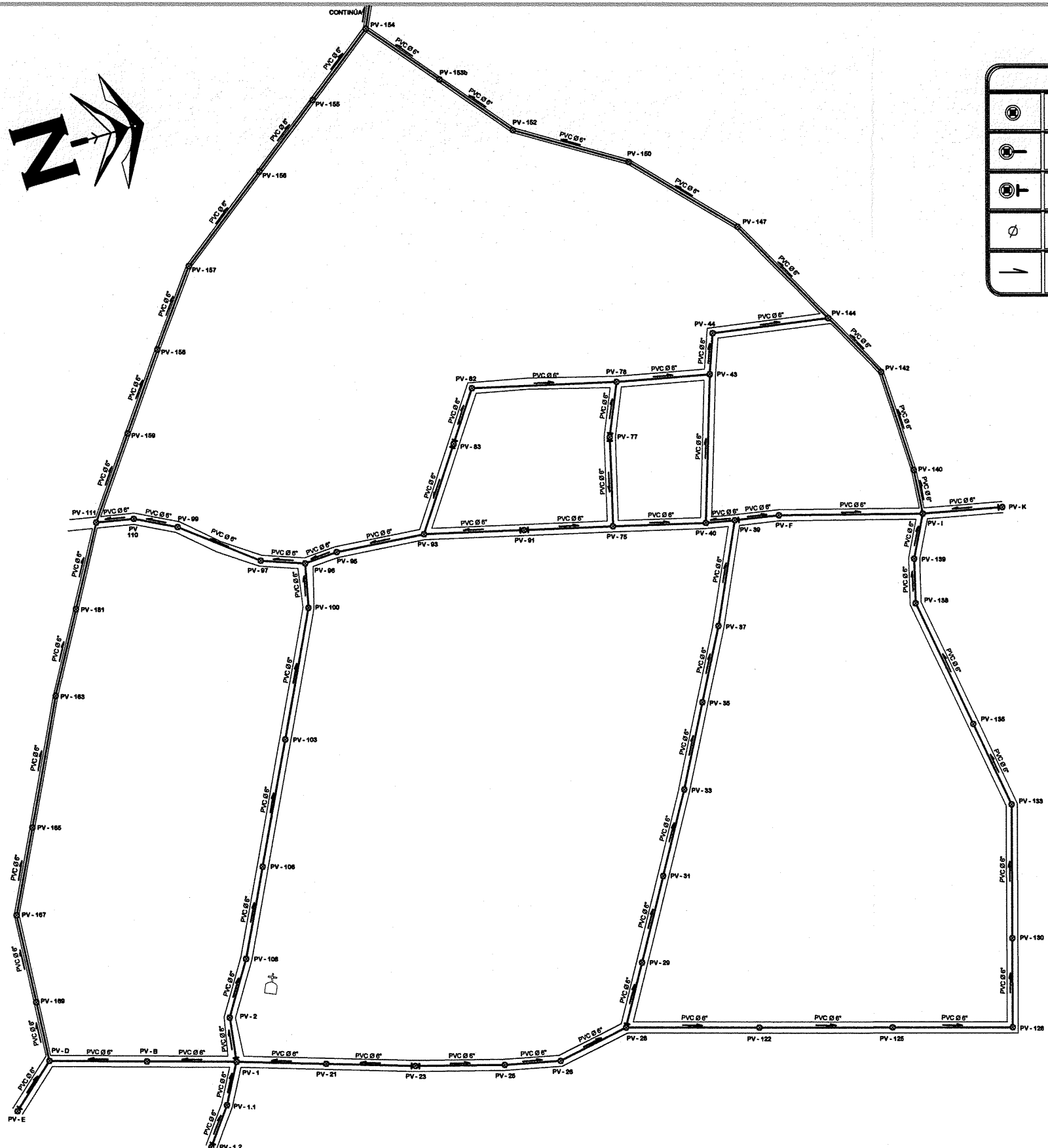
Escuela de San Carlos		Escuela de San Carlos	
EDIFICIO MAESTRO CAMPOS		EDIFICIO MAESTRO CAMPOS	
17 de Noviembre de 1912		17 de Noviembre de 1912	
ABRIL DE 2012		ABRIL DE 2012	
ASESORIA SUPERVISORIAL		ASESORIA SUPERVISORIAL	
UNIDAD DE PLANIFICACION		UNIDAD DE PLANIFICACION	
DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO		DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO	
ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE NENTÓN		ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE NENTÓN	
DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.		DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.	



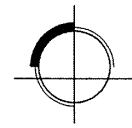




SIMBOLOGIA	
	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

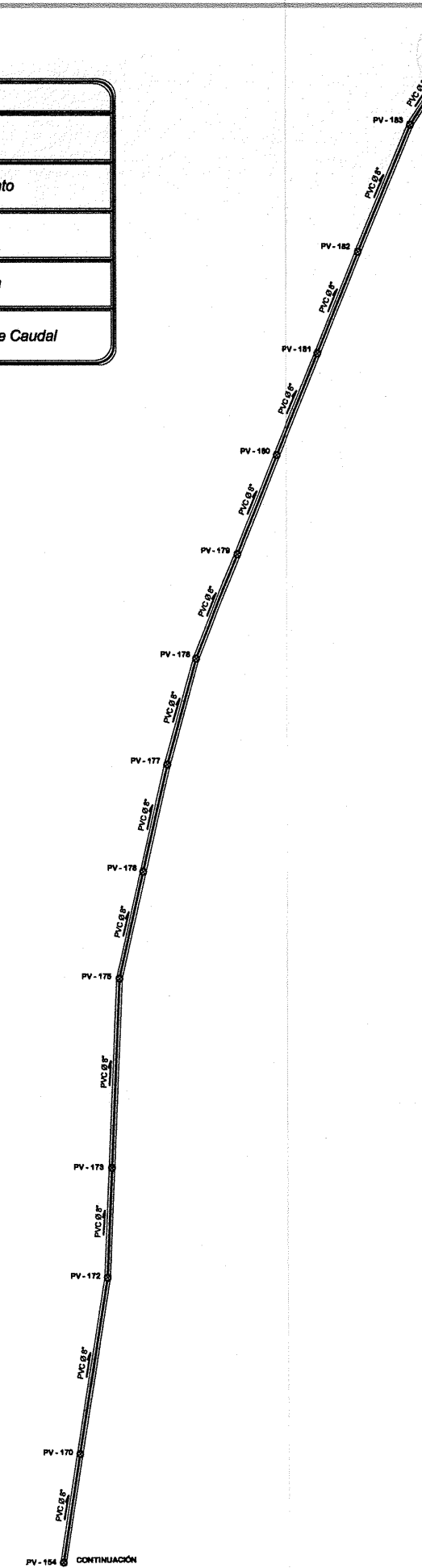


DETALLE TOPOGRÁFICO DE TERRENO PARA PLANTA DE TRATAMIENTO  
Escala 1:250



**RED DE DRENAJE SANITARIO**  
DRENAJE SANITARIO, ALDEA NUEVA ESPERANZA, NENTÓN, HUEHUETENANGO.

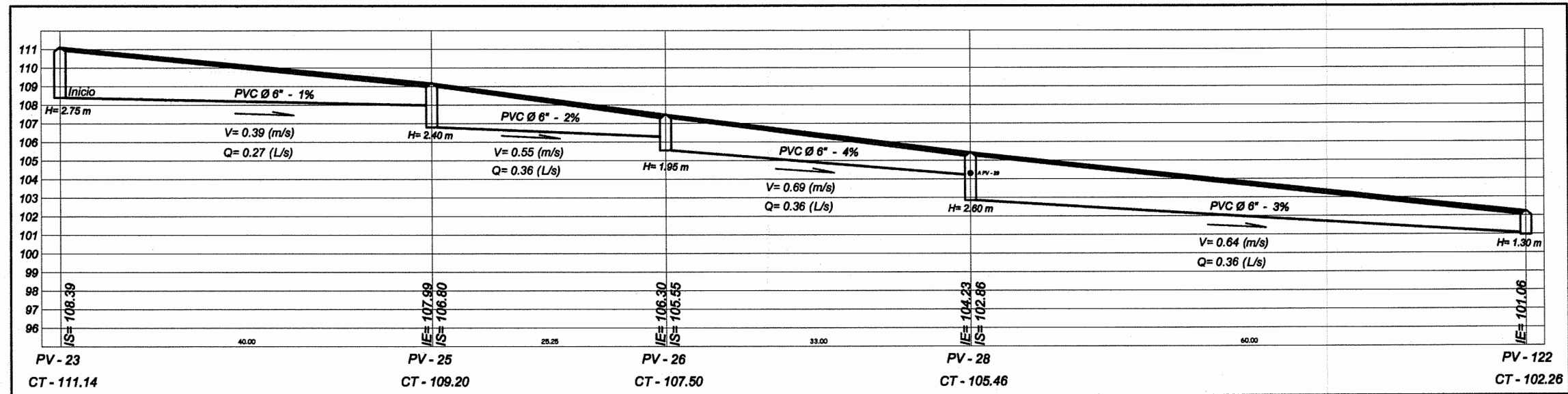
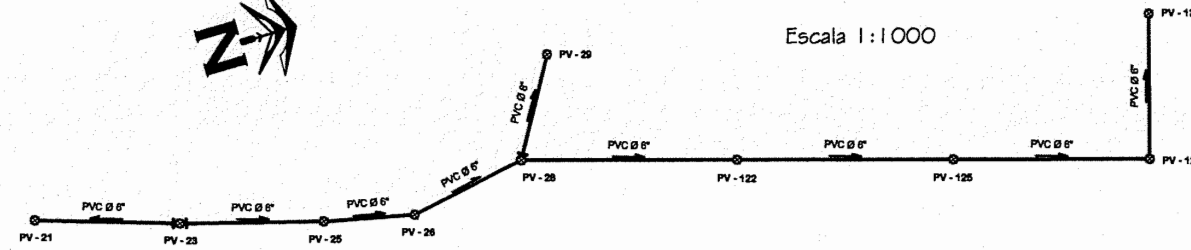
Escala 1 : 1 000



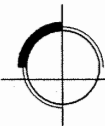
EDUARDO ALVARADO CAMPOS  
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL  
 ASISTENTE SUPERVISOR  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería  
 DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO  
 LOCALIZACIÓN: ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE NENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, G.A.



Escala 1:1000



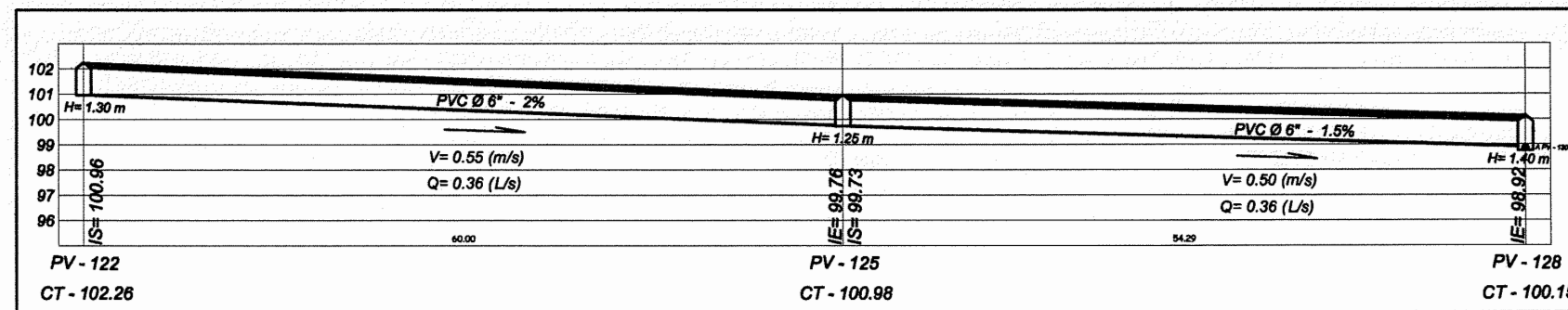
27 Tubos de Ø 6" (158.25 m)



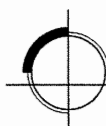
### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125



19 Tubos de Ø 6" (114.29 m)



### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

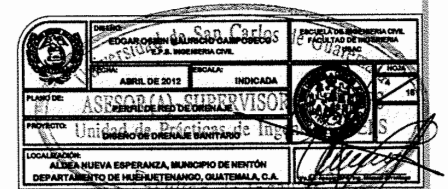
ESC. VERTICAL: 1:125

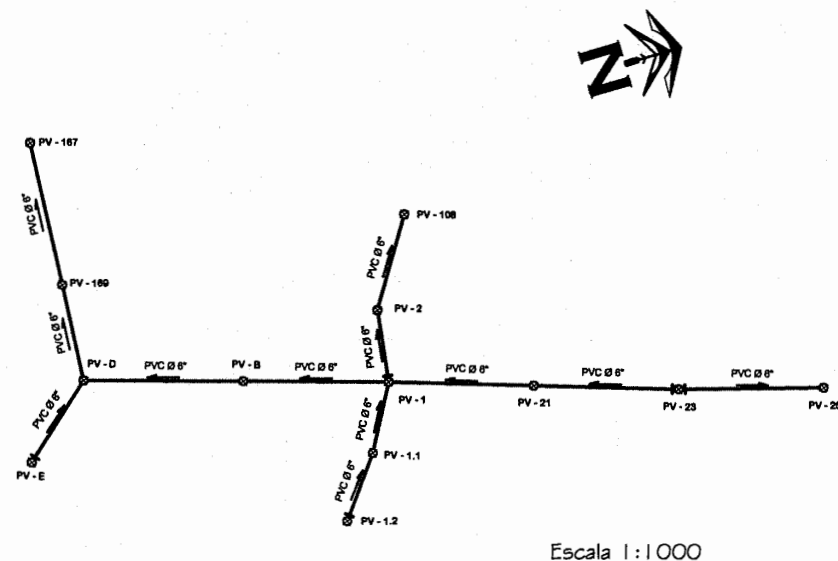
#### SIMBOLOGIA

	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

$\phi$  Nivel de Terreno  
 $\phi$  PVC Ø - Pendiente  
 $\phi$  Velocidad (m/s)  
 $\phi$  Distancia (m)  
 COTA GENERAL  
 PV-# Cota Terreno Inicial / PV-# Cota Terreno Final  
 Tubos - Ø - (m)





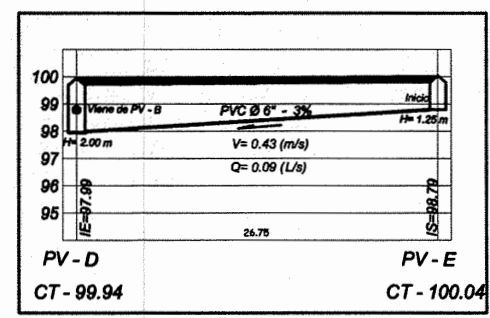
Escala 1:1000



SIMBOLOGIA	
	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

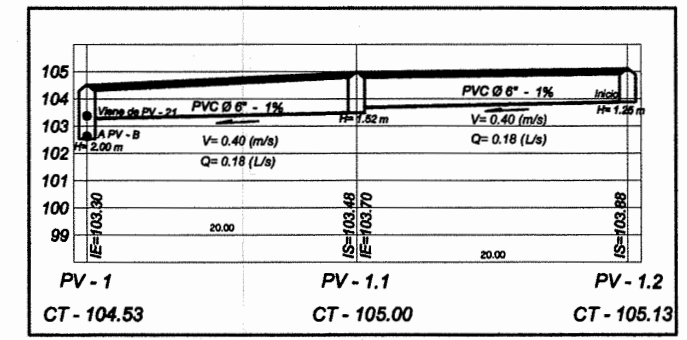
  

COTA GENERAL	
PV-# Cota Terreno Inicial	PV-# Cota Terreno Final
Tubos - Ø - (m)	



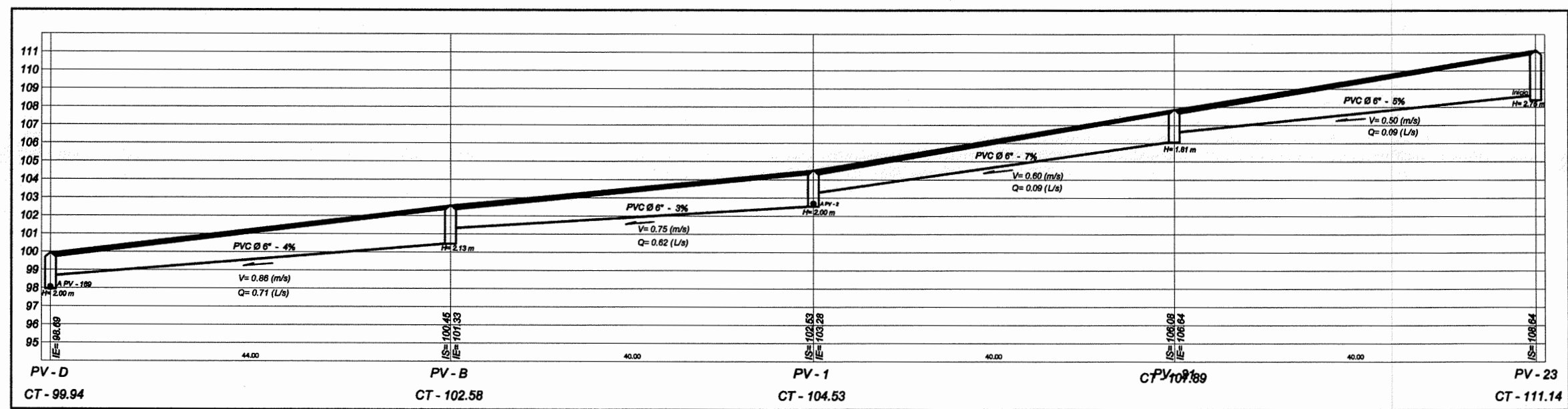
5 Tubos de Ø 6" (26.75m)

PERFIL RED DE DRENAJE  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125



7 Tubos de Ø 6" (40.00m)

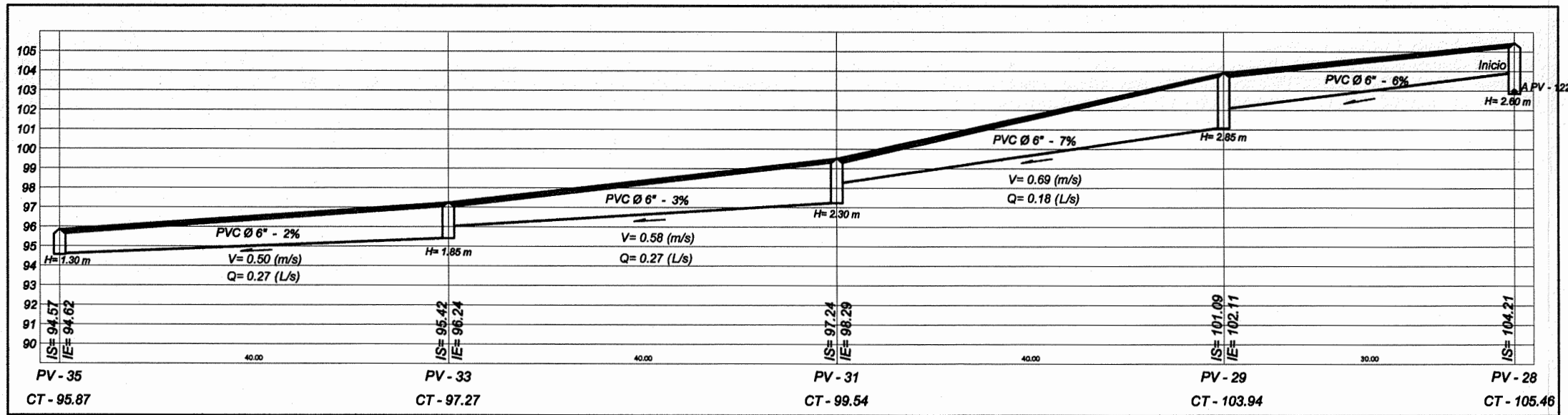
PERFIL RED DE DRENAJE  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125



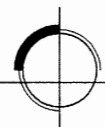
28 Tubos de Ø 6" (164 m)

PERFIL RED DE DRENAJE  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125

DISEÑO: Edgardo Orenán Mauricio Camposcoque  
 EDICIÓN: Edgardo Orenán Mauricio Camposcoque  
 FECHA: 18 de Abril de 2015  
 PROYECTO: DISEÑO DE DRENAJE BANTIANO  
 LOCALIZACIÓN: ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE HERÓDOTO, DEPARTAMENTO DE HUAYTAYAN, GUATEMALA, C.A.



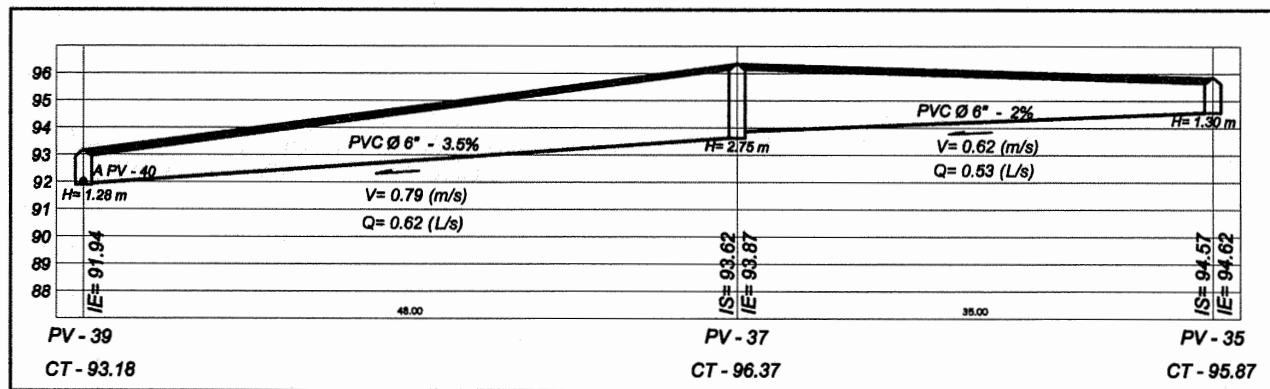
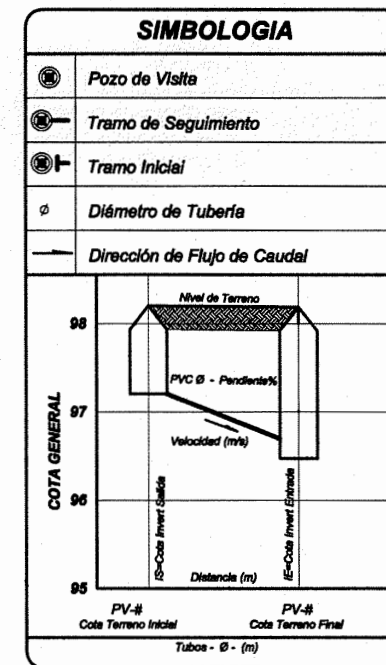
25 Tubos de Ø 6" (150 m)



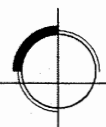
### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125



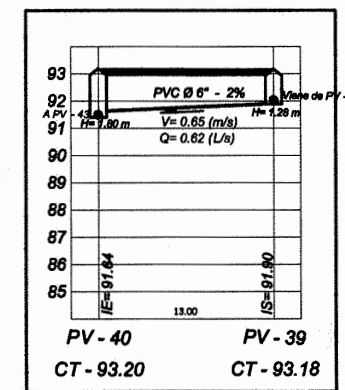
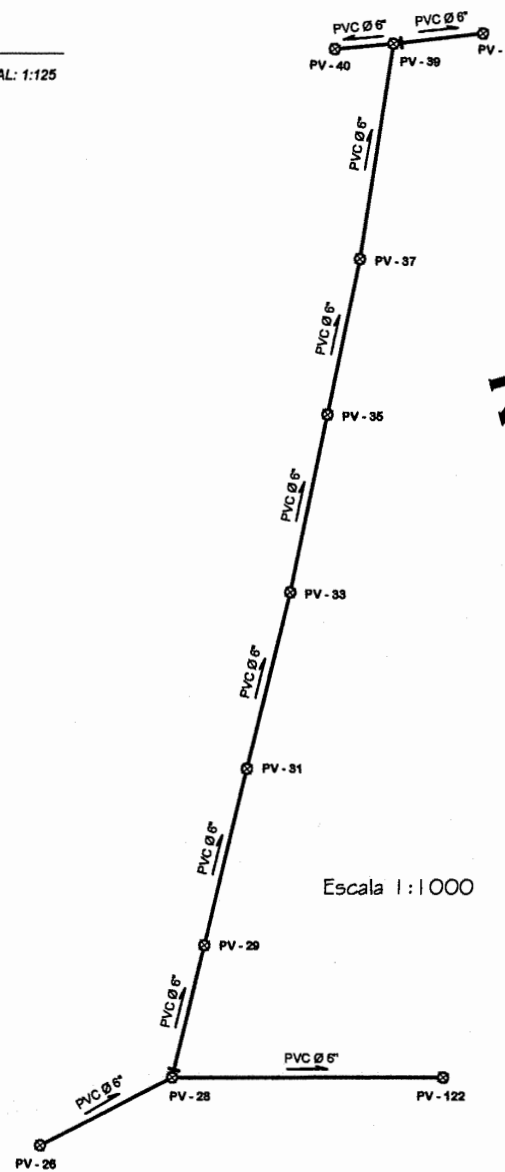
14 Tubos de Ø 6" (83 m)



### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125



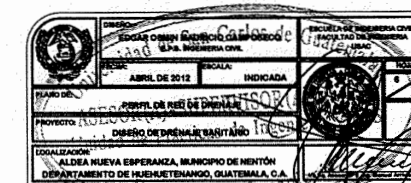
3 Tubos de Ø 6" (13 m)

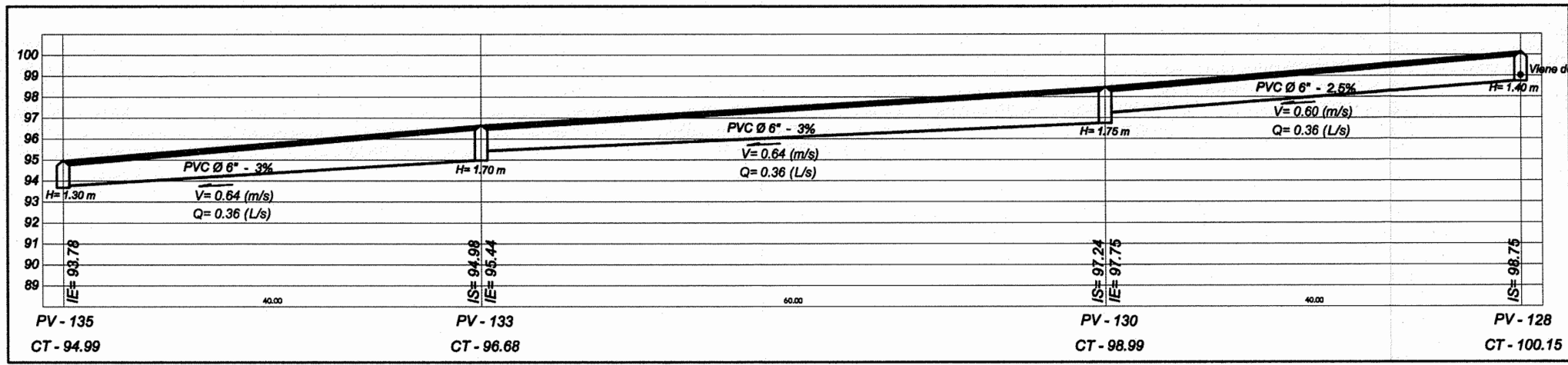


### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

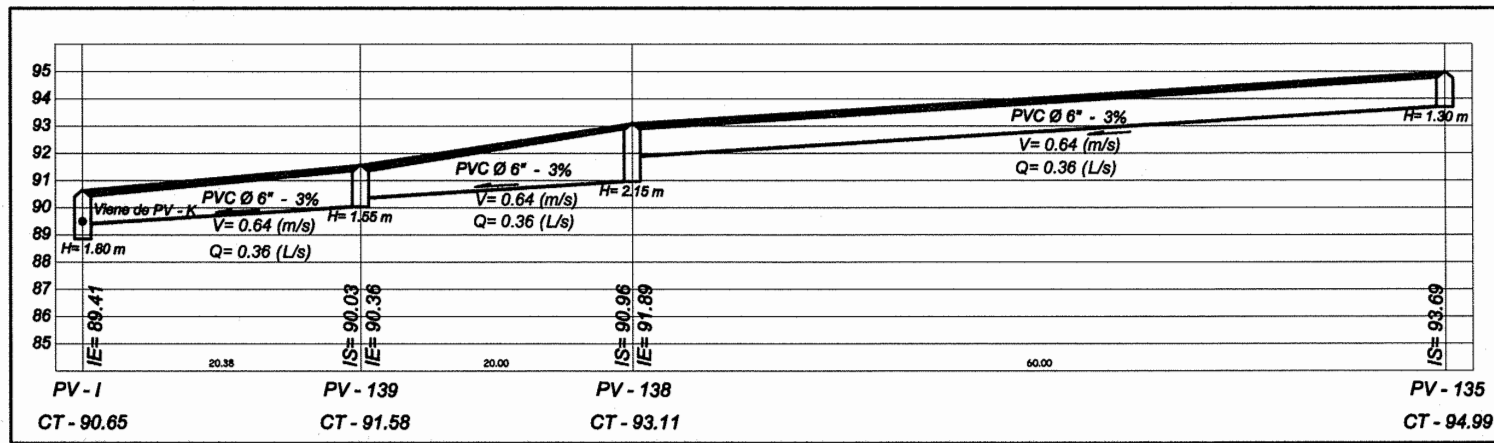
ESC. VERTICAL: 1:125





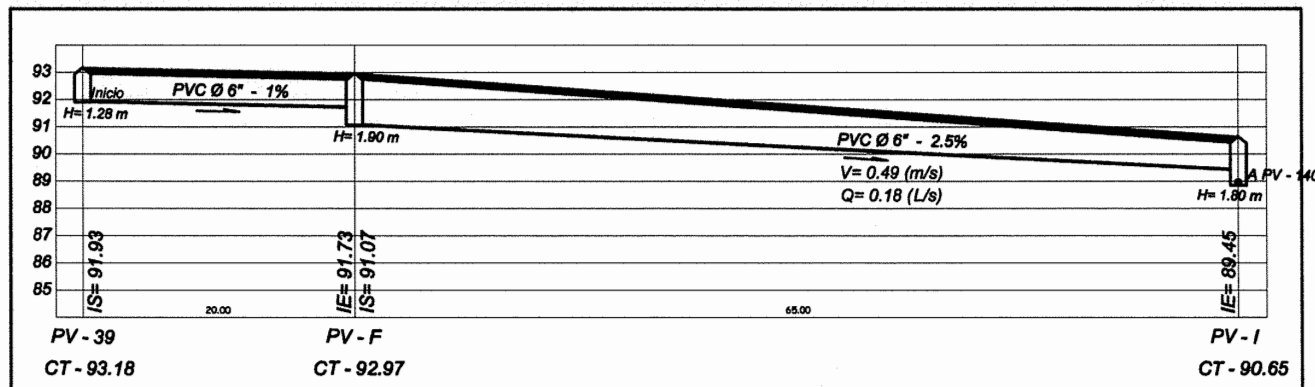
24 Tubos de Ø 6" (140 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
 ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125



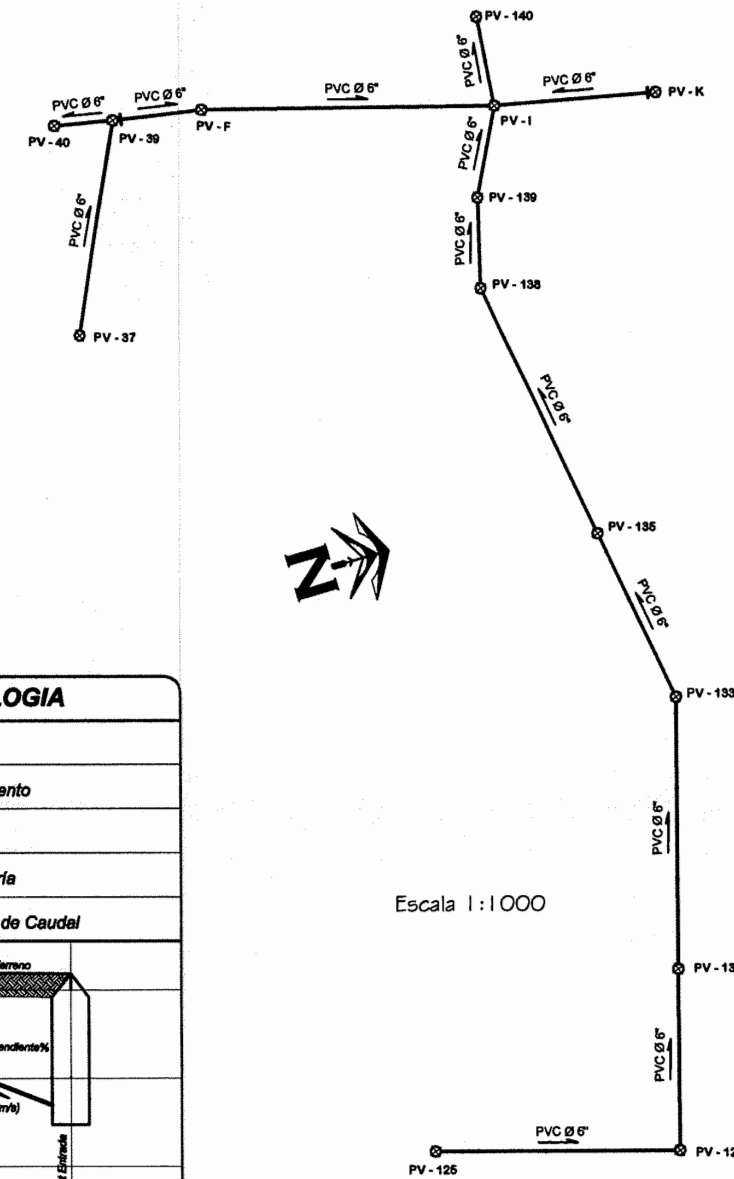
17 Tubos de Ø 6" (100.38 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
 ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125



15 Tubos de Ø 6" (85 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
 ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125

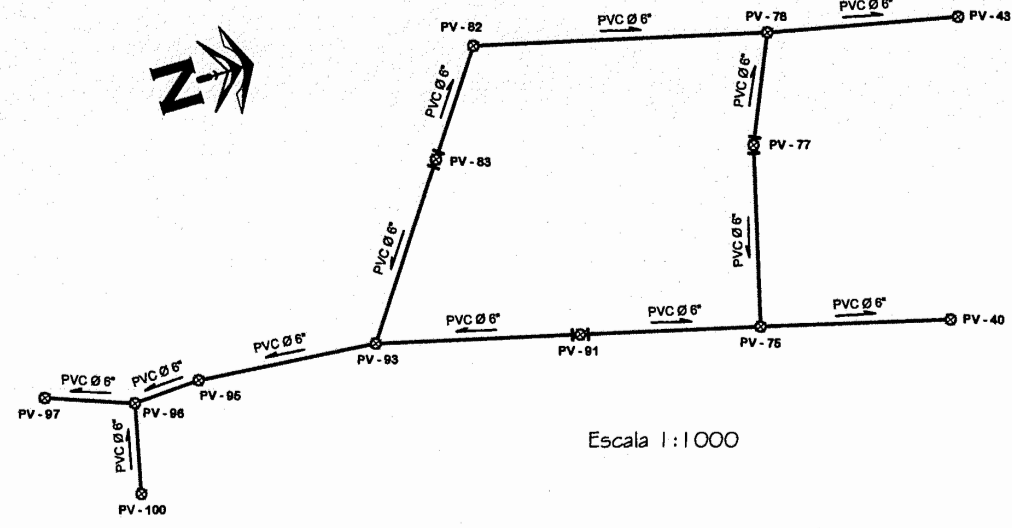


SIMBOLOGIA	
	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

COTA GENERAL	
Nivel de Terreno	PVC Ø - Pendiente %
Velocidad (m/s)	
RS-Cota Invert Salida	Distancia (m)
IE-Cota Invert Entrada	
PV-# Cota Terreno Inicial	PV-# Cota Terreno Final
Tubos - Ø - (m)	

Escala 1:1000

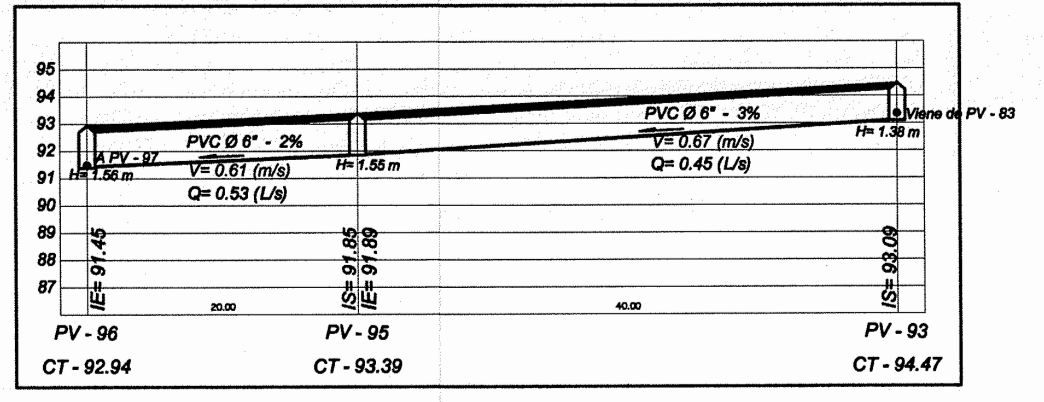


Escala 1:1000

SIMBOLOGIA	
	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

COTA GENERAL	
PV-#	PV-#
Cota Terreno Inicial	Cota Terreno Final
Tubos - $\phi$ - (m)	

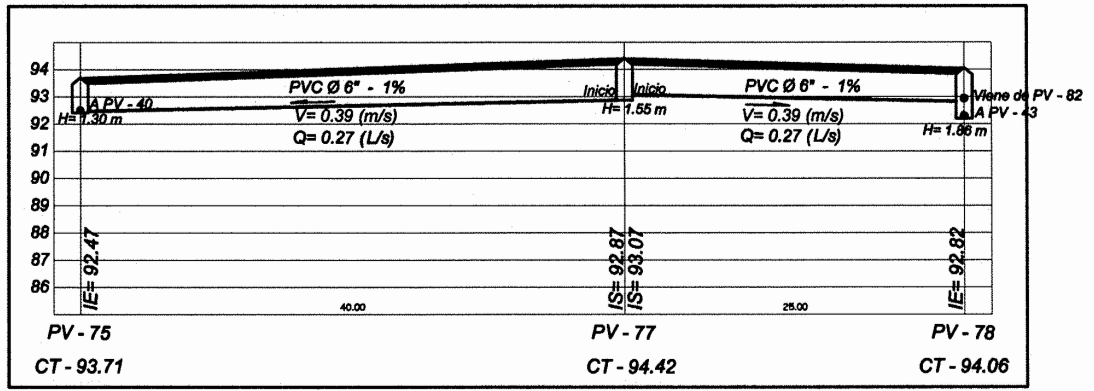


10 Tubos de  $\phi$  6" (60 m)

PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125

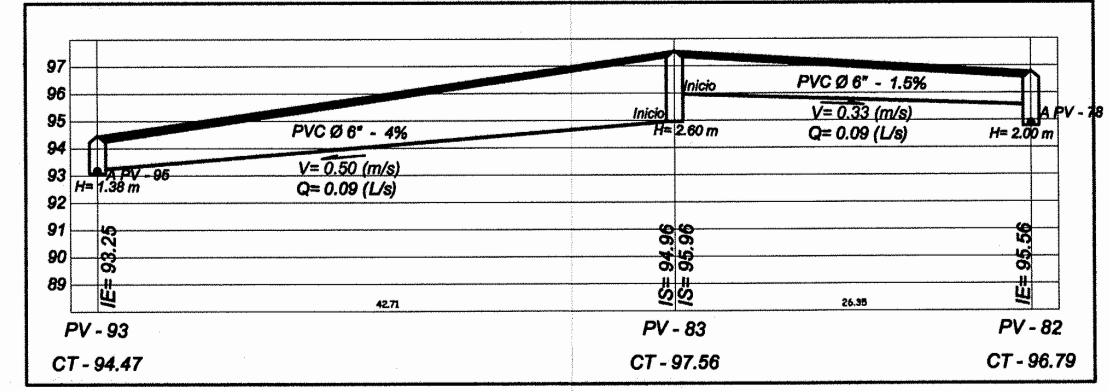


11 Tubos de  $\phi$  6" (65 m)

PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125

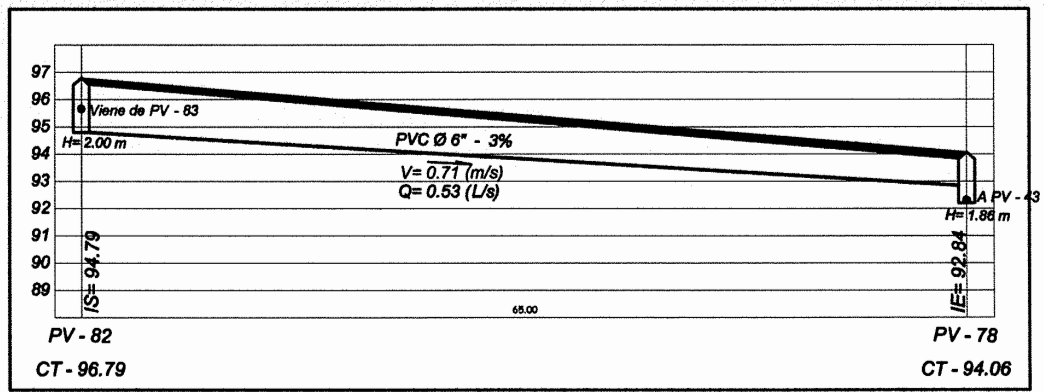


12 Tubos de  $\phi$  6" (69.06 m)

PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125

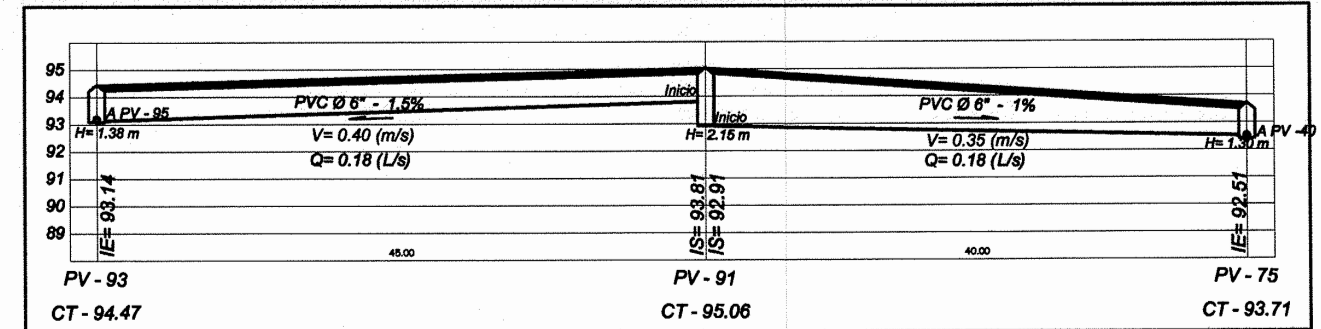


11 Tubos de  $\phi$  6" (65 m)

PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125



15 Tubos de  $\phi$  6" (85 m)

PERFIL RED DE DRENAJE

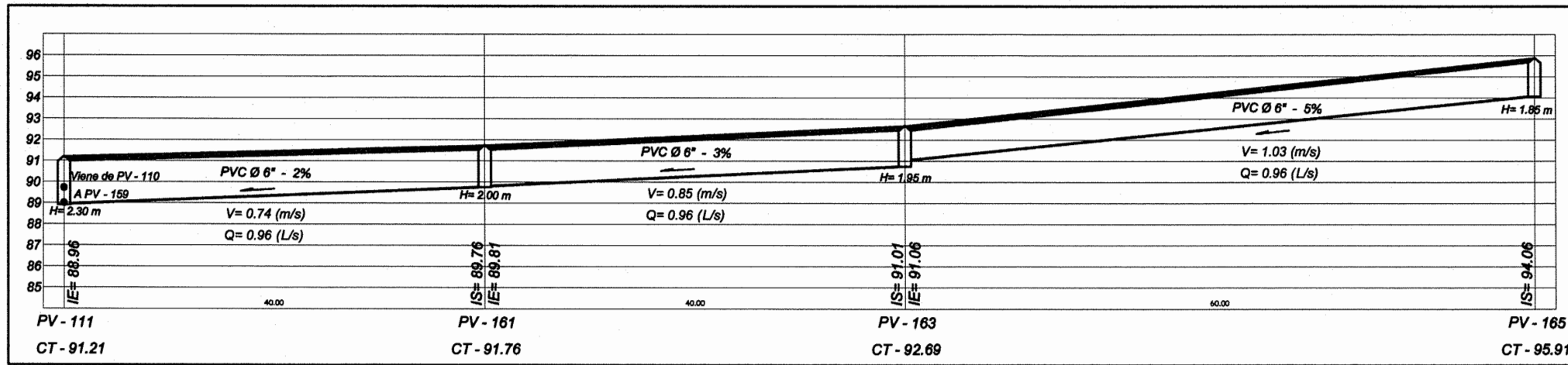
ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125

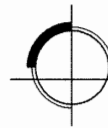
	DISEÑO: <b>OSCAR OSORIO MALDONADO CEBALLOS</b> PROYECTO: <b>PERFIL DE RED DE DRENAJE</b> LOCALIZACIÓN: <b>ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE MENTÓN, DEPARTAMENTO DE MUEHUTENANGO, GUATEMALA, C.A.</b>
FECHA: <b>ABRIL DE 2012</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
PLANO DE: <b>PERFIL DE RED DE DRENAJE</b>	
PROYECTO: <b>PERFIL DE DRENAJE SANITARIO</b>	
LOCALIZACIÓN: <b>ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE MENTÓN, DEPARTAMENTO DE MUEHUTENANGO, GUATEMALA, C.A.</b>	







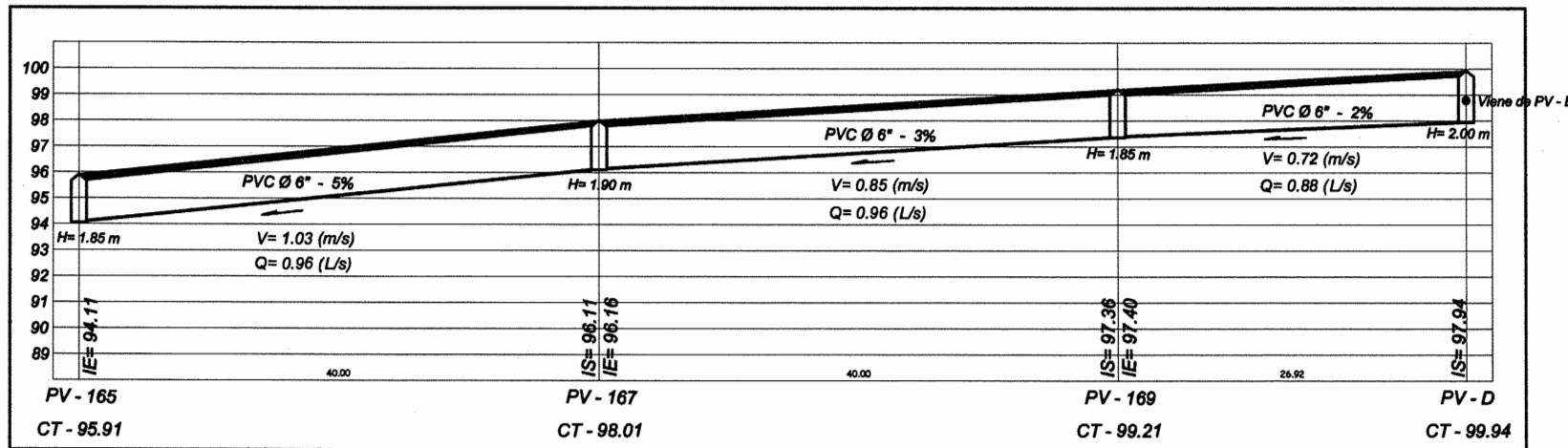
24 Tubos de Ø 6" (140 m)



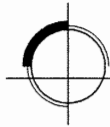
### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125



18 Tubos de Ø 6" (106.92 m)



### PERFIL RED DE DRENAJE

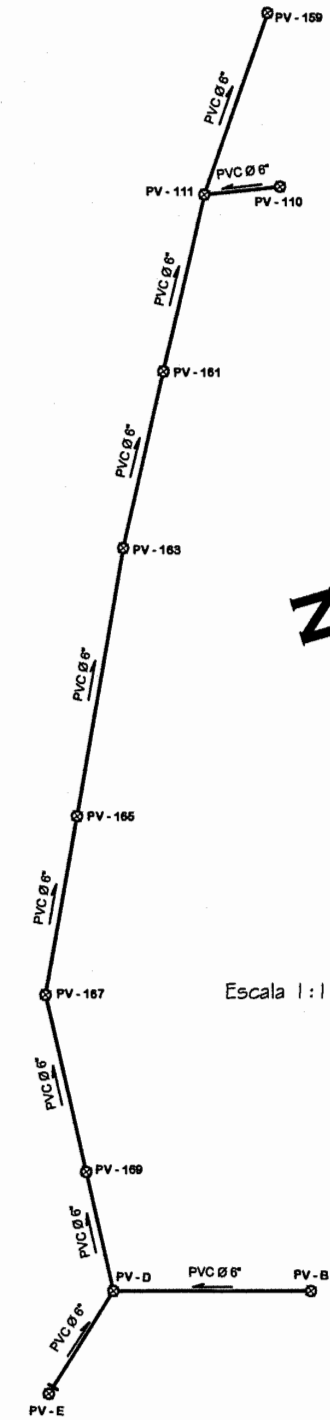
ESC. HORIZONTAL: 1:250

ESC. VERTICAL: 1:125

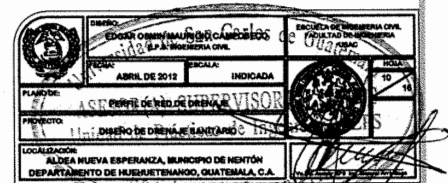
SIMBOLOGIA	
	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

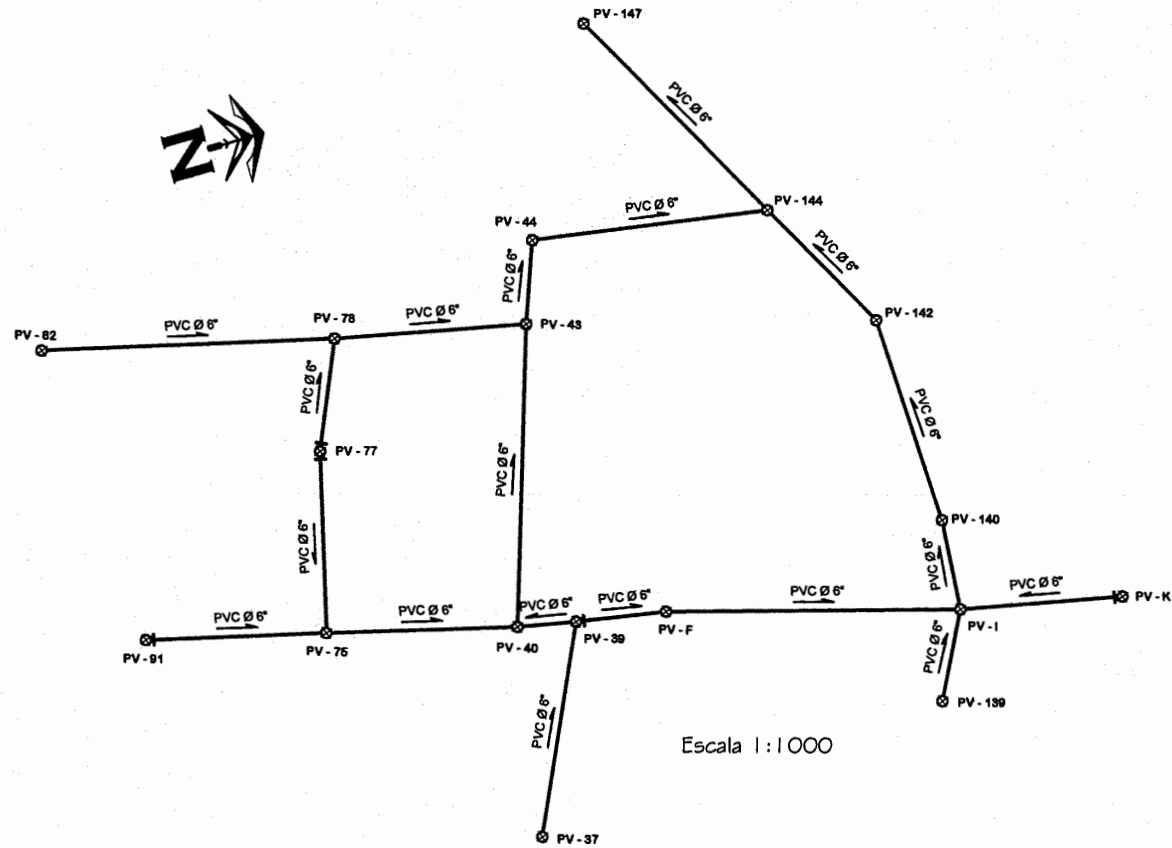
  

COTA GENERAL	
98	
97	
96	
95	
PV-#	PV-#
Cota Terreno Inicial	Cota Terreno Final
Tubos - Ø - (m)	

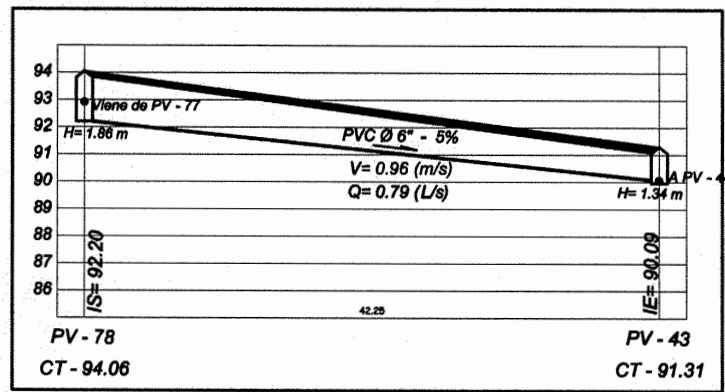


Escala 1:1000



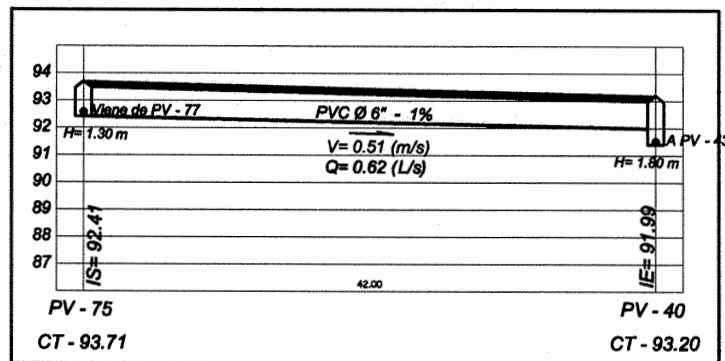


Escala 1:1000



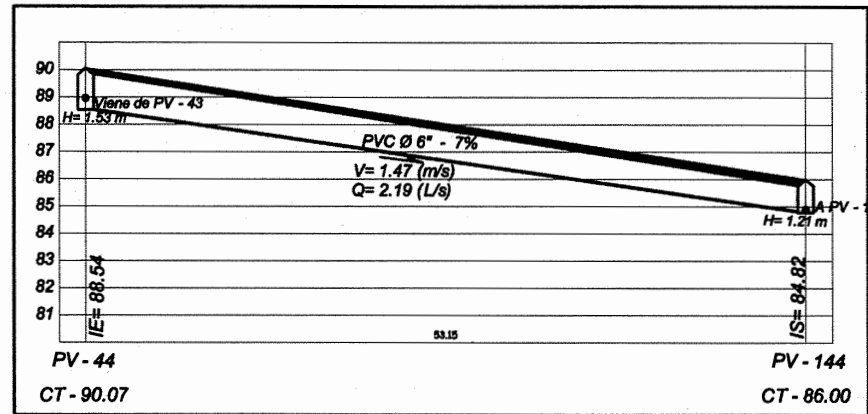
7 Tubos de Ø 6" (42.25 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125



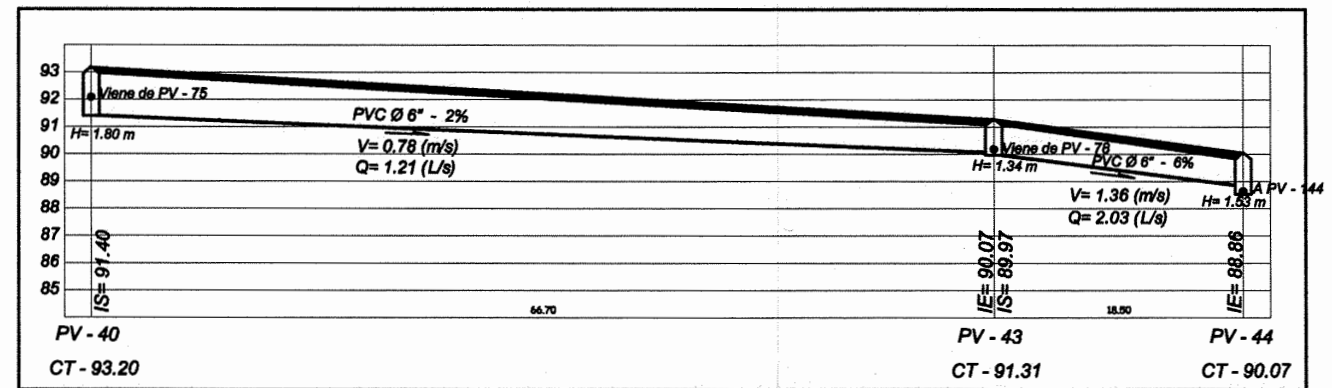
7 Tubos de Ø 6" (42 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125



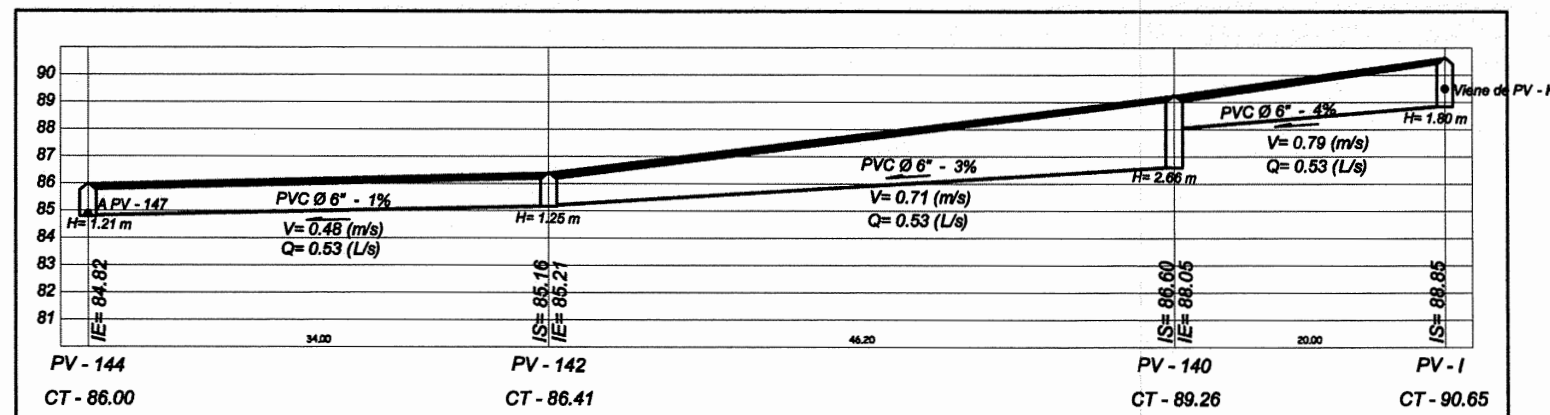
9 Tubos de Ø 6" (53.15 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125



15 Tubos de Ø 6" (85.20 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125



17 Tubos de Ø 6" (100.20 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
ESC. HORIZONTAL: 1:250 ESC. VERTICAL: 1:125

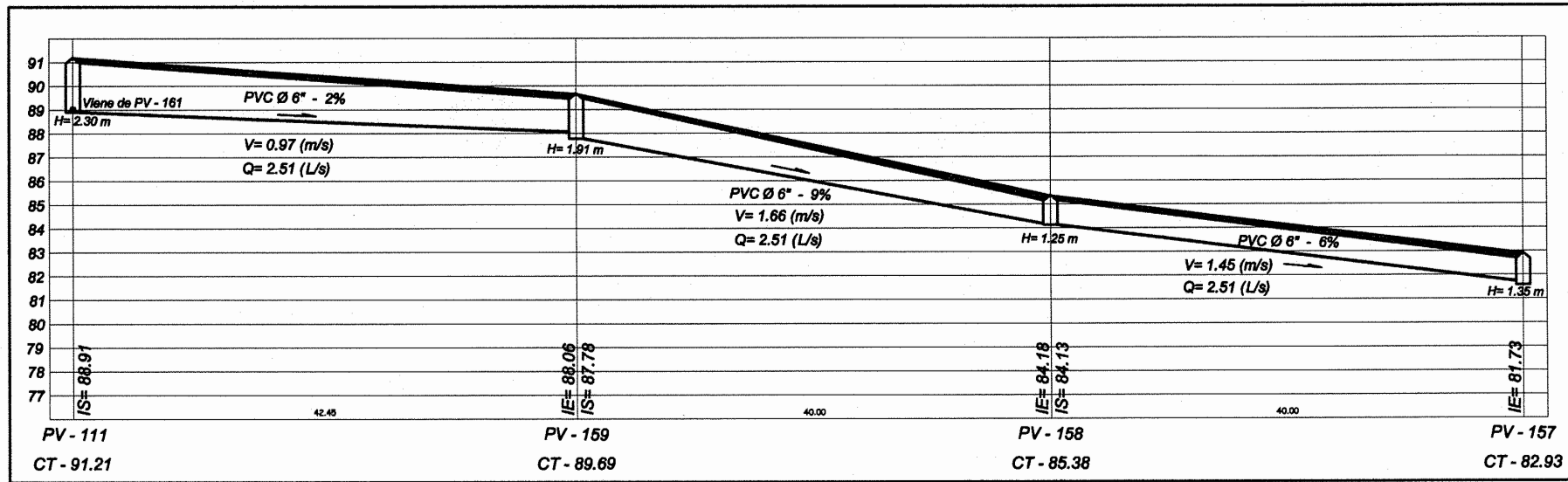
**SIMBOLOGIA**

- Pozo de Visita
- Tramo de Seguirmento
- Tramo Inicial
- $\varnothing$  Diámetro de Tubería
- Dirección de Flujo de Caudal

**COTA GENERAL**

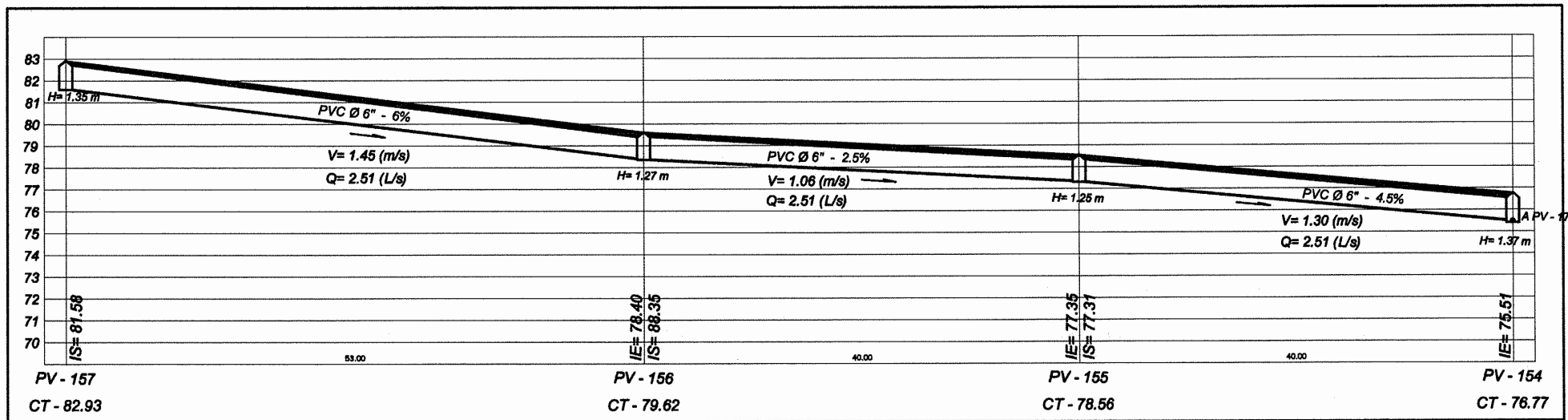
PV-# Cota Terreno Inicial PV-# Cota Terreno Final  
Tubos - Ø - (m)





21 Tubos de Ø 6" (122.45 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
 ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125



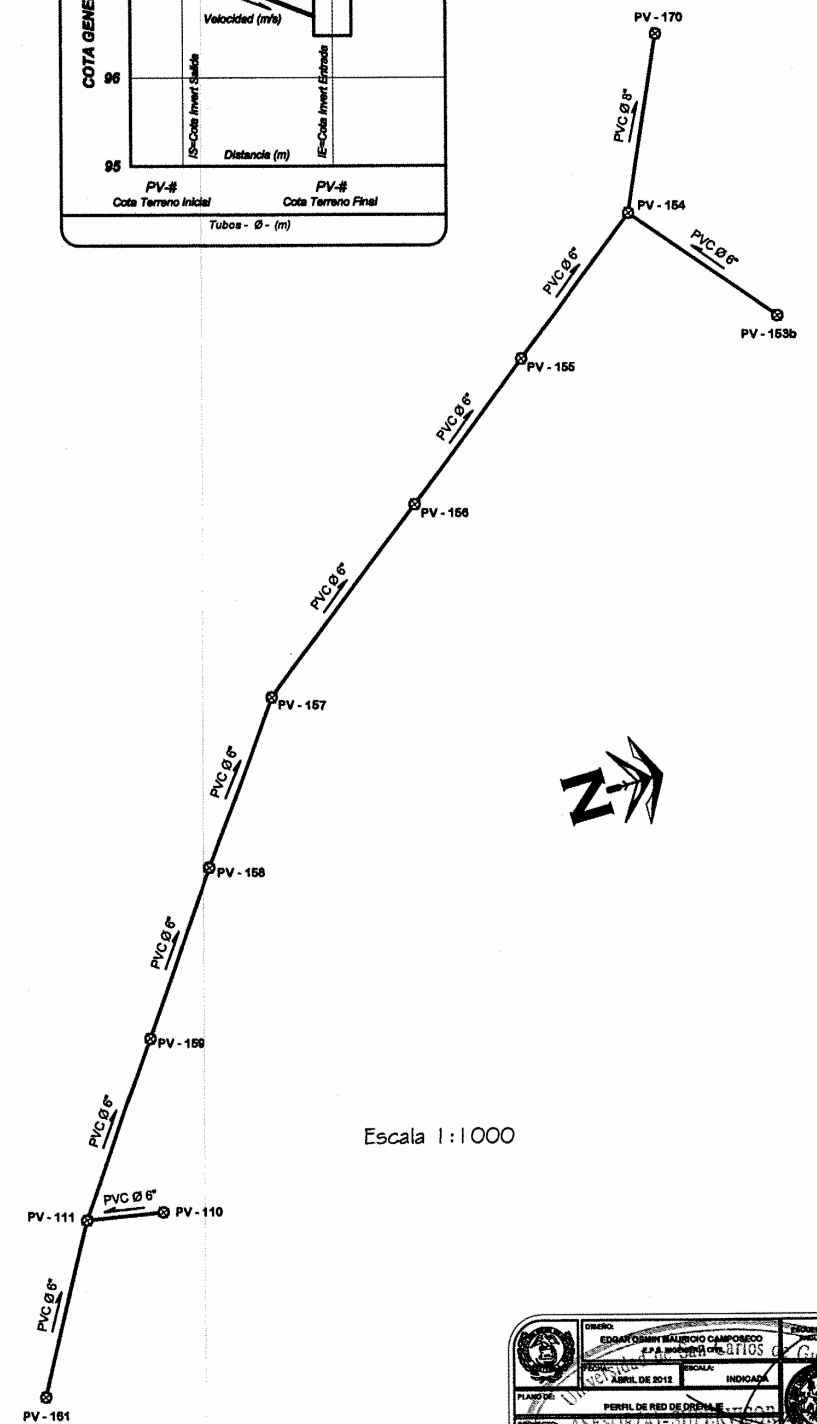
22 Tubos de Ø 6" (133 m)

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
 ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125

SIMBOLOGIA	
	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

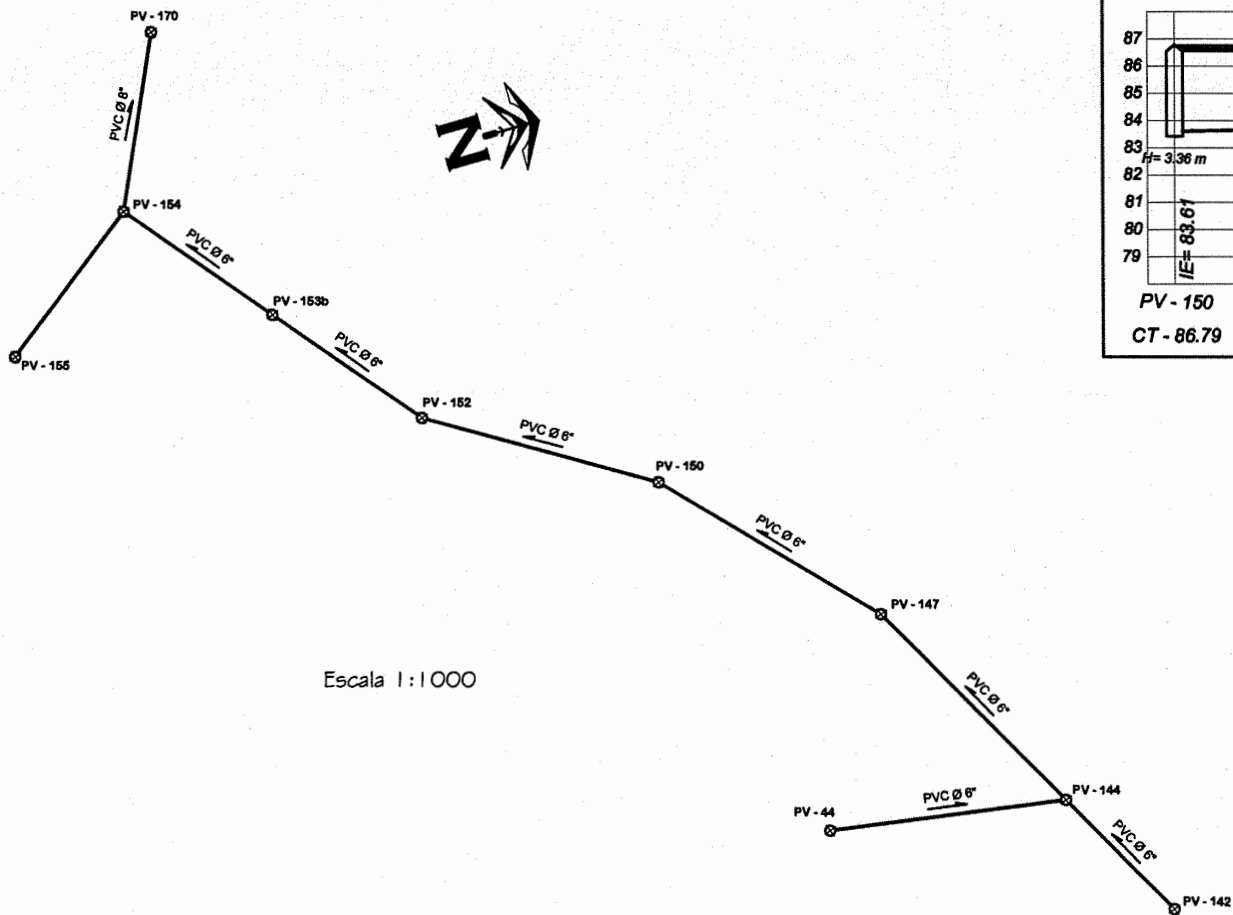
  

COTA GENERAL	
Nivel de Terreno	
PVC Ø - Pendiente%	
Velocidad (m/s)	
IS=Cota Invert Inicial	IE=Cota Invert Final
PV-#	PV-#
Cota Terreno Inicial	Cota Terreno Final
Tubos - Ø - (m)	

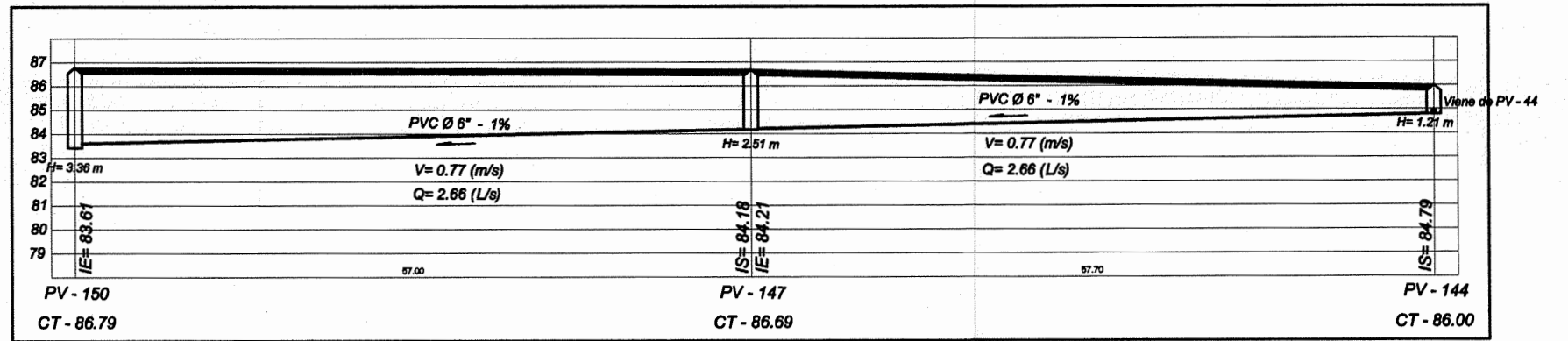


Escala 1:1000

	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INGENIERÍA DE DRENAJE SANITARIO
PLAN DE PERFIL DE RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:1000 FECHA: 15/04/2012
PROYECTO: ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE MENTÓN DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.	



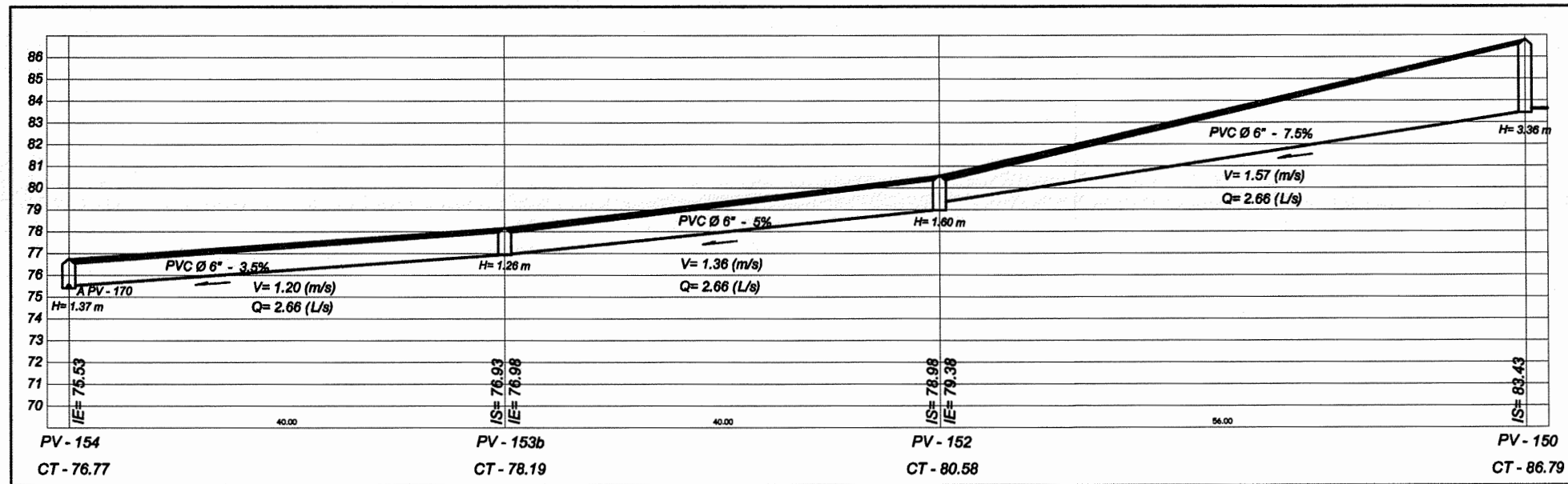
Escala 1:1000



19 Tubos de Ø 6" (114.70 m)

### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125



23 Tubos de Ø 6" (136 m)

### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125

#### SIMBOLOGIA

	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

**COTA GENERAL**

PV-# Cota Terreno Inicial      PV-# Cota Terreno Final

Tubos - Ø - (m)

DISEÑO:

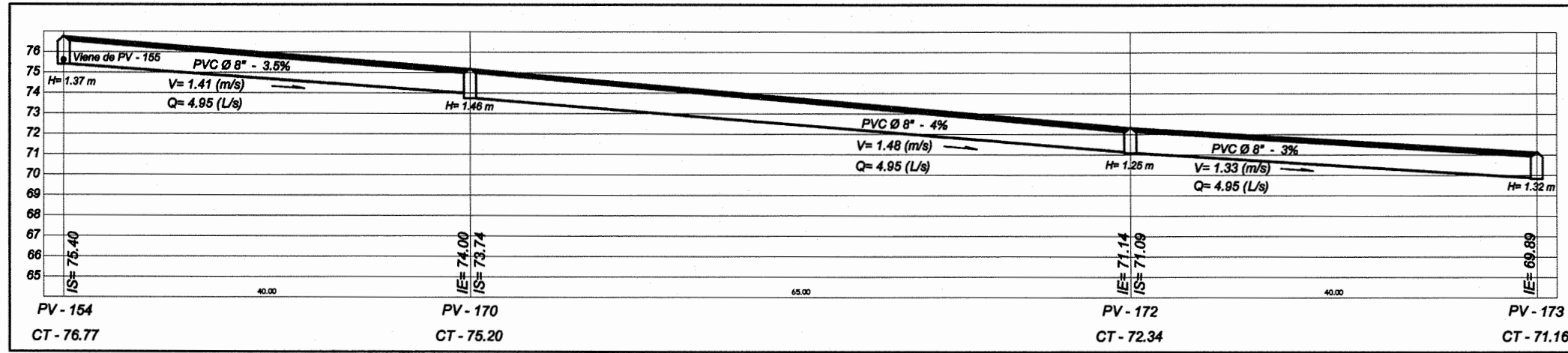
PROYECTO: ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE MENTÓN, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

LOCALIZACIÓN:

ESCALA: ABRIL DE 2012

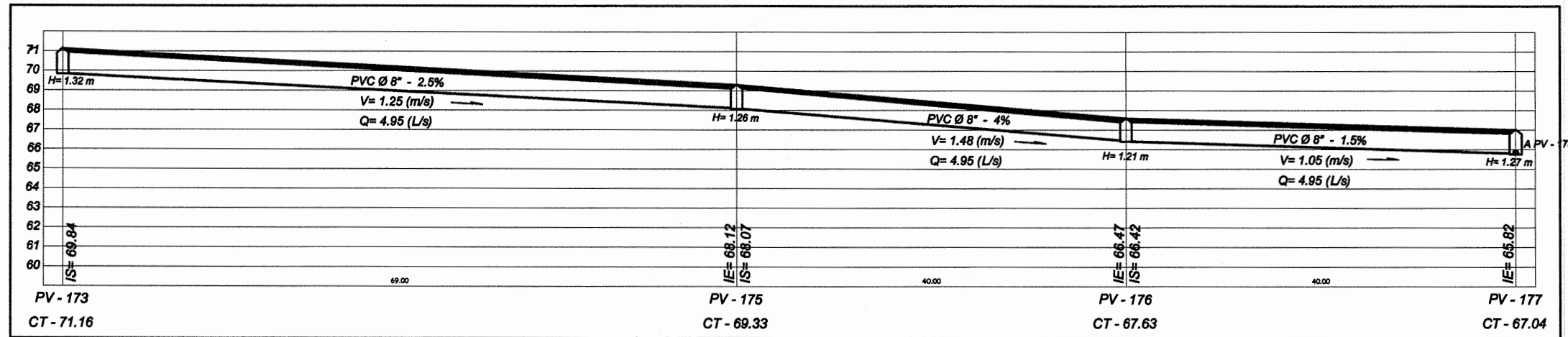
INDICADA:

FACULTAD DE INGENIERÍA



24 Tubos de Ø 8" (145 m)






**PERFIL RED DE DRENAJE**  
 ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125

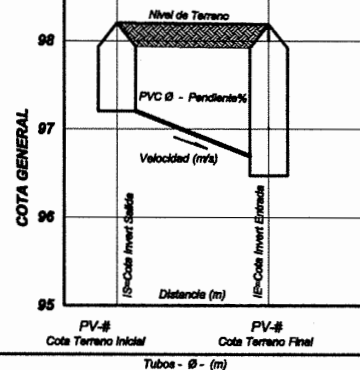
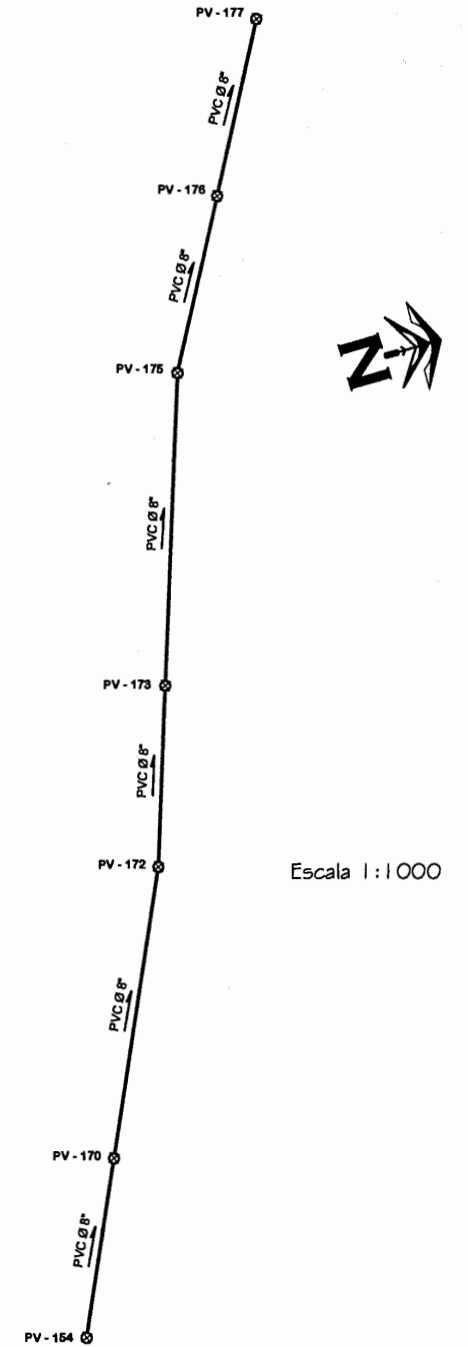


25 Tubos de Ø 8" (149 m)

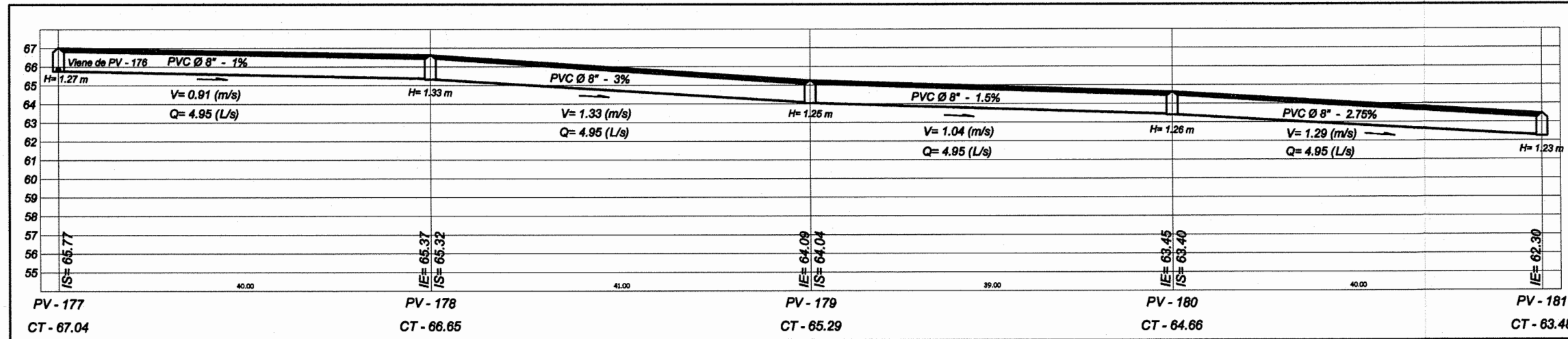

**PERFIL RED DE DRENAJE**  
 ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125

**SIMBOLOGIA**

	Pozo de Visita
	Tramo de Segimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

Municipio de San Carlos de...  
 Ing. Oscar Osorio Campeseo  
 E.P.A. Ingeniería Civil  
 ASESOR  
 ASESOR DE DISEÑO  
 PERFILES DE RED DE DRENAJE  
 PROYECTO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO  
 DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO  
 LOCALIZACIÓN  
 ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE MENTÓN  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERERÍA DE SISTEMAS (I.S.)



27 Tubos de Ø 8" (160 m)

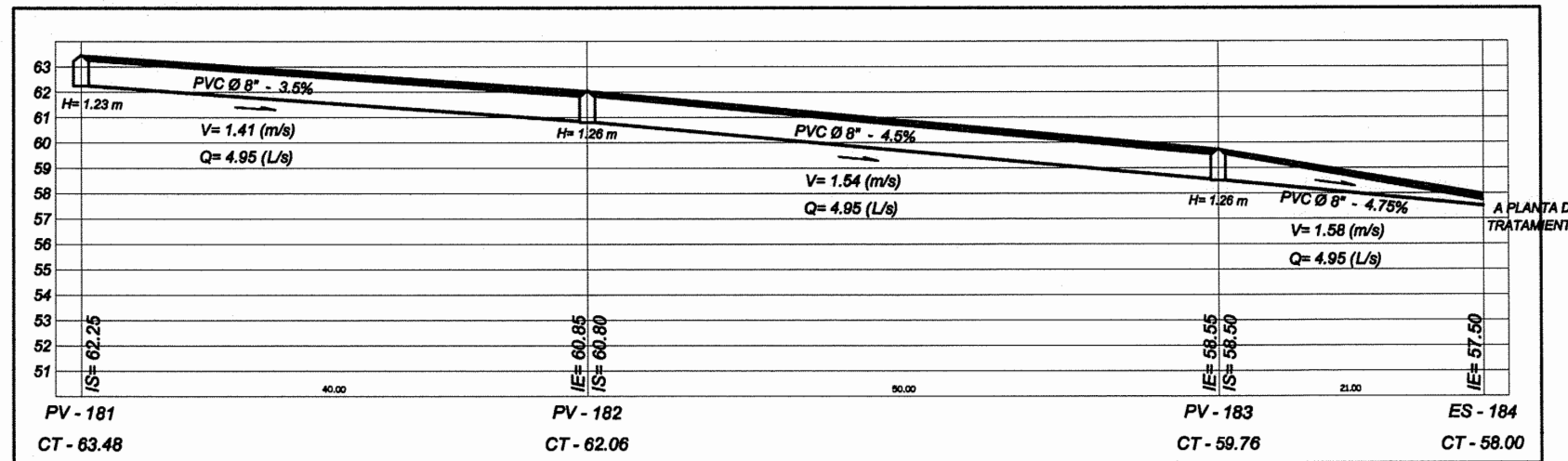
### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125

SIMBOLOGIA	
	Pozo de Visita
	Tramo de Seguimiento
	Tramo Inicial
$\phi$	Diámetro de Tubería
	Dirección de Flujo de Caudal

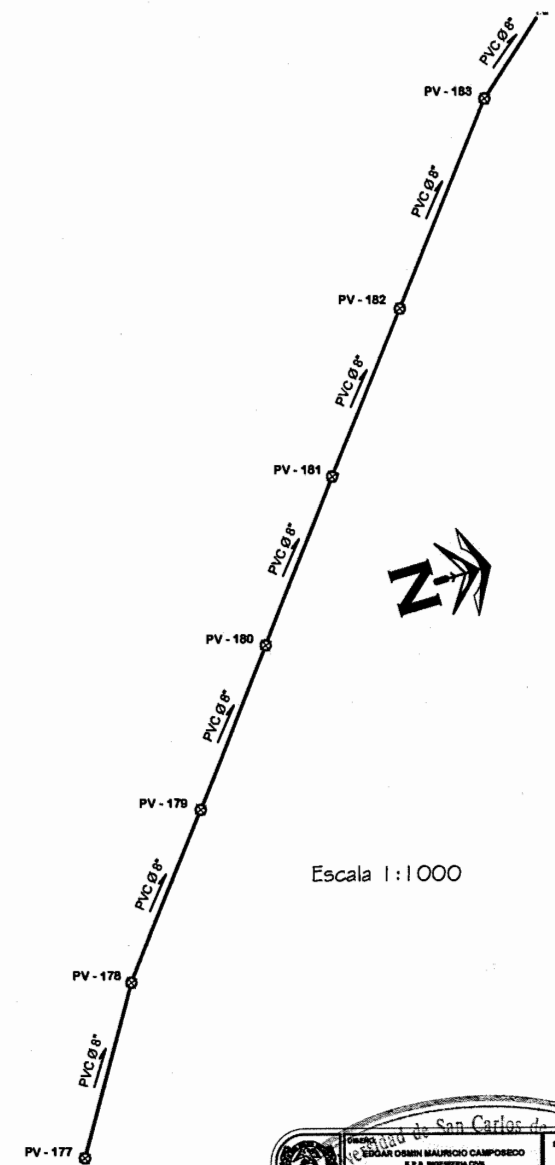
COTA GENERAL	
Nivel de Terreno	
PVC Ø - Pendiente%	
Velocidad (m/s)	
IS - Cota Invert Salida	IE - Cota Invert Entrada
Distancia (m)	
PV-# Cota Terreno Inicial	PV-# Cota Terreno Final
Tubos - Ø - (m)	



19 Tubos de Ø 8" (111 m)

### PERFIL RED DE DRENAJE

ESC. HORIZONTAL: 1:250      ESC. VERTICAL: 1:125



Escala 1:1000

MUNICIPIO DE SAN CARLOS EDUARDO OSORIO MALUCCIO CAMPOSORDO E.P.A. INGENIERIA CIVIL	
PLAN DE PERFILES DE DRENAJE	ESCALA 1:1000
LOCALIDAD: ALDEA NUEVA ESPERANZA, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUATEMALA, G.A.	

