



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE  
VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS, IZABAL**

**Omar Anibal Mazariegos Orozco**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, enero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE  
VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS, IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO**

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
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 DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS, IZABAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 21 de agosto de 2013.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

**Omar Anibal Mazariegos Orozco**





Guatemala, 10 de octubre de 2014  
Ref.EPS.DOC.1051.10.14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

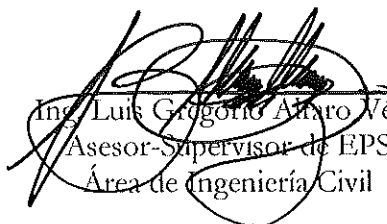
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Omar Anibal Mazariegos Orozco** con carné No. **200915117**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS, IZABAL.**

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. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
LGAV/ra



Guatemala, 11 de noviembre de 2014  
Ref.EPS.D.665.11.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

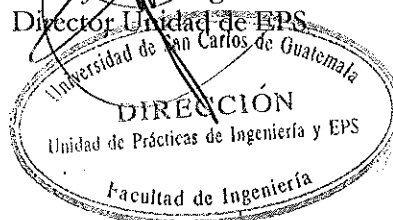
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS, IZABAL**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Omar Anibal Mazatiegos Orozco**, carné **200915117**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



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

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

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
7 de noviembre de 2014

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

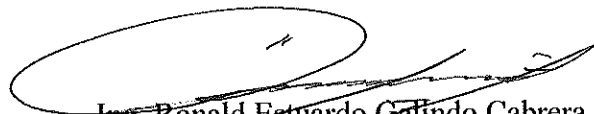
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS, IZABAL,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Omar Anibal Mazariegos Orozco, con Carnet No. 200915117, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

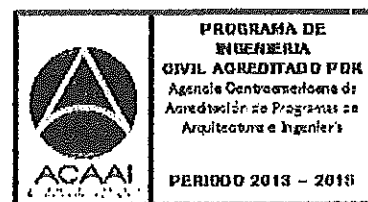
  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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

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

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Omar Anibal Mazariegos Orozco, titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS, IZABAL**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

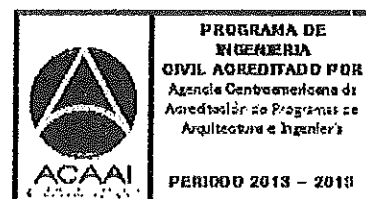
  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2014.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO PUENTE II, EN PUERTO BARRIOS IZABAL**, presentado por el estudiante universitario: **Omar Aníbal Mazariegos Orozco**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, enero 2015

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por permitirme el don de la vida, bendecirme y protegerme en cada momento.
<b>Mi madre</b>	Odeth Elvira Orozco de León, por ser una madre excepcional, por su gran amor, por su esfuerzo y dedicación para apoyarme a cumplir esta meta.
<b>Mi abuelo</b>	Lázaro Martín Orozco Fuentes, por ser un ejemplo de vida, por sus consejos y su gran amor.
<b>Mi abuela</b>	Elvira de León de Orozco, por su amor y cariño incondicional.
<b>Mi tía</b>	Alba Luz Orozco de León, por sus cuidados y apoyo día con día.
<b>Mi hermano</b>	Edwin Raúl Mazariegos Orozco.
<b>Mis primas</b>	Alba Margarita y Zabdy Elvira Velásquez Orozco.
<b>Mi novia</b>	María Jossé Rousselin Reyes.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por guiarme por el buen camino y darme la sabiduría necesaria para poder alcanzar esta meta.
<b>Mi madre</b>	Por hacer de mí un hombre de éxito profesional.
<b>Ing. Luis Gregorio Alfaro</b>	Por su asesoría, consejos y llamadas de atención para poder cumplir esta meta.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por abrir mi mente y darme la enseñanza necesaria para poder ser un profesional de la ingeniería.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por permitirme cumplir uno de mis mayores metas.
<b>Mis amigos</b>	Axel Trujillo, Ernesto Guillen, José Guarcas, Luis Nájera, Mynor Carrillo, Victor Hernández, Aneliz Mota, Rubí Gómez, Evelyn Contreras, por su aprecio y amistad incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.1.1. Ubicación geográfica .....	1
1.1.2. Vías de acceso .....	1
1.1.3. Aspectos climatológicos .....	2
1.1.4. Topografía del municipio .....	2
1.1.5. Actividades socioeconómicas.....	2
1.1.6. Población.....	3
1.1.7. Servicios públicos .....	3
1.1.7.1. Salud .....	3
1.1.7.2. Educación.....	4
1.1.7.3. Transporte y comunicación.....	4
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Puerto Barrios, Izabal.....	4
1.2.1. Descripción de las necesidades .....	5
1.2.2. Priorización de las necesidades .....	5



2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1.	Diseño del edificio municipal .....	7
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	7
2.1.2.	Descripción del área disponible.....	8
2.1.2.1.	Localización del terreno .....	8
2.1.2.2.	Topografía del terreno.....	9
2.1.3.	Estudio de suelos .....	9
2.1.3.1.	Ensayo triaxial .....	9
2.1.3.2.	Ensayo de penetración estándar.....	11
2.1.4.	Normas para el análisis y diseño de edificios para oficinas.....	12
2.1.4.1.	Criterios generales .....	13
2.1.4.2.	Criterios de conjunto .....	13
2.1.4.3.	Criterios de iluminación .....	14
2.1.4.4.	Otros criterios .....	15
2.1.5.	Análisis y diseño arquitectónico .....	16
2.1.5.1.	Ubicación del edificio dentro del terreno.....	16
2.1.5.2.	Altura de la edificación .....	16
2.1.6.	Análisis y diseño estructural.....	17
2.1.6.1.	Información general del proyecto .....	17
2.1.6.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	18
2.1.6.3.	Modelos matemáticos de marcos rígidos.....	20
2.1.6.4.	Cargas de diseño .....	20
2.1.6.4.1.	Cargas verticales en marcos rígidos.....	20

	2.1.6.4.2.	Fuerzas sísmicas módulo A .....	21
	2.1.6.5.	Análisis de marcos rígidos por el método de Kani módulo A .....	31
	2.1.6.6.	Momentos últimos por envolventes de momentos .....	50
	2.1.6.7.	Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos .....	51
	2.1.6.8.	Análisis y diseño de losas módulo A....	54
	2.1.6.8.1.	Losas del nivel 2.....	54
	2.1.6.8.2.	Losas del nivel 1.....	63
	2.1.6.9.	Análisis y diseño de vigas módulo A....	67
	2.1.6.10.	Análisis y diseño de columnas módulo A.....	72
	2.1.6.11.	Análisis y diseño de cimiento.....	80
2.1.7.		Comparación del análisis y diseño estructural con software de diseño ETABS .....	87
2.1.8.		Evaluación de impacto ambiental .....	91
2.1.9.		Cronograma de ejecución.....	93
2.1.10.		Prepuesto .....	94
2.1.11.		Planos constructivos.....	96
2.2.		Diseño de puente vehicular, barrio Puente II.....	97
	2.2.1.	Consideraciones generales .....	97
	2.2.1.1.	Descripción del proyecto .....	97
	2.2.1.2.	Especificaciones de diseño .....	98
	2.2.1.3.	Especificaciones de construcción .....	98
	2.2.1.3.1.	Superestructura .....	98
	2.2.1.3.2.	Subestructura .....	99
2.2.2.		Estudios topográficos .....	100

2.2.3.	Estudios hidrológicos .....	100
2.2.4.	Estudio de suelos .....	102
2.2.5.	Diseño de la estructura .....	105
2.2.5.1.	Consideraciones de diseño .....	105
2.2.6.	Diseño de la superestructura.....	107
2.2.6.1.	Diseño de barandal .....	107
2.2.6.2.	Diseño de la losa.....	114
2.2.6.2.1.	Espesor de la losa.....	114
2.2.6.2.2.	Cálculo de momentos .	114
2.2.6.3.	Cálculo de acero de refuerzo .....	116
2.2.7.	Diseño de vigas.....	119
2.2.7.1.	Cálculo del acero de refuerzo.....	131
2.2.7.2.	Refuerzo adicional.....	132
2.2.7.3.	Acero por corte.....	133
2.2.8.	Diseño de diafragmas .....	135
2.2.9.	Diseño de neopreno .....	139
2.2.10.	Diseño de la subestructura.....	145
2.2.10.1.	Cortina.....	145
2.2.10.2.	Viga de apoyo .....	151
2.2.10.3.	Cimentación .....	155
2.2.11.	Evaluación de impacto ambiental.....	158
2.2.12.	Planos constructivos .....	162
2.2.13.	Presupuesto .....	163
2.2.14.	Cronograma de ejecución .....	164
CONCLUSIONES.....		165
RECOMENDACIONES .....		167
BIBLIOGRAFÍA.....		169
APÉNDICE .....		171

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Localización .....	8
2.	Topografía .....	9
3.	Diagrama de momentos en vigas (carga muerta) marco 1 .....	43
4.	Diagrama de momentos en columnas (carga muerta) marco 1 ...	44
5.	Diagrama de momentos en vigas (carga viva) marco 1 .....	44
6.	Diagrama de momentos en columnas (carga viva) marco 1 .....	45
7.	Diagrama de momentos en vigas por sismo, marco 1 .....	49
8.	Diagrama de momentos en columnas por sismo, marco 1 .....	49
9.	Diagrama de momentos últimos en vigas, marco 1 .....	50
10.	Diagrama de momentos últimos en columnas, marco 1 .....	51
11.	Diagrama de corte último en vigas, marco 1 .....	53
12.	Diagrama de corte último en columnas, marco 1 .....	53
13.	Distribución de losas.....	54
14.	Esquema de momentos dos losas.....	57
15.	Momentos balanceados losas nivel 2 .....	60
16.	Momentos balanceados losas nivel 1 .....	65
17.	Diagrama de momentos en viga AB .....	68
18.	Diagrama de corte en viga AB .....	69
19.	Modelo 3d edificio municipal.....	87
20.	Modelo 3d deformaciones con cargas críticas.....	88
21.	Modelo 3d deformaciones con cargas críticas.....	88
22.	Modelo 3d módulo central.....	89

23.	Modelo 3d módulo central, deformaciones con cargas críticas ....	89
24.	Análisis estructural marco 1 .....	90
25.	Acero requerido marco 1 .....	90
26.	Sección del río.....	100
27.	Perfil del río .....	102
28.	Esquema de puente .....	105
29.	Modelo carga viva .....	106
30.	Tipos de baranda.....	108
31.	Cargas que actúan sobre las barandas para peatones .....	108
32.	Fuerzas de diseño para barandas .....	109
33.	Detalle de poste .....	113
34.	Detalle de losa.....	119
35.	Posición de análisis del vehículo .....	123
36.	Esquema de carga HS-25-44 .....	123
37.	Esquema posición crítica (H).....	124
38.	Corte posición H.....	129
39.	Momento posición H.....	129
40.	Detalle de viga.....	134
41.	Detalle de diafragma exterior .....	137
42.	Detalle de diafragma interior .....	139
43.	Detalle de anclaje y neopreno .....	145
44.	Detalle de cortina y viga de apoyo .....	154
45.	Detalle de pilote.....	158

## TABLAS

I.	Especificaciones técnicas.....	17
II.	Recubrimientos .....	17
III.	Peso total nivel 2 .....	22

IV.	Peso total nivel 1 .....	23
V.	Parámetros de diseño para corte basal .....	23
VI.	Parámetros de diseño para corte basal .....	24
VII.	Peso por nivel .....	27
VIII.	Nivel 2 dirección x.....	30
IX.	Nivel 1 dirección x.....	30
X.	Nivel 2 dirección y.....	31
XI.	Nivel 1 dirección y.....	31
XII.	Segunda iteración, influencias de giro .....	38
XIII.	Tercera iteración, influencias de giro .....	39
XIV.	Cuarta iteración, influencias de giro.....	40
XV.	Quinta iteración, influencias de giro .....	41
XVI.	Sexta iteración, influencias de giro .....	41
XVII.	Influencias de desplazamiento.....	47
XVIII.	Corte en vigas, marco 1.....	52
XIX.	Corte en columnas, marco 1 .....	52
XX.	Sentido de trabajo en losas nivel 2 .....	55
XXI.	Momentos losas en dos sentidos nivel 2 .....	56
XXII.	Momentos en losas armadas en un sentido nivel 2 .....	57
XXIII.	Balance de momentos por rigideces.....	58
XXIV.	Balance de momentos losa 1, nivel 2 .....	59
XXV.	Momentos balanceados, nivel 2 .....	60
XXVI.	Refuerzo en losas nivel 2.....	62
XXVII.	Sentido de trabajo en losas nivel 1 .....	63
XXVIII.	Momentos en losas dos sentidos, nivel 1 .....	63
XXIX.	Momentos en losas un sentido, nivel 1 .....	64
XXX.	Momentos balanceados losas nivel 1 .....	64
XXXI.	Refuerzo en losas nivel 1.....	66
XXXII.	Acero requerido en viga AB .....	70

XXXIII.	Datos de diseño .....	72
XXXIV.	Datos de análisis estructural .....	72
XXXV.	Datos cálculo de $\psi_a$ .....	73
XXXVI.	Datos cálculo de $\psi_b$ .....	73
XXXVII.	Evaluación de impacto ambiental .....	91
XXXVIII.	Cronograma de ejecución edificio municipal .....	93
XXXIX.	Presupuesto .....	94
XL.	Modificadores de carga .....	107
XLI.	Fuerzas de diseño .....	110
XLII.	Esfuerzos cortantes en la viga .....	130
XLIII.	Momentos sobre la viga .....	130
XLIV.	Correlaciones con la resistencia a la penetración estándar .....	155
XLV.	Evaluación de impacto ambiental .....	159
XLVI.	Consideraciones especiales .....	161
XLVII.	Impactos negativos durante la ejecución.....	162
XLVIII.	Presupuesto .....	163
XLIX.	Cronograma de ejecución puente vehicular .....	164

## LISTA DE SÍMBOLOS

@	A cada cierta distancia
<b>b</b>	Ancho del elemento en sección
<b>Φ</b>	Ángulo de fricción interna
<b>A</b>	Área
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>Asmax</b>	Área de acero máximo
<b>Asmin</b>	Área de acero mínimo
<b>Asreq</b>	Área de acero requerida
<b>Ap</b>	Área de punzonamiento
<b>Ag</b>	Área gruesa
<b>At</b>	Área tributaria
<b>P</b>	Carga aplicada a columna
<b>Pu</b>	Carga axial en columna
<b>P'u</b>	Carga de resistencia de columna
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>Wcm</b>	Carga muerta distribuida
<b>Cu</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Wcv</b>	Carga viva distribuida
<b>Cg</b>	Centro de gravedad
<b>Cm</b>	Centro de masa
<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>C</b>	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas



<b>Kx</b>	Coeficiente tomado del diagrama de interacción para el sentido x.
<b>Ky</b>	Coeficiente tomado del diagrama de interacción para el sentido y.
<b>Va</b>	Corte actuante
<b>Vmáx</b>	Corte máximo actuante
<b>pmax</b>	Cuantía de acero máxima
<b>pmin</b>	Cuantía de acero mínima
<b>pbal</b>	Cuantía de acero para falla balanceada
<b>Di</b>	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado.
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>Smin</b>	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo
<b>t</b>	Espesor
<b>e</b>	Excentricidad
<b>ex</b>	Excentricidad en sentido x
<b>ey</b>	Excentricidad en sentido y
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>Nq</b>	Factor de flujo de carga
<b>Nc</b>	Factor de flujo de carga última
<b>Kp</b>	Factor de pandeo de columna
<b>Qn</b>	Fuerza cortante de piso
<b>V</b>	Fuerza de corte
<b>I</b>	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal.
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>L</b>	Longitud del elemento
<b>δ</b>	Magnificador de momentos
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero

<b><math>E_c</math></b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b><math>M</math></b>	Momento
<b><math>M_b</math></b>	Momento balanceado
<b><math>M_n</math></b>	Momento de piso
<b><math>M'_x</math></b>	Momento de trabajo actuante en sentido x
<b><math>M'_y</math></b>	Momento de trabajo actuante en sentido y
<b><math>MF</math></b>	Momento fijo
<b><math>MCM</math></b>	Momento inducido por carga muerta
<b><math>MCV</math></b>	Momento inducido por carga viva
<b><math>M(-)</math></b>	Momento negativo
<b><math>M(+)</math></b>	Momento positivo
<b><math>M_x</math></b>	Momento último actuante en sentido x
<b><math>M_y</math></b>	Momento último actuante en sentido y
<b><math>d</math></b>	Peralte efectivo del elemento en sección
<b><math>P_{col}</math></b>	Peso de columna
<b><math>W</math></b>	Peso distribuido
<b><math>\gamma_c</math></b>	Peso específico del concreto
<b><math>\gamma_s</math></b>	Peso específico del suelo
<b><math>F'_c</math></b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b><math>F_y</math></b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b><math>V_s</math></b>	Resistencia al corte del acero
<b><math>V_c</math></b>	Resistencia al corte del concreto
<b><math>q_d</math></b>	Valor soporte de diseño
<b><math>q_{on}</math></b>	Valor soporte neto último
<b><math>q_o</math></b>	Valor soporte último



## GLOSARIO

<b>AASHTO</b>	Siglas de la American Association State Highway and Transportation Officials.
<b>ACI</b>	American Concrete Institute.
<b>Aproche</b>	Rellenos que conectan a la carretera con el puente.
<b>Bombeo</b>	Pendiente transversal en la carpeta de rodadura que permiten drenar las aguas superficiales.
<b>Carga muerta</b>	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción, sin mayorar.
<b>Carga última</b>	Suma de las cargas, multiplicadas por un factor de amplificación.
<b>Carga viva</b>	Consiste, principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.
<b>Carretera</b>	Ruta de tránsito público dentro los límites del derecho de vía.

<b>Cauce del río</b>	Lecho de un río de distinta forma geométrica.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
<b>Cimientos</b>	Elemento estructural que distribuye las cargas de una superestructura y las transmite directamente al suelo.
<b>Columna</b>	Elemento con una razón entre altura y menor dimensión lateral mayor que 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
<b>Concreto reforzado</b>	Material de construcción obtenido de una mezcla de cemento, arena, grava y agua; como refuerzo se colocan varillas de acero corrugado.
<b>Corte</b>	Es el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción, para utilizarlo en la construcción de terraplenes.
<b>Cuenca</b>	Territorio rodeado de alturas cuyas aguas fluyen al mismo río, lago o mar.
<b>Deflexión</b>	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al presentarse una carga sobre estos.
<b>Diafragmas</b>	Unidades usadas para evitar la deformación de vigas de la superestructura.

<b>Empuje</b>	Fuerza ejercida por el suelo a la estructura.
<b>Especificaciones</b>	Normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto.
<b>Estructura</b>	Ordenamiento de un conjunto de elementos encargado de resistir los efectos de las fuerzas externas de un cuerpo físico. También, se le llama a un sistema de elementos que se combinan de una forma ordenada para cumplir una función determinada.
<b>Excentricidad</b>	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
<b>Fuerza de sismo</b>	Carga que es inducida por un sismo y que provoca esfuerzos en la subestructura.
<b>Impacto ambiental</b>	Conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente, debido a una modificación del entorno natural, como consecuencia de una obra u otra actividad.
<b>Longitud de desarrollo</b>	Longitud embebida en el hormigón que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.
<b>Luz</b>	Distancia horizontal interna, entre dos estribos, entre estribo y pila o entre dos pilas.

<b>Magnificación de momentos</b>	Factor de seguridad obtenido a partir de la evaluación de los efectos de esbeltez de las columnas.
<b>Momento resistente</b>	Es el resultado de multiplicar la fuerza de tensión o la de compresión, por el brazo del par interno.
<b>Momento último</b>	Es el momento resistente afectado por un factor de magnificación, el cual nos asegura que los elementos estructurales son diseñados para soportar las fuerzas internas actuantes con un cierto margen de seguridad.
<b>Neopreno</b>	Material aislante, que sirve para absorber el impacto de movimientos horizontales y rotacionales.
<b>Sobrecarga</b>	Carga adicional a la aplicada, tomada como factor de seguridad.
<b>Socavación</b>	Efecto producido en taludes; generalmente es minado por el agua de abajo hacia arriba.
<b>Subestructura</b>	Conjunto de elementos diseñados para soportar la superestructura del puente y transmitir las cargas al suelo.
<b>Superestructura</b>	Conjunto de elementos diseñados para soportar las cargas de diseño y transmitir las a la subestructura.

<b>Superficie de rodadura</b>	Área destinada a la circulación de vehículos o la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de tránsito.
<b>Tirante</b>	Altura de agua, sobre una sección determinada.
<b>Topografía</b>	Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman “planos topográficos”, y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutarlos “levantamientos topográficos o de planos”
<b>Viga</b>	Miembro horizontal usado principalmente para soportar cargas.
<b>Viga diafragma</b>	Vigas transversales a las vigas longitudinales en la superestructura, para rigidizarla ante cargas laterales.
<b>Volteo</b>	Es el momento de la fuerza horizontal, que tiende a voltear el estribo respecto del borde exterior.
<b>Zapata</b>	Tipo de cimentación superficial adecuado, cuando el terreno tiene propiedades de soporte adecuados.





## **RESUMEN**

Este trabajo de investigación presenta el diseño del edificio municipal de Puerto Barrios y de un puente vehicular para el barrio Puente II de este municipio.

Para la selección de los proyectos se hizo un estudio de prioridad de las necesidades del municipio y con base en este se eligieron los proyectos a desarrollar.

Para el diseño del edificio municipal se utilizó la normativa para análisis sísmico de AGIES y para el diseño estructural se utilizó el código ACI, entre otros. El diseño del edificio municipal será de dos niveles.

Para el diseño del puente vehicular, se atendieron las recomendaciones de la Dirección General de Caminos (DGC.), con las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes y de las normas de la Asociación Oficial Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO). El puente vehicular a diseñado es de 1 vía con una longitud de 25 metros.

Se han planteado las soluciones requeridas de acuerdo a las necesidades y recursos del lugar siguiendo especificaciones técnicas y criterios de ingeniería. Este informe incluye diseños, cálculos, presupuestos y planos de los proyectos ya mencionados.

Con el diseño de estos proyectos, se busca contribuir al desarrollo del municipio de Puerto Barrios y todas las aldeas que lo conformen.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar la estructura del nuevo edificio municipal y un puente vehicular en el barrio Puente II, para el municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal.

### **Específicos**

1. Diseñar un edificio municipal, moderno y funcional, eliminando los problemas actuales de filtraciones, espacio y deterioro del edificio.
2. Proporcionar una distribución de ambientes y oficinas de servicios más ordenada y completa.
3. Promover el desarrollo económico del municipio mejorando la infraestructura del mismo.
4. Establecer una vía de comunicación adecuada y más segura para la población de los barrios Puente II y Puente de Hamaca y comunidades aledañas.
5. Aumentar el comercio reduciendo distancias para transportar sus productos y generando vías alternas de ingreso y egreso del municipio.



## INTRODUCCIÓN

El municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, cuenta con una población de 106 922 habitantes hasta el año 2013 y tiene una extensión territorial de 1 292 kilómetros cuadrados. Representa una de las ciudades portuarias más importantes del país. Las necesidades de infraestructura y desarrollo de proyectos en el municipio han incrementado debido al crecimiento poblacional que se ha dado en los últimos tiempos teniendo una población en el 2002 de 84 725 habitantes, con una razón de crecimiento poblacional de 26,2 % anual.

El proyecto del diseño del nuevo edificio municipal, surge por la necesidad de un mejor lugar de trabajo para los empleados y un establecimiento más cómodo y agradable para los vecinos que visitan la municipalidad, ya que el edificio actual se encuentra en malas condiciones. Este proyecto será de gran beneficio para los habitantes del municipio, el cual podrá satisfacer todas sus necesidades y brindarles todos los servicios que requieran.

El proyecto del diseño del puente vehicular, en el barrio el Puente II, surge debido a la necesidad de tener una vía de comunicación que beneficie a los habitantes de los barrios cercanos; y ayude a trasladarse a través de una ruta más corta y más segura. En la actualidad solo se cuenta con un puente de hamaca, el cual se encuentra en muy mal estado y las personas que hacen uso de él corren peligro de tener accidentes al momento de utilizarlo.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

La fase de investigación consiste en la recopilación de datos del lugar donde se ejecutará el proyecto con el fin de evaluar sus necesidades y plantear los proyectos que se diseñarán.

Se deben investigar aspectos geográficos, climatológicos, sociales, económicos, entre otros.

## **1.1. Generalidades**

Como aspectos generales del lugar donde se lleva a cabo la investigación para la ejecución de los proyectos se deben investigar la ubicación geográfica del lugar, vías de acceso, aspectos climatológicos, etc.

### **1.1.1. Ubicación geográfica**

Puerto Barrios cuenta con un BM (banco de marca) del IGN (Instituto Geográfico Nacional) situado en el parque, con una cota de 0,67 msnm; con coordenadas SNM Latitud 15° 44' 06", Longitud 88° 36' 17".

### **1.1.2. Vías de acceso**

La ciudad de Puerto Barrios se encuentra conectada con la ciudad de Guatemala y el resto del país por medio de la carretera CA-9N, conocida desde hace un tiempo también como carretera Jacobo Árbenz Guzmán.



### **1.1.3. Aspectos climatológicos**

El clima en el área de Puerto Barrios puede designarse como verdaderamente tropical, ya que durante casi todo el año las temperaturas permanecen altas. Es común que durante el día se cuente con una brisa interior. Los principales vientos, fuente de humedad para todo el departamento son los alisios, que soplan hacia el oeste, procedentes del mar Caribe.

Por su ubicación privilegiada son de velocidad moderada. Datos del INSIVUMEH dicen que la temperatura del lugar oscila entre los 24,3 °C a 31,9 °C, humedad relativa del 70 % al 95 % y precipitación promedio de 3 074,70 mm con 174 días de lluvia al año.

### **1.1.4. Topografía del municipio**

La topografía del municipio es muy variada, en la cabecera municipal, Puerto Barrios, es plana y escasa la parte ondulada. En el centro del municipio la altura promedio sobre el nivel del mar es de 0,67 metros, en el barrio Puente II la topografía es ondulada, sin mucha pendiente, su altura máxima registrada es de 50 metros sobre el nivel del mar.

### **1.1.5. Actividades socioeconómicas**

La producción agropecuaria de Puerto Barrios se centra en el cultivo de banano, abacá, maíz, yuca, frijol, arroz y diversas frutas.

En cuestión de trabajos artesanales la ciudad está centrada casi exclusivamente en la creación de redes de pesca y canoas.

### **1.1.6. Población**

Puerto Barrios tiene una población de 81 078 personas, de acuerdo con el censo nacional del 2002. De dicha cantidad el 49,6 por ciento son hombres y 50,4 por ciento son mujeres, mientras que 48 581 viven en área urbana y otros 32 497 lo hacen en el área rural.

### **1.1.7. Servicios públicos**

El municipio de Puerto Barrios cuenta con servicios públicos de baja calidad para los pobladores, se necesita desarrollar proyectos de infraestructura para mejorar la calidad de servicios prestados.

#### **1.1.7.1. Salud**

En cuestión de salud Puerto Barrios cuenta con hospitales y clínicas tanto públicas como privadas.

Entre los hospitales nacionales están:

- Hospital Nacional de la Amistad Japón - Guatemala
- Hospital Nacional Infantil Elisa Martínez
- Hospital del IGSS

Entre los hospitales privados están:

- Hospital Del Carmen
- Hospital Hermano Pedro
- Hospital Nuestra Señora de Guadalupe

- Hospital Belén
- Clínica y Sanatorio La Esperanza

### **1.1.7.2. Educación**

La ciudad cuenta con diversos centros de estudios públicos y privados, del nivel primario y medio. De igual forma cuenta con el Centro Universitario de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CUNIZAB); y también extensiones de universidades privadas del país.

### **1.1.7.3. Transporte y comunicación**

La ciudad cuenta con calles pavimentadas en sus vías y arterias principales; pero de igual forma existen calles de terracería en algunas partes.

Existe un servicio de ferry con rumbo a Livingston y lanchas con distintos destinos en Belice e Izabal. Todos estos centrados en el muelle municipal.

El transporte pesado es común debido a las operaciones de carga y descarga en los buques de los dos puertos, sin embargo no les es permitido movilizarse por calles no autorizadas.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Puerto Barrios, Izabal**

Para realizar la investigación y priorización sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura, se tomó en cuenta la opinión de los habitantes de cada comunidad, el COCODE y autoridades municipales.

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Las necesidades principales por solucionar son:

- Ampliación del sistema de energía eléctrica: no toda la población cuenta con este servicio y el servicio actual es deficiente.
- Mejoramiento de vías de comunicación: las carreteras y pasos peatonales hacia las aldeas se encuentran en malas condiciones.
- Edificio municipal: el edificio actual se encuentra en mal estado y no tiene el tamaño adecuado.
- Alcantarillado sanitario: las aldeas carecen de este servicio, las aguas residuales corren a flor de tierra, provocando la contaminación y enfermedades.
- Pavimentación de calles: actualmente las calles del municipio no están pavimentadas y algunas están dañadas por el paso de vehículos de carga pesada.
- Plantas de tratamiento de agua: los drenajes de las calles van directamente al mar sin tener un tratamiento previo a la descarga.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

De acuerdo a los criterios, que tanto autoridades municipales como COCODE y pobladores expusieran, se priorizan las necesidades de la forma siguiente:

- Construcción de edificio municipal
- Mejoramiento de vías de comunicación
- Plantas de tratamiento
- Alcantarillado sanitario
- Pavimentación de calles
- Ampliación del sistema de energía eléctrica

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

Consiste en el desarrollo de los proyectos en la parte de diseño, en esta se toman los valores y datos provenientes de la fase de investigación y a continuación se procede a realizar el diseño con base en los datos mencionados.

### **2.1. Diseño del edificio municipal**

En este diseño se incluye el análisis por diversas cargas aplicadas, para determinar el tamaño de los elementos estructurales y el refuerzo que deben de colocarse, para garantizar un edificio seguro que cumpla con un período mínimo de vida.

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

El proyecto consiste en la construcción de un edificio para la Municipalidad de Puerto Barrios, Izabal. El proyecto comprenderá el diseño del nuevo edificio, un área de parqueo, áreas verdes y locales comerciales.

La estructura del nuevo edificio municipal se diseñará bajo todas las normas y códigos de construcción vigentes usados en Guatemala, la estructura de concreto armado con base en el código ACI 318S-08 las estructuras de acero en base a las normas AGIES y otros códigos de ingeniería.

Con la realización del proyecto se proporcionará a los empleados un mejor lugar de trabajo, con un ambiente agradable y adecuado para poder servirle de

mejor manera a la población del municipio. El proyecto busca mejorar la atención que se le brinde a la comunidad.

## 2.1.2. Descripción del área disponible

El área disponible para la construcción del edificio es de aproximadamente de 1 manzana, equivalente a unos 7 000 metros cuadrados.

Para la construcción del nuevo edificio se considerará la demolición total del edificio actual.

### 2.1.2.1. Localización del terreno

El terreno está ubicado entre la 5av. y 6av. sobre la 6ª. calle, donde se encuentra el actual edificio municipal.

Figura 1. Localización



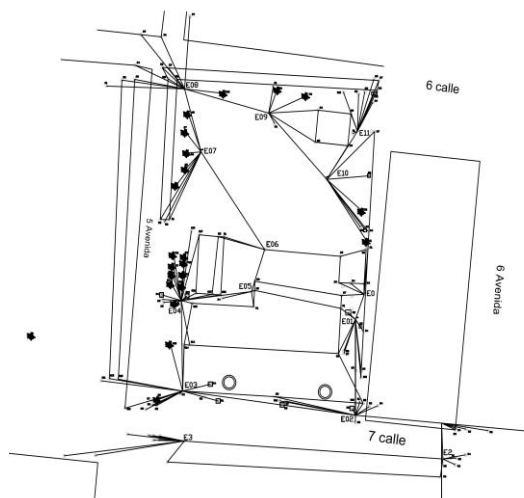
Fuente: <https://www.google.com.gt/maps/place/Puerto+Barrios/@15.7098905,-88.5948373,13z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x8f66d900353cc791:0x9535f528e9809279?hl=es>.

Consulta: 11 de noviembre de 2014.

### 2.1.2.2. Topografía del terreno

La topografía del terreno donde se ubicará el proyecto es plana, libre de maleza y tiene varios puntos de acceso.

Figura 2. Topografía



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.1.3. Estudio de suelos

Es necesario realizar un estudio de suelos en el lugar donde se desea ejecutar el proyecto, para determinar si el suelo disponible tiene la capacidad de soportar el peso de la estructura del edificio.

#### 2.1.3.1. Ensayo triaxial

Para determinar la capacidad de carga se harán nuestros de campo y se analizaran las muestras en un laboratorio especializado.



Desplante	$D = 3,00 \text{ m}$
Base	$B = 1.50 \text{ m}$
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 0,93 \text{ T/m}^2$
Factor de seguridad	$F_s = 3$
$\phi = 9.88^\circ$	$\phi_{\text{rad}} = 0.1724$

- Factor de flujo de carga

$$Nq = \frac{e^{(3/2\pi - \phi_{\text{rad}}) \tan \phi}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$Nq = \frac{e^{(3/2\pi - 0.1724) \tan 9.88}}{2\cos^2(45 + 9.88/2)}$$

$$Nq = 2.66 \text{ T/m}^2$$

- Factor de flujo de carga última

$$Nc = \cot\phi * (Nq - 1)$$

$$Nc = \cot(9.88) * (2.66 - 1)$$

$$Nc = 9.53$$

- Factor de flujo  $N\gamma$

$$N\gamma = 2(Nq + 1)\tan\phi$$

$$N\gamma = 2(2.66 + 1)\tan(9.88)$$

$$N\gamma = 1.27$$

- Valor soporte último ( $q_0$ )

$$q_0 = 0.4 \gamma_{\text{suelo}} * B * N\gamma + 1.3C Nc + \gamma_{\text{suelo}} * D * Nq$$

$$q_0 = 0.4 (0.93)(1.50)(1.27) + 1.3(0)(9.53) + (0.93)(3)(2.66)$$

$$q_0 = 8.13 \text{ T/m}^2$$

- Valor soporte neto

$$q_n = q_0 - \gamma_{\text{suelo}} * D$$

$$q_n = 8.13 - (0.93)(3)$$

$$q_n = 5.34 \text{ T/m}^2$$

- Valor soporte de diseño

$$q_d = \frac{q_n}{F_s}$$

$$q_d = \frac{5.34}{3}$$

$$q_d = 1.78 \text{ T/m}^2$$

### 2.1.3.2. Ensayo de penetración estándar

Para determinar el valor soporte del suelo, se realiza un ensayo en el lugar, donde a través del número de golpes aplicados se determina la capacidad de carga del suelo.

Profundidad = 6m

Tipo de suelo = arcilla

$$N(6m) = 6$$

- Correcciones  $N_{60}$

$$N_{60} = \frac{N nH * nB * nS * nR}{60}$$

$$N_{60} = \frac{6(60\%)(1)(1)(0.95)}{60\%}$$

$$N_{60} = 5.7$$

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{60}}{8}$$

$$\sigma_{adm} = 7.13 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{adm} = \frac{5.7}{8}$$

$$\sigma_{diseño} = \frac{7.13}{3}$$

$$\sigma_{diseño} = 2.34 \text{ T/m}^2$$

- Resistencia a cortante

$$C_u = KN_{60}$$

$$K = 4.40 \text{ kN/m}^2$$

$$C_u = 25.08 \text{ kN/m}^2$$

$$C_u = 2.56 \text{ T/m}^2$$

#### **2.1.4. Normas para el análisis y diseño de edificios para oficinas**

Existen en Guatemala normas y criterios mínimos de diseño, establecidos para garantizar la seguridad estructural y funcionamiento de edificios de acuerdo a su uso y ubicación.

#### **2.1.4.1. Criterios generales**

Dentro de estos se encuentran todos aquellos aspectos importantes que se emplean a la hora de diseñar. Dentro de estos están:

- Ubicación del edificio
- Altura de ventanas
- Distribución de ambientes
- Ventilación
- Ingresos y salidas
- Iluminación
- Color de los acabados, entre otros

#### **2.1.4.2. Criterios de conjunto**

Como parte del diseño de conjunto del edificio, se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Conjunto Arquitectónico: presentan los requisitos que el edificio de la municipalidad debe cumplir para recibir a las personas que se esperan, diseñando el mismo haciendo énfasis en la funcionalidad tomando en cuenta todas las áreas que se utilizarán.
- Emplazamiento: se logra un emplazamiento adecuado del conjunto arquitectónico dentro del terreno cuando el área a construir en planta baja no excede el 40 % del área total del terreno.
- Orientación del edificio: la orientación adecuada en un edificio presenta una serie de beneficios como una iluminación y ventilación óptima.

Una orientación ideal es de norte a sur, teniendo ventanas abiertas en dirección norte.

- Superficie y altura del edificio: por el uso del edificio que se diseña la altura no debe exceder los tres niveles. Las oficinas en donde se dará una atención al público de preferencia deberán ubicarse en el primer nivel. La superficie depende de las necesidades que deban satisfacerse.

#### **2.1.4.3. Criterios de iluminación**

Entre los criterios generales, uno de los más importantes es el de iluminación, ya que se debe cumplir con áreas mínimas de entrada de luz según el área total de la construcción.

- Generalidades de iluminación: todas las áreas del edificio deberán contar con una correcta iluminación, siendo ésta abundante y uniforme. Debe evitarse la proyección de sombras. Teniendo presente lo anterior, es importante tomar en cuenta lo siguiente:
  - o El número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas
  - o Un local pequeño recibe mejor la iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio
  - o Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación
- Tipos de iluminación: la iluminación puede dividirse de acuerdo con su procedencia en natural y artificial.

- o La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para los edificios de oficinas, se describen a continuación:
  - Iluminación natural unilateral: este caso se presenta cuando únicamente un lado del ambiente cuenta con ventanas; estas deben tener un área de 25 a 30 % del área total de piso; el techo y el muro opuesto a la ventana deben ser claros; y el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2,5 veces la altura del muro de ventana.
  - Iluminación natural bilateral: esta se presenta al momento de existir ventanas en las paredes laterales al ambiente; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25 y 30 % del área total de piso.
  - Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del ambiente, para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 al 20 % del área total de piso.
- o Iluminación artificial: este caso debe emplearse cuando sea muy justificado; debe ser difuso, para evitar molestias en la vista; también debe tratarse que sea lo más parecido a la iluminación natural.

#### **2.1.4.4. Otros criterios**

Existen además criterios como la ventilación, el color, confort acústico y visual, los cuales definimos a continuación:

- Ventilación: la cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de las actividades administrativas.
- Criterios de color: desde el punto de vista físico, el color de los ambientes optimiza la iluminación de los mismos; desde el punto de vista psicológico, los colores influyen en el estado de ánimo del usuario.
- Confort acústico: es importante que en un edificio de oficinas exista confort acústico, ya que éste influye grandemente en el estado anímico y el grado de concentración en las actividades administrativas.

### **2.1.5. Análisis y diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico del edificio incluye la distribución de ambientes según el uso de la edificación tomando en cuenta aspectos como áreas de estacionamiento, salas de estar, oficinas y otros.

#### **2.1.5.1. Ubicación del edificio dentro del terreno**

Para ubicar el edificio dentro del terreno, es necesario realizar un levantamiento topográfico, que nos permitirá proporcionar el diseño al área disponible. Se debe considerar la orientación del edificio con respecto a calles principales y vías de acceso al lugar.

#### **2.1.5.2. Altura de la edificación**

La altura del edificio es de 4,50 metros el primer nivel, 4,50 metros el segundo nivel y 1,50 metros de desplante de cimentación; quedando una altura total de 10,50 metros.

Debido al clima del lugar, es recomendable dejar entrepisos con una altura mayor a 4 metros, por temas de ventilación y circulación de aire.

### **2.1.6. Análisis y diseño estructural**

En el diseño estructural se toma en cuenta las reacciones de los elementos al momento de ser sometidos a distintos tipos de carga y de acuerdo a los valores obtenidos en este análisis se hará un diseño que soporte las cargas aplicadas.

#### **2.1.6.1. Información general del proyecto**

Proyecto: Edificio Municipal, Municipalidad de Puerto Barrios

Ubicación: Puerto Barrios, Izabal

Tabla I. **Especificaciones técnicas**

Resistencia del concreto	$F'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del acero	$Fy$ 4210 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del concreto	$\gamma_c$ 2400 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del suelo	$\gamma_s$ 0.93 T/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Recubrimientos**

Cimentación	0.075 m
Columnas	0.04 m
Vigas	0.04 m
Losas	0.025 m

Fuente: elaboración propia.



- Estudio de suelos
  - o Valor soporte del suelo:  $Q_d = 1.78 \text{ T/m}^2$
  - o Sistema estructural: E1
  
- Códigos de diseño
  - o Concreto: ACI 318S-08
  - o Análisis sísmico: NSE 3, edición 2010 de AGIES
  
- Métodos de análisis
  - o Análisis estructural: método de Kani
  - o Análisis sísmico: método de la carga sísmica equivalente
  
- Análisis por computadora
  - o Software de diseño: ETABS versión 9.5
  - o Software de diseño: SAP versión 12

### **2.1.6.2. Predimensionamiento de elementos estructurales**

Es necesario predimensionar con el fin de establecer un parámetro inicial para el diseño de los elementos estructurales, si durante la etapa de diseño los elementos no satisfacen la resistencia demandada en el análisis estructural será necesario rediseñar los elementos, dando así origen a un nuevo ciclo de análisis y diseño. Se deben realizar la cantidad de ciclos de análisis y diseño que fueren necesarios hasta llegar a la resistencia demandada.

- Predimensionamiento de losas

Se calculó el espesor utilizando la siguiente fórmula:

$$t = \frac{2(a+b)}{180}$$

donde:

t = espesor de losa

a= sentido corto de la losa

b= sentido largo de la losa

a = 7.70 m

b = 3.85 m

$$t = \frac{2(7.70 + 3.85)}{180} = 0.12$$

El espesor propuesto es de 12 cm.

- Vigas

Las dimensiones de la viga se calcularon con las ecuaciones siguientes

$$H_v = 0.08 L$$

$$B_v = \frac{h_v}{2}$$

donde:

$H_v$  = peralte de la viga

$B_v$  = base de la viga

$L$  = luz efectiva entre apoyos

### **2.1.6.3. Modelos matemáticos de marcos rígidos**

Los modelos matemáticos representan gráficamente la geometría de una estructura, de igual forma las cargas aplicadas sobre esta. Dichos modelos son útiles para realizar un análisis estructural.

### **2.1.6.4. Cargas de diseño**

Las estructuras se encuentran sometidas a cargas de distinta magnitud, dirección y variación. De acuerdo con la dirección en que éstas son aplicadas pueden ser verticales u horizontales. Existen otro tipo de cargas que no se considerarán ya que es muy complejo desarrollar modelos matemáticos aplicables.

#### **2.1.6.4.1. Cargas verticales en marcos rígidos**

Estas cargas también se conocen como cargas gravitacionales, su componente de acción siempre está en sentido vertical siendo las principales cargas las siguientes:

- Carga viva:

Son no permanentes aplicadas en la estructura. Tanto la magnitud como la distribución pueden presentarse inciertas para este tipo de carga. Las máximas intensidades no se conocen con precisión.

- o Oficinas =  $250 \text{ kg/m}^2$
- o Pasillos =  $300 \text{ kg/m}^2$
- o Balcones =  $500 \text{ kg/m}^2$
- o Escaleras =  $300 \text{ kg/m}^2$

- Carga muerta:

Son permanentes, están en función del peso de los elementos estructurales y de aquellos que actúan de forma permanente sobre la estructura.

- o Peso del concreto =  $2400 \text{ kg/m}^3$
- o Piso =  $40 \text{ kg/m}^2$
- o Cielo =  $10 \text{ kg/m}^2$
- o Tabiques =  $20 \text{ kg/m}^2$
- o Pañuelos =  $20 \text{ kg/m}^2$

#### **2.1.6.4.2. Fuerzas sísmicas módulo A**

Las fuerzas horizontales que se presentan en la estructura debido a carga sísmica se determinaron de acuerdo con las especificaciones de la Agencia Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

- Calculo de corte basal ( $V_b$ )

$$V_b = C_s * W_s$$

$$W_s = W_m + 25\% W_v$$

$W_s$  = peso total del edificio

$W_m$  = peso carga muerta

$C_s$  = coeficiente sísmico de diseño

$W_v$  = peso carga viva

- Integración de cargas

Nivel 2

Peso columnas  $= (0.40 * 0.40 * 4.50) (2400) (23) = 39\ 744.00$  kg

Peso vigas principales  $= (276.95) (0.65 * 0.30 * 2400) = 129\ 612.60$  kg

Peso vigas secundarias  $= (99.00) (0.50 * 0.25 * 2400) = 29\ 700.00$  kg

Peso losas  $= (0.13 * 2400) (871.50) = 271\ 908.00$  kg

Peso acabados  $= (70) (871.50) = 43\ 595.00$  kg

Peso carga viva  $= 0.25 (100) (871.50) = 21\ 787.50$  kg

Tabla III. **Peso total nivel 2**

Carga muerta	
Columnas	39 744.00
Vigas	129 612.00
Vigas	29 700.00
Losas	271 908.00
Acabados	43 595.00
Carga Viva	
	21 787.50
TOTAL Cv+Cm	
	536 347.10 kg

Fuente: elaboración propia.

Nivel 1

Peso columnas= $(0.40 \times 0.40 \times 6.00)(2400)(23)=52\,992.00$  kg

Peso vigas principales= $(276.95)(0.65 \times 0.30 \times 2400)=129\,612.60$  kg

Peso vigas secundarias = $(99.00)(0.50 \times 0.25 \times 2400)=29\,700.00$  kg

Peso losas =  $(0.13 \times 2400)(871.50)=271\,908.00$  kg

Peso acabados = $(70)(871.50)=43\,595.00$  kg

Peso carga viva = $0.25(300)(871.50)=65\,362.50$  kg

Tabla IV. **Peso total nivel 1**

Carga muerta	
Columnas	52 992.00
Vigas	129 612.00
Vigas	29 700.00
Losas	271 908.00
Acabados	43 595.00
Carga Viva	
	65 362.50
TOTAL Cv+Cm	
	593 170.10 kg

Fuente: elaboración propia.

Peso total de la estructura =  $536\,347.10 + 593\,170.10 = 1\,129\,517.20$  kg

Tabla V. **Parámetros de diseño para corte basal**

Parámetros de diseño AGIES	
Índice de sismicidad (I <sub>o</sub> )	4
Nivel mínimo de protección	D
Clasificación de sitio	D
Tipo de sismo	Severo
Proximidad de la falla	10 km
Tipo de fuente sísmica	B

Fuente: NSE-3, AGIES 2010, p. 46.

El coeficiente sísmico de diseño se determina empleando la siguiente ecuación:

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

donde:

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

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

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

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

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

$$S_{cs} = (1.30)(1.00)(1.00) = 1.30$$

$$S_{1s} = (0.50)(1.50)(1.00) = 0.75$$

$$S_{cd} = (0.80)(1.30) = 1.04$$

$$S_{1d} = 0.60$$

Tabla VI. **Parámetros de diseño para corte basal**

Scr	1.30
S1r	0.50
Fa	1.00
Fv	1.50
Na	1.00
Nv	1.00
Kd	0.80
R	8
Sistema estructural	E1

Fuente: NSE-3, AGIES 2010, p, 65.

$$T_s = \frac{S_1 S}{S_{cs}}$$

$$T_s = \frac{0.75}{1.30} = 0.5769 \text{ s}$$

$$T_a = K T (h_n)^X$$

$$T_a = T$$

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

$$K T = 0.049$$

$$X = 0.75$$

$$T_a = 0.049 (10.50)^{0.75}$$

$$T_a = 0.2858 \text{ s}$$

$$T_s = 0.5769 \text{ s}$$

$$T \leq T_s \rightarrow S_a(T) = S_{cd}$$

$$S_{cd} = 1.04$$

Se utiliza para el cálculo  $S_a(T) = 1.04$

$$C_s = \frac{1.04}{8} = 0.13$$

$$V_b = 0.13 (1\ 129\ 517.20) = 146\ 837.24 \text{ kg}$$

- Distribución vertical de las fuerzas sísmicas

Para la distribución de las fuerzas se utilizan las siguientes fórmulas de acuerdo con AGIES 2010.



$$F_x = C_x V_x$$

$$C_x = \frac{W_x * h_x^k}{\sum(w_i * h_i^k)}$$

donde:

$F_x$  = Cortante de cedencia en el nivel  $x$

$h_x$  = altura del nivel  $x$  sobre la base

$k=1$  para  $T \leq 0.5$  s

$k=0.5+0.75Ts$  para  $0.5 < T \leq 2.5$  s

$k=2$  para  $T > 2.5$  s

$$T=0.2858 \text{ s} \rightarrow K=1$$

$W_i$  = peso efectivo del nivel

$h_i$  = altura total del edificio

- Determinación del peso por nivel

$$W_{n2} = (0.40 * 0.40 * 2.25 * 2400 * 23) + 129612.60 + 29700 + 271908 + 43595 + 21787.50$$

$$W_{n2} = 516\,475.10 \text{ kg}$$

$$W_{n1} = (0.40 * 0.40 * 8.25 * 2400 * 23) + 129612.60 + 29700 + 271908 + 43595 + 65362.50$$

$$W_{n1} = 613\,042.10 \text{ kg}$$

Tabla VII. **Peso por nivel**

Nivel	hx(m)	Wx (kg)	k	hx <sup>k</sup>	wxhx <sup>k</sup>
2	10.50	516 475.10	1	10.50	5 422 988.55
1	6.00	613 042.10	1	6.00	3 678 252.60
Σ		1 129 517.20		Σ	9 101 241.15

Fuente: elaboración propia.

$$Cx \text{ nivel } 2 = \frac{5\,422\,988.55}{9\,101\,241.15} = 0.59$$

$$Cx \text{ nivel } 1 = \frac{3\,678\,252.60}{9\,101\,241.15} = 0.41$$

$$Fx \text{ nivel } 2 = 0.59 (146\,837.24) = 86\,633.97 \text{ kg}$$

$$Fx \text{ nivel } 1 = 0.41 (146\,837.24) = 60\,203.27 \text{ kg}$$

$$Fx = 86\,633.97 + 60\,203.27 = 146\,837.24 \text{ kg}$$

- Fuerzas por marco

Se utilizan las siguientes fórmulas:

$$FM = FM' + FM''$$

donde:

$$FM' = \frac{R * Fni}{\Sigma Ri} \quad y \quad FM'' = \frac{e * Fni}{\Sigma \left( \frac{Ri * di^2}{Ri * di} \right)}$$

$$e = Cm - Cr$$

$e_{\min} = 0.05 * (\text{altura del edificio})$

Ri = Rigidez del marco

Di = Distancia de Cr a marco considerado

e = excentricidad

Cm = centro de masa

Cr = centro de rigidez

- Excentricidad de diseño

- o Centro de masa

$$cm_x = \frac{\sum_i m_i x_i}{\sum_i m_i}$$

$$cm_y = \frac{\sum_i m_i y_i}{\sum_i m_i}$$

- Columnas

$$M_{\text{eje1}} = 4(0.40 \cdot 0.40 \cdot 10.50)(2400) = 16\,128.00 \text{ kg}$$

$$M_{\text{eje1}} = M_{\text{eje2}} = M_{\text{eje3}} = M_{\text{eje4}} = M_{\text{eje5}}$$

$$M_{\text{eje5a}} = 1(0.40 \cdot 0.40 \cdot 10.50)(2400) = 4\,032.00 \text{ kg}$$

$$M_{\text{eje5a}} = M_{\text{eje6}}$$

$$M_{\text{eje a}} = 6(0.40 \cdot 0.40 \cdot 10.50)(2400) = 24\,192.00 \text{ kg}$$

$$M_{\text{eje a}} = M_{\text{eje b}}$$

$$M_{\text{eje c}} = M_{\text{eje d}}$$

$$M_{\text{eje c}} = 5(0.40 \cdot 0.40 \cdot 10.50)(2400) = 20\,160.00 \text{ kg}$$

- Losas

$$M_{\text{eje}_{1-2}} = (7.7 \cdot 24.8 \cdot 0.13) \cdot 2400 = 59\,579.52 \text{ kg}$$

$$M_{\text{eje}_{1-2}} = M_{\text{eje}_{2-3}} = M_{\text{eje}_{3-4}} = M_{\text{eje}_{4-5}}$$

$$M_{eje_{5-6}} = (0.5 * 24.8 * 7.23)(0.13)(2400) = 27\,971.42 \text{ kg}$$

$$Cm_x = 17.27 \text{ m}$$

$$Cm_y = 12.69 \text{ m}$$

- o Centro de rigidez

$$X_0 = \frac{\sum K_{ix} * d_{ix}}{\sum K_{iy}}$$

$$Y_0 = \frac{\sum K_{iy} * d_{iy}}{\sum K_{ix}}$$

$$K_{col} = \frac{EBL}{H \left[ \left( \frac{H}{L} \right)^2 + 3 \right]}$$

$$K_{col \ x} = 0.016E$$

$$K_{col \ y} = 0.016E$$

$$X_0 = \frac{379.89 (0.016E)}{22(0.016E)} = 17.27 \text{ m}$$

$$Y_0 = \frac{269.50 (0.016E)}{22(0.016E)} = 12.25 \text{ m}$$

- Excentricidad de diseño

$$ed = 1.50 \text{ e real} + 5\% B$$

$$e_{\text{real}} = cm - cr$$

B = base perpendicular a la fuerza considerada

$$e_{\text{real}_x} = cm_x - X_0$$

$$e_{real_x} = 17.27 - 17.27 = 0$$

$$e_{real_y} = c_{m_y} - Y_0$$

$$e_{real_y} = 12.69 - 12.25 = 0.44$$

$$B_x = 38.33 \text{ m}$$

$$B_y = 25.10 \text{ m}$$

$$ed_x = 1.5(0) + 0.05(38.33) = 1.92 \text{ m}$$

$$ed_y = 1.5(0.44) + 0.05(25.10) = 1.91 \text{ m}$$

Tabla VIII. Nivel 2 dirección x

MARCO	Col.	Kcol	r1	d1	r1d1	(r1d1)2	fm'	fm''	fm marco
A	6	4042.74	24256.45	1085.00	26318245.53	6.93E+14	22600.17	0.29	22600.46
B	6	4042.74	24256.45	345.00	8368474.38	7.00E+13	22600.17	0.09	22600.26
C	6	4042.74	24256.45	-455.00	-11036683.61	1.22E+14	22600.17	-0.12	22600.04
D	5	4042.74	20213.71	-1225.00	-24761790.15	6.13E+14	18833.47	-0.28	18833.20
			<b>Σ 92983.05</b>			<b>Σ 1.50E+15</b>		<b>Σ</b>	<b>86633.96</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Nivel 1 dirección x

MARCO	Col.	Kcol	r1	d1	r1d1	(r1d1)2	fm'	fm''	fm marco
A	6	4042.74	24256.45	1085.00	26318245.53	6.93E+14	15705.20	0.20	15705.40
B	6	4042.74	24256.45	345.00	8368474.38	7.00E+13	15705.20	0.06	15705.27
C	6	4042.74	24256.45	-455.00	-11036683.61	1.22E+14	15705.20	-0.09	15705.12
D	5	4042.74	20213.71	-1225.00	-24761790.15	6.13E+14	13087.67	-0.19	13087.48
			<b>Σ 92983.05</b>			<b>Σ 1.50E+15</b>		<b>Σ</b>	<b>60203.26</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Nivel 2 dirección y

MARCO	No. Col.	kcol	r1	d1	r1d1	(r1d1)2	fm'	fm''	fm marco
1	4	4042.74	16170.96	17.27	279272.57	7.80E+10	15066.78	21.43	15088.21
2	4	4042.74	16170.96	9.57	154756.13	2.39E+10	15066.78	11.88	15078.65
3	4	4042.74	16170.96	1.87	30239.70	9.14E+08	15066.78	2.32	15069.10
4	4	4042.74	16170.96	-5.83	-94276.73	8.89E+09	15066.78	-7.23	15059.54
5	4	4042.74	16170.96	-13.53	-218793.16	4.79E+10	15066.78	-16.79	15049.99
6	3	4042.74	12128.22	-19.71	-239047.29	5.71E+10	11300.08	-18.34	11281.74
		$\Sigma$	<b>92983.05</b>		$\Sigma$	<b>2.17E+11</b>		$\Sigma$	<b>86627.23</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Nivel 1 dirección y

MARCO	No. Col.	kcol	r1	d1	r1d1	(r1d1)2	fm'	fm''	fm marco
1	4	4042.74	16170.96	17.27	279272.57	7.80E+10	10470.13	14.89	10485.03
2	4	4042.74	16170.96	9.57	154756.13	2.39E+10	10470.13	8.25	10478.39
3	4	4042.74	16170.96	1.87	30239.70	9.14E+08	10470.13	1.61	10471.75
4	4	4042.74	16170.96	-5.83	-94276.73	8.89E+09	10470.13	-5.03	10465.11
5	4	4042.74	16170.96	-13.53	-218793.16	4.79E+10	10470.13	-11.67	10458.47
6	3	4042.74	12128.22	-19.71	-239047.29	5.71E+10	7852.60	-12.75	7839.85
		$\Sigma$	<b>92983.05</b>		$\Sigma$	<b>2.17E+11</b>		$\Sigma$	<b>60198.59</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6.5. Análisis de marcos rígidos por el método de Kani módulo A

El método de Kani es uno de los más exactos para el análisis de estructuras. El análisis por medio del método de Kani se realiza de la siguiente manera:

- Momentos fijos ( $MF_{ik}$ ), para cargas verticales

$$MF_{ik} = \pm \frac{WL^2}{12}$$

- Rigidez ( $K_{ik}$ )

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

donde:

$I$  = Inercia del elemento

$L_{ik}$  = Longitud del elemento

- Factor de giro ( $\mu_{ik}$ )

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

- Momento de sujeción ( $M_s$ ), para cargas verticales

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

- Factor de corrimiento ( $\ddot{U}_{ik}$ ), al existir ladeo debido a cargas horizontales o por la asimetría en la estructura.

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

- Fuerza de sujeción (H), al existir cargas horizontales

$$H = Fm_{nivel\ n}$$

Fm = fuerza por marco

- Fuerza cortante en el piso (Qn)

$$Qn = \Sigma H$$

- Momento de piso (Mn)

$$Mn = \frac{Qn * Hn}{3}$$

Hn = altura del piso "n"

- Influencias de giro ( $M'_{ik}$ ), cálculo de iteraciones

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik}[Ms + \Sigma(M'_{ni} + M''_{ni})] \quad \text{con ladeo}$$

- Influencia de desplazamiento ( $M''_{ik}$ ), al existir ladeo

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik}[\Sigma(M'_{ik} + M'_{ki})] \quad \text{ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik}[Mn + \Sigma(M'_{ik} + M'_{ki})] \quad \text{ladeo por fuerzas horizontales}$$



- Momentos finales ( $M_{ik}$ )

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \quad \text{sin ladeo}$$

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad \text{con ladeo}$$

- Momentos positivos en vigas ( $M_{ik(+)}$ )

$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_{i-}| + |M_{k-}|}{2}$$

donde:

$M_{i(-)}$  = momento negativo de la viga en el extremo izquierdo

$M_{k(-)}$  = momento negativo de la viga en el extremo derecho

- Análisis por Kani para carga muerta

o Marco 1 sentido Y

- Momentos fijos

$$MF_{AB} = -5945.55 \text{ kg-m} \quad MF_{BA} = 5945.55 \text{ kg-m}$$

$$MF_{EF} = -10886.39 \text{ kg-m} \quad MF_{FE} = 10886.39 \text{ kg-m}$$

$$MF_{BC} = -5945.55 \text{ kg-m} \quad MF_{CB} = 5945.55 \text{ kg-m}$$

$$MF_{FG} = -10886.39 \text{ kg-m} \quad MF_{GF} = 10886.39 \text{ kg-m}$$

$$MF_{CD} = -5945.55 \text{ kg-m} \quad MF_{DC} = 5945.55 \text{ kg-m}$$

$$MF_{GH} = -10886.39 \text{ kg-m} \quad MF_{GH} = 10886.39 \text{ kg-m}$$

- Rigidez de los elementos

- Momento de Inercia de los elementos

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

$$I_{\text{viga}} = \frac{(0.30)(0.65)^3}{12} = 686\,562 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{(0.40)(0.40)^3}{12} = 213\,333 \text{ cm}^4$$

- Rigidez de columnas

$$H_{\text{columnas n1}} = 6.00 \text{ m}$$

$$H_{\text{columnas n2}} = 4.50 \text{ m}$$

$$K_{\text{col}_{\text{nivel 1}}} = \frac{2.13 * 10^{-3}}{6} = 0.000356$$

$$K_{\text{col}_{\text{nivel 2}}} = \frac{2.13 * 10^{-3}}{4.50} = 0.000474$$

- Rigidez de vigas

$$L_{\text{vigas}} = 7.70 \text{ m}$$

$$K_{\text{vigas}_{\text{nivel 1}}} = \frac{6.87 * 10^{-3}}{7.70} = 0.000892$$

$$K_{\text{vigas}_{\text{nivel}}} = \frac{6.87 * 10^{-3}}{6} = 0.000892$$

- Factor de giro

Nodo A

$$\mu_{AB} = -1/2 \left( \frac{0.000892}{0.000474 + 0.000892} \right) = -0.33$$

$$\mu_{AE} = -1/2 \left( \frac{0.000474}{0.000474 + 0.000892} \right) = -0.17$$

- Momentos de sujeción

$$\text{Nodo A} = MF_{AB} = -5945.55 + 2209.51 = -3736.04 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nodo B} = MF_{BA} + MF_{BC} = 5945.55 + (-5945.55) = 0$$

$$\text{Nodo C} = MF_{CB} + MF_{CD} = 5945.55 + (-5945.55) = 0$$

$$\text{Nodo D} = MF_{DC} = 5945.55 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nodo E} = MF_{EF} = -10886.39 + 6108.88 = -4777.51 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nodo F} = MF_{FE} + MF_{FG} = 10886.39 + (-10886.39) = 0$$

$$\text{Nodo G} = MF_{GF} + MF_{GH} = 10886.39 + (-10886.39) = 0$$

$$\text{Nodo H} = MF_{HG} = 10886.39 \text{ kg-m}$$

- Influencia de giro, primera iteración

Nodo A

$$M'_{AB} = -0.33 (-3736.04) = 1219.58 \text{ kg-m}$$

$$M'_{AE} = -0.17 (-3736.04) = 648.44 \text{ kg-m}$$

Nodo B

$$M'_{BA} = -0.20 (0 + (1219.58)) = -240.86 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BC} = -0.20 (0 + (1219.58)) = -240.86 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BF} = -0.11 (0 + (1219.58)) = -128.06 \text{ kg-m}$$

Nodo C

$$M'_{CB} = -0.20 (0 + (-240.86)) = 47.57 \text{ kg-m}$$

$$M'_{CD} = -0.20 (0 + (-240.86)) = 47.57 \text{ kg-m}$$

$$M'_{CG} = -0.11 (0 + (-240.86)) = 25.29 \text{ kg-m}$$

Nodo D

$$M'_{DC} = -0.33 (5945.55 + (47.57)) = -1956.38 \text{ kg-m}$$

$$M'_{DH} = -0.17 (5945.55 + (47.57)) = -1040.18 \text{ kg-m}$$

Nodo H

$$M'_{HG} = -0.26 (10886.39 + (-1040.18)) = -2550.23 \text{ kg-m}$$

$$M'_{HD} = -0.14 (10886.39 + (-1040.18)) = -1355.93 \text{ kg-m}$$

$$M'_{HL} = -0.10 (10886.39 + (-1040.18)) = -1016.94 \text{ kg-m}$$

Nodo G

$$M'_{GH} = -0.17 (0 + (25.29 + (-2550.23))) = 430.81 \text{ kg-m}$$

$$M'_{GF} = -0.17 (0 + (25.29 + (-2550.23))) = 430.81 \text{ kg-m}$$

$$M'_{GC} = -0.09 (0 + (25.29 + (-2550.23))) = 229.06 \text{ kg-m}$$

$$M'_{GK} = -0.07 (0 + (25.29 + (-2550.23))) = 171.79 \text{ kg-m}$$

Nodo F

$$M'_{FG} = -0.17 (0 + (-128.06 + 430.81)) = -51.66 \text{ kg-m}$$

$$M'_{FE} = -0.17 (0 + (-128.06 + 430.81)) = -51.66 \text{ kg-m}$$

$$M'_{FB} = -0.09 (0 + (-128.06 + 430.81)) = -27.46 \text{ kg-m}$$

$$M'_{FJ} = -0.07 (0 + (-128.06 + 430.81)) = -20.60 \text{ kg-m}$$

Nodo E

$$M'_{EF} = -0.26 (648.44 + (-51.66)) = 1082.83 \text{ kg-m}$$

$$M'_{EA} = -0.14 (648.44 + (-51.66)) = 575.73 \text{ kg-m}$$

$$M'_{EI} = -0.10 (648.44 + (-51.66)) = 431.80 \text{ kg-m}$$

Se repite el mismo proceso para las siguientes iteraciones.

Tabla XII. **Segunda iteración, influencias de giro**

NODO A	
$M_{AB}$	1110.27
$M_{AE}$	590.32
NODO B	
$M_{BA}$	-223.25
$M_{BC}$	-223.25
$M_{BF}$	-118.70
NODO C	
$M_{CB}$	385.23
$M_{CG}$	385.23
$M_{CD}$	204.82
NODO D	
$M_{DC}$	-1623.98
$M_{DH}$	-863.45
NODO H	
$M_{HG}$	-2707.59
$M_{HD}$	-1439.59
$M_{HL}$	-1079.69
NODO G	
$M_{GH}$	435.84
$M_{GF}$	435.84

Continuación de la tabla XII.

$M_{GC}$	231.73
$M_{GK}$	173.80
NODO F	
$M_{FG}$	-238.87
$M_{FB}$	-238.87
$M_{FE}$	-127.00
$M_{FJ}$	-95.25
NODO E	
$M_{EF}$	1146.38
$M_{EA}$	609.51
$M_{EI}$	457.14

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Tercera iteración, influencias de giro**

NODO A	
$M_{AB}$	1093.49
$M_{AE}$	581.40
NODO B	
$M_{BA}$	-266.96
$M_{BC}$	-266.96
$M_{BF}$	-141.94
NODO C	
$M_{CB}$	327.69
$M_{CG}$	327.69
$M_{CD}$	174.23
NODO D	
$M_{DC}$	-1577.88
$M_{DH}$	-838.94
NODO H	
$M_{HG}$	-2715.24
$M_{HD}$	-1443.66
$M_{HL}$	-1082.74
NODO G	
$M_{GH}$	474.31
$M_{GF}$	474.31
$M_{GC}$	252.18
$M_{GK}$	189.14
NODO F	
$M_{FG}$	-252.31
$M_{FB}$	-252.31
$M_{FE}$	-134.15

Continuación de la tabla XIII.

$M_{FJ}$	-100.61
NODO E	
$M_{EF}$	1152.17
$M_{EA}$	612.59
$M_{EI}$	459.45

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Cuarta iteración, influencias de giro**

NODO A	
$M_{AB}$	1106.76
$M_{AE}$	588.45
NODO B	
$M_{BA}$	-256.80
$M_{BC}$	-256.80
$M_{BF}$	-136.54
NODO C	
$M_{CB}$	312.54
$M_{CG}$	312.54
$M_{CD}$	166.17
NODO D	
$M_{DC}$	-1571.61
$M_{DH}$	-835.61
NODO H	
$M_{HG}$	-2726.07
$M_{HD}$	-1449.42
$M_{HL}$	-1087.06
NODO G	
$M_{GH}$	479.82
$M_{GF}$	479.82
$M_{GC}$	255.12
$M_{GK}$	191.34
NODO F	
$M_{FG}$	-255.16
$M_{FB}$	-255.16
$M_{FE}$	-135.66
$M_{FJ}$	-101.75
NODO E	
$M_{EF}$	1151.08
$M_{EA}$	612.01
$M_{EI}$	459.01

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Quinta iteración, influencias de giro

NODO A	
$M_{AB}$	1103.63
$M_{AE}$	586.79
NODO B	
$M_{BA}$	-252.90
$M_{BC}$	-252.90
$M_{BF}$	-134.46
NODO C	
$M_{CB}$	310.53
$M_{CG}$	310.53
$M_{CD}$	164.80
NODO D	
$M_{DC}$	-1569.07
$M_{DH}$	-834.26
NODO H	
$M_{HG}$	-2727.84
$M_{HD}$	-1450.36
$M_{HL}$	-1087.77
NODO G	
$M_{GH}$	480.85
$M_{GF}$	480.85
$M_{GC}$	255.66
$M_{GK}$	191.75
NODO F	
$M_{FG}$	-255.50
$M_{FB}$	-255.50
$M_{FE}$	-135.85
$M_{FJ}$	-101.88
NODO E	
$M_{EF}$	1151.60
$M_{EA}$	612.29
$M_{EI}$	459.22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Sexta iteración, influencias de giro

NODO A	
$M_{AB}$	1102.26
$M_{AE}$	586.06
NODO B	
$M_{BA}$	-252.19
$M_{BC}$	-252.19



Continuación de la tabla XVI.

M <sub>BF</sub>	-134.09
NODO C	
M <sub>CB</sub>	309.20
M <sub>CG</sub>	309.20
M <sub>CD</sub>	164.40
NODO D	
M <sub>DC</sub>	-1568.33
M <sub>DH</sub>	-833.86
NODO H	
M <sub>HG</sub>	-2728.21
M <sub>HD</sub>	-1450.56
M <sub>HL</sub>	-1087.92
NODO G	
M <sub>GH</sub>	481.04
M <sub>GF</sub>	481.04
M <sub>GC</sub>	255.76
M <sub>GK</sub>	191.82
NODO F	
M <sub>FG</sub>	-255.69
M <sub>FB</sub>	-255.69
M <sub>FE</sub>	-135.94
M <sub>FJ</sub>	-101.96
NODO E	
M <sub>EF</sub>	1151.83
M <sub>EA</sub>	612.42
M <sub>EI</sub>	459.31

Fuente: elaboración propia.

- Momentos finales

Vigas

$$M_{AB} = (-5945.55 + 1102.26 + 850.07) = -3993.22 \text{ kg-m}$$

$$M_{BC} = (-5945.55 - 252.19 + 57.01) = -6140.73 \text{ kg-m}$$

Columnas

$$M_{EI} = (0 + 459.31 + 459.31) = 918.62 \text{ kg-m}$$

$$M_{FJ} = (0 - 101.96 - 101.96) = -203.92 \text{ kg-m}$$

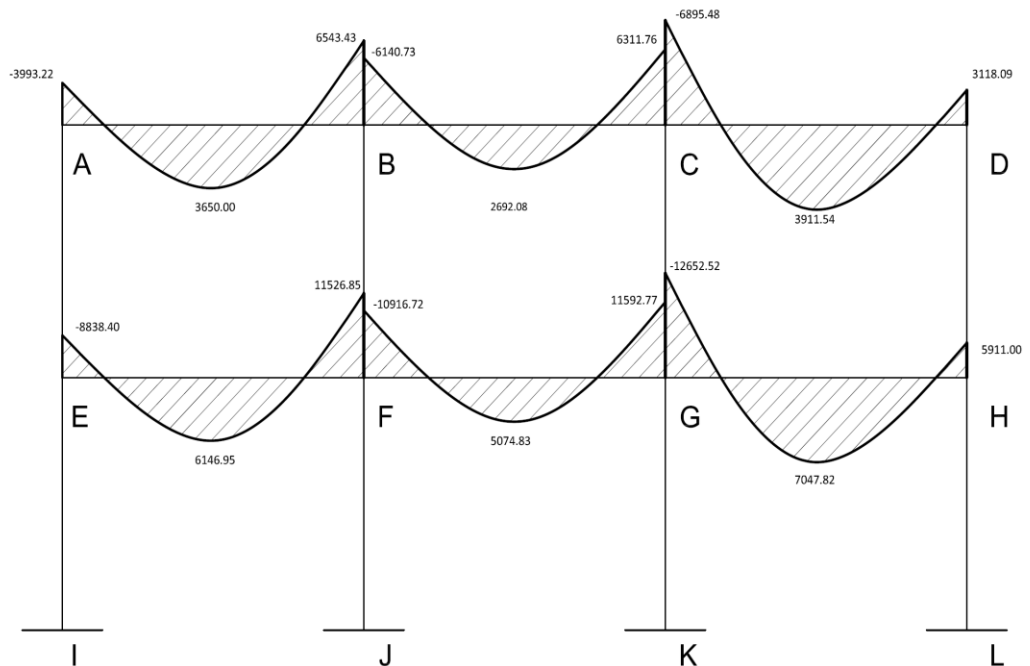
- Momentos positivos en vigas

$$M_{AB(+)} = \frac{(1203.35)(7.70)^2}{8} - \frac{|6543.43| + |-3993.22|}{2} = 3650 \text{ kg-m}$$

$$M_{BC(+)} = \frac{(1203.35)(7.70)^2}{8} - \frac{|6311.76| + |-6140.73|}{2} = 2692.08 \text{ k-m}$$

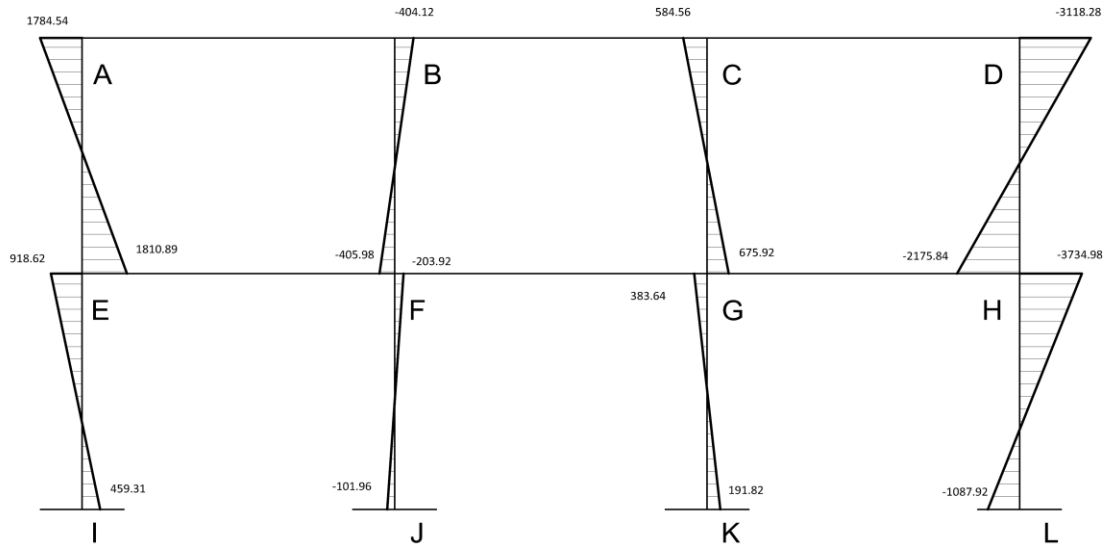
Se utilizó el mismo procedimiento para el resto de los marcos.

Figura 3. **Diagrama de momentos en vigas (carga muerta) marco 1**



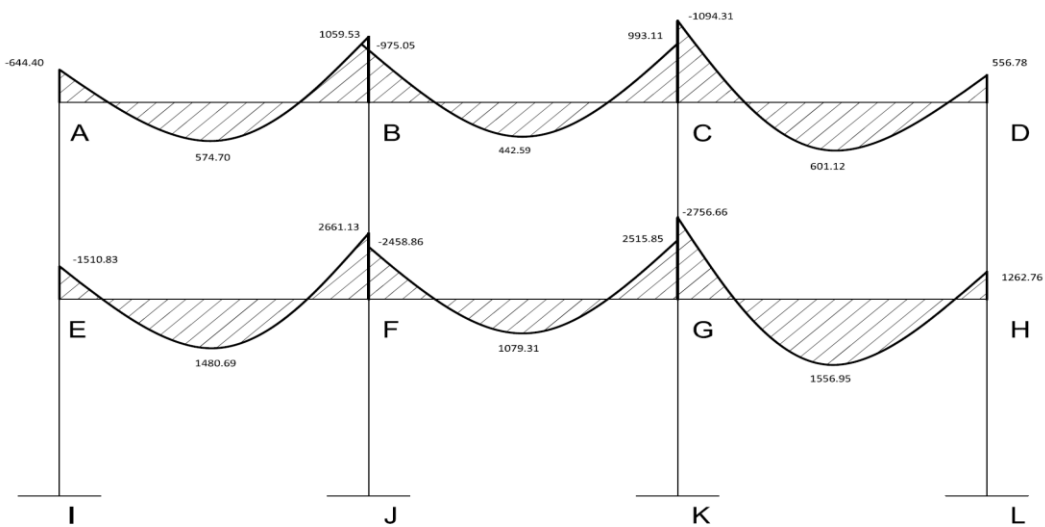
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 4. Diagrama de momentos en columnas (carga muerta) marco 1



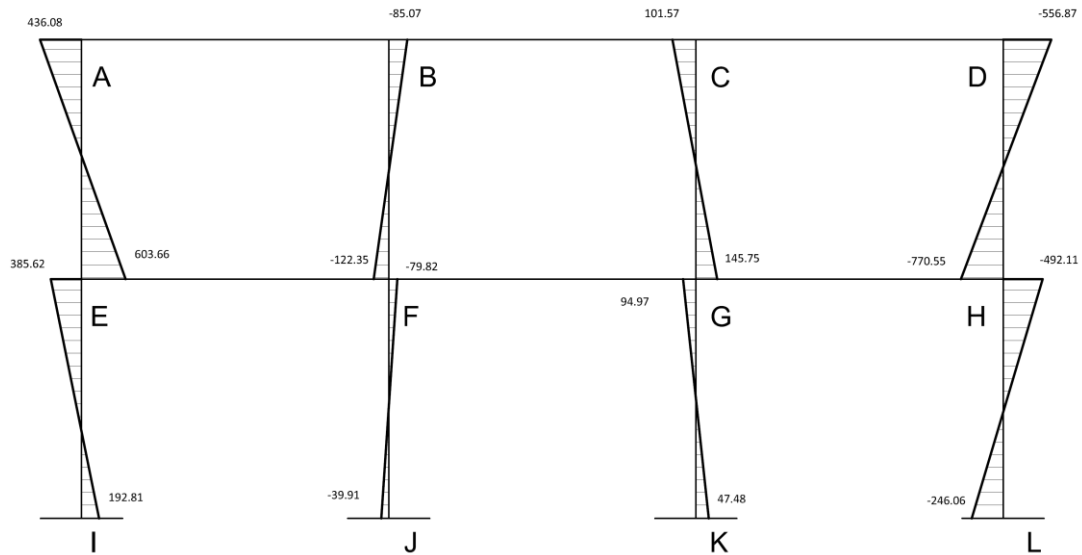
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 5. Diagrama de momentos en vigas (carga viva) marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 6. Diagrama de momentos en columnas (carga viva) marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Para la determinación de momentos por carga viva se empleó el mismo procedimiento descrito anteriormente.

o Método de Kani para fuerzas por sismo

▪ Factor de corrimiento  $\ddot{U}$

Nivel 1

$$\ddot{U}_{IE} = -3/2 \left[ \frac{0.000356}{0.000356 + 0.000356 + 0.000356 + 0.000356} \right]$$

$$\ddot{U}_{IE} = \ddot{U}_{JF} = \ddot{U}_{KG} = \ddot{U}_{LH} = -0.375$$

Nivel 2

$$\ddot{U}_{EA} = -3/2 \left[ \frac{0.000474}{0.000474 + 0.000474 + 0.000474 + 0.000474} \right]$$

$$\ddot{U}_{EA} = \ddot{U}_{FB} = \ddot{U}_{GC} = \ddot{U}_{HD} = -0.375$$

- Fuerzas de sujeción

$$\text{Nivel 2} = 15088.21 \text{ kg}$$

$$\text{Nivel 1} = 10485.03 \text{ kg}$$

- Momento de piso

$$M_{\text{nivel 1}} = \frac{(15088.21 + 10485.03) * 6}{3} = 51146.48 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{\text{nivel 2}} = \frac{(15088.21) * 4.50}{3} = 22632.315 \text{ kg} - \text{m}$$

Se emplean los mismos valores de rigideces, factores de giro y factores de corrimiento que se calcularon para el análisis por carga muerta.

- Influencias de desplazamiento, primera iteración

Nivel 2

$$M''_{EA} = (22632.315)(-0.375) = -8487.12$$

Nivel 1

$$M''_{IE} = (51146.48)(-0.375) = -19179.93$$

- Influencias de desplazamiento, segunda iteración

Nivel 2

$$M''_{EA} = (22632.315 + 1473.05 + 600.28 + 772.65 + 1220.83 + 3051.58 + 2145.17 + 1818.40 + 3641.92)(-0.375)$$

$$M''_{EA} = -1408.57$$

Nivel 1

$$M''_{IE} = (51146.48 + 2288.68 + 1608.88 + 1363.80 + 2731.44)(-0.375)$$

$$M''_{IE} = -22177.23$$

Tabla XVII. **Influencias de desplazamiento**

Iteración	Nivel 1	Nivel 2
1	-19179.93	-8487.12
2	-22177.23	-1408.57
3	-22803.64	-15141.42
4	-22935.13	-15366.59
5	-22962.53	-15404.89
6	-22966.73	-15408.51

Fuente: elaboración propia.

- Influencias de giro

Nodo A

$$M'_{AB} = (-8487.12)(-0.33) = 2770.51$$

$$M'_{AE} = (-8487.12)(-0.17) = 1473.05$$

Nodo B

$$M'_{BA} = (-8487.12 + 2770.51)(-0.20) = 1129.01$$

$$M'_{BC} = (-8487.12 + 2770.51)(-0.20) = 1129.01$$

$$M'_{BF} = (-8487.12 + 2770.51)(-0.20) = 600.28$$

Repitiendo el mismo proceso para el resto de nodos

- Momentos finales

Columnas

$$M_{AE} = (0 + 1608.59 - 9320.27) = -7711.68$$

$$M_{EA} = (0 + 4479.66 - 9320.27) = -11382.53$$

$$M_{BF} = (0 + 886.57 - 12269.10) = -11382.53$$

$$M_{FB} = (0 + 2252.84 - 12269.10) = -10016.26$$

Vigas

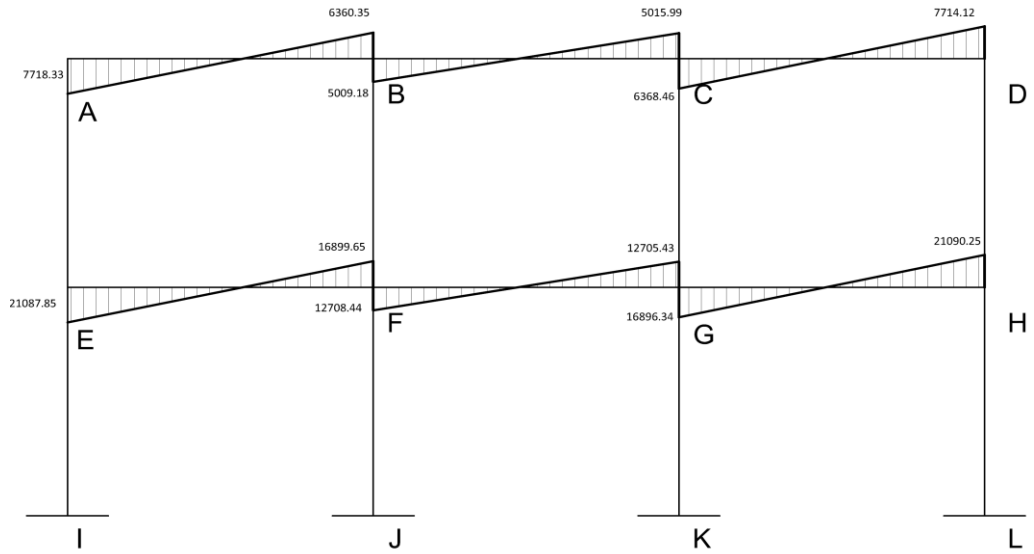
$$M_{AB} = (0 + 325.44 + 4692.89) = 7718.33$$

$$M_{BA} = (0 + 1667.46 + 4692.89) = 6360.35$$

$$M_{EF} = (0 + 8425.35 + 12662.50) = 21087.85$$

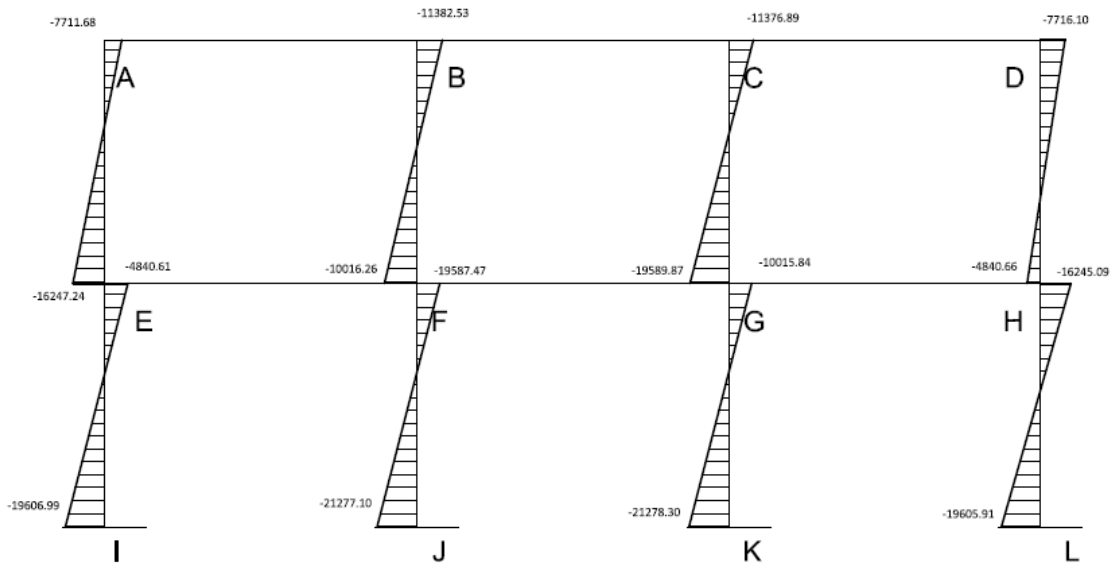
$$M_{FE} = (0 + 4237.15 - 12662.50) = 16899.65$$

Figura 7. Diagrama de momentos en vigas por sismo, marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 8. Diagrama de momentos en columnas por sismo, marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

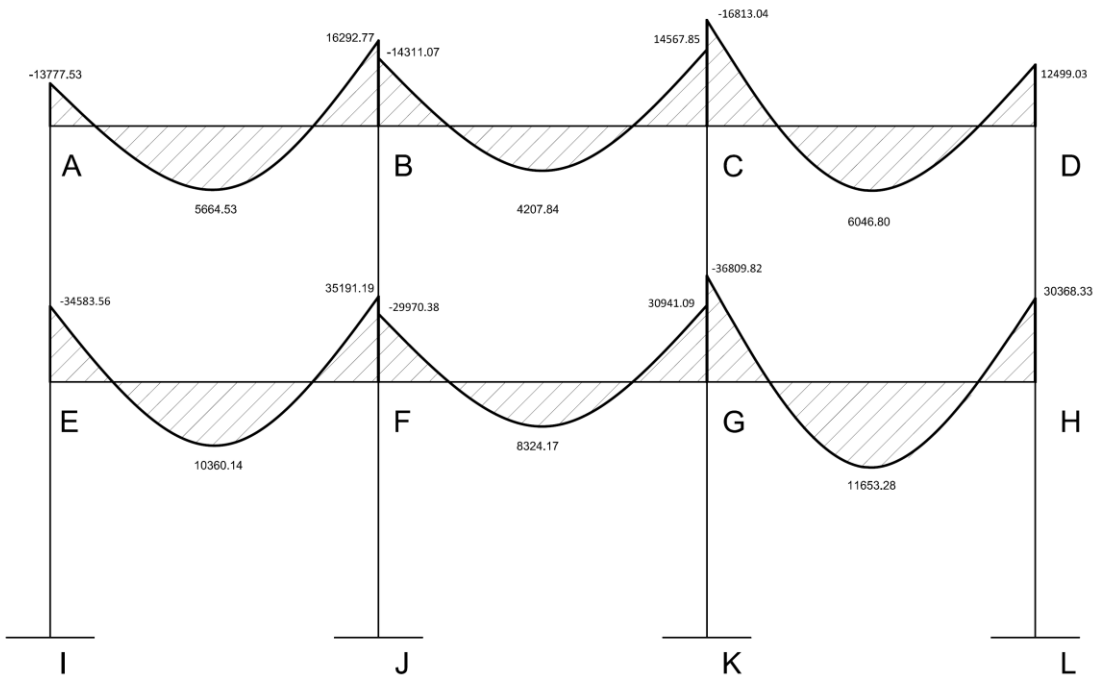


### 2.1.6.6. Momentos últimos por envolventes de momentos

Se realizaron las siguientes combinaciones de carga de acuerdo con lo especificado en la norma AGIES NSE 2010.

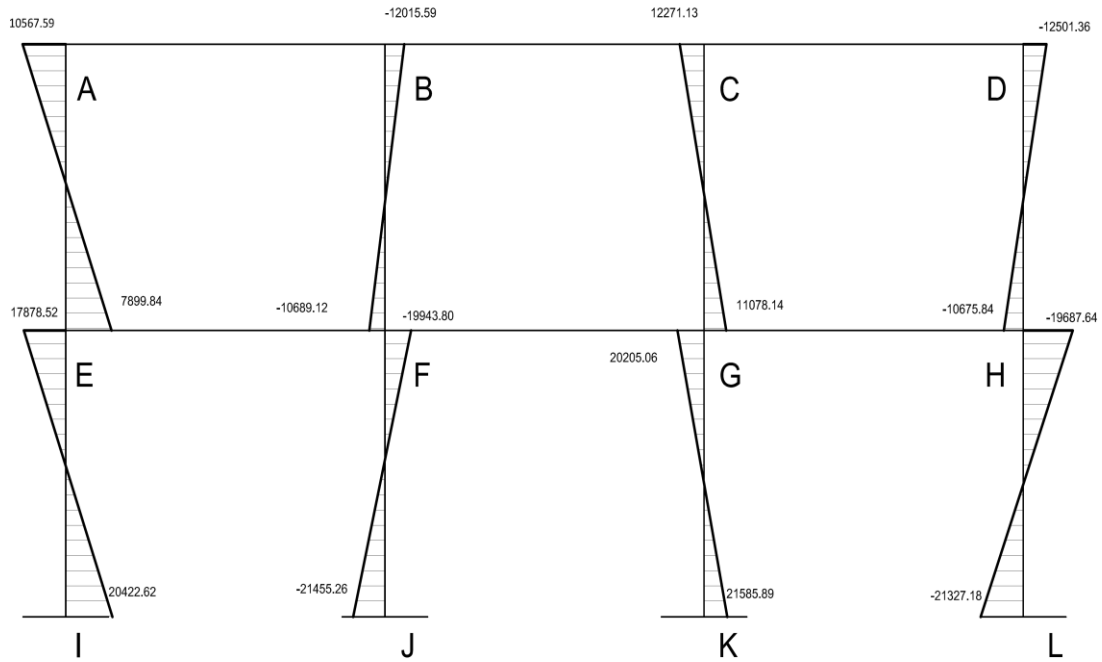
- 1.4M
- 1.3M+1.6V+0.5Vt
- 1.3M+V+1.6Vt
- 1.2M+V+Sv+Sh
- 1.2M+V+Sv-Sh
- 0.9M-Sv+Sh
- 0.9M-Sv-Sh

Figura 9. Diagrama de momentos últimos en vigas, marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 10. Diagrama de momentos últimos en columnas, marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.1.6.7. Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos

Para el cálculo del corte en un marco rígido se utilizan las siguientes ecuaciones:

- Corte en vigas

$$V = 0.75 \left[ \frac{1.4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1.7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1.3(\sum M_s)}{L} \right]$$

- Corte en columnas

$$V = \frac{\Sigma M_{col}}{L}$$

Tabla XVIII. **Corte en vigas, marco 1**

Viga	L	V+	V-
AB	7.70	8808.13	-7958.82
BC	7.70	8426.83	-8340.12
CD	7.70	7655.14	-9111.81
EF	7.70	16226.29	-16021.12
FG	7.70	16287.59	-15959.82
GH	7.70	15036.18	-17211.23

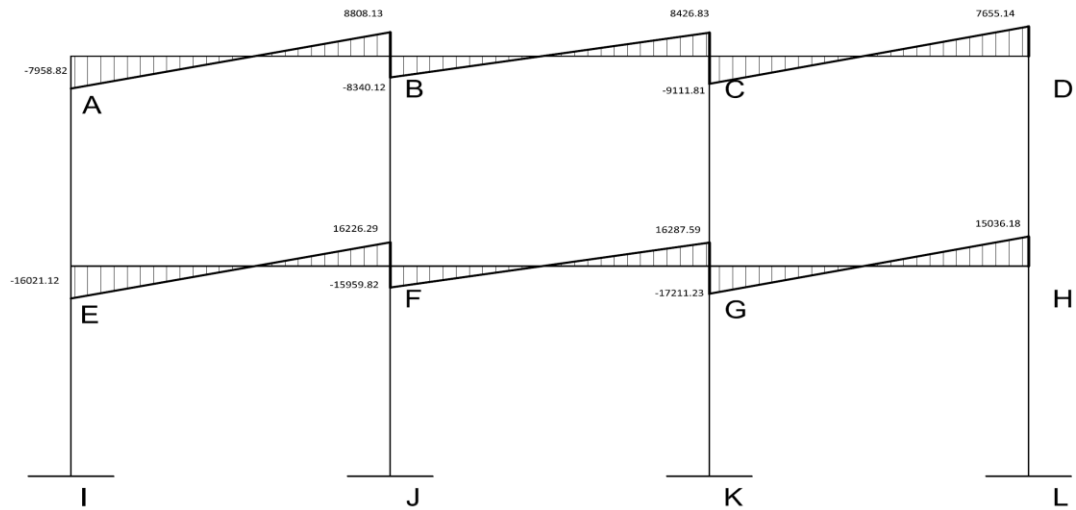
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Corte en columnas, marco 1**

COLUMNA	M sup	M in	H	V
AE	10567.59	7899.84	4.50	6566.20
BF	-12015.59	-10689.12	4.50	-8072.79
CG	12271.13	11078.14	4.50	8301.96
DH	-12501.36	-10675.84	4.50	-8240.78
EI	17878.52	20422.62	6.00	10213.64
FJ	-19943.80	-21455.26	6.00	-11039.75
GK	20205.06	21585.89	6.00	11144.25
HL	-19687.64	-21327.18	6.00	-10937.28

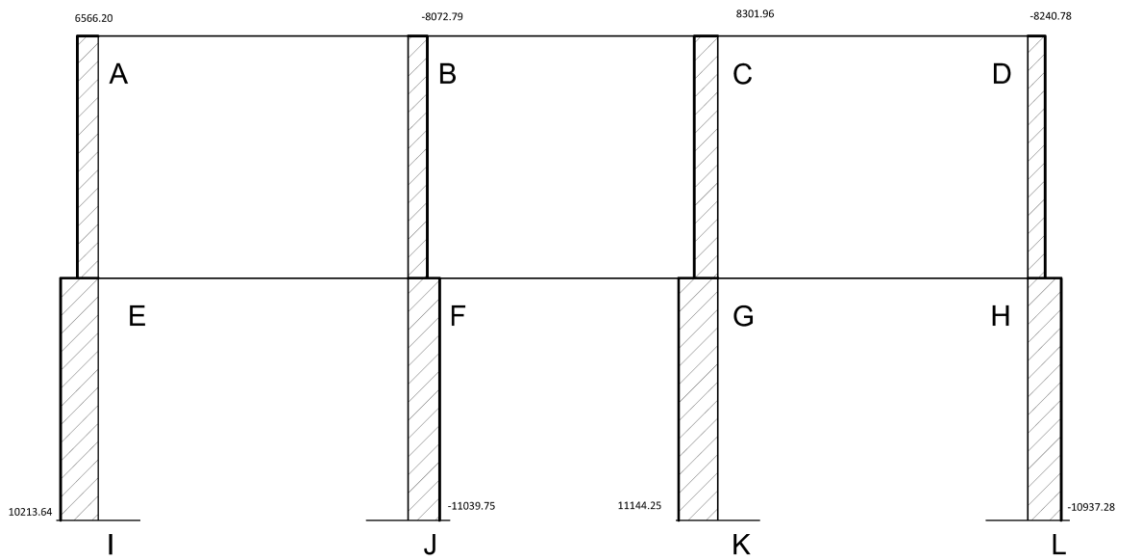
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de corte último en vigas, marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 12. Diagrama de corte último en columnas, marco 1



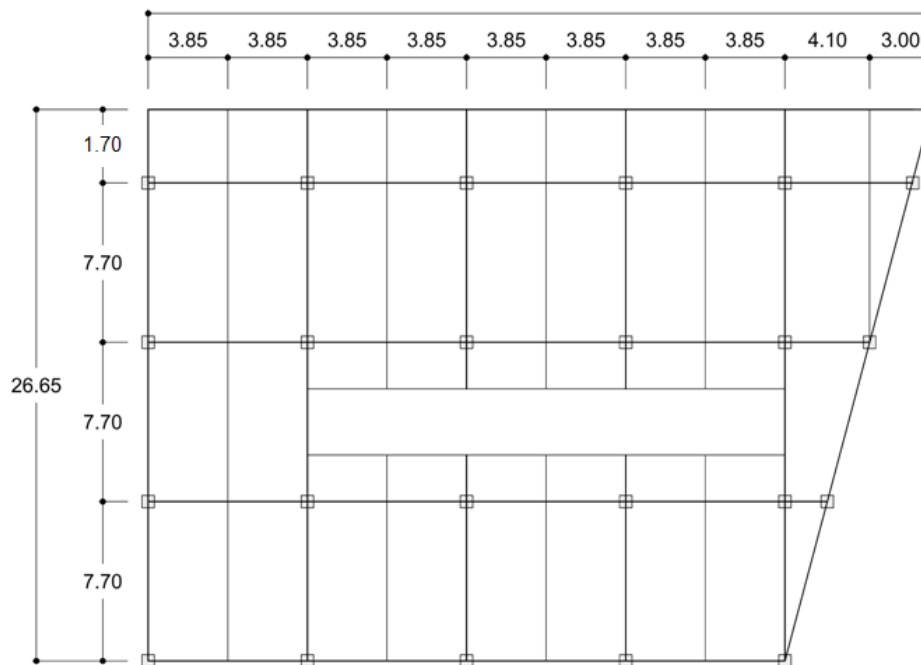
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.1.6.8. Análisis y diseño de losas módulo A

Las losas son elementos estructurales que realizan una función de cubierta o techo, y de igual forma realizan un trabajo como diafragma.

Para el diseño se utilizó el método 3 del ACI-318S.

Figura 13. Distribución de losas



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

#### 2.1.6.8.1. Losas del nivel 2

El método de diseño es el descrito a continuación:

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

Pañuelos =  $50 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned} \text{Cielo} &= 20 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Carga viva} &= 100 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Espesor de la losa} &= 0.12 \text{ m} \\ \text{CU}_M &= 465.40 \text{ kg/m}^2 \\ \text{CU}_V &= 160.00 \text{ kg/m}^2 \\ \text{CU} &= 625.40 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Se calcula la relación  $m = a/b$ , la cual nos indica la forma en que trabajará cada losa.

donde:

$$\begin{aligned} M < 0.5 & \quad \text{un sentido} \\ M \geq 0.5 & \quad \text{dos sentidos} \end{aligned}$$

Tabla XX. **Sentido de trabajo en losas nivel 2**

Tipo	a	B	Rel. a/b	Trabaja en	Espesor (t)
A	1.70	3.85	0.44	Un sentido	0.07
B	3.85	7.70	0.50	Dos sentidos	0.13
C	2.25	3.85	0.58	Dos sentidos	0.07
D	1.04	7.70	0.14	Un sentido	0.04
E	3.08	7.70	0.40	Un sentido	0.13

Fuente: elaboración propia.

Las losas en ambos sentidos se calculan de la siguiente forma:

**Momentos**

$$M_{a(-)} = C * cu * A^2$$

$$M_{a(+)} = C * cmu * A^2 + C * cvu * A^2$$

$$M_{b(-)} = C * cu * B^2$$

$$M_{b(+)} = C * cmu * B^2 + C * cvu * B^2$$

donde:

A = dimensión en sentido corto de la losa

B = dimensión en sentido largo de la losa

C = coeficiente de distribución (método 3 ACI-318)

- Losas en dos sentidos

Losa tipo B caso 2

$$M_{A(-)} = 0.086(625.400)(3.85^2) = 797.219$$

$$M_{B(-)} = 0.006(625.400)(7.70^2) = 222.480$$

$$M_{A(+)} = 0.037(465.400)(3.85^2) + 0.066(160)(3.85^2) = 411.766$$

$$M_{B(+)} = 0.002(465.400)(7.70^2) + 0.004(160)(7.70^2) = 93.133$$

Tabla XXI. **Momentos losas en dos sentidos nivel 2**

Losa Tipo	Caso	a	b	a/b	Ma (-)	Mb (-)	Ma (+)	Mb (+)
B	2	3.85	7.70	0.50	797.219	222.480	411.766	93.133
B	4	3.85	7.70	0.50	871.379	222.480	589.618	157.806
B	8	3.85	7.70	0.50	825.029	370.800	566.552	157.806
B	9	3.85	7.70	0.50	815.759	111.240	421.036	93.133
C	8	2.25	3.85	0.58	253.287	166.860	165.742	69.633

Fuente: elaboración propia.

- Losas en un sentido

Los momentos para losas en un sentido se calculan como una viga empotrada.

Tabla XXII. **Momentos en losas armadas en un sentido nivel 2**

Tipo	a	b	Cu MV	Mext 1	Mcentro	Mext 2
A	1.70	3.85	625.40	129.10	200.82	180.74
D	1.04	7.70	625.40	48.32	75.16	67.64
E	3.08	7.70	625.40	422.40	657.06	591.35

Fuente: elaboración propia.

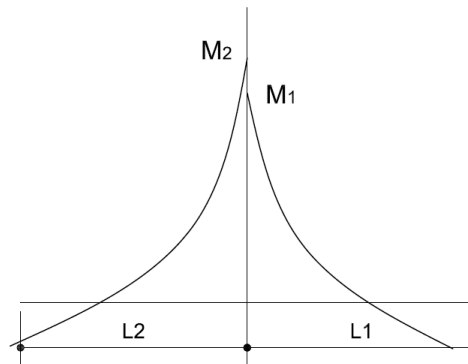
- Balanceo de momentos

Al existir momentos distintos en un lado en común entre dos losas, es necesario realizar un balancear dichos momentos. Este balanceo se realiza de la siguiente manera:

Si  $80\% M_{mayor} \leq M_{menor}$  entonces  $M_b = \frac{M_{mayor} + M_{menor}}{2}$

Si  $80\% M_{mayor} > M_{menor}$  entonces Se emplea el método de rigideces

Figura 14. **Esquema de momentos dos losas**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.



L1 = Longitud de losa considerada

L2 = Longitud de losa considerada

$$k_1 = \frac{1}{L_1}$$

$$k_2 = \frac{1}{L_2}$$

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

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

Tabla XXIII. **Balance de momentos por rigideces**

D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
D <sub>1</sub> (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )	-D <sub>2</sub> (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )
D <sub>1</sub> (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )+M <sub>1</sub>	-D <sub>2</sub> (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )+M <sub>2</sub>
Mb	Mb

Fuente: elaboración propia.

o Momento balanceado, losa 1

$$M_2=371 \text{ kg-m}$$

$$M_1=222 \text{ kg-m}$$

$$0.80 \cdot 371 = 296.80$$

$$296.80 > 222$$

Se balancea por medio de rigideces

$$k_1 = \frac{1}{7.7} = 0.12987013$$

$$k_2 = k_1$$

$$D_1 = \frac{0.12987013}{0.12987013 + 0.12987013} = 0.5$$

$$D_2 = D_1$$

Tabla XXIV. **Balance de momentos losa 1, nivel 2**

0.5	0.5
222	371
0.5(149)	-0.5(149)
74.5+222	-74.5+371
296.5	296.5

Fuente: elaboración propia.

- o Momento balanceado losa 2

$$M_2 = 871 \text{ kg-m}$$

$$M_1 = 816 \text{ kg-m}$$

$$0.80 (871) = 696.8$$

$$696.80 < 816$$

Se realiza promedio

$$M_b = \frac{871 + 816}{2} = 843.50 \text{ kg - m}$$

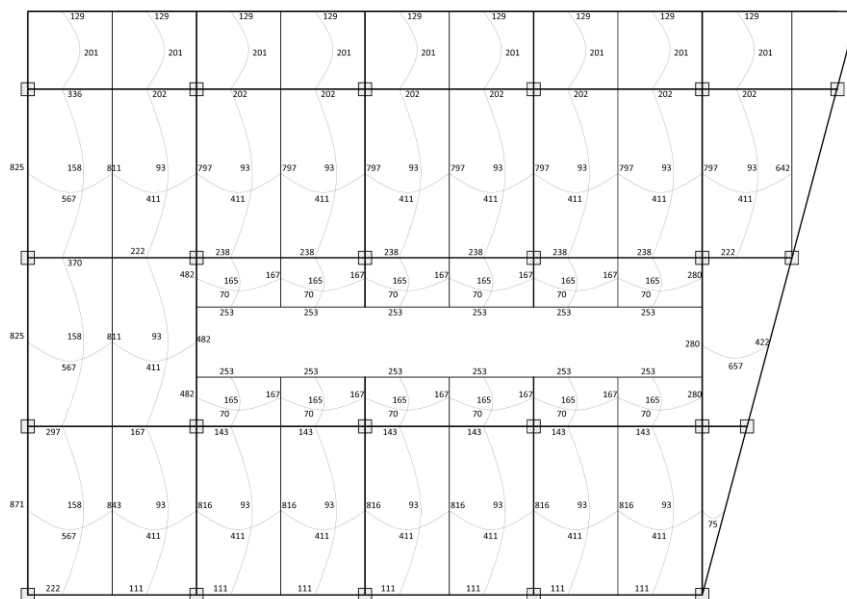
Se determinan todos los momentos balanceados en las losas de la misma forma que el procedimiento descrito anteriormente.

Tabla XXV. **Momentos balanceados, nivel 2**

No.	Momento balanceado
1	296.50
2	843.50
3	166.86
4	811.00
5	482.00
6	482.00
7	811.00
8	335.82
9	201.74
10	237.90
11	656.70
12	280.33
13	280.33
14	641.74
15	143.11

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Momentos balanceados losas nivel 2**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

- Cálculo de refuerzo en losas 2 sentidos

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

$$d = 12 - 2 - \frac{0.9525}{2} = 9.52 \text{ cm}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{4200} (100)(9.52) = 3.19 \text{ cm}^2$$

- o Momento que resiste el  $A_{s_{min}}$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0.9 \left[ A_{s_{min}} * f_y \left( d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1.7f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0.9 \left[ 3.19 * 4200 \left( 9.52 - \frac{3.19 * 4200}{1.7(280)(100)} \right) \right] = 111400.03 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 1114.00 \text{ kg} - \text{m}$$

- o Calculo de acero requerido en losas

El área de acero para secciones donde sobrepase el momento que resiste el acero mínimo se calcula de la siguiente manera:

$$A_{s_{req}} = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'_c}} \right] * 0.85 * \left( \frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$S_{max} = 2t = 0.24 \text{ m}$$

Tabla XXVI. Refuerzo en losas nivel 2

Num.	Mu kg-m	Mu As min	As	Varilla No.	No de var.	Smax (cm)	S (cm)
1	871.00	1114	3.19	3	4	24	20
2	825.00	1114	3.19	3	4	24	20
3	816.00	1114	3.19	3	4	24	20
4	811.00	1114	3.19	3	4	24	20
5	797.00	1114	3.19	3	4	24	20
6	657.00	1114	3.19	3	4	24	20
7	642.00	1114	3.19	3	4	24	20
8	482.00	1114	3.19	3	4	24	20
9	422.40	1114	3.19	3	4	24	20
10	370.00	1114	3.19	3	4	24	20
11	336.00	1114	3.19	3	4	24	20
12	297.00	1114	3.19	3	4	24	20
13	280.00	1114	3.19	3	4	24	20
14	253.00	1114	3.19	3	4	24	20
15	238.00	1114	3.19	3	4	24	20
16	222.00	1114	3.19	3	4	24	20
17	202.00	1114	3.19	3	4	24	20
18	167.00	1114	3.19	3	4	24	20
19	143.00	1114	3.19	3	4	24	20
20	129.00	1114	3.19	3	4	24	20
21	111.00	1114	3.19	3	4	24	20
22	48.00	1114	3.19	3	4	24	20

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de refuerzo en losas 1 sentidos

Cumplen con As min, uso No 3 @ 0.20

Refuerzo por temperatura

$$As_{temp} = 0.002bt$$

$$As_{temp} = 0.002(100)(12)$$

$$As_{temp} = 2.4 \text{ cm}^2$$

$$As_{temp} = \text{No. 3 @ 0.30 m}$$

### 2.1.6.8.2. Losas del nivel 1

Las losas del nivel 1 se diseñaron de acuerdo con el mismo procedimiento empleado para el nivel 2.

Tabla XXVII. **Sentido de trabajo en losas nivel 1**

Tipo	a	b	Rel. a/b	Trabaja en	Espesor t (m)
A	1.70	3.85	0.44	Un sentido	0.07
B	3.85	7.70	0.50	Dos sentidos	0.13
C	2.25	3.85	0.58	Dos sentidos	0.07
D	1.04	7.70	0.14	Un sentido	0.04
E	3.08	7.70	0.40	Un sentido	0.13

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Momentos en losas dos sentidos, nivel 1**

Caso	Tipo	a (m)	b (m)	Rel a/b	Mo a -	Mo b -	Mo a +	Mo b +
2	B	3.85	7.70	0.50	1205	336	725	169
4	B	3.85	7.70	0.50	1317	336	955	253
8	B	3.85	7.70	0.50	1247	561	927	253
9	B	3.85	7.70	0.50	1233	168	739	169
8	C	2.25	3.85	0.58	383	252	271	112

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Momentos en losas un sentido, nivel 1**

Tipo	a (m)	b (m)	Cu kg/m <sup>2</sup>	Mext 1	Mcentro	Mext 2
A	1.70	3.85	945.40	195	304	273
D	1.04	7.70	945.40	73	114	102
E	3.08	7.70	945.40	639	993	894

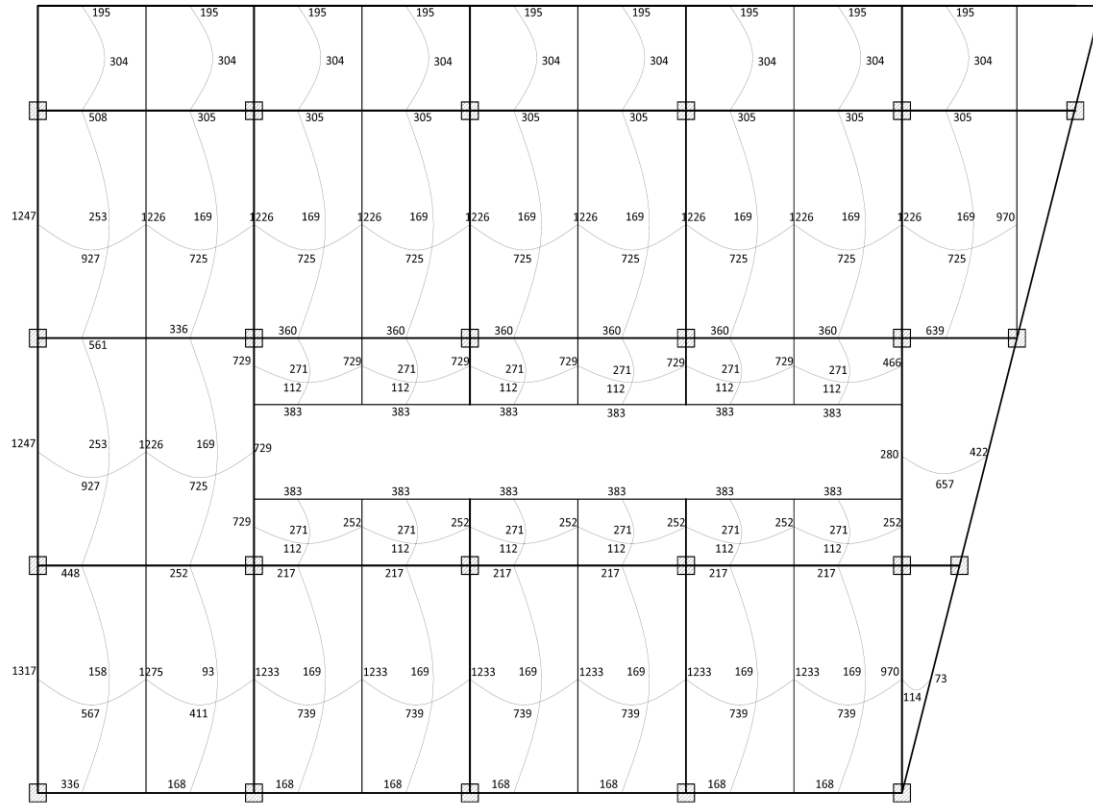
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Momentos balanceados losas nivel 1**

No.	Momento balanceado
1	448.00
2	1275.00
3	252.00
4	1226.00
5	729.00
6	729.00
7	1226.00
8	508.00
9	304.50
10	360.00
11	992.00
12	466.00
13	466.00
14	970.00
15	217.00

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Momentos balanceados losas nivel 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

- Cálculo de refuerzo en losas 2 sentidos

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

$$d = 12 - 2 - \frac{0.9525}{2} = 9.52 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{4200} (100)(9.52) = 3.19 \text{ cm}^2$$



$$M_{Asmin} = 1114.00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$S_{max} = 2t = 0.24 \text{ m}$$

Tabla XXXI. Refuerzo en losas nivel 1

No.	Mu kg-m	Mu As min	As (cm <sup>2</sup> )	Var #	Varillas	Smax (cm)	S(cm)
1	1317	1114.00	4.19	4	4	24	20
2	1275	1114.00	4.00	4	4	24	20
3	1247	1114.00	3.94	4	4	24	20
4	1233	1114.00	3.87	4	4	24	20
5	1226	1114.00	3.81	4	4	24	20
6	1205	1114.00	3.74	4	4	24	20
7	992	1114.00	3.19	3	4	24	20
8	729	1114.00	3.19	3	4	24	20
9	638	1114.00	3.19	3	4	24	20
10	561	1114.00	3.19	3	4	24	20
11	508	1114.00	3.19	3	4	24	20
12	470	1114.00	3.19	3	4	24	20
13	466	1114.00	3.19	3	4	24	20
14	448	1114.00	3.19	3	4	24	20
15	360	1114.00	3.19	3	4	24	20
16	336	1114.00	3.19	3	4	24	20
17	305	1114.00	3.19	3	4	24	20
18	283	1114.00	3.19	3	4	24	20
19	252	1114.00	3.19	3	4	24	20
20	217	1114.00	3.19	3	4	24	20
21	195	1114.00	3.19	3	4	24	20
22	168	1114.00	3.19	3	4	24	20
23	73	1114.00	3.19	3	4	24	20

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de refuerzo en losas 1 sentidos

Cumplen con  $A_s$  min, uso No 3 @ 0.20

- Refuerzo por temperatura

$$A_s \text{ temp} = 0.002bt$$

$$A_s \text{ temp} = 0.002(100)(12)$$

$$A_s \text{ temp} = 2.4 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ temp} = \text{No. 3 @ 0.30 m}$$

#### **2.1.6.9. Análisis y diseño de vigas módulo A**

Son elementos sometidos a flexión y corte. Para el diseño de vigas se empleó el siguiente procedimiento:

- Marco 1

Viga AB

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

$$F_y = 4210 \text{ kg/cm}^2$$

Sección: 0.65x0.35 m

Longitud: 7.70 m

Peralte (d): 0.61 m

- o Acero mínimo

$$A_{S_{\min}} = \frac{14.1}{4210} = 0.003(0.35)(0.61) = 7.15 \text{ cm}^2$$

- o Acero máximo

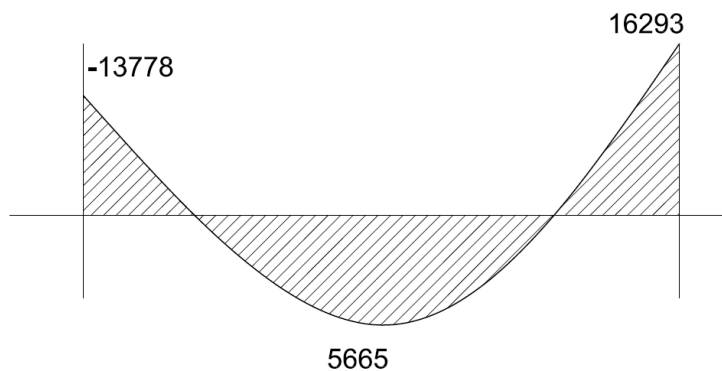
$$\rho_{\max} = 0.5\rho_b \quad A_{S_{\max}} = \rho_{\max}bh$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * B_1 * f'_c}{f_y} * \frac{6090}{f_y + 6090}$$

$$\rho_b = \frac{0.85(0.85)(280)}{4210} * \frac{6090}{(4210) + 6090} = 0.030$$

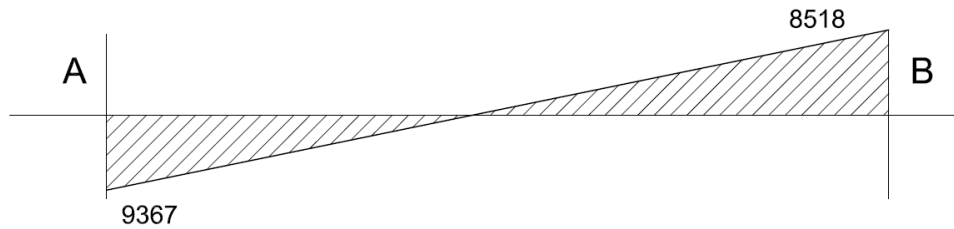
$$A_{S_{\max}} = 0.5(0.030)(0.35)(0.61) = 32.09 \text{ cm}^2$$

Figura 17. **Diagrama de momentos en viga AB**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 18. Diagrama de corte en viga AB



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

- o Momento de acero mínimo

$$M_{min} = 0.90(4210)(7.15) \left[ 61 - \frac{(7.15 * 4210)}{1.7(280)(35)} \right] = 1\,603\,726.65 \text{ kg} - \text{cm}$$

- o Momento de acero máximo

$$M_{max} = 0.90(4210)(32.11) \left[ 61 - \frac{(32.11 * 4210)}{1.7(280)(35)} \right] = 6\,430\,144 \text{ kg} - \text{cm}$$

- Refuerzo longitudinal en viga AB

Momento= 13778 kg-m

$$A_{S_{req}} = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * 0.85 \left( \frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_{S_{req}} = \left[ (35)(61) - \sqrt{(35 * 61)^2 - \frac{13778 * 35}{0.003825(280)}} \right] * 0.85 \left( \frac{280}{4210} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 6.12 \text{ cm}^2$$

Tabla XXXII. **Acero requerido en viga AB**

Momento (kg-m)	$A_{s_{req}}$ (cm <sup>2</sup> )
13778	6.12
5665	2.48
16293	7.27

Fuente: elaboración propia.

Momento crítico = 16293 kg-m

$$A_{s_{req}} = 7.27 \text{ cm}^2$$

- o Cama superior

Mínimo de varillas = 2 corridas

No. de varilla = 6 (3/4")

$$A_{s \text{ No } 6} = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 5.70 \text{ cm}^2$$

$$7.27 - 5.70 = 1.57 \text{ cm}^2$$

Se cubre esta diferencia de área de acero con:

1 bastón No. 6

$$A_{s_{total}} = 8.55 \text{ cm}^2$$

- o Cama inferior

Mínimo de varillas = 2 corridas

No. de varilla = 6 (3/4")

$A_s = 5.70 \text{ cm}^2$

$7.15 - 5.70 = 1.45 \text{ cm}^2$

Se cubre esta diferencia de área de acero con:

2 No. 4 corridas

- Refuerzo transversal

Se calcula el esfuerzo de corte que resiste el concreto con la siguiente fórmula de acuerdo con ACI-318S.

$$V_c = \phi * 0.53\sqrt{f'_c} * bd$$

$$V_c = 0.75 * 0.53\sqrt{280} * (35 * 61) = 14200.84 \text{ kg}$$

Cortante actuante

$V_u = 9367.03 \text{ kg}$

El cortante resistente es mayor al cortante actuante, por lo que el acero transversal se coloca únicamente por armado.

Varilla No. = 3

Separación

$d/4 = 15.25 \text{ cm}$

$8d_{\text{long}} = 15.24 \text{ cm}$

$24d_{\text{trans}} = 22.86 \text{ cm}$

30 cm

Separación = 30 cm

Estribos No. 3, 1ro @ 0.05 resto @0.30

### 2.1.6.10. Análisis y diseño de columnas módulo A

Son elementos sometidos principalmente a carga axial. Soporta el peso de la losa y las vigas y lo transmiten al cimiento.

Tabla XXXIII. Datos de diseño

<b>Fy</b>	4210	kg/cm <sup>2</sup>
<b>f'c</b>	280	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Φ</b>	0.7	Col Cuadrada
<b>Peso del concreto</b>	2400.0	kg/m <sup>3</sup>
<b>t losa</b>	0.12	M
<b>Rec</b>	0.03	M

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Datos de análisis estructural

<b>Mx</b>	28317	kg-m
<b>My</b>	20559	kg-m
<b>V</b>	14445	kg

Fuente: elaboración propia.

Sección = 0.45 x 0.45 m

Altura = 4.50 m

- Esbeltez de la columna en sentido X

- o Inercia

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

- o Grado de empotramiento a la rotación

$$\psi = \frac{\sum EI_{col} / H_{col}}{\sum EI_{vigas} / L_{vigas}}$$

Tabla XXXV. **Datos cálculo de  $\psi_a$**

	Base (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Inercia (cm <sup>4</sup> )	I/L
C1	45.00	45.00	450.00	341719	759.38
V1	35.00	55.00	770.00	485260	630.21
V2	35.00	55.00	770.00	485260	630.21

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Datos cálculo de  $\psi_b$**

	Base (cm)	Altura (cm)	Largo cm	Inercia (cm <sup>4</sup> )	I/L
C1	45.00	45.00	450.00	341719	759.38
C2	45.00	45.00	600.00	341719	569.53
V1	35.00	55.00	770.00	485260	630.21
V2	35.00	55.00	770.00	485260	630.21

Fuente: elaboración propia.



$$\psi_a = \frac{759.38}{630.21 + 630.21} = 0.60$$

$$\psi_b = \frac{759.38 + 569.53}{630.21 + 630.21} = 1.05$$

$$\psi_{promedio} = \frac{0.60 + 1.05}{2} = 0.83$$

o Coeficiente k

$$k = \frac{20 - \psi_{promedio}}{20} \times \sqrt{1 + \psi_{promedio}} \quad \text{para} \quad \psi_{promedio} < 2$$

$$k = 0.9 \times \sqrt{1 + \psi_{promedio}} \quad \text{para} \quad \psi_{promedio} \geq 2$$

$$k = \frac{20 - (0.83)}{20} \times \sqrt{1 + (0.83)} = 1.30$$

o Esbeltez de la columna

$$E = \frac{k * Lu}{\sigma}$$

$$E = \frac{1.30 * \left(\frac{4.50}{0.45}\right)}{0.3} = 43.21$$

21 < E < 100 Columna intermedia

Se utilizó el mismo procedimiento para calcular la esbeltez en sentido Y.

$$E = 39.83$$

21 < E < 100 Columna intermedia

- Carga última

$$C_u = 1.3 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV}$$

$$C_{u_{\text{nivel } 2}} = 1.3 (288 + 70) + 1.6(100) = 625.40$$

$$C_{u_{\text{nivel } 1}} = 1.3 (288 + 70) + 1.6(250) = 865.40$$

- o Factor de carga última

$$F_{Cu} = \frac{(625.40 + 865.40)}{(288 + 288 + 70 + 70 + 100 + 250)} = 1.40$$

- o Carga axial

$$P_u = C_u * A_t + \text{peso}_{\text{col}} * F_{Cu} + \text{peso}_{\text{viga}} * F_{Cu}$$

$$P_u = 101,398.09 \text{ kg}$$

$$A_t = \frac{(7.7 + 7.7)}{2} * \frac{(7.7 + 7.7)}{2} = 59.29 \text{ m}^2$$

- Magnificación de momentos

- o Factor de flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU} = \frac{330.80}{1490.80} = 0.62$$

- o Total del material

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

donde:

$$Ec = 15100\sqrt{f'c}$$

$$Ig = \frac{bh^3}{12}$$

$$EI = 5610.06 \text{ T} - \text{m}^2$$

- Carga crítica de Euler

- o Sentido X

$$P_{cr} = \frac{\pi^2(EI)}{(k * Lu)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2(5610)}{(1.30 * 6)^2}$$

- o Factor de magnificación

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi P_{cr}}\right)} \geq 1$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \left[\frac{101398.09}{0.7(915455.79)}\right]} = 1.19$$

- o Momento de diseño

$$Md = \delta * Mu$$

$$Md_x = 1.19(28316.98) = 33639.89 \text{ kg} - \text{m}$$

o Sentido Y

El momento de diseño en el sentido y se determinó de la misma manera que en el sentido x.

$$Md_y = 1.16(1077477.80) = 23751.93 \text{ kg} - \text{m}$$

• Refuerzo longitudinal

De acuerdo con ACI 318S-08 la cuantía de acero de refuerzo para una columna en un marco resistente a momentos debe estar dentro del rango siguiente:

$$1\% \text{ Ag} < A_s < 6\%$$

$$A_{s_{min}} = 0.01(45)(45) = 20.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.06(45)(45) = 121.50 \text{ cm}^2$$

Utilizando un 2%

$$A_s = 0.02(45)(45) = 40.50 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: 8 No. 8 = 40.54 cm<sup>2</sup>

Utilizando el diagrama de interacción para diseño de columnas:

$$\gamma = \frac{45 - 2(3)}{45} = 0.87$$

$$e_x = \frac{33639.89}{101398.09} = 0.33$$

$$\rho = \frac{40.50}{45 * 45} = 0.02$$

$$e_x/h_x = \frac{0.33}{0.45} = 0.74$$

$$e_y/h_y = \frac{0.23}{0.45} = 0.52$$

$$e_y = \frac{23751.93}{101398.09} = 0.23$$

- o Cargas nominales

$$P'n_x = k'_x * \phi * f'_c * b * h$$

$$P'n_y = k'_y * \phi * f'_c * b * h$$

$$Pn_x = 152\,930.82$$

$$Pn_y = 224\,409.17$$

- o Carga axial de resistencia para la columna

$$P'o = \phi[0.85 * f'_c(Ag - As) + As * fy]$$

$$P'o = 450073.22 \text{ kg}$$

- Carga última de resistencia para la columna (Método de Bressler)

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} + \frac{1}{P'o}}$$

$$P'u = 113983.63 \text{ kg}$$

Dado que:

$$P'u > P_u$$

Se puede concluir que el armado propuesto resiste las cargas de la estructura.

- Refuerzo transversal
  - o Resistencia del concreto a esfuerzos cortantes

$$V_c = \phi * 0.53\sqrt{f'_c} * bd$$

$$V_c = 0.75 * 0.53\sqrt{280} * (45)(39) = 13229.73 \text{ kg}$$

- o Corte actuante

$$V_a = 14444.58 \text{ kg}$$

$$V_c < V_a$$

- o Refuerzo a cortante

$$V_s = V_a - V_c$$

$$V_s = 14444.58 - 13229.73 = 1429.24 \text{ kg}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{39}{2} = 19.5 \text{ cm}$$

$$S_{Vc} = \frac{2(0.71)(4210)(37)}{13229.73} = 16.72 \text{ cm}$$

$$S_{Vs} = \frac{2(0.71)(4210)(37)}{14444.58} = 15.31 \text{ cm}$$

### 2.1.6.11. Análisis y diseño de cimiento

- Carga última para cimentación

$$CM_{\text{nivel } 2} = 288 + 70 = 358 \text{ kg/m}^2 \quad CV_{\text{nivel } 2} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$CM_{\text{nivel } 1} = 288 + 70 = 358 \text{ kg/m}^2 \quad CV_{\text{nivel } 2} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$Cu = 1.3 CM + 1.6 CV$$

$$Cu_{\text{niv } 2} = 1.3 (358) + 1.6(100) = 625.40 \text{ kg/m}^2$$

$$Cu_{\text{niv } 1} = 1.3 (358) + 1.6(250) = 868.40 \text{ kg/m}^2$$

$$FCu = 1.40$$

$$At = 59.29 \text{ m}^2$$

$$Pu = Cu * At + Pcol * FCu + Pviga * FCu$$

$$Pu = 1490.80(59.29) + (2.13)(2400)(1.40) + (1.80)(2400)(1.40)$$

$$Pu = 107\,305.49 \text{ kg}$$

- Carga admisible bruta total

Dimensiones propuestas de zapata: 1.50x1.50 m

$$Q = qd * A$$

$$Q = 1.78(1.50)^2$$

$$Q = 4.00 \text{ T}$$

- Dimensiones de zapata para soportar Pu

$$A_z = 1.5 * \frac{P_u / F_{Cu}}{Q_{adm \text{ neta}}}$$

$$A_z = 1.5 * \frac{\left(\frac{107.30}{1.40}\right)}{1.78} = 64.59 \text{ m}^2$$

$$\text{Si } A = B^2 \quad \text{entonces} \quad B = 8.04 \text{ m}$$

Por tratarse de dimensiones demasiado grandes se considera un diseño de cimentación con pilotes.

- Capacidad de carga de pilote

Tipo: por fricción

Dimensiones propuestas:

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

$$L = 20 \text{ m}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_p = A_p * q' * N_{q*}$$

$$\Phi = 9.88^\circ$$

$$N_{q*} = 3.55$$

$$\gamma_s = 0.93 \text{ T/m}^2$$

$$Q_p = \pi/4 (0.50)^2 * (0.93)(0.20) * (3.55) = 12.96 \text{ T}$$

$$Q_s = PL f_{prom}$$



$$f_{\text{prom}} = \lambda(\sigma'_0 + 2Cu)$$

$$\lambda = 0.175$$

$$\sigma'_0 = \lambda L$$

$$\sigma'_0 = (0.93)(20)$$

$$\sigma'_0 = 18.6 \text{ T/m}$$

$$f_{\text{prom}} = 0.175[18.6 + 2(256)] = 4.15$$

$$Q_s = \pi(0.50)(20)(4.15) = 130.41 \text{ T}$$

$$Q_u = 12.96 + 130.41$$

$$Q_u = 143.37 \text{ T}$$

$$Q_{\text{adm}} = \frac{Q_u}{F_s}$$

$$Q_{\text{adm}} = \frac{143.37}{2.5} = 57.35 \text{ T}$$

o Chequeo capacidad de carga

Número de pilotes = 4

$$P_n = \frac{P}{n} \pm \frac{M_{xx} * y}{I_{xx}} \pm \frac{M_{yy} * x}{I_{yy}}$$

$$I_{xx} = \sum A_i d_i y^2$$

$$I_{yy} = \sum A_i d_i x^2$$

$$I_{xx} = (0.55)^2 * A * 2 = 0.605$$

$$I_{yy} = (0.55)^2 * A * 2 = 0.605$$

$$M_{xx} = 22622.26 + 11688.37(0.40) = 27297.51$$

$$M_{yy} = 15478.91 + 5415.93(0.40) = 17645.28$$

$$P_n = \frac{\left(\frac{107305.49}{1.40}\right)}{4} + \frac{\left(\frac{27297.51}{1.40}\right)(0.55)^2}{0.605} + \frac{\left(\frac{17645.28}{1.40}\right)(0.55)^2}{0.605}$$

$$P_n = 19161.69 + 17873.37 + 11553.46 = 48588.52 \text{ kg}$$

$$P_n < Q_{adm}$$

o Chequeo por corte punzonante en pilote

$$t = 0.60 \quad d = 0.30 \quad V_u = 48.52 \text{ T}$$

$$b_o = \pi(\phi + d)$$

$$b_o = \pi(0.50 + 0.30)$$

$$b_o = 2.55 \text{ m}$$

$$v_u = \frac{V_u}{\phi b_o d}$$

$$v_u = \frac{48588.52}{0.85(2.55)(0.30)} = 74722.83 \text{ kg/m}^2$$

$$v_c = 4\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 1.1\sqrt{280} = 18.41 \text{ kg/cm}^2 = 184\,065.21 \text{ kg/m}^2$$

$$v_u = v_c$$

- o Chequeo por corte punzonante en columna

Varilla No. 8

$$t = 0.30 \text{ m}$$

$$\varnothing = 0.0254 \text{ m (1")}$$

$$\varnothing/2 = 0.0127 \text{ m}$$

$$S_{ref} = 0.10 \text{ cm}$$

$$\text{Empot. Pilote} = 0.20 \text{ m}$$

$$\text{Sección} = 0.45 \times 0.45 \text{ m}$$

$$t_{total} = 0.30 + 0.10 + 0.20 + 0.0127 = 0.6127 \text{ m} = 0.625 \text{ m}$$

$$d = 0.625 - 0.20 - 0.10 - 0.0127 = 0.3123 \text{ m} = 0.3125 \text{ m}$$

$$b_o = 4(0.45 + 0.3125) = 3.05 \text{ m}$$

$$V_u = 4(48.52) = 194.08 \text{ T}$$

$$v_u = \frac{194.08}{0.85(3.05)(0.3125)} = 239.56 \text{ T/m}^2 = 239\,558.73 \text{ kg/m}^2$$

$$v_c = 1.1\sqrt{280} = 18.41 \text{ kg/cm}^2 = 184\,065.21 \text{ kg/m}^2$$

$$v_u > v_c$$

Es necesario aumentar el peralte.

- Peralte necesario

$$d = \frac{239558.73}{0.85(3.05)(184065.21)}$$

$$d = 44 \text{ cm}$$

$$t = 75 \text{ cm}$$

$$v_u = \frac{194.08}{0.85(3.05)(0.44)} = 170.14 \text{ T/m}^2 = 170\,141.14 \text{ kg/m}^2$$

$$v_u < v_c$$

- o Corte flexionante

$$V_u = \frac{2(25 - 12.3)}{50} * 48.52 = 24.65 \text{ T}$$

$$v_u = \frac{24.65}{0.85(2.20)(0.44)} = 29.96 \text{ T/m}^2$$

$$v_u < v_c$$

- o Momento flexionante

$$M_u = 2(48588.52)(0.325) = 31582.54 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_u = \phi \rho f_y b d^2 \left( 1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

$$\Phi = 0.90$$

$$F_y = 4210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$b_0 = 2.20 \text{ m}$$

$$d = 0.44 \text{ m}$$

$$31582.54 = 0.90\rho(4210)(2.20)(0.44)^2 \left(1 - 0.59\rho * \frac{4210}{280}\right)$$

$$\rho_1 = 0.110$$

$$\rho_2 = 0.002$$

$$As_1 = 0.110(220)(44) = 1064.8 \text{ cm}^2$$

$$As_2 = 0.002(220)(44) = 19.36 \text{ cm}^2$$

Debido a que la cuantía 1 es demasiado grande, se utiliza  $As_2$ .

11 Varilla No. 5

$$As_{\text{total}} = 21.29 \text{ cm}^2 > As_{\text{requerido}}$$

Refuerzo No. 5 @ 0.20

- Chequeo por peso

$$W = (2.2 * 2.2 * 0.75)(2400) = 8712 \text{ kg}$$

$$W_{10\%Pu} = 0.10(107300) = 10730 \text{ kg}$$

$$W < W_{10\%pu}$$

- Refuerzo en pilotes

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

$$Ag = 2026.83$$

$$As = 0.03 (2026.83)$$

$$As = 60.80 \text{ cm}^2$$

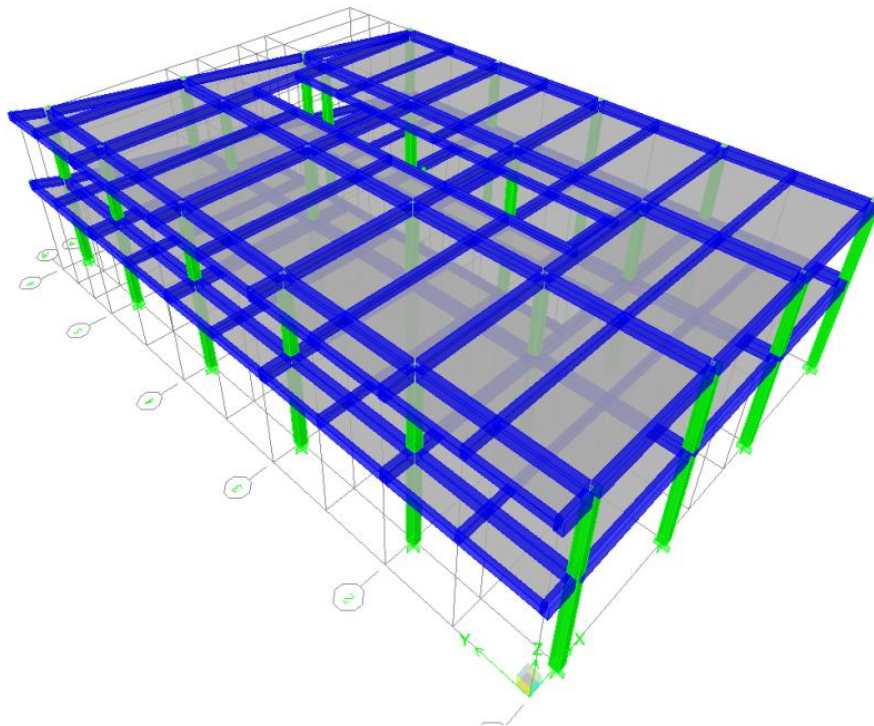
10 Varillas No. 9 @ 0.12

### 2.1.7. Comparación del análisis y diseño estructural con software de diseño ETABS

Se realizó un análisis por computadora para comparar los valores de diseño obtenidos con métodos aproximados. El porcentaje de diferencia de los valores oscila entre un 5% a 10%.

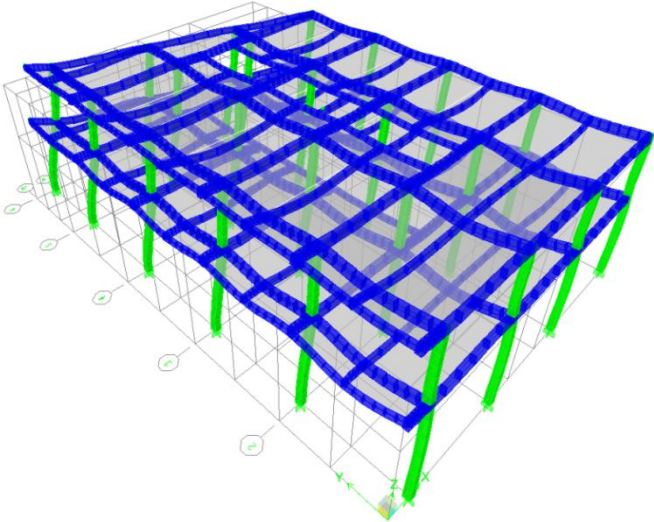
A continuación se presentan gráficas del comportamiento de la estructura al momento de aplicar la carga crítica total.

Figura 19. **Modelo 3d edificio municipal**



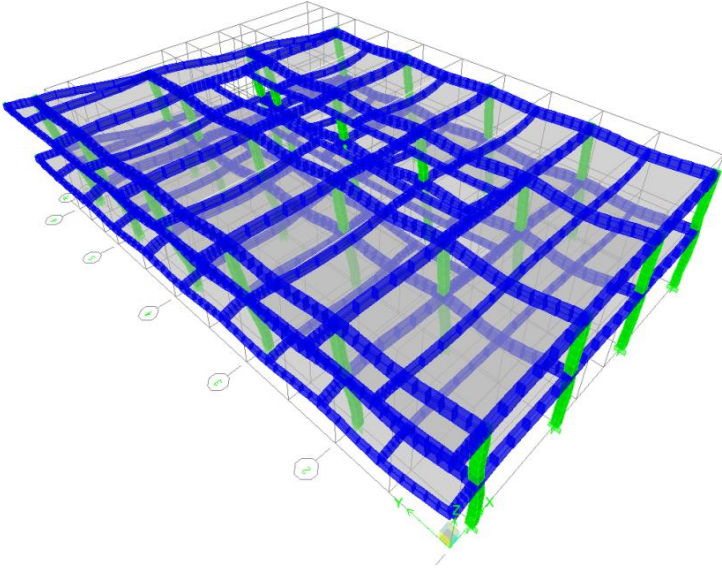
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 20. **Modelo 3d deformaciones con cargas críticas**



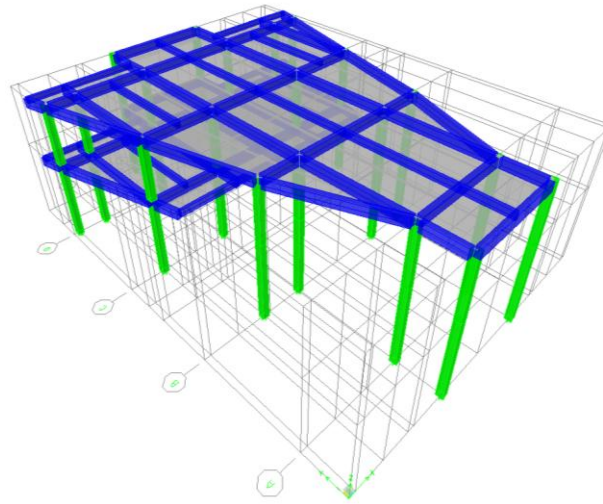
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 21. **Modelo 3d deformaciones con cargas críticas**



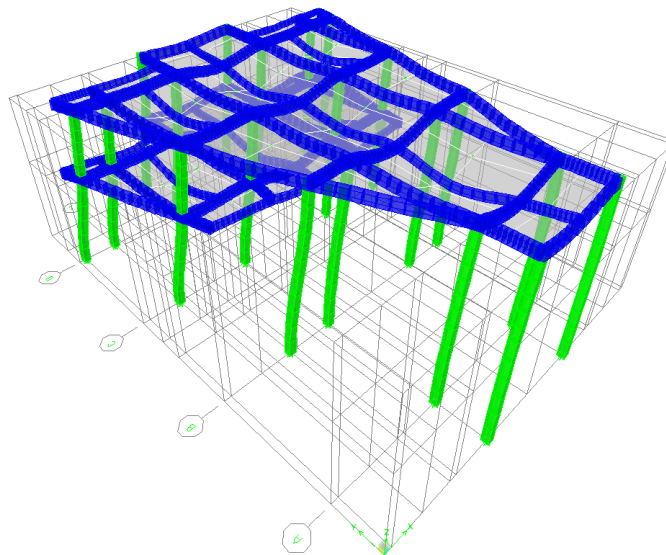
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 22. **Modelo 3d módulo central**



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

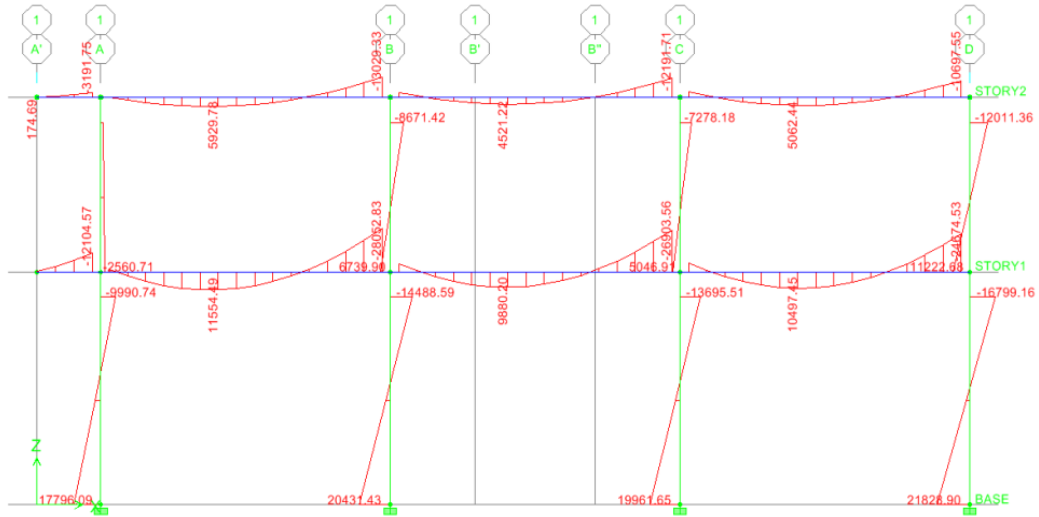
Figura 23. **Modelo 3d módulo central, deformaciones con cargas críticas**



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

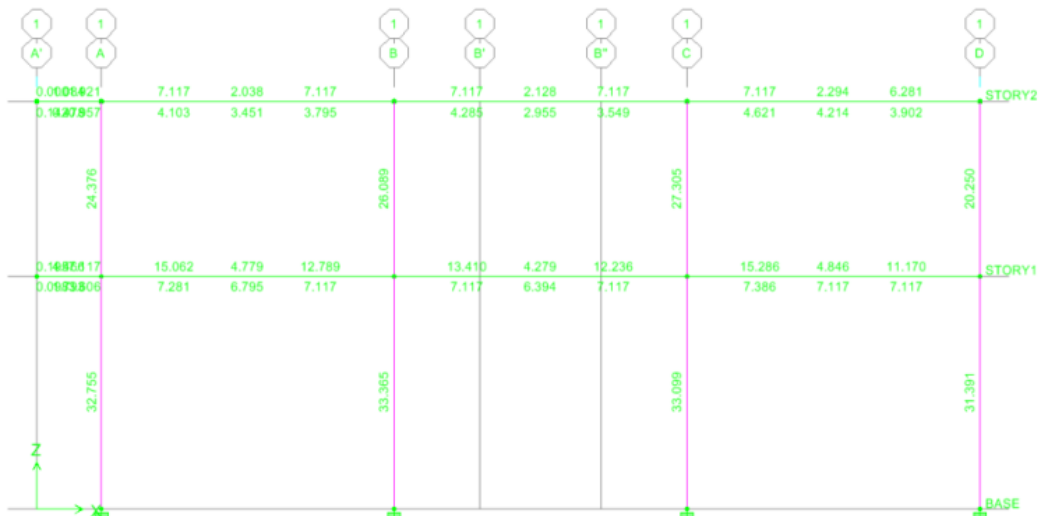


Figura 24. Análisis estructural marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 25. Acero requerido marco 1



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## 2.1.8. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental que tendrá el proyecto se realizó utilizando una boleta de riesgo, dicha evaluación dio como resultado un total de 240 puntos; esto nos indica que es posible ejecutar el proyecto.

Tabla XXXVII. Evaluación de impacto ambiental

Proyecto Edificio Municipal  
Localización Puerto Barrios

Identificación y evaluación de riesgo programas/proyecto	Factor	Tipo de evento	N.A.	Expuesto	General al evento	Amenaza				Vulnerabilidad				Total AV	
						Nula	Mínima	Moderada	Severa	Baja	Media	Alta	Extrem. Alta		
Origen del evento						0	4	8	10	2	4	8	10	R= amenaza*Vul.	
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones				x					x				0
		Tornados				x					x				0
		Tormenta tropical				x					x				0
		Onda térmica fría				x					x				0
		Onda térmica calida				x						x			0
		Inundaciones					x					x			16
		Sequías						x				x			16
	Otros														
	Topográficos o geotécnicos	Derrumbes				x					x				0
		Deslizamientos				x					x				0
		Lahares				x					x				0
		Flujos de lodo y agua					x					x			16
	Otros														
	Tectónicos o geológicos	terremotos (sismos)						x				x			32
		Erupciones volcánicas					x					x			8
		Maremotos						x				x			16
	Otros														
	Derechos humanos	Violación de derechos humanos				x					x				0
Genera pobreza					x					x				0	
Genera discriminación					x					x				0	
Epidemias						x					x			8	
Otros															
Seguridad ciudadana	Delincuencia organizada					x					x			16	
	Delincuencia común						x				x			16	
	Conflictos limítrofes				x						x			0	
	Ocurrencia de guerra					x					x			16	
	Ocurrencia de terrorismo					x					x			16	
Otros															
Entorno político económico-social	Crisis política				x					x				0	
	Crisis gobernabilidad				x					x				0	
	Crisis económica					x					x			16	
	Crisis social				x						x			0	
Otros															

Continuación de la tabla XXXVII.

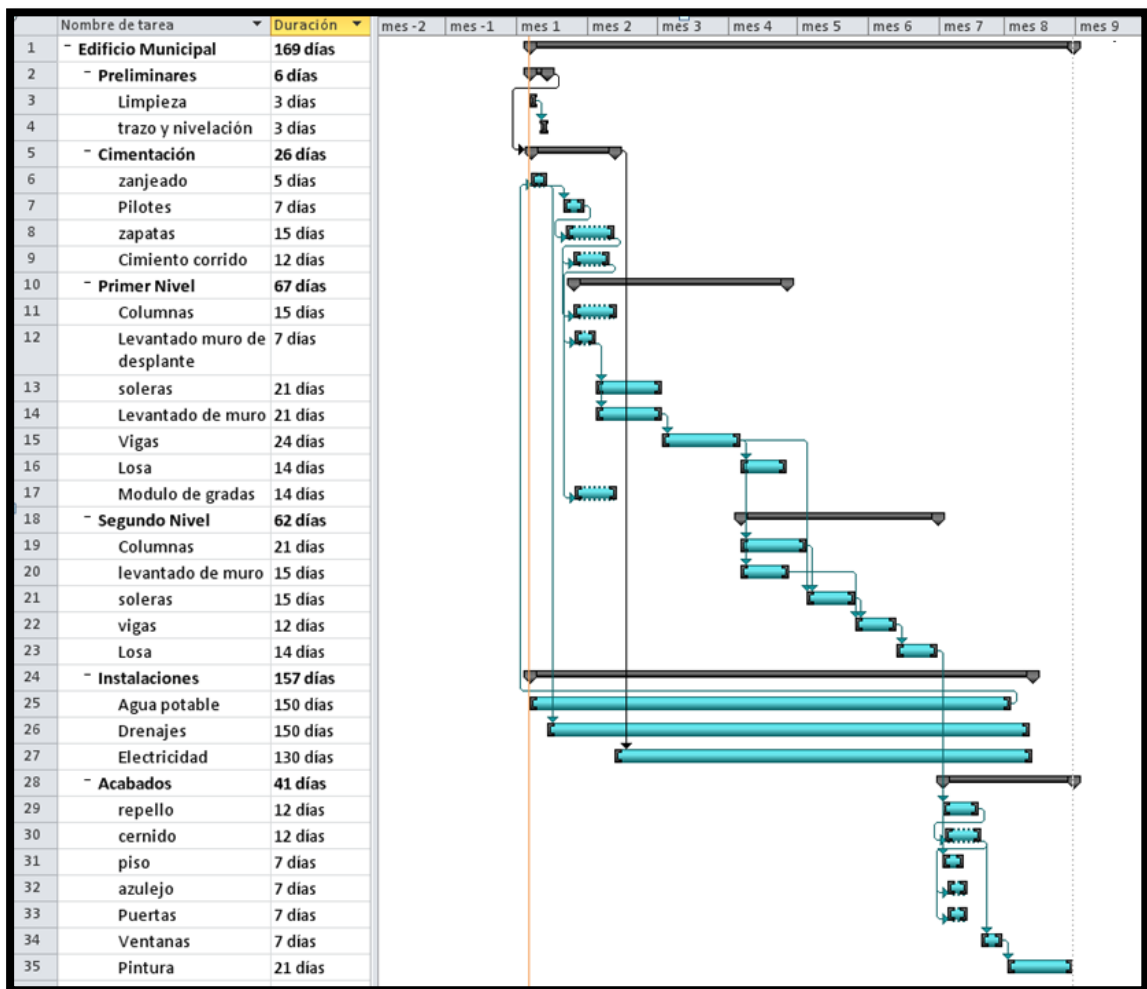
Antrópico social	Manejo del ambiente	Destrucción de habitats naturales					x				x									8	
		Radiación solar intensa							x				x								16
		Descarga de desechos a cuerpos de agua						x					x								8
		Descarga de partículas sólidas al aire						x					x								8
		Contaminación por ruido						x					x								8
		Contaminación de suelos						x						x							0
		Sobre-explotación de recursos naturales						x							x						0
		Desertificación						x						x							0
		Incendios forestales						x							x						0
	<b>otros</b>																				
	Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas						x												x	0
		Transporte aéreo, acuático y terrestre						x												x	0
		Derrame de productos petroleros						x												x	0
		Depósitos industriales y químicos						x												x	0
		Colapso de estructuras						x												x	0
		Explosiones						x												x	0
		Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas						x												x	0
		Oleoductos						x												x	0
		Coheterías						x												x	0
Urbanización desordenada							x												x	0	
Edificios, ruinas, monumentos abandonados						x												x	0		
<b>Otros</b>																					
Factor	Escala	Descripción																	<b>Total</b>	<b>240</b>	
Amenaza	Nula	No apreciable																			
	Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema																			
	Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido																			
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales																			
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte																			
	Media	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte																			
	Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte																			
	Extrem. Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación																			
Escala de decisión	Bajo	Menor 400 (se acepta el proyecto con medidas de mitigación)																			
	Medio	Mayor de 401 hasta 1000 (reformular el proyecto)																			
	Alto	Mayor de 1000 (se rechaza el proyecto)																			

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.9. Cronograma de ejecución

El período de ejecución programado para la construcción del edificio municipal es de 8 meses a partir de que se concluya con la demolición del edificio actual. Este cronograma está sujeto a cambios según el proceso en la ejecución del proyecto.

Tabla XXXVIII. Cronograma de ejecución edificio municipal



Fuente: elaboración propia, con programa Project 2010.

## 2.1.10. Presupuesto

El presupuesto de construcción del proyecto se basa en especificaciones generales y en cantidades de trabajo correspondientes a la planificación.

Tabla XXXIX. Presupuesto

CODIGO	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>Trabajos preliminares</b>			<b>Q</b>	<b>27,690.80</b>
1.1	Limpieza	2209.96	m2	Q 5.53	Q 12,221.08
1.2	Replanteo topográfico y trazo	2209.96	m2	Q 7.00	Q 15,469.72
<b>2.00</b>	<b>Cimentación</b>			<b>Q</b>	<b>2,812,365.53</b>
2.1	Excavación	1497.47	m3	Q 44.27	Q 66,293.00
2.2	Pilotes tipo P1	256.00	unidad	Q 7,917.51	Q 2,026,882.56
2.3	Zapata tipo Z1	44.00	unidad	Q 2,261.60	Q 99,510.40
2.4	Zapata tipo Z2	10.00	unidad	Q 3,505.30	Q 35,053.00
2.5	Zapata tipo Z3	4.00	unidad	Q 6,041.15	Q 24,164.60
2.6	Zapata tipo Z4	2.00	unidad	Q 7,501.19	Q 15,002.38
2.7	Viga conectora tipo VC-1	449.85	unidad	Q 982.83	Q 442,126.08
2.8	Relleno	393.73	m3	Q 203.13	Q 79,978.37
2.9	Acarreo de material	1103.74	m3	Q 21.16	Q 23,355.14
<b>3.00</b>	<b>Columnas</b>			<b>Q</b>	<b>944,274.45</b>
3.1	Columna tipo C1	114.00	unidad	Q 6,344.63	Q 723,287.82
3.2	Columna tipo C2	16.00	unidad	Q 13,811.70	Q 220,987.20
<b>4.00</b>	<b>Vigas y losas</b>			<b>Q</b>	<b>3,659,900.41</b>
4.1	Viga tipo V-1	115.50	m	Q 1,054.42	Q 121,785.51
4.2	Viga tipo V-2	46.20	m	Q 1,054.42	Q 48,714.20
4.3	Viga tipo V-3	323.40	m	Q 1,054.42	Q 340,999.43
4.4	Viga tipo V-4	169.40	m	Q 1,054.42	Q 178,618.75
4.5	Viga tipo V-5	30.80	m	Q 1,054.42	Q 32,476.14
4.6	Viga tipo V-6	92.40	m	Q 1,054.42	Q 97,428.41
4.7	Viga tipo V-7	77.00	m	Q 1,054.42	Q 81,190.34
4.8	Viga tipo V-8	77.00	m	Q 1,054.42	Q 81,190.34
4.9	Viga tipo V-9	192.50	m	Q 1,054.42	Q 202,975.85
4.10	Viga tipo V-10	177.10	m	Q 1,054.42	Q 186,737.78
4.11	Viga tipo V-11	61.60	m	Q 1,054.42	Q 64,952.27

Continuación de la tabla XXXIX.

4.12	Viga de borde tipo V-12	337.92	m	Q	459.42	Q	155,247.21
4.13	Viga secundaria tipo V-13	200.20	m	Q	892.50	Q	178,678.50
4.14	Viga secundaria tipo V-14	138.60	m	Q	892.50	Q	123,700.50
4.15	Losa densa t=0.12	3829.66	m2	Q	460.93	Q	1,765,205.18
<b>5.00</b>	<b>Muros y tabiques</b>			<b>Q</b>	<b>2,161,165.54</b>		
5.1	Muro de block de 0.15 m, block de 35 kg/cm2	1679.56	m2	Q	200.70	Q	337,087.69
5.2	Muro de concreto de 0.25 m	158.62	m2	Q	675.00	Q	107,068.50
5.3	Tabique de tablayeso doble cara con refuerzo de aluminio, H=1.80	65.51	m2	Q	323.92	Q	21,220.00
5.4	Tabique de tablayeso doble cara refuerzo de aluminio, H=2.90	5235.21	m2	Q	323.92	Q	1,695,789.22
<b>6.00</b>	<b>Gradas y rampas</b>			<b>Q</b>	<b>182,798.79</b>		
6.1	Módulo de gradas principal	2.00	unidad	Q	24,341.29	Q	48,682.58
6.2	Módulo de gradas secundario	2.00	unidad	Q	21,599.56	Q	43,199.12
6.3	Rampa principal	2.00	unidad	Q	29,120.00	Q	58,240.00
6.4	Módulo de gradas ingreso principal	1.00	unidad	Q	12,170.65	Q	12,170.65
6.5	Módulo de gradas ingreso secundario	1.00	unidad	Q	10,799.78	Q	10,799.78
6.6	Rampa ingreso principal	1.00	unidad	Q	9,706.67	Q	9,706.67
<b>7.00</b>	<b>Acabados</b>			<b>Q</b>	<b>3,898,425.65</b>		
7.1	Piso porcelanato	3750.38	m2	Q	269.95	Q	1,012,415.08
7.2	Azulejo	188.91	m2	Q	131.91	Q	24,919.12
7.3	Repello en muro	3676.36	m2	Q	41.65	Q	153,120.39
7.4	Cernido en muro	3676.36	m2	Q	34.49	Q	126,797.66
7.5	Pinturo en muro	14277.80	m2	Q	23.28	Q	332,387.18
7.6	Cielo falso fibra mineral	3829.66	m2	Q	169.27	Q	648,246.55
7.7	Puertas	1.00	global	Q	626,654.30	Q	626,654.30
7.8	Ventanas	1.00	global	Q	973,885.35	Q	973,885.35
<b>8.00</b>	<b>Instalaciones</b>			<b>Q</b>	<b>2,638,362.52</b>		
8.1	Instalaciones hidráulicas	1.00	global	Q	358,250.81	Q	358,250.81
8.2	Instalaciones sanitarias	1.00	global	Q	576,972.13	Q	576,972.13
8.3	Instalaciones de iluminación	1.00	global	Q	1,068,546.17	Q	1,068,546.17
8.4	Instalaciones de fuerza	1.00	global	Q	634,593.41	Q	634,593.41
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>16,324,983.69</b>		

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.11. Planos constructivos**

Para el proyecto se realizaron los siguientes planos:

- Arquitectura
  - o Amueblado nivel 1 y nivel 2
  - o Acotado nivel 1 y nivel 2
  - o Elevaciones
  - o Secciones
  - o Acabados interiores y exteriores nivel 1 y nivel 2
  
- Estructura
  - o Cimentación y columnas
  - o Detalles de cimentación y columnas
  - o Cortes de muro y detalles de cimentación y columnas
  - o Vigas y losas
  - o Detalle de vigas
  - o Detalle de gradas
  
- Instalaciones
  - o Agua potable
  - o Drenajes
  - o Iluminación
  - o Fuerza

Ver apéndice.

## **2.2. Diseño de puente vehicular, barrio Puente II**

El diseño del puente vehicular cubrirá una luz de 25 metros, de un carril con área de banquetas para circulación peatonal.

El puente vehicular se diseñara de acuerdo a los códigos vigentes en Guatemala, siguiendo parámetros de la Dirección General de Caminos.

### **2.2.1. Consideraciones generales**

Se debe de tomar en cuenta para el diseño del puente consideraciones generales de circulación, cargas de diseño, período de diseño, crecidas máximas del rio, entre otras, para garantizar el funcionamiento y seguridad del mismo.

#### **2.2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto surge de la necesidad de mejorar las condiciones del puente de hamaca que existe actualmente, el cual se encuentra en mal estado. El puente de hamaca fue construido hace más de 50 años y se ha ido deteriorando por falta de mantenimiento. El mayor daño que sufrió fue durante el terremoto del mes mayo del año 2009. En el barrio Puente de Hamaca viven aproximadamente 90 familias y se suman a esta población varias comunidades aledañas como Las Colinas, Las Nubes, entre otras. Las condiciones del puente son malas e inseguras. Han ocurrido varios accidentes, resultado de los daños que el puente tiene. Entre los daños que se logran observar tenemos: deterioro en los cables de suspensión, deterioro del sistema de piso y en las torres de anclaje.



### **2.2.1.2. Especificaciones de diseño**

Las especificaciones empleadas para el diseño fueron AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) las cuales nos brindan criterios para realizar diseños más seguros y confiables. Lo importante de estas especificaciones es encontrar la carga y resistencia de nuestro puente a diseñar. Se utilizan las normas AGIES (Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica) para tener un criterio real, para el desarrollo del diseño.

### **2.2.1.3. Especificaciones de construcción**

El puente será de concreto armado, constituido por una superestructura y una subestructura con una cimentación por medio de estribos o pilotes.

#### **2.2.1.3.1. Superestructura**

Está constituida por vigas, diafragmas, tablero, aceras, postes, barandas y capa de rodadura. Es la parte del puente que permite el paso del camino sobre una vía o río y esta descansa sobre los estribos en un sistema de apoyo. También se tienen mecanismos para la evacuación de aguas que se precipitan sobre la estructura.

- Vigas: reciben esta denominación por ser los elementos que salvan el vano, habiendo vigas principales, secundarias. Se utilizan para formar marcos y sostener los tramos del puente.

- Diafragmas: son vigas transversales y sirven para su arriostramiento y pueden pasar a ser vigas secundarias cuando transmiten cargas del tablero a las vigas principales.
- Tablero: es la parte estructural que queda a nivel de subrasante y que transmite tanto cargas como sobrecargas a las viguetas y vigas principales. Este es completado con la capa de rodadura, bordillos, barandas y postes.

#### **2.2.1.3.2. Subestructura**

Estructuralmente funciona de manera que el piso soporta cargas que son transmitidas a las vigas principales que están apoyadas en los estribos y pilas; a su vez, estos reciben carga muerta por peso propio de los elementos del puente transmitiendo la carga total a los cimientos y después al suelo. La subestructura constituye el soporte de la superestructura.

- Estribos: llamado también contrafuerte. Situados en los extremos de la estructura, destinados a apoyar la superestructura y retener terraplenes de acceso al puente. Transmite el peso a los cimientos.
- Pilas: estas corresponden a las columnas intermedias, en la parte superior donde se alojan los pedestales de los apoyos.
- Pilotes: el principal objetivo al hacer uso de pilotes es proporcionar una adecuada cimentación para la estructura, en el caso en el que el suelo que se sitúa por debajo de ésta no pueda proporcionar una capacidad soporte suficiente.

- Zapatas: estas permiten sostener la estructura de concreto armado sobre el pilar y su función es la de distribuir la elevada carga sobre la superficie.

### 2.2.2. Estudios topográficos

Se realizó un levantamiento y una nivelación utilizando una estación total, tomando la extensión necesaria y el perfil del terreno.

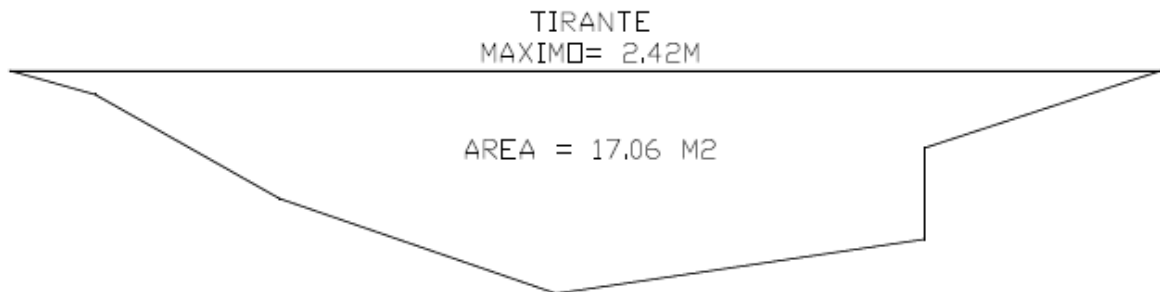
Ver plano en apéndice.

### 2.2.3. Estudios hidrológicos

Este estudio es importante ya que mediante este podemos saber el caudal máximo del río, así como también conocer los niveles de crecida máxima, lo que nos permitirá establecer la altura necesaria del puente.

- Método sección pendiente

Figura 26. Sección del río



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Crecida máxima = 2.42 m

Área sección del río (A) = 17.06 m<sup>2</sup>

Perímetro mojado (Pm) = 14.17 m

Coefficiente de rugosidad (n) = 0.050

$$\text{Pendiente (s)} = \left( \frac{42.58 - 42.33}{1} \right) * 100\% = 0.25\%$$

o Velocidad

$$V = \frac{1}{N} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.050} * \left( \frac{17.06}{14.17} \right)^{2/3} (0.0025)^{1/2} = 1.13 \text{ m/s}$$

o Caudal

$$Q = V * A$$

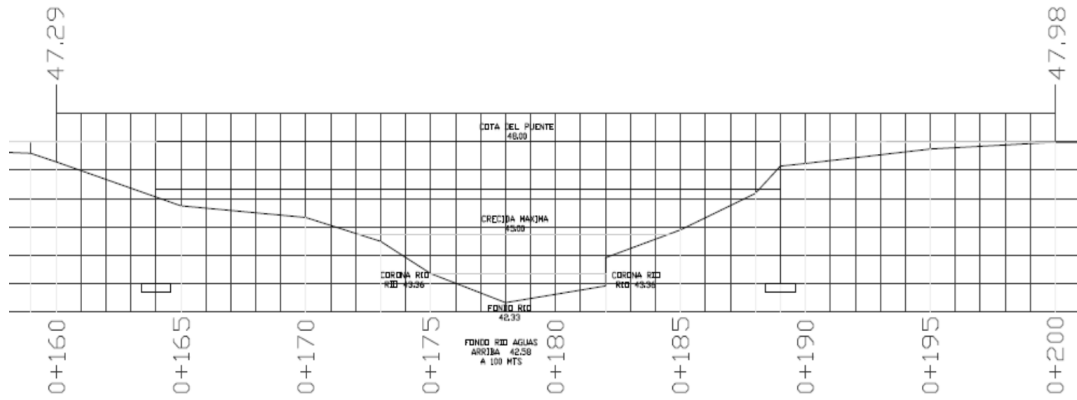
$$Q = (1.13)(17.06)$$

$$Q = 19.31 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tirante máximo = 2.42

Altura de la parte baja de la viga desde el tirante máximo = 1.55 m

Figura 27. Perfil del río



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

#### 2.2.4. Estudio de suelos

Para el estudio de suelos se realizó un sondeo dinámico en las áreas donde se desea cimentar el puente.

- Ensayo SPT (ver anexos)

Profundidad: 6m

Tipo de suelo: Arena con grava

$N_{60} = 6$

- o Corrección N60

$$N_{60} = \frac{N * n_H n_B n_g n_R}{60}$$

$$N_{60} = \frac{6(60\%)(1)(1)(0.95)}{60} = 5.7$$

- o Carga admisible

$$\sigma_{ADM} = \frac{N_{60}}{8}$$

$$\sigma_{ADM} = \frac{5.7}{8} = 0.71 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ADM} = 7.10 \text{ Ton/m}^2$$

- o Carga admisible de diseño

$$\text{F.S.} = 2.5$$

$$\sigma_{diseño} = \frac{7.10}{2.5} = 2.85 \text{ ton/m}^2$$

- o Resistencia cortante Cu

$$K = 4.40 \text{ kN/m}^2$$

$$Cu = K * N_{60}$$

$$Cu = 4.40 * 5.7$$

$$Cu = 25.08 \text{ kN/m}^2$$

$$Cu = 2.63 \text{ Ton/m}^2$$

- o Integración de cargas

$$\text{Barandales} = 800.00 \text{ kg}$$

Carpeta de rodadura = 10 062.50 kg

Losa = 66 000.00 kg

Diafragma exterior = 2 203.25 kg

Diafragma interior = 3 240.00 kg

Viga principal = 102 000.00 kg

Cortina = 12 240.00 kg

Viga de apoyo = 10 560.00 kg

Total CM = 207 105.75 kg

Carga Viva = 18 100 kg

CV factorada =  $1.00[1.75(18100)] = 31\ 675.00$  kg

Carga por eje = 135 227.87 kg

- o Área de cimentación requerida

$$\sigma_{adm} = 2\ 850\ \text{kg/m}^2$$

$$A_{requerida} = \frac{135\ 227.87}{2850}$$

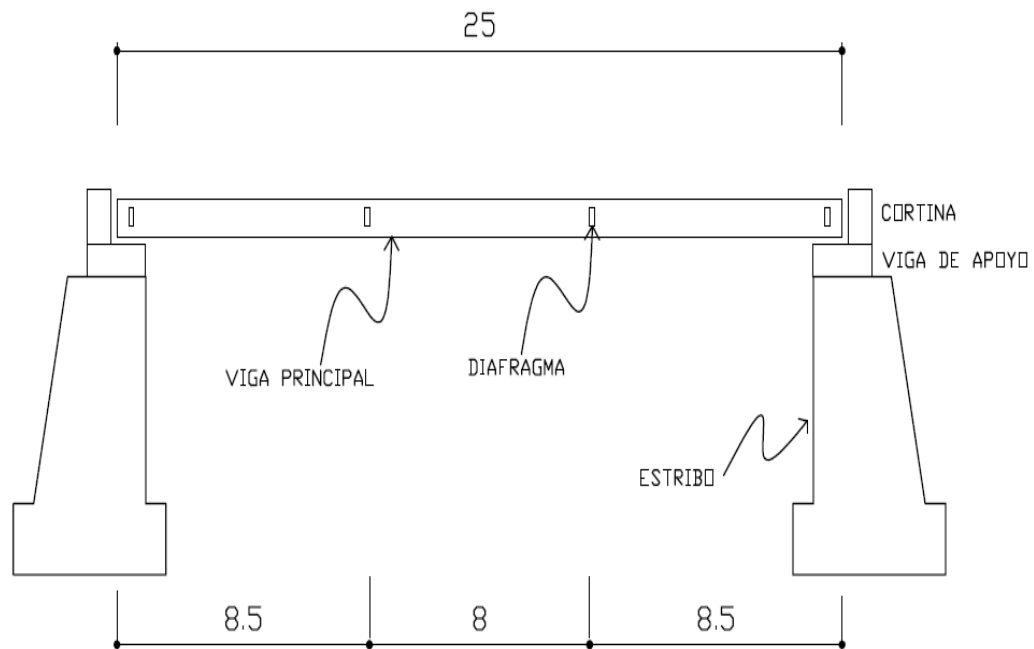
$$A_{requerida} = 44.45\ \text{m}^2$$

Debido a la capacidad soporte del suelo calculada y al área de cimentación requerida, se recomienda el diseño de una cimentación profunda por medio de pilotes.

## 2.2.5. Diseño de la estructura

El diseño se inicia con la elección del modelo de carga, la integración de cargas muertas, el diseño de la superestructura y el diseño de la subestructura, se deben de diseñar los barandales y otras obras de protección necesarias.

Figura 28. Esquema de puente



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.2.5.1. Consideraciones de diseño

El diseño del puente se realizó con base en las especificaciones AASHTO, utilizando el método LRFD (Load and Resistance Factors Design) y las especificaciones de la Dirección General de Caminos.



Las consideraciones necesarias para el diseño fueron las siguientes:

Luz libre: 25 m

Carriles: 1

Ancho de carril = 3.50 m

Acera = 1 m

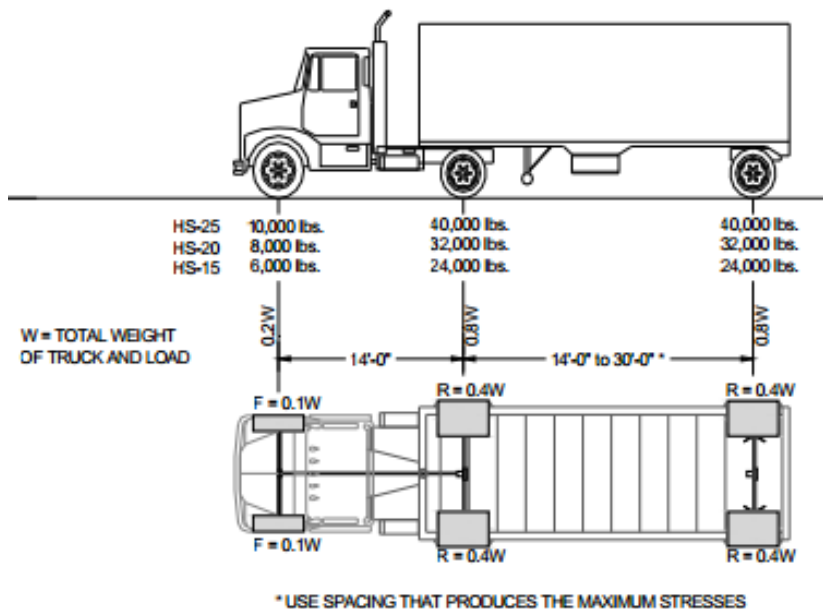
$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$Fy = 4210 \text{ kg/cm}^2$

Peso específico del concreto =  $2400 \text{ kg/cm}^2$

El tipo de vehículo empleado para el cálculo de carga viva fue el HS-25-44 de acuerdo con las especificaciones mencionadas.

Figura 29. **Modelo carga viva**



Fuente: AASHTO standard specifications for highway bridges.

Tabla XL. **Modificadores de carga**

<b>Applicable only to the Strength Limit State</b>	
■ $\eta_D$ – Ductility Factor:	
□ $\eta_D = 1.05$	for nonductile members
□ $\eta_D = 1.00$	for conventional designs and details complying with specifications
□ $\eta_D = 0.95$	for components for which additional ductility measures have been taken
■ $\eta_R$ – Redundancy Factor:	
□ $\eta_R = 1.05$	for nonredundant members
□ $\eta_R = 1.00$	for conventional levels of redundancy
□ $\eta_R = 0.95$	for exceptional levels of redundancy
■ $\eta_I$ – Operational Importance:	
□ $\eta_I = 1.05$	for important bridges
□ $\eta_I = 1.00$	for typical bridges
□ $\eta_I = 0.95$	for relatively less important bridges
These modifiers are applied at the element level, not the entire structure.	

Fuente: AASHTO LRFD 1.3.2.

## 2.2.6. Diseño de la superestructura

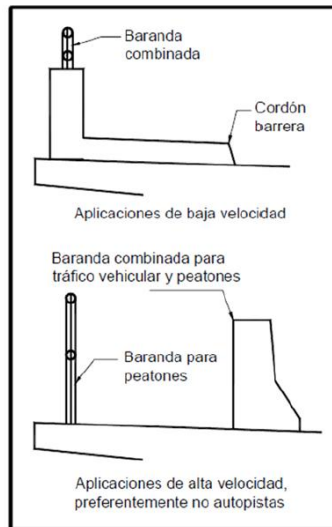
La superestructura está conformada por el barandal, la losa, las vigas principales y los diafragmas.

### 2.2.6.1. Diseño de barandal

El barandal es un elemento no estructural de la superestructura que tiene como función la protección de los peatones que hacen uso del puente.

De acuerdo con las especificaciones AASHTO la altura promedio de los postes de los pasamanos es de 1,07 metros (42"). Los pasamanos se realizarán con tubería de acero y los postes de concreto.

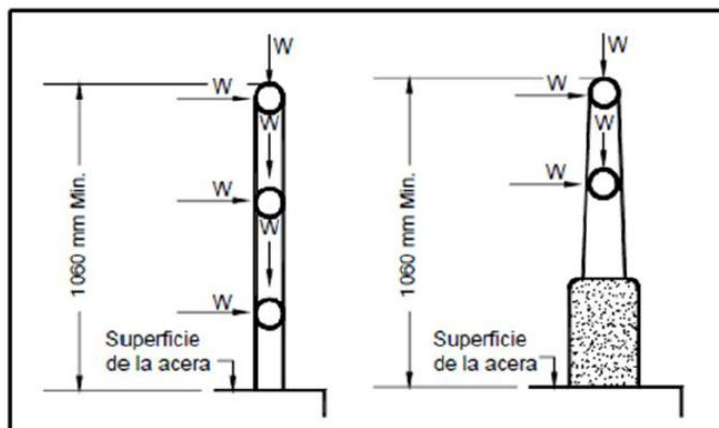
Figura 30. **Tipos de baranda**



Fuente: AASHTO LRFD, p. 13-5.

Las barandas deben realizarse de tal forma que sean estéticas, seguras y económicas.

Figura 31. **Cargas que actúan sobre las barandas para peatones**



Fuente: AASHTO LRFD, p. 13-12.

Vehículo: camión con remolque

$W = 220\ 000\ \text{N}$

$B = 2450\ \text{mm}$

$G = 1630\ \text{mm}$

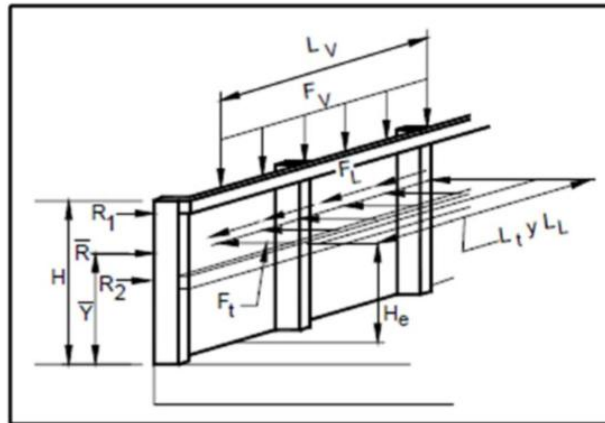
$\theta = 15^\circ$

Sobrecarga = 890 N

$W = 0.73\ \text{N/mm}$

Niveles de ensayo para barandales = TL-4

Figura 32. **Fuerzas de diseño para barandas**



Fuente: AASHTO LRFD, p. 13-21.

- Fuerzas de diseño

Transversal  $F_T = 240\ 000\ \text{N}$

Longitudinal  $F_L = 80\ 000\ \text{N}$

Vertical descendente  $F_v = 80\ 000\ \text{N}$

$L_t$  y  $L_l = 1\ 070\ \text{mm}$

$L_v = 5\ 500\ \text{mm}$

He (min) = 810 mm

Mínima altura del riel (H) = 810 mm

Tabla XLI. **Fuerzas de diseño**

Fuerza de diseño y simbología	Niveles de ensayo para las barandas					
	TL-1	TL-2	TL-3	TL-4	TL-5	TL-6
Transversal ft(N)	60 000	120 000	240 000	240 000	550 000	780 000
Longitudinal FL(N)	20 000	40 000	80 000	80 000	183 000	260 000
Vertical descendente Fy(N)	20 000	20 000	20 000	80 000	355 000	355 000
Lt y LI (mm)	1 220	1 220	1 220	1 070	2 440	2 440
Lv (mm)	5 500	5 500	5 500	5 500	12 200	12 200
He (min.)(mm)	460	510	610	810	1 070	1 420
Mínima altura del riel H (mm)	685	685	685	810	1 070	2 290

Fuente: AASHTO LRFD, p. 13-21.

- Datos de diseño

Tipo de vehículo = HS 25-44

Separación de postes = 1 500 mm

Ancho de riel = 200 mm

Altura del poste (H) = 1 100 mm

- Valor de sobrecarga concentrada de diseño para postes (N)

$$PLL = 890 + 0.73 L$$

$$PLL = 890 + 0.73 (1500)$$

$$PLL = 1985 \text{ N}$$

- Altura efectiva de la fuerza de vuelca del vehículo (mm)

$$He = G-WB/2Ft$$

$$He = 1630 - (220000)(2400)/2(240000)$$

$$He = 507.08 \text{ mm}$$

o Diseño de rieles

$$W = Fy/LI$$

$$W = 80000/1070$$

$$W = 74766.35 \text{ N/m}$$

$$W = 7\,629.22 \text{ kg/m}$$

$$M = WL^2/16$$

$$M = 7629.22 (1.5)^2/16$$

$$M = 1072.86 \text{ kg-m}$$

▪ Área de acero

Datos:

$$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu = 1072.86 \text{ kg-m}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$\text{recubrimiento} = 3 \text{ cm}$$

$$d = 17 \text{ cm}$$

$$As = \left[ 15 * 17 - \sqrt{(15 * 17)^2 - \frac{(1072.86 * 15)}{0.003825 * 281}} \right] \left( \frac{0.85 * 281}{4210} \right) = 1.58 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{4210} (15 * 17) = 0.85 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.5 \left[ 0.85 * 0.85 \left( \frac{6090 * 281}{4210(6090 + 4210)} \right) \right] (15 * 17) = 3.63 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} < A_s < A_{s_{max}}$$

- Armado propuesto

Usar 4 varillas No. 3 + estribo No. 3 @ 0.15 m

- o Diseño de postes

$H_{\text{poste}} = 1.10 \text{ m}$  (1060 mm mínimo)

$H = 0.20 \text{ m}$

$b = 0.20 \text{ m}$

Distancia entre postes = 1.50 m

FL = 80 000

FL = 8 154.94 kg

Se analiza como columna

- Esbeltez

$$Es = \frac{kl_u}{r}$$

$$K = 1$$

$$Lu = 1$$

$$r = 0.3 b$$

$$E_s = \frac{1(1.10)}{0.3(0.18)} = 20.37$$

$$E_s < 22$$

- Área de acero

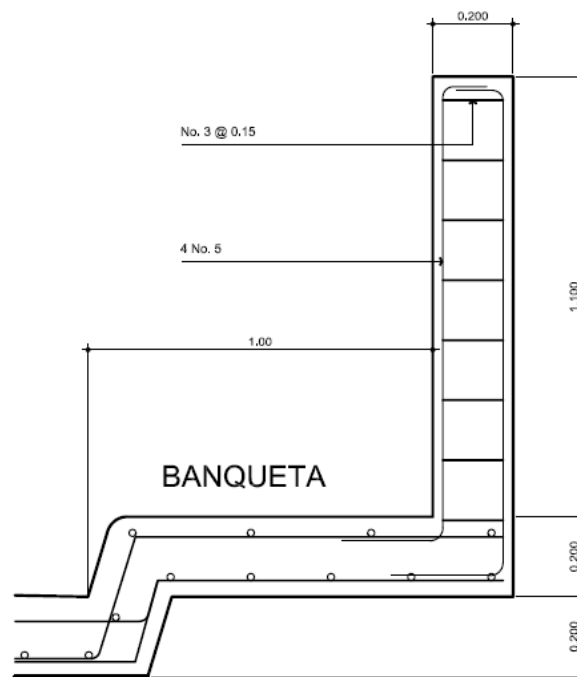
1% Ag mínimo

As = 0.02 (20x20)

As = 8.00 cm<sup>2</sup>

4 Varillas No. 5 + estribo No. 3 @ 0.15 m

Figura 33. **Detalle de poste**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.



### 2.2.6.2. Diseño de la losa

La losa es el elemento horizontal que sirve de tablero para el paso de los vehículos. Se debe diseñar según el modelo de carga aplicada.

#### 2.2.6.2.1. Espesor de la losa

De acuerdo con las especificaciones AASHTO el espesor de la losa del puente debe ser no menor de 0,15 m.

$$t = \frac{1.2 (L + 3.05)}{30}$$

donde:

L = luz libre entre vigas

t = espesor de losa

$$t = \frac{1.2 (1.80 + 3.05)}{30} = 0,20 \text{ m}$$

#### 2.2.6.2.2. Cálculo de momentos

- Momento carga muerta

$$W_{\text{asf}} = 105 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{barandales}} = 75 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{bordillo}} = 80 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total} = 260 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{cm}_{\text{Losa}}} = 2400 * 0.20 * 1 = 480 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{cm}} = 720 \text{ kg/m}$$

Luz interna (S) = 1.80 m

$$Mcm = (720)(1.80)^2$$

$$Mcm_{interior} = \frac{(720)(1.80)^2}{10}$$

$$Mcm_{interior} = 233.28 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mcm_{voladizo} = \frac{(720)(1.35)^2}{10}$$

$$Mcm_{voladizo} = 656.1 \text{ kg} - \text{m}$$

Para el cálculo se utilizará el momento mayor 656.1 kg-m

- Momento carga viva

Tipo de carga

HS-25-44

Wt = 32.8 Ton

Carga eje más pesado

$$\text{Eje 1} = 4.5/2 = 2.25 \text{ T}$$

$$\text{Eje 2} = 9.1 \cdot 2/2 = 9.1 \text{ T}$$

$$\text{Eje 3} = 9.1 \cdot 2/2 = 9.1 \text{ T}$$

El momento para carga viva se calcula con la siguiente fórmula

$$Mcv = \frac{0.8(s + 2) * P}{32}$$

S (pies)

S = 1.80 m

S = 5.90 pies

$$M_{cv} = \frac{0.8(5.90 + 2)(9100)}{32} = 1797.25 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momento carga por impacto

$$I = \frac{15}{(L + 38)} \leq 0.30$$

$$I = \frac{15}{(1.80 + 38)} = 0.38 > 0.30$$

Se utiliza 0.30

- Momento carga última

$$M_u = 1.3[M_{cm} + 5/3(M_{cv} * I)]$$

$$M_u = 1.3[656.1 + 5/3(1797.25 * 1.30)] = 5915.18 \text{ kg} - \text{m}$$

### 2.2.6.3. Cálculo de acero de refuerzo

B = 1 m

R = 0.025 m

Ø = 0.0127 m

F'c = 281 kg/cm<sup>2</sup>

Fy = 4210 kg/cm<sup>2</sup>

- Acero cama inferior

$$\frac{As^2 f_y^2}{1.7 f' c * b} - As f_y d + \frac{Mu}{\phi} = 0$$

$$\frac{As^2 (4210)^2}{1.7 (281) (100)} - As (4210) (16.86) + \frac{(591518.42)}{0.90} = 0$$

$$371.03 As^2 - 70980.6 As + 657242.68 = 0$$

$$As = 9.57 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} * b * d$$

$$As_{\min} = \frac{14.1}{4210} * 100 * 16.86$$

$$As_{\min} = 5.64 \text{ cm}^2$$

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

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

$$\rho_{\text{bal}} = 0.5 \left[ 0.85 * 0.90 \left( \frac{281}{4210} \right) \left( \frac{6090}{6090 + 4210} \right) \right] (100) (6.86)$$

$$As_{\max} = 25.45 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} < As_{\text{req}} < As_{\max}$$

o Espaciamiento

$$\text{Varilla No. 5} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{No de varillas} = 9.57/1.98 = 4.83 = 5 \text{ varillas}$$

$$S = 100/4.83 = 20.68 = 20 \text{ cm}$$

Refuerzo No. 5 @ 0.20 m perpendicular al tráfico

• Refuerzo longitudinal

$$\% = \frac{2.2}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

S = en pies

$$\% = \frac{2.2}{\sqrt{5.9}} = 90.57\% > 67\%$$

Se utilizará 67%

$$A_{S_{\text{long}}} = 67\% A_{S_{\text{transversal}}}$$

$$A_{S_{\text{long}}} = 0.67(9.57) = 6.41 \text{ cm}^2$$

Varilla No. 5

$$\text{No de varillas} = 6.41/1.98 = 3.24$$

$$S = 100/3.24 = 30.88$$

Refuerzo No. 5 @ 0.30 m

Paralelo al tráfico, cama superior e inferior

- Refuerzo transversal cama superior

$$A_{S \text{ temperatura}} = 0.002 b * t$$

$$A_{S \text{ temperatura}} = 0.002 (100)(20) = 4 \text{ cm}^2$$

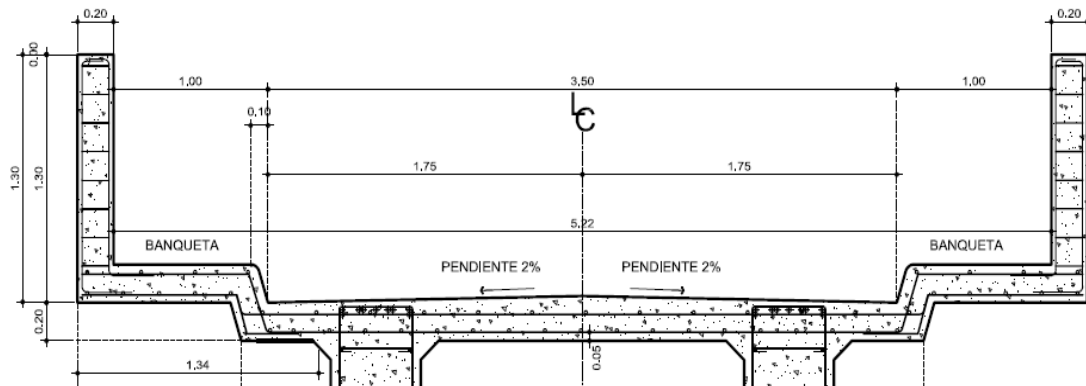
$$\text{No de varillas} = 4/1.26 = 3.17$$

$$S = 100/3.17 = 30$$

Refuerzo No. 4 @ 0.30 m

Transversal al tráfico

Figura 34. Detalle de losa



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.2.7. Diseño de vigas

Las vigas son los elementos principales de carga, en estos se distribuirá la carga de la superestructura a los apoyos del puente.

- Dimensiones

$$H = \frac{L}{16}$$

$$H = 1.56 + 0.14 = 1.70 \text{ m}$$

$$H = \frac{25}{16} = 1.56$$

$$B = \frac{H}{3.5} = \frac{1.70}{3.5} = 0.50$$

donde:

H = Peralte

B = base

- Integración de carga

Barandales	$(40 * 2)/5 = 16 \text{ kg/m}$
Losa	$(2400 * 5.50 * 0.20) = 2640 \text{ kg/m}$
Diafragma exterior	$(2400 * 0.30 * 0.85 * 1.80)/25 = 88.13 \text{ kg/m}$
Diafragma interior	$(2400 * 0.30 * 1.25 * 1.80 * 2)/25 = 129.6 \text{ kg/m}$
Peso propio	$(2400 * 0.50 * 1.70) = 2040 \text{ kg/m}$
Carga peatonal	$(3600 \text{ Pa}) = 366.98 \text{ kg/m}^2 * 2 = 733.96 \text{ kg/m}$
Carpeta de rodadura	$(2300 * 3.5 * 0.05) = 402.50 \text{ kg/m}$

- Carga última

La carga última se calcula por medio de la siguiente fórmula

$$Q = \sum n_i \gamma_i Q_i$$

donde:

$\gamma_i$  = Factor de carga

Qi = Efecto de carga

ni = Modificador de carga

$$n_i = \frac{1}{n_D n_R n_I} \leq 1$$

$n_D$  = Factor de ductilidad

$n_R$  = Factor de redundancia

$n_I$  = Factor de importancia operativa

$$n_i = \frac{1}{1 * 1 * 1}$$

$$n_i = 1$$

- Combinación crítica de carga

$$Q = 1.25 DC + 1.5 DW + 1.75 PL$$

DC = Peso propio de componentes estructurales y no estructurales

DW = Peso carpeta de rodadura

PL = Peso sobrecarga peatonal

$$DC = 16 + 2640 + 88.13 + 129.60 + 2040 = 4913.73 \text{ kg/m}$$

$$DW = 402.50 \text{ kg/m}$$

$$PL = 733.96 \text{ kg/m}$$

$$Q = 1.0[1.25(4913.73) + 1.50(402.50) + 1.75(733.96)]$$

$$Q = 8030.34 \text{ kg/m}$$

Para una viga

$$Q = 4015.17 \text{ kg/m}$$



- Método de análisis

El método empleado para el análisis fue el LRFD utilizando líneas de influencia.

- Reacciones en los extremos

$$R_A = \frac{P(L - X)}{L} + W \left( \frac{L - X}{2} \right)$$

$$R_A = P \left( \frac{X}{L} \right) + W \left( \frac{X}{2} \right)$$

$$M_x = P \left( \frac{L - X}{L} \right) * X + W \left( \frac{L - X}{2} \right) * X$$

$R_A$  = Reacción en A

$R_B$  = Reacción en B

$P$  = Carga puntual ejercida por el peso del vehículo

$L$  = Longitud de la viga

$W$  = Carga distribuida

$M_x$  = Momento en la posición  $x$

- Datos para cálculo de momento y corte

$W = 4015.17 \text{ kg/m}$

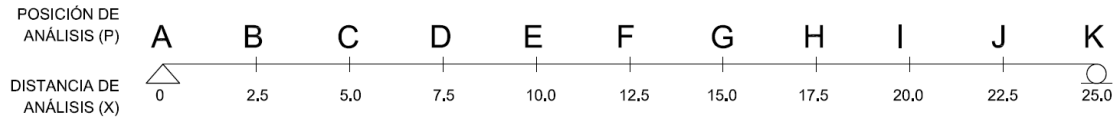
Peje 1 = 2250 kg

Peje 2 = 9050 kg

Peje 3 = 9050 kg

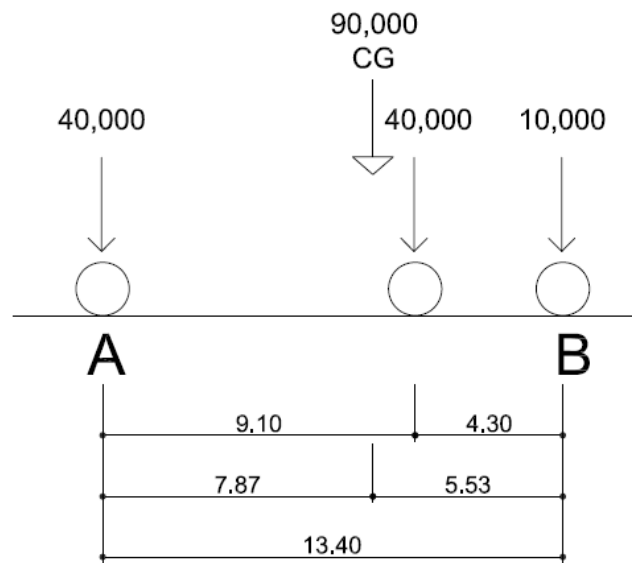
$L = 25 \text{ m}$

Figura 35. **Posición de análisis del vehículo**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 36. **Esquema de carga HS-25-44**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

- Posición crítica

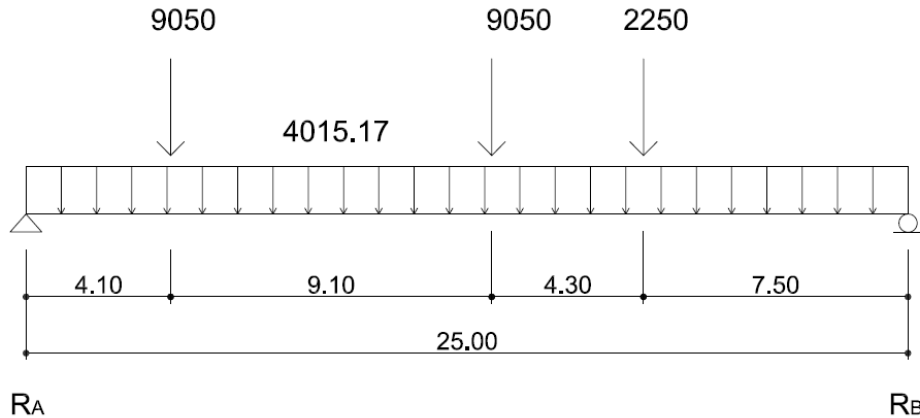
$$P_c = 12.5 + 5.53$$

$$P_c = 18.03$$

$$P_c = P_H \text{ (ver figura 29)}$$

- Análisis para posición H

Figura 37. Esquema posición crítica (H)



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

$$\sum M_A = 0$$

$$9050(4.1) + 9050(13.2) + 2250(17.5) + 4015.17 \frac{(25)^2}{2} - R_B(25) = 0$$

$$R_B = 58\,027.22$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A(25) - 9050(20.9) - 9050(11.8) - 2250(7.5) - 4015.17 \frac{(25)^2}{2} = 0$$

$$R_A = 62\,702.03$$

- o Análisis  $X = 0$

$$V = 62\,702.03$$

$$M = 9050(4.1) - 9050(13.2) + 2250(17.5) - 4015.17 \frac{(25)^2}{2} - 58027.12(25)$$

$$M = 0$$

- o Análisis  $X = 2.5$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(2.5)$$

$$V = 52664.10$$

$$M = 9050(4.1 - 2.5) - 9050(13.2 - 2.5) + 2250(17.5 - 2.5) + 4015.17 \frac{(25 - 2.5)^2}{2} - 58027.12(25 - 2.5)$$

$$M = -144205.29$$

- o Análisis  $X = 5$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(5)$$

$$V = 33\,576.18$$

$$M = 9050(13.2 - 5) + 2250(17.5 - 5) + 4015.17 \frac{(25 - 5)^2}{2} - 58027.12(25 - 5)$$

$$M = -255\,173.40$$

- o Análisis  $X = 7.5$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(7.5)$$

$$V = 23\,538.25$$

$$M = 9050(13.2 - 7.5) + 2250(17.5 - 7.5) + 4015.17 \frac{(25 - 7.5)^2}{2} - 58027.12(25 - 7.5)$$

$$M = -326\,566.70$$

- o Análisis  $X = 10$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(10) - 9050$$

$$V = 13\,500.33$$

$$M = 9050(13.2 - 10) + 2250(17.5 - 10) + 4015.17 \frac{(25 - 10)^2}{2} - 58027.12(25 - 10)$$

$$M = -372\,865.18$$

- o Análisis  $X = 12.5$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(12.5) - 9050$$

$$V = 3462.40$$

$$M = 9050(13.2 - 12.5) + 2250(17.5 - 12.5) + 4015.17 \frac{(25 - 12.5)^2}{2} - 58027.12(25 - 12.5)$$

$$M = -394\,068.84$$

o Análisis  $X = 15$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(15) - 9050 - 9050$$

$$V = -15\,625.52$$

$$M = 9050(17.5 - 15) + 4015.17 \frac{(25 - 15)^2}{2} - 58027.12(25 - 15)$$

$$M = -373\,887.70$$

o Análisis  $X = 17.5$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(17.5) - 9050 - 9050$$

$$V = -25\,830.81$$

$$M = 4015.17 \frac{(25 - 17.5)^2}{2} - 58027.12(25 - 17.5)$$

$$M = -322\,276.74$$

o Análisis  $X = 20$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(20) - 9050 - 9050 - 2250$$

$$V = -37\,951.37$$

$$M = 4015.17 \frac{(25 - 20)^2}{2} - 58027.12(25 - 20)$$

$$M = -239\,945.98$$

o Análisis  $X = 22.5$

$$V = 62\,702.03 - 4015.17(22.5) - 9050 - 9050 - 2250$$

$$V = -47\,989.29$$

$$M = 4015.17 \frac{(25 - 22.5)^2}{2} - 58027.12(25 - 22.5)$$

$$M = -132\,520.39$$

o Análisis  $X = 25$

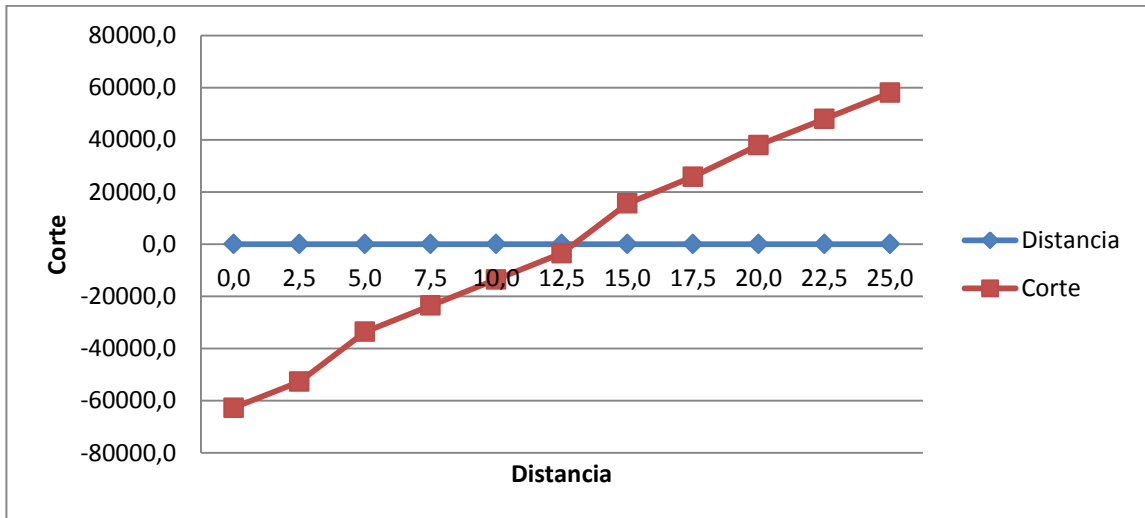
$$V = 62\,702.03 - 4015.17(25) - 9050 - 9050 - 2250$$

$$V = -58\,027.22$$

$$M = 4015.17 \frac{(25 - 25)^2}{2} - 58027.12(25 - 25)$$

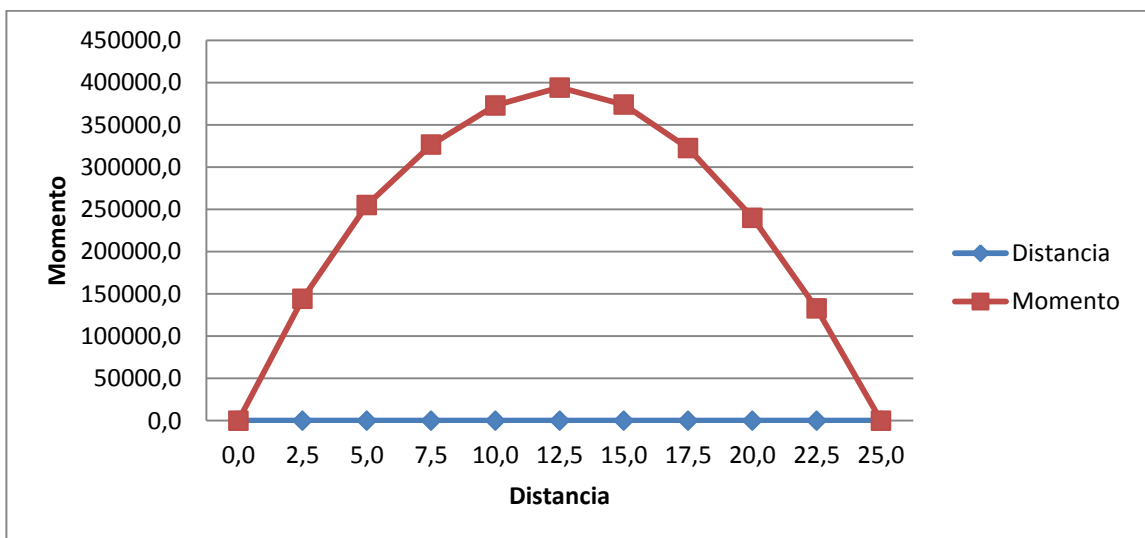
$$M = 0$$

Figura 38. Corte posición H



Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Momento posición H



Fuente: elaboración propia.



Tabla XLII. Esfuerzos cortantes en la viga

CORTE												
POSICION												
DIST	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	MAX
0.0	-50608.03	-52633.03	-61204.63	-60074.63	-58944.63	-57814.63	-65155.43	-62702.03	-61085.43	-59050.43	-57015.43	-65155
2.5	-40486.42	-42511.42	-42033.02	-49953.02	-48823.02	-47693.02	-45983.82	-52664.10	-50963.82	-48928.82	-46893.82	-52664
5.0	-30164.82	-30139.82	-31911.42	-30781.42	-38701.42	-37571.42	-35862.22	-33576.18	-40842.22	-38807.22	-36772.22	-40842
7.5	-20243.21	-20018.21	-19539.81	-20659.81	-19529.81	-27449.81	-25740.61	-23538.25	-21670.61	-28685.61	-26650.61	-28685
10.0	-10121.61	-9896.61	-9418.21	-8288.21	-9408.21	-8278.21	-15619.01	-13500.33	-11549.01	-9514.01	-16529.01	-16529
12.5	0.00	225.00	703.40	1833.40	2963.40	1843.40	3552.60	-3462.40	-1427.40	607.60	2642.60	3552
15.0	10121.61	10346.61	10825.01	11955.01	13085.01	14215.01	13674.21	15625.52	8694.21	10729.21	12764.21	15625
17.5	20243.21	20468.21	20946.61	22076.61	23206.61	24336.61	26045.81	25830.81	27865.81	20850.81	22885.81	27865
20.0	30364.82	30589.82	31068.22	32198.22	33328.22	34458.22	36167.42	37951.37	37987.42	40022.42	33007.42	40022
22.5	40486.42	40711.42	41189.82	42319.82	43449.82	44579.82	46289.02	47989.29	50359.02	50144.02	52179.02	52179
25.0	50608.03	50833.03	51311.43	52441.43	53571.43	54701.43	56410.63	58027.22	60480.63	62515.63	62300.63	62515

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Momentos sobre la viga

MOMENTO												
POSICION												
DIST	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	MAX
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5	113868.07	118930.57	123987.09	137429.22	134621.00	131814.17	142042.22	144205.29	139966.55	134894.44	129819.09	144205.29
5.0	202432.12	206932.12	216500.12	233392.64	244001.25	238355.84	244347.73	255173.40	254711.70	244529.72	234362.28	255173.40
7.5	265692.15	269629.65	278001.65	297776.65	311844.18	319625.03	321301.83	326566.70	336078.31	328905.85	313629.57	336078.31
10.0	303648.17	307023.17	314199.17	331149.17	348099.17	359341.70	372986.77	372865.18	377610.79	379877.83	367620.96	379877.83
12.5	316300.18	319112.68	325092.68	339217.68	353342.68	367467.68	383125.21	394068.84	393771.86	391018.80	388198.34	394068.84
15.0	303648.17	305898.17	310682.17	321982.17	333282.17	344582.17	361674.17	373887.70	384673.77	376788.35	368947.79	384673.77
17.5	265692.15	267379.65	270967.65	279442.65	287917.65	296392.65	309211.65	322276.74	344029.18	337298.75	324325.83	344029.18
20.0	202432.12	203557.12	205949.12	211599.12	217249.12	222899.12	231445.12	239945.98	251795.12	256262.64	254444.71	256262.64
22.5	113868.07	114430.57	115626.57	118451.57	121276.57	124101.57	128374.57	132590.39	138549.57	143637.07	143017.09	143637.07
25.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7.1. Cálculo del acero de refuerzo

El acero de refuerzo complementa al concreto para lograr un elemento balanceado, el acero de refuerzo funciona a tensión.

Datos

Recubrimiento = 0.05 m

$d = 1.70 - 0.05 = 1.65$  m

$b = 0.60$  m

$f'c = 281$  kg/cm<sup>2</sup>

$f_y = 4210$  kg/cm<sup>2</sup>

$M_u = 394\ 068.88$  kg-m

$$\rho = \frac{0.85 f'c}{f_y} * \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85\phi f'c b d^2}} \right]$$

$$\rho = \frac{0.85 (281)}{4210} * \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2(39\ 406\ 888)}{0.85(0.90)(281)(50)(165)^2}} \right]$$

$$\rho = 0.0082$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0.0082(50)(165)$$

$$A_s = 67.41 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{4210} (50)(165) = 27.63 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.50 \rho_{bal} * bd$$

$$A_{s_{max}} = 0.50(0.03)(50)(165) = 123.75 \text{ cm}^2$$

- Armado propuesto área de tensión Mmax

$$6 \text{ No. } 9 + 6 \text{ No. } 8 = 68.88 \text{ cm}^2$$

- Acero cama superior área de compresión

$$A_{s_c} = 33\% A_{s_{tension}}$$

$$A_{s_c} = 0.33(67.41) = 22.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_c} < A_{s_{min}}$$

Dado que el acero requerido es menor que el acero mínimo, se utiliza el mínimo.

Refuerzo propuesto: 6 varillas No. 8

### 2.2.7.2. Refuerzo adicional

Este refuerzo se debe calcular para reducir fallas por temperatura del concreto.

$$A_{s_k} \geq 1.0(d - 750)$$

$$A_{s_k} \geq 1.0(1650 - 750)$$

$$A_{s_k} \geq 900 \text{ mm} = 9 \text{ cm}$$

$$S_{\max} \leq 300\text{mm}$$

4 No. 4 @ 0.27 m en cada lado

- Acero por temperatura

$$A_{\text{temp}} = 0.0018 \text{ bd}$$

$$A_{\text{temp}} = 0.0018 (50)(165) = 14.85 \text{ cm}^2$$

3 Varillas No. 3

### 2.2.7.3. Acero por corte

El acero por corte es un refuerzo transversal, que se calcula para resistir esfuerzos cortantes perpendiculares al elemento.

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * \text{bd}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{281} * (50)(165)$$

$$V_c = 73\,296.46 \text{ kg}$$

$$V_{\max} = 65\,155.43 \text{ kg}$$

- Refuerzo propuesto

Varillas No. 4

- Espaciamiento

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_n - V_c}$$

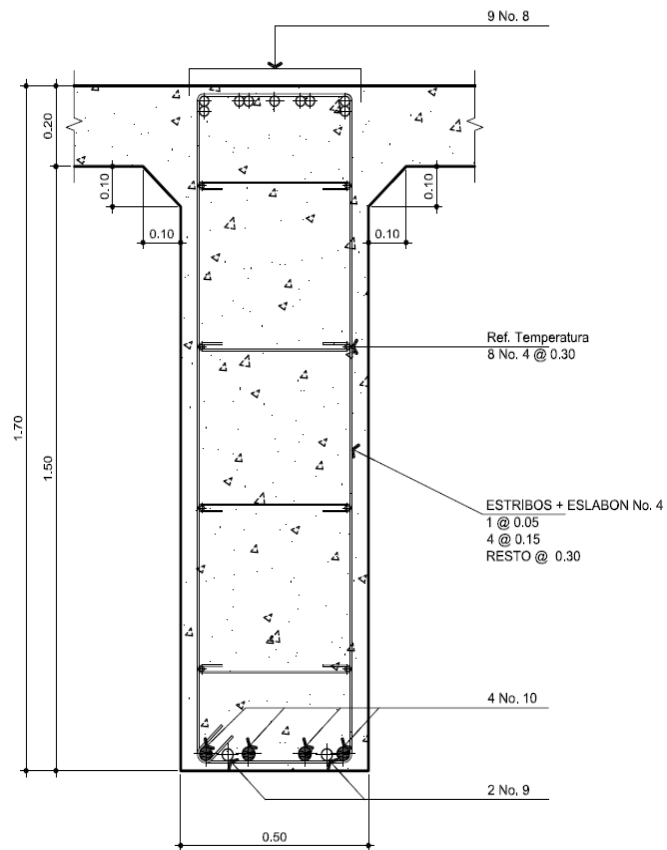
$$S = \frac{2(1.27)(4210)(165)}{76653.45 - 73296.46} = 525.59 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{165}{2} = 82.5 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 30 \text{ cm}$$

Armado: Estribos No. 4, 1@0.05 + 4 @ 0.15 resto @ 0.30

Figura 40. **Detalle de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.2.8. Diseño de diafragmas

Los diafragmas son elementos que pertenecen a la superestructura, son elementos que conectan las vigas principales y sirven como rigidizantes.

Su principal función es disminuir deformaciones en las vigas por efectos de alabeo.

Diafragma exterior

$$B = 0.30 \text{ m}$$

$$H = 0.85 \text{ m}$$

Diafragma interior

$$B = 0.30 \text{ m}$$

$$H = 1.25 \text{ m}$$

- Diafragma exterior

$$F_y = 4210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 0.05 \text{ m}$$

$$d = 0.80 \text{ m}$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{4210} (30)(80)$$

$$A_{s_{\min}} = 8.04 \text{ cm}^2$$

Cama superior 2 No. 8 corridos, cama inferior 2 No. 8 corridos.

- o Refuerzo adicional

$$As_k = 1.0(d - 750)$$

$$As_k = 1.0(800 - 750)$$

$$As_k = 50 \text{ mm}^2$$

2 No. 3 @0.27m de cada lado

- o Refuerzo por corte

Espaciamiento máximo

$$S = d/2$$

$$S = 80/2$$

$$S = 40 \text{ cm}$$

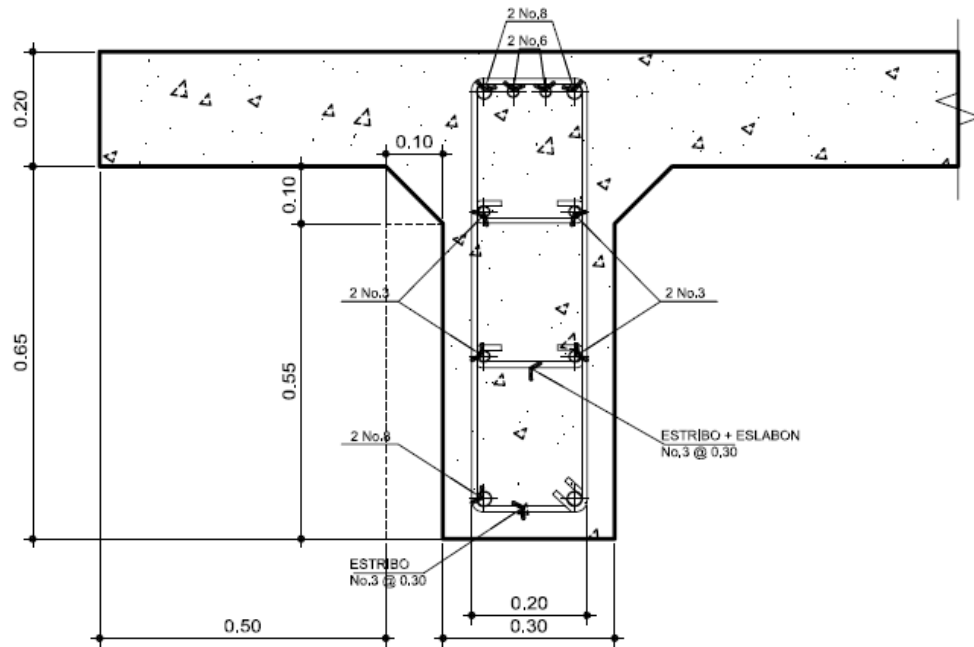
Varillas No. 3 @0.30m

- o Acero por temperatura

$$As_{temp} = 0.0018(30)(80) = 4.32 \text{ cm}^2$$

2 Varillas No. 6

Figura 41. Detalle de diafragma exterior



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

- Diafragma interior

$$F_y = 4210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 0.05 \text{ m}$$

$$d = 1.20 \text{ m}$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{4210} (120)(30)$$



$$A_{S_{\min}} = 12.06 \text{ cm}^2$$

Cama superior 3 No. 8 corridos

Cama inferior 3 No. 8 corridos

- o Refuerzo adicional

$$A_{s_k} = 1.0(d - 750)$$

$$A_{s_k} = 1.0(1200 - 750)$$

$$A_{s_k} = 450 \text{ mm}^2$$

4 No. 3 @ 0.25 m de cada lado

- o Refuerzo por corte

$$S_{\max} = d/2$$

$$S_{\max} = 120/2$$

$$S_{\max} = 60 \text{ cm}$$

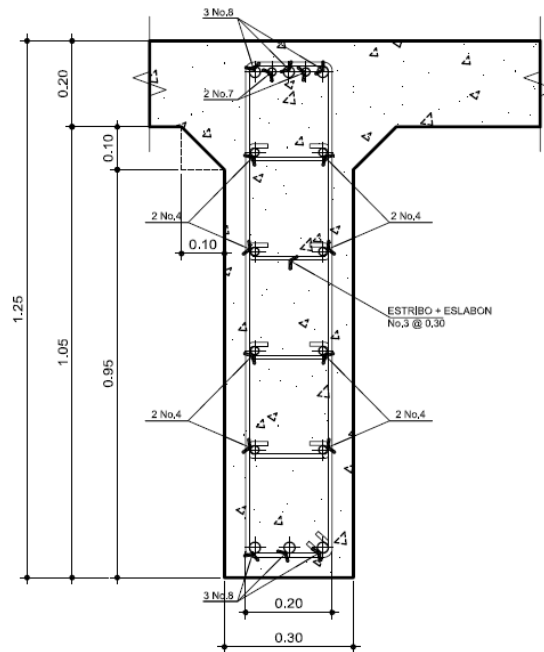
Varilla No. 3 @ 0.30m

- o Acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0.0018(30)(120) = 6.48 \text{ cm}^2$$

2 varillas No. 7

Figura 42. **Detalle de diafragma interior**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.2.9. **Diseño de neopreno**

El neopreno es un elemento elástico, su función principal es amortiguar los impactos generados sobre la subestructura por el paso de vehículos sobre la losa del puente.

Datos

$L = 25 \text{ m}$

Ancho de viga = 0.60 m

$E_c = 2 \times 10^6 \text{ Ton/m}^2$

Temp. Max. = 73°F (22°C)

Coefficiente de dilatación térmica del concreto =  $11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$

Def. max. concreto = 0.003

CM = 45 976.43 kg

CV = 15 837.50 kg

Ctotal = 61 813.93 kg

- Movimiento horizontal máximo del apoyo

$$\Delta s = L (\varepsilon_{temp} + \varepsilon_{frag})$$

$\Delta s$  = Movimiento horizontal máximo (mm)

$\varepsilon_{temp}$  = deformación unitaria del concreto debido a temperatura

$\varepsilon_{frag}$  = deformación debido a la retracción del fraguado

$$\varepsilon_{temp} = (Tmax)(\text{coeficiente de dilatación térmica})$$

$$\varepsilon_{temp} = (22^{\circ}\text{C})\left(\frac{11 \times 10^{-6}}{^{\circ}\text{C}}\right)$$

$$\varepsilon_{temp} = 0.000242$$

$$\varepsilon_{frag} = 10\% \text{ Def. máxima del concreto}$$

$$\varepsilon_{frag} = 0.10(0.003)$$

$$\varepsilon_{frag} = 0.0003$$

$$\Delta s = 25(0.000242 + 0.0003)$$

$$\Delta s = 0.01355 \text{ m} + 20\%(\text{F. S. AASHTO})$$

$$\Delta s = 0.01626 \text{ m}$$

- Altura de apoyo elastomérico

$$h_{gt} \geq 2\Delta s_{total}$$

$$h_{gt} \geq 2(16.26)$$

$$h_{gt} \geq 32.52 \text{ mm}$$

- Evaluación esfuerzo a compresión

$$\sigma = \frac{GS}{B}$$

$$\sigma \leq 70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{apoyos reforzados con acero}$$

B= Factor de modificación

G = Módulo de corte (dureza 60, 9.10 kg/cm<sup>2</sup> – 14.0 kg/cm<sup>2</sup>)

S = Factor apoyo elastomérico

$$S = \frac{\sigma B}{G}$$

$$S = \frac{(70)(1.4)}{11.50}$$

$$S = 8.52$$

- Dimensiones de apoyo elastomérico

$$S = \frac{LW}{2h_e(L + W)}$$

W= dimensión de apoyo paralela a eje transversal  
 L = dimensión de apoyo paralela a eje longitudinal  
 he = espesor de la capa elastométrica (1/2 " = 12.7 mm)  
 $W_{propuesta} = 500\text{mm}$

$$S = \frac{(500)L}{2 * 12.7(L + 500)}$$

$$8.52 = \frac{(500)L}{2 * 12.7(L + 500)}$$

$$0.433 = \frac{L}{L + 500}$$

$$L = 381.83 \text{ mm}$$

$$L = 400 \text{ mm}$$

- Esfuerzo actuante

$$\sigma = \frac{C_{total}}{Area}$$

$$\sigma = \frac{61\,813.93}{(50 * 40)} = 30.91 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma < 70 \text{ kg/cm}^2$$

- Evaluación de rotación del apoyo

$$\theta_x = \frac{2\Delta_c}{L} \qquad \theta_y = \frac{2\Delta_c}{W}$$

$\Delta c$  = Deformación instantánea por compresión del apoyo

$$\Delta c = \sum S_c h$$

Sc grado 60 = 0.0038

h = espesor capas elastoméricas

$$\Delta c = 0.0038 * 4 * 12.7 + 0.0038 * 2 * 6.35$$

$$\Delta c = 2.41 \text{ mm}$$

$$\theta_x = \frac{2(2.41)}{400} = 0.0121 \text{ rad}$$

$$\theta_y = \frac{2(2.41)}{500} = 0.0096 \text{ rad}$$

- Rotación del apoyo debido a carga de diseño

$$\theta = \frac{qL^3}{24EI}$$

I = Momento de inercia viga principal

E = Módulo de elasticidad del concreto

q = carga de diseño repartida (CM+CV)/(L/2)

L = longitud de viga

$$\theta = \frac{\left[ \frac{61813.93}{12.5} \right] (25)^3}{24(2 * 10^9)(0.201)}$$

$$\theta = 0.008 \text{ rad} < 0.0121 \text{ rad}$$

$$\theta = 0.008 \text{ rad} < 0.0096 \text{ rad}$$

- Chequeo de estabilidad y refuerzo

- o Espesor apoyo elastomérico

$$< L/3$$

$$< W/3$$

$$\frac{L}{3} = \frac{40}{3} = 13.3 \text{ cm}$$

$$\frac{W}{3} = \frac{50}{3} = 16.6 \text{ cm}$$

$$7.94 < 13.3$$

$$7.94 < 16.6$$

- o Refuerzo

$$300 * h_{rt} < f's$$

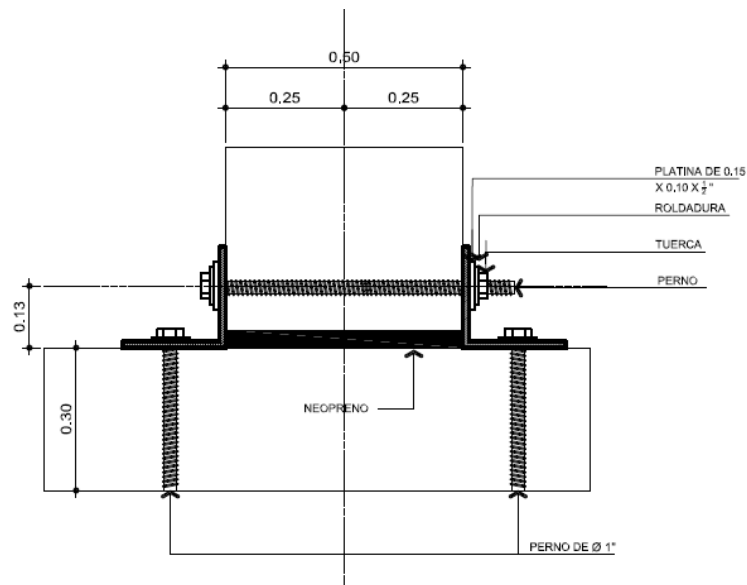
$h_{rt}$  = espesor capa exterior elastomérica = 0.635 cm

$f's$  = esfuerzo admisible del acero = 1700 kg/cm<sup>2</sup>

$$300(0.635) < 1700$$

$$190 < 1700$$

Figura 43. **Detalle de anclaje y neopreno**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.2.10. **Diseño de la subestructura**

La subestructura conforma lo que son los apoyos del puente, los elementos que forman parte de la subestructura son: cortina, viga de apoyo, estribos y la cimentación.

La cimentación puede ser de varios tipos, de acuerdo al valor soporte del suelo y las condiciones del lugar.

#### 2.2.10.1. **Cortina**

La cortina es un elemento diseñado para soportar la presión lateral del suelo que conforma el relleno del aprоче o entrada al puente.



$$P_{liq} = 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$H_{\text{sobrecarga}} = 2'(0.61\text{m})$$

- Presión sobrecarga

$$P_{sc} = P_{liq} * 2'$$

$$P_{sc} = (480)(0.61) = 292.80 \text{ kg/m}^2$$

- Presión suelo

$$P_{\text{suelo}} = P_{liq} * H$$

$$P_{\text{suelo}} = (480)(1.70) = 816.00 \text{ kg/m}^2$$

- Empuje sobrecarga

$$E_{sc} = P_{sc} * H$$

$$E_{sc} = 292.80 * 1.70 = 497.76 \text{ kg}$$

- Empuje suelo

$$E_s = P_s * H/2$$

$$E_s = 816 * \frac{1.70}{2} = 693.60 \text{ kg}$$

- Momento por empuje de sobrecarga

$$M_{E_{sc}} = E_{sc} * H/2$$

$$M_{E_{sc}} = 497.76 * \frac{1.70}{2} = 423.10 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momento por empuje de suelo

$$M_{E_s} = E_s * H/3$$

$$M_{E_s} = 693.60 * \frac{1.70}{3} = 393.04 \text{ kg} - \text{m}$$

- Fuerza longitudinal

$$P = 18100 \text{ kg}$$

$$H = 1.70$$

$$FL = \frac{0.05P}{2H} * 1$$

$$FL = \frac{0.05(18100)(1)}{2(1.70)}$$

$$FL = 266.18 \text{ kg}$$

- Momento FL

$$\text{Brazo} = 6' + H$$

$$\text{Brazo} = 1.83 + 1.70$$

$$\text{Brazo} = 3.53 \text{ m}$$

$$M_{FL} = 266.18 * 3.53 = 939.61 \text{ kg} - \text{m}$$

- Fuerza de sismo

$$S = 8\% - 12\%(\text{p.p cortina})$$

$$S = 0.08(0.30*1.70*2400)$$

$$S = 97.92 \text{ kg}$$

- Momento por sismo

$$\text{Brazo} = H/2$$

$$\text{Brazo} = 0.85$$

$$M_s = 97.92 * 0.85 = 83.23 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momentos finales

$$\text{I. } M = 1.3(M_{ESC} + M_{ES} + FL)$$

$$\text{II. } M = 1.3(M_{ESC} + M_{ES} + M_s)$$

$$\text{I. } M = 1.3(423.10+393.04+939.61) = 2282.47 \text{ kg-cm}$$

$$\text{II. } M = 1.3(423.10+393.04+83.23) = 1169.18 \text{ kg-cm}$$

- Acero de refuerzo longitudinal

Datos:

$$M=2282.47 \text{ kg-cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 170 \text{ cm}$$

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

$$\text{rec} = 5 \text{ cm}$$

$$\Phi = 0.90$$

D = 25 cm

$$A_s = \frac{0.85 f' c b d}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{0.85 \phi f' c b d^2}} \right)$$

$$A_s = \frac{0.85(281)(170)(25)}{4210} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(228247)}{0.85(0.90)(281)170(25)^2}} \right)$$

$$A_s = 2.42 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{4210} (170)(25) = 14.23 \text{ cm}^2$$

El acero requerido es menor que el acero mínimo, por lo tanto se usará el acero mínimo

Cama superior 5 varillas No. 5 @ 0.30

Cama inferior 5 varillas No. 5 @ 0.30

- Refuerzo por corte

$$F = E_{sc} + E_{suelo}$$

FL = Fuerza longitudinal

S = sismo

I.  $V_u = 1.3(F+FL)$

II.  $V_u = 1.3(F+S)$

I.  $V_u = 1.3(497.76+693.60+266.18)$

II.  $V_u = 1.3(497.76+693.60+97.92)$

$$V_u = 1894.80$$

$$V_n = 1894.80/0.85$$

$$V_n = 2229.18 \text{ kg.}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * bd$$

$$V_c = 0.53\sqrt{281}(170)(25)$$

$$V_c = 37\,758.78 \text{ kg}$$

- Espaciamiento

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_n - V_c}$$

$$S = \frac{2(0.71)(4210)(25)}{(2229.18 - 37758.78)}$$

$$S = 4.21$$

$$S_{\max} = d/2$$

$$S_{\max} = \frac{25}{2} = 12.5 \text{ cm}$$

Estribo No. 3 @ 0.10 m

### 2.2.10.2. Viga de apoyo

La viga de apoyo, como su nombre lo dice, funciona como apoyo para las vigas principales, a través de este elemento se transmite la carga a los cimientos del puente.

$$\text{Base} = X + \text{ancho de cortina}$$

$$\text{Ancho de cortina} = 0.30 \text{ m}$$

$$X = 2\text{cm por cada metro de longitud del puente}$$

$$X = 0.02 * 25$$

$$X = 0.50\text{cm}$$

$$\text{Base} = 0.30 + 0.60$$

$$\text{Base} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 0.55 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 5.50 \text{ m}$$

- Carga muerta

$$\text{Carpeta de rodadura} = (402.50)(25) = 10062.50$$

$$\text{Losa} = (2640)(25) = 66000.00$$

$$\text{Barandales} = (16)(25) = 400.00$$

$$\text{Diafragma exterior} = (8813)(25) = 2203.25$$

$$\text{Diafragma interior} = (129.6)(25) = 3240.00$$

$$\text{Viga principal} = (2040)(2 * 25) = 102000.00$$

$$\text{TOTAL} = 183\ 905.75 \text{ kg}$$

$$\text{CM} = \frac{183905.75}{2} = 91\ 952.87 \text{ kg}$$

$$CM_{VA} = \frac{91952.87}{5.5} = 16\,718.70 \text{ kg/m}$$

Cortina

$$H = 1.70$$

$$b = 0.20$$

$$CM_{\text{cortina}} = 0.30 \cdot 1.70 \cdot 2400 = 1224$$

$$CM_{\text{total VA}} = 16718.70 + 1224 = 17\,942.70$$

- Carga viva

Cv = carga eje más pesado

$$Cv = 18\,100 \text{ kg}$$

$$Cv_{VA} = 18100/5.5 = 3290.91 \text{ kg/m}$$

- Carga factorada

$$CV \text{ total} = 1.00[1.75 (3290.91)]$$

$$CV \text{ total} = 5\,759.09 \text{ kg/m}$$

- Carga última

$$Cu = CM \text{ total} + CV \text{ total}$$

$$Cu = 17\,942.70 + 5759.09$$

$$Cu = 23\,701.79 \text{ kg/m}$$

- Refuerzo por corte

$$b = 80 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 5 \text{ cm}$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

$$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vc = 0.53 \sqrt{f'c} * bd$$

$$Vc = 0.53 \sqrt{281}(80)(45)$$

$$Vc = 31\,983.90 \text{ kg}$$

$$Vu = \frac{23701.79 * 5.5}{2} = 65179.92 \text{ kg}$$

$$Vn = \frac{Vu}{0.85}$$

$$Vn = \frac{65179.92}{0.85} = 76\,608.26 \text{ kg}$$

- Espaciamiento

$$S = \frac{Av * fy * d}{Vn - Vc}$$

$$S = \frac{2(1.27)(4210)(45)}{(76608.26 - 31983.90)} = 10.78 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{45}{2} = 22.5 \text{ cm}$$

Estribo No. 4 @ 10 cm



- Refuerzo longitudinal

b = 80 cm

d = 45 cm

h = 50 cm

f'c = 281 kg/cm<sup>2</sup>

Recubrimiento = 5 cm

fy = 4210 kg/cm<sup>2</sup>

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

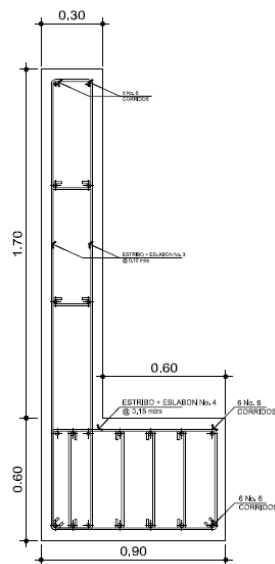
$$A_{S_{min}} = \frac{14.1}{4210} (80)(45)$$

$$A_{S_{min}} = 12.06 \text{ cm}^2$$

Cama superior 5 varillas No. 6 corridos

Cama inferior 5 varillas No. 6 corridos

Figura 44. **Detalle de cortina y viga de apoyo**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.2.10.3. Cimentación

La cimentación es la parte final del puente, esta transmite las cargas directamente al suelo. Se diseñara una cimentación con pilotes de acuerdo al estudio de suelos realizado.

- Diseño de pilotes

Tipo: por fricción

Dimensiones propuestas:

$\varnothing = 24''$

L = 15 m

- Capacidad de carga del pilote

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Tabla XLIV. **Correlaciones con la resistencia a la penetración estándar**

Referencia	Relación	Aplicabilidad
Briaud y otros (1985)	$q_p = 19.7 p_a (N_{60})^{0.36}$	Arena
Shioi y Fukui (1982)	$q_p = 3 p_a$	Colado en el lugar, arena
	$q_p = 0.1 p_a N_{60}$	Pilote perforado, arena
	$q_p = 0.15 p_a N_{60}$	Pilote perforado, arena gravosa
	$q_p = 0.3 p_a N_{60}$	Pilotes hincados, todos los suelos

Fuente: Braja M. Das, *Principios de cimentación*, p. 500.

$$Q_p = 0.15Pa(N_{60})$$

$$Q_p = 0.15(100)(5.7)$$

$$Q_p = 85.5 \text{ kN} = 8.72 \text{ Ton}$$

$$Q_s = pLf_{\text{prom}}$$

$$Q_s = 0.224pa(N_{60})^{0.29}$$

$$Q_s = \sum 0.224P * Pa(\Delta L)(N_{60})^{0.29}$$

Suelo homogéneo

$$Q_s = 0.224[\pi(0.6096)](100)(1)(5.7)^{0.29}$$

$$Q_s = 960.25 \text{ kN} = 97.98 \text{ Ton}$$

$$Q_u = 8.72 + 97.98 = 106.7 \text{ Ton}$$

- Capacidad de carga admisible

$$FS = 2.5$$

$$Q_{\text{adm}} = \frac{Q_u}{FS}$$

$$Q_{\text{adm}} = \frac{106.7}{2.5} = 42.68 \text{ Ton}$$

- Número de pilotes

$$P_u = 135.23 \text{ Ton}$$

$$\text{No. de pilotes} = \frac{135.23}{42.68} = 3.17$$

Utilizar 3 pilotes

- Chequeo por corte punzonante pilote

$$t = 0.50 \text{ m (19.68")}$$

$$d = 0.25 \text{ m (9.84")}$$

$$V_u = 45.08 \text{ Ton (99 394.05 lb)}$$

$$b_o = \pi(\emptyset+d)$$

$$b_o = \pi(24''+9.84'')$$

$$b_o = 106.31'' (2.70\text{m})$$

$$v_u = \frac{V_u}{\emptyset b_o d}$$

$$v_u = \frac{99394.05 \text{ lb}}{(0.85)(106.31'')(9.84'')} = 111.78 \text{ lb/pulg}^2$$

$$v_c = 4\sqrt{f'c} = 4\sqrt{4000} = 252.98 \text{ lb/pulg}^2$$

$$v_u < v_c$$

- Armado de pilotes

El armado del pilote incluye refuerzo longitudinal y transversal según lo indique el detalle.

- o Refuerzo longitudinal

$$A_g = \pi/4 (61)^2$$

$$A_g = 2922.47 \text{ cm}^2$$

$$\%A_g = 3\%$$

$$A_s = 0.03(2922.47)$$

$$A_s = 87.67 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área Varilla No. 10} = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de varillas} = 87.67/7.92 = 11.08$$

12 Varillas No. 10 @ 0.12 m

- o Refuerzo transversal

12 Varillas No. 10 @ 0.12 m

Figura 45. **Detalle de pilote**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

### 2.2.11. Evaluación de impacto ambiental

Se necesita hacer una evaluación de impacto ambiental para garantizar que la ejecución del proyecto no afectara de ningún modo al medio ambiente.

- Información sobre el proyecto
  - o Nombre de la comunidad: barrio Puente de Hamaca
  - o Municipio: Puerto Barrios
  - o Departamento: Izabal
- Tipo de proyecto: puente vehicular, un carril, concreto armado.

Tabla XLV. Evaluación de impacto ambiental

Proyecto Puente Vehicular, Barrio Puente de Hamaca  
Localización Puerto Barrios

Identificación y evaluación de riesgo/programas/proyecto	Factor	Tipo de evento	N.A.	Exposición General al evento	Amenaza				Vulnerabilidad				R= amenaza*Vul.	Total AV	
					0	4	8	10	2	4	8	10			
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones			x					x				0	
		Tornados			x					x				8	
		Tormenta tropical				x				x				8	
		Onda térmica fría			x					x				0	
		Onda térmica calida			x						x			0	
		Inundaciones				x					x			16	
		Sequías				x					x			16	
	Otros														
	Topográficos o geotécnicos	Derrumbes			x						x				0
		Deslizamientos				x					x				8
		Lahares			x						x				0
		Flujos de lodo y agua					x					x			32
	Otros														
	Tectónicos o geológicos	terremotos (sismos)					x					x			32
		Erupciones volcánicas				x					x				8
		Maremotos				x						x			16
	Otros														
	Derechos humanos	Violación de derechos humanos			x							x			0
		Genera pobreza			x							x			0
		Genera discriminación			x							x			0
Epidemias					x						x			8	
Otros															
Seguridad ciudadana	Delincuencia organizada				x						x			16	
	Delincuencia común					x					x			16	
	Conflictos limítrofes			x							x			0	
	Ocurrencia de guerra				x						x			16	
	Ocurrencia de terrorismo				x						x			16	
Otros															
Entorno político económico-social	Crisis política			x							x			0	
	Crisis gobernabilidad			x							x			0	
	Crisis económica				x							x		16	
	Crisis social			x								x		0	



Tabla XLVI. **Consideraciones especiales**

<b>CONSIDERACIONES SOBRE ÁREAS PROTEGIDAS</b>	
Se ubica dentro de un área protegida legalmente establecida	No
Nombre del área protegida	No aplica
Categoría de manejo del área protegida	No aplica
Base legal de la declaratoria del área protegida	No aplica
Ente administrador del área protegida	No aplica
Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida	No se encuentra dentro de áreas protegidas
Por la ubicación del proyecto dentro de áreas del SIGAP	No aplica
Consideraciones sobre ecosistemas naturales	No
Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural	No aplica
Estado actual del ecosistema	No aplica
<b>OTRAS CONSIDERACIONES</b>	
Zona de alto valor escénico	No
Área turística	No
Sitio ceremonial	No
Sitio arqueológico	No
Área de protección agrícola	No
Área de asentamiento humano	No
Área de producción forestal	No
Área de producción pecuaria	No

Fuente: elaboración propia.



Tabla XLVII. **Impactos negativos durante la ejecución**

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por		
Actividad	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
Deslaves de material	x		
Erosión de cortes	x		
Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio	x		
Alteración del drenaje superficial	x		
Contaminación de cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante construcción	x		
Contaminación del aire por polvo generado en construcción	x		
Alteración del paisaje como consecuencia de los cortes		x	
Riesgos para la salud de los trabajadores	x		
Generación de desechos de sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra	x		

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.12. Planos constructivos

Para la ejecución del proyecto se desarrollaron los siguientes planos:

- Plano de ubicación y curvas de nivel
- Planta general + perfil + especificaciones
- Detalles de estructura
- Detalles de viga principal
- Detalles de superestructura
- Planta subestructura + cimentación

### 2.2.13. Presupuesto

El presupuesto de construcción del proyecto se basa en especificaciones generales y en cantidades de trabajo correspondientes a la planificación.

Tabla XLVIII. Presupuesto

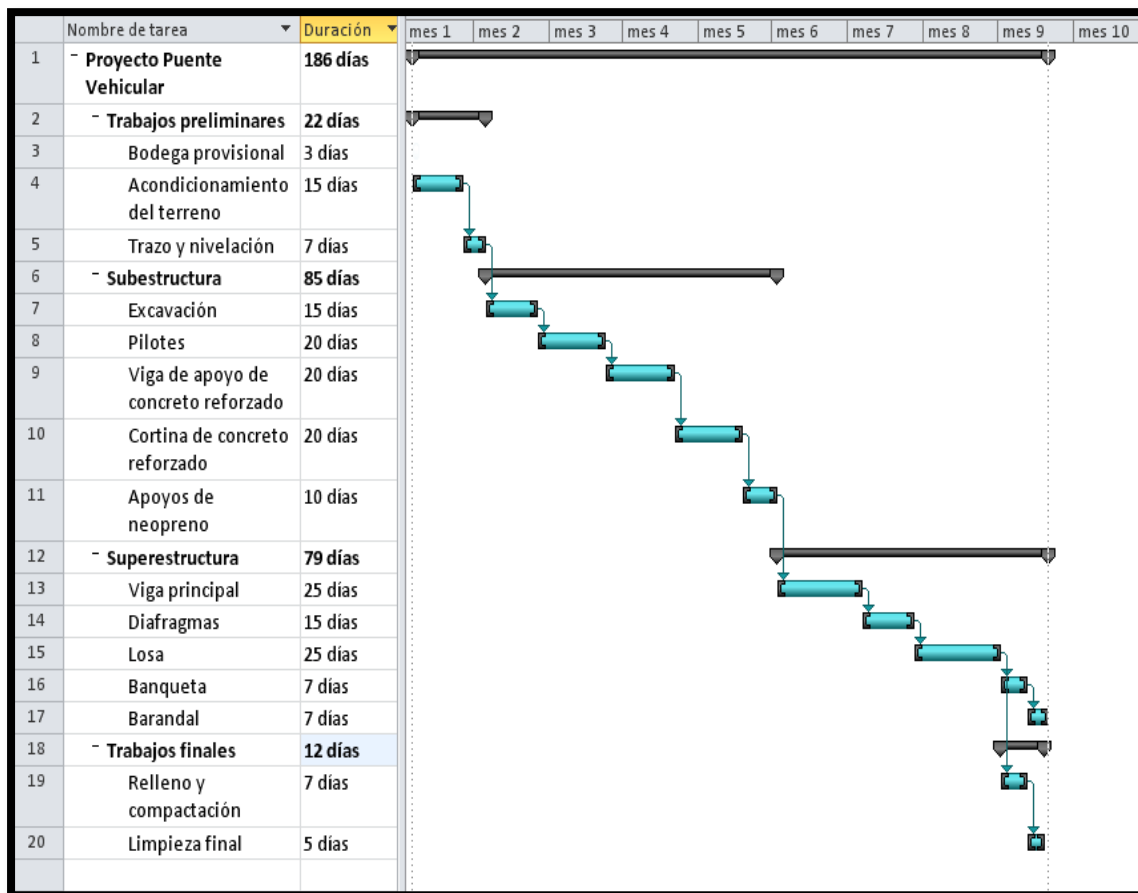
CODIGO	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>Trabajos preliminares</b>			<b>Q</b>	<b>38,200.80</b>
1.1	Limpieza	1.00	global	Q 5,575.80	Q 5,575.80
1.2	Replanteo topográfico y trazo	1.00	global	Q 32,625.00	Q 32,625.00
<b>2.00</b>	<b>Subestructura</b>			<b>Q</b>	<b>259,129.26</b>
2.1	Excavación	25.50	m3	Q 1,102.00	Q 28,101.00
2.2	Pilotes tipo P1	6.00	unidad	Q 21,882.91	Q 131,297.46
2.3	Viga de apoyo	2.00	unidad	Q 15,510.45	Q 31,020.90
2.4	Planchas de neopreno	4.00	unidad	Q 8,965.29	Q 35,861.16
2.5	Cortina	2.00	unidad	Q 16,424.37	Q 32,848.74
<b>3.00</b>	<b>Superestructura</b>			<b>Q</b>	<b>413,359.09</b>
3.1	Viga principal	2.00	unidad	Q 91,614.71	Q 183,229.42
3.2	Diafragma exterior	2.00	unidad	Q 5,227.86	Q 10,455.72
3.3	Diafragma interior	2.00	unidad	Q 7,545.66	Q 15,091.32
3.4	Losa	87.50	m2	Q 974.89	Q 85,302.88
3.5	Banqueta	50.00	m2	Q 1,148.89	Q 57,444.50
3.6	Barandal	1.00	global	Q 54,779.34	Q 54,779.34
3.7	Drenajes	1.00	global	Q 7,055.40	Q 7,055.40
<b>4.00</b>	<b>Trabajos finales</b>			<b>Q</b>	<b>115,667.91</b>
4.1	Relleno	1.00	global	Q 68,254.91	Q 68,254.91
4.2	Compactación	1.00	global	Q 46,436.25	Q 46,436.25
4.3	Señalización	1.00	global	Q 976.75	Q 976.75
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>826,357.06</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.14. Cronograma de ejecución

El período de ejecución programado para la construcción del edificio municipal es de 9 meses a partir de que se concluya con la demolición del edificio actual. Este cronograma está sujeto a cambios según el proceso en la ejecución del proyecto.

Tabla XLIX. Cronograma de ejecución puente vehicular



Fuente: elaboración propia, con programa Project 2010.

## CONCLUSIONES

1. La elaboración de los proyectos presentados en este informe, se han planteado de acuerdo a las necesidades del municipio de Puerto Barrios y la ejecución de los mismos serán de gran beneficio para el desarrollo socioeconómico del lugar.
2. La ejecución de los proyectos presentados, serán de beneficio tanto para la cabecera municipal como para las comunidades aledañas, ya que se crea una nueva ruta de acceso y un edificio capacitado para atender a gran cantidad de personas.
3. Para el desarrollo de los proyectos, se han realizado varios estudios de ingeniería, los cuales pueden garantizar el funcionamiento correcto de cada uno, y así mismo su vida útil de acuerdo a los períodos de diseño utilizados.
4. Para cada diseño se utilizaron los reglamentos y códigos correspondientes, de acuerdo con las normas guatemaltecas, que respaldan los procedimientos utilizados y valores de diseño obtenidos.
5. Debido a que el porcentaje de diferencia entre el análisis por computadora y el método analítico aplicado es bajo, los datos obtenidos son los correctos.
6. El edificio fue diseñado cumpliendo con todos los requerimientos estructurales para ser una estructura sismoresistente.

7. La realización del EPS brinda la oportunidad al estudiante de combinar los conocimientos teóricos y prácticos, desenvolverse en un ambiente de trabajo junto con las comunidades y la Municipalidad, permitiéndole complementar su formación como profesional.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la contratación de un profesional capacitado para garantizar la supervisión técnica profesional durante la ejecución de los proyectos.
2. Realizar la construcción de los proyectos, tomando en cuenta todas las especificaciones de los planos constructivos.
3. Utilizar materiales que cumplan con normas de diseño y especificaciones de resistencia.
4. Contratar mano de obra calificada y experimentada en la ejecución de proyectos del mismo tipo de los desarrollados en este informe.
5. Realizar los ensayos de laboratorio correspondientes a los materiales y elementos constructivos, según indicaciones hechas en planos o a criterio del profesional a cargo de la supervisión de la ejecución del proyecto.
6. Seguir un plan de mantenimiento a la infraestructura de los proyectos ejecutados para garantizar su funcionamiento y vida útil.
7. En el diseño del edificio municipal es de suma importancia tomar en cuenta el funcionamiento del inmueble y los requisitos que se deben satisfacer, para garantizar la adecuada atención al usuario. Se deben aplicar criterios de acceso, seguridad, iluminación, entre otros.

8. Para que los proyectos desarrollados cumplan su vida útil, es muy importante darle el mantenimiento adecuado.
9. Orientar a la población para que haga uso adecuado de la infraestructura de los proyectos diseñados.

## BIBLIOGRAFÍA

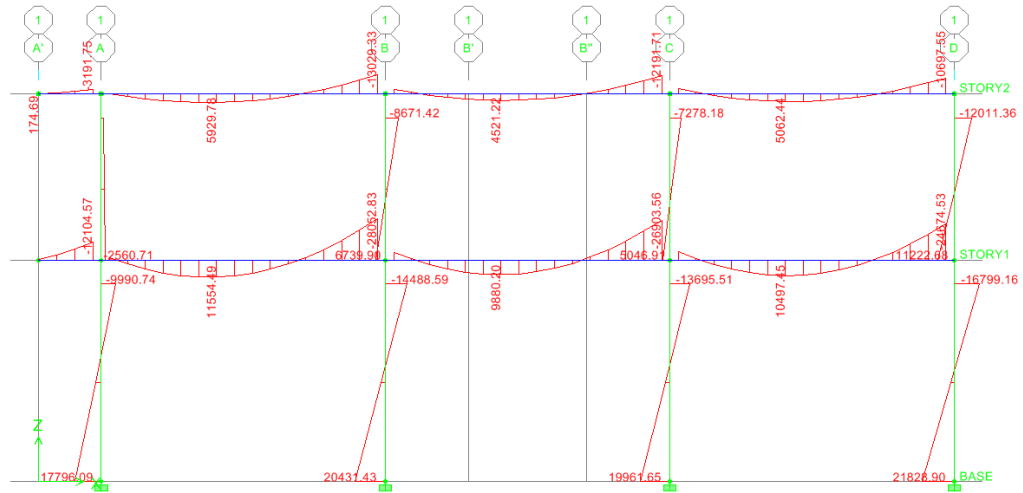
1. American Association of State Highways and Transportation Officials. *Standard Specifications for Highway and Bridges*. 16a ed. Washington D.C.: AASHTO, 1996. 966 p.
2. ARTHUR H. Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2004. 722 p.
3. CRESPO VILLÁZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1999. 639 p.
4. NAWY, Edward G. *Concreto reforzado*, México: Editorial Prentice Hill, Hispanoamérica, 1992, 520 p.
5. R. C. Hibbeler, *Análisis estructural*. 3a ed., 756 p.





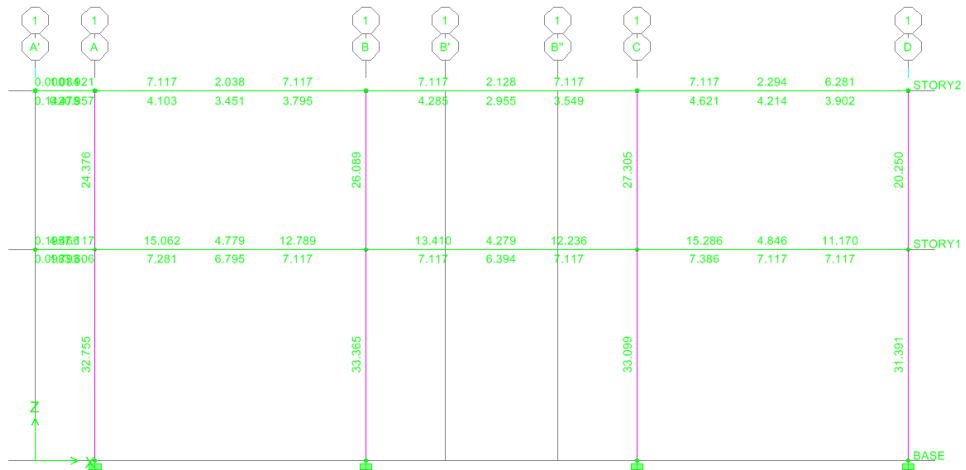
# APÉNDICE

## Análisis estructural marco 1



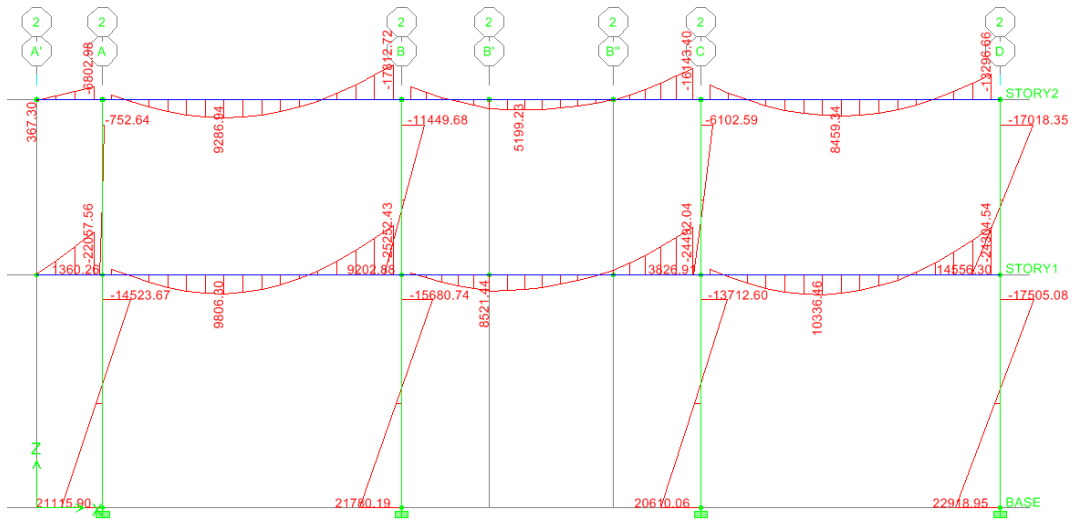
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Acero requerido marco 1



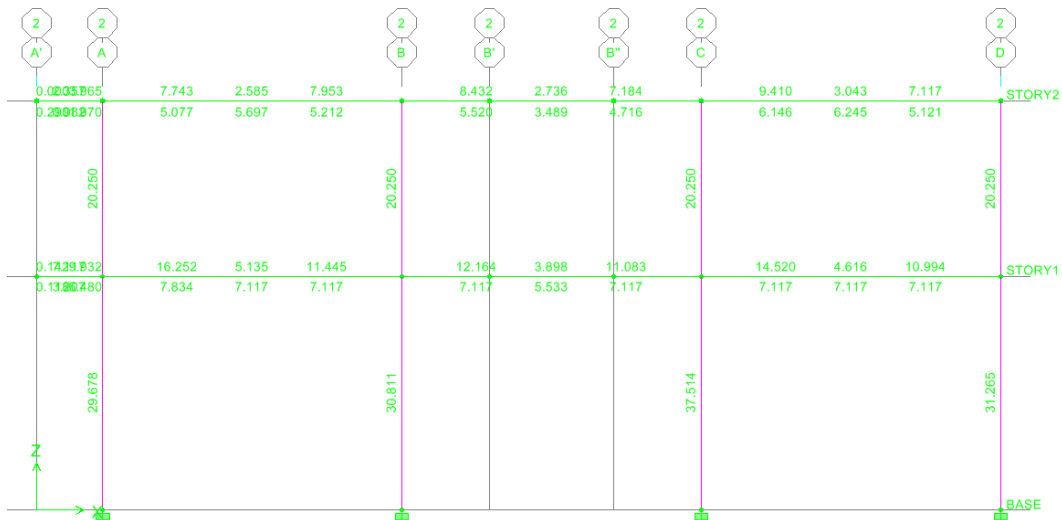
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## .Análisis estructural marco 2



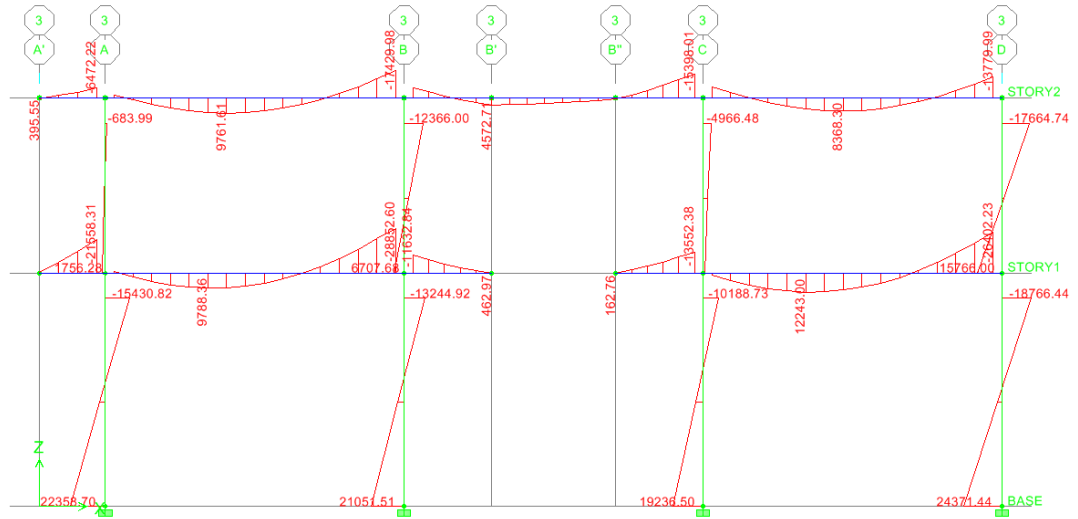
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Acero requerido marco 2



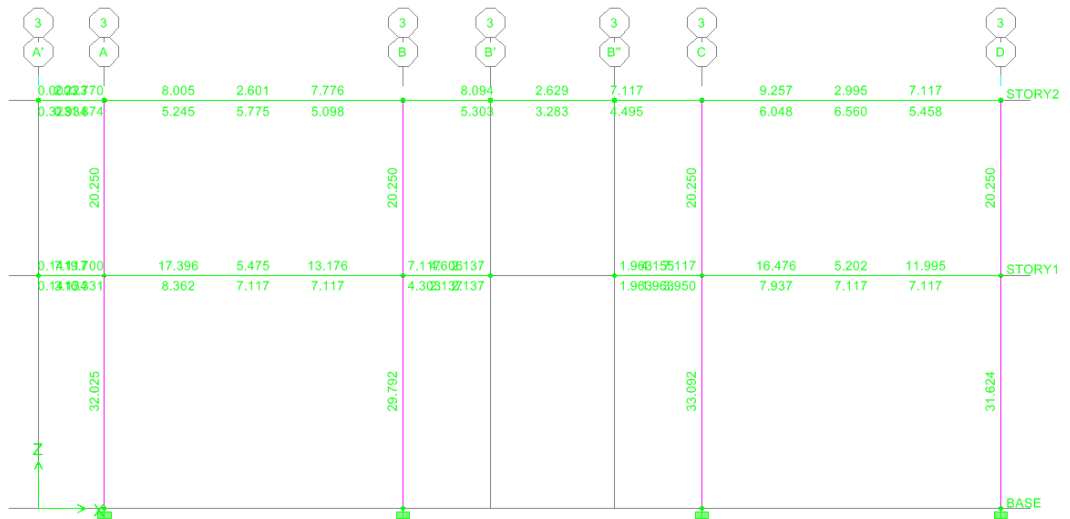
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Análisis marco 3



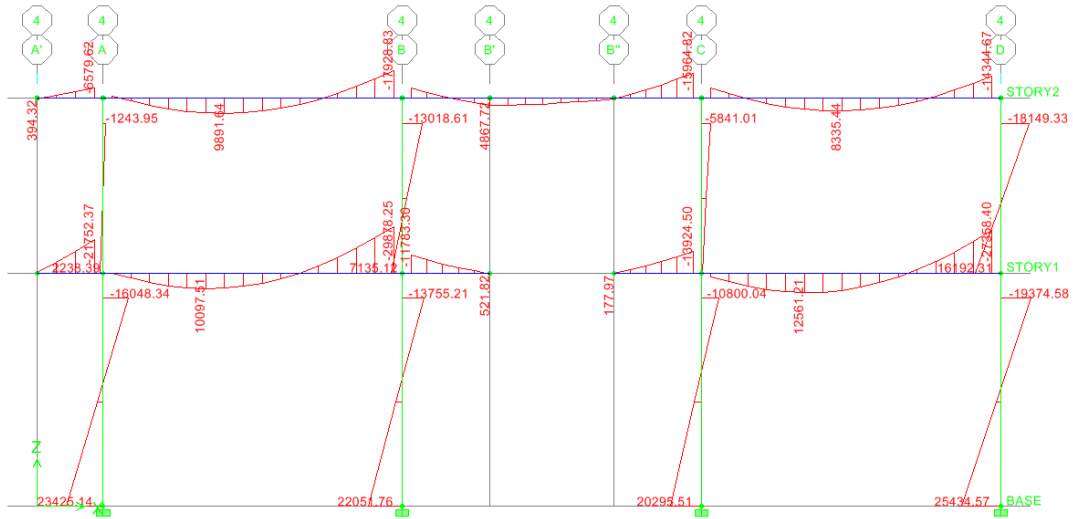
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Acero requerido marco 3



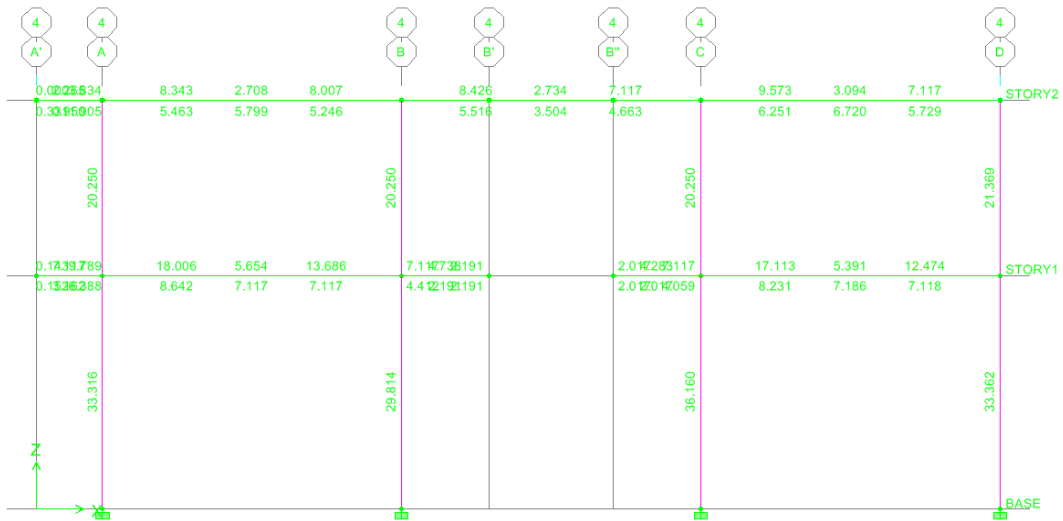
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Análisis marco 4



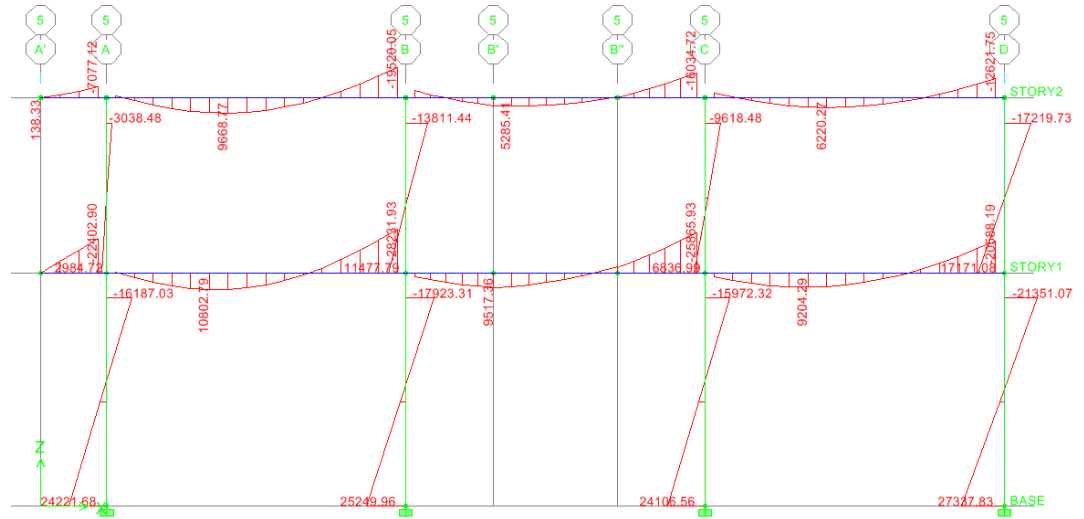
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Acero requerido marco 4



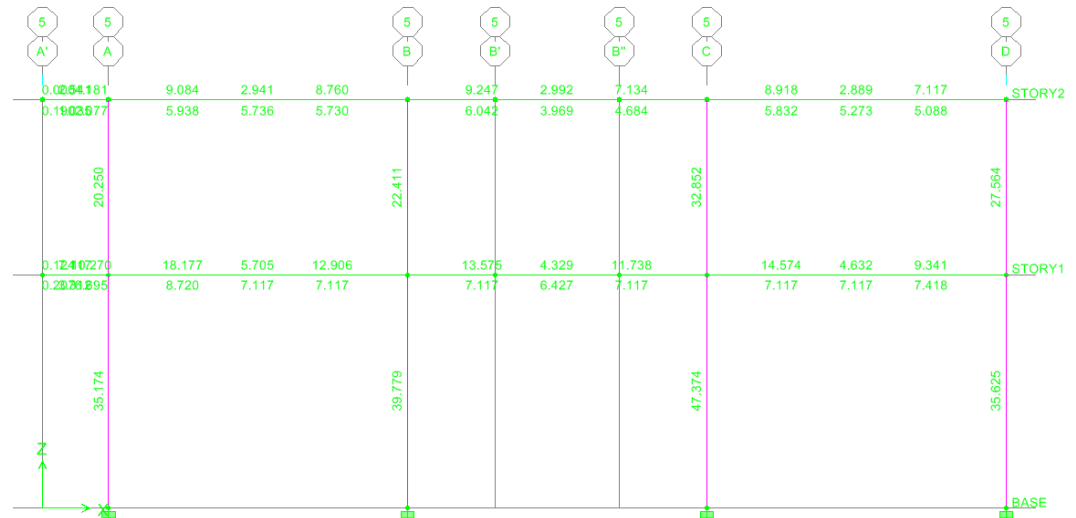
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Análisis marco 5



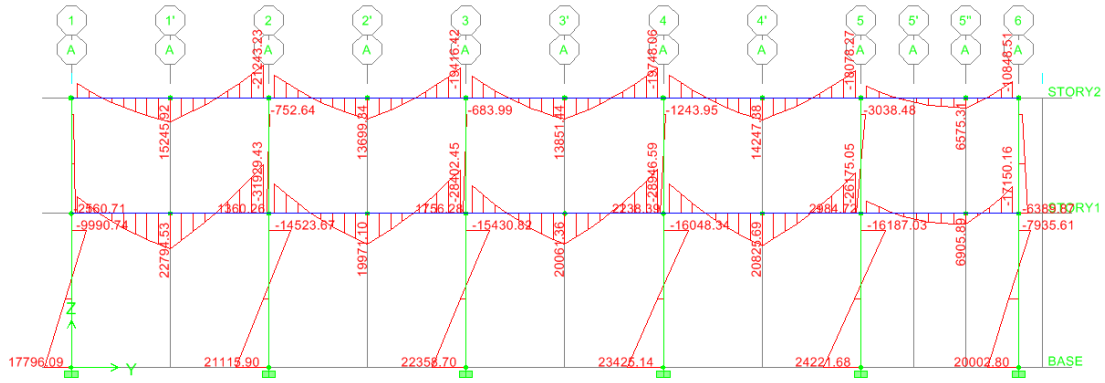
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Acero requerido marco 5



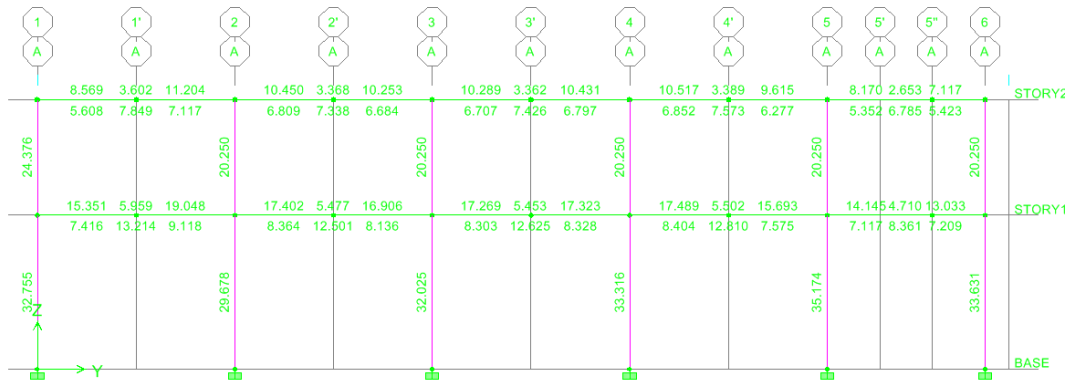
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Análisis marco A



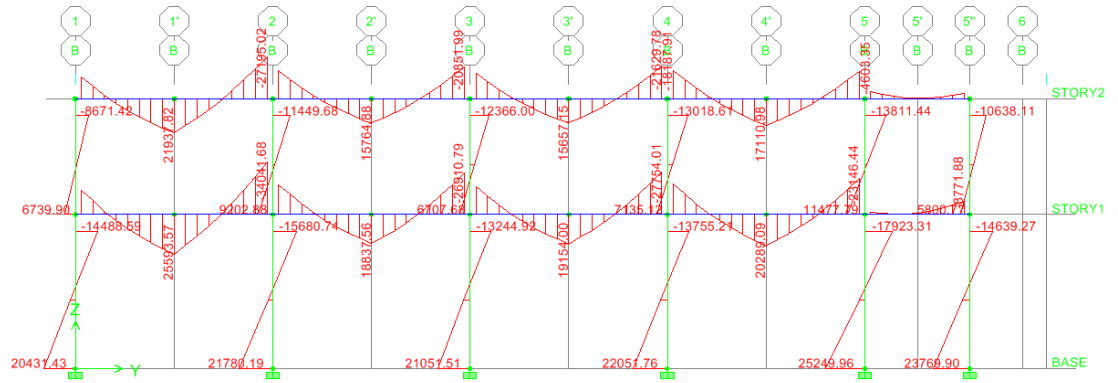
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Acero requerido marco A



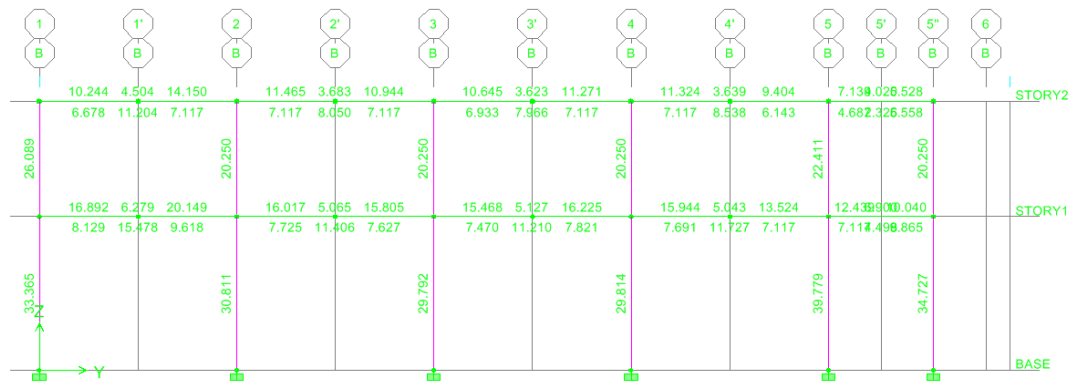
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Análisis marco B



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

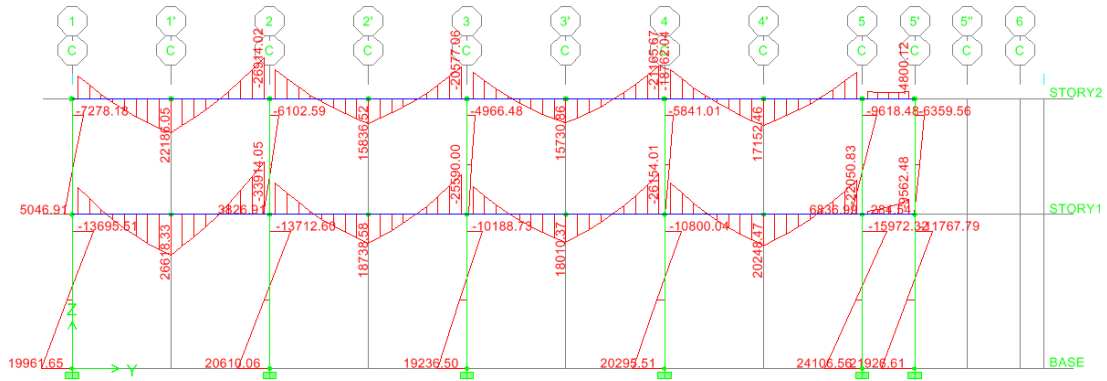
## Acero requerido marco B



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

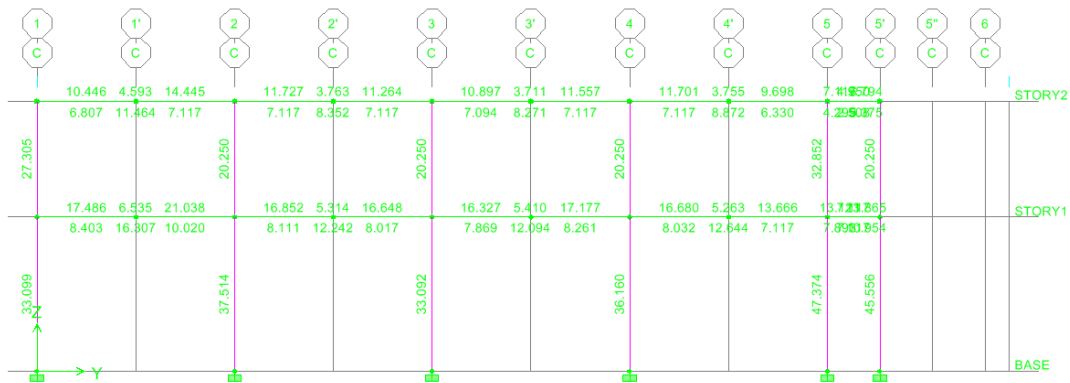


### Análisis marco C



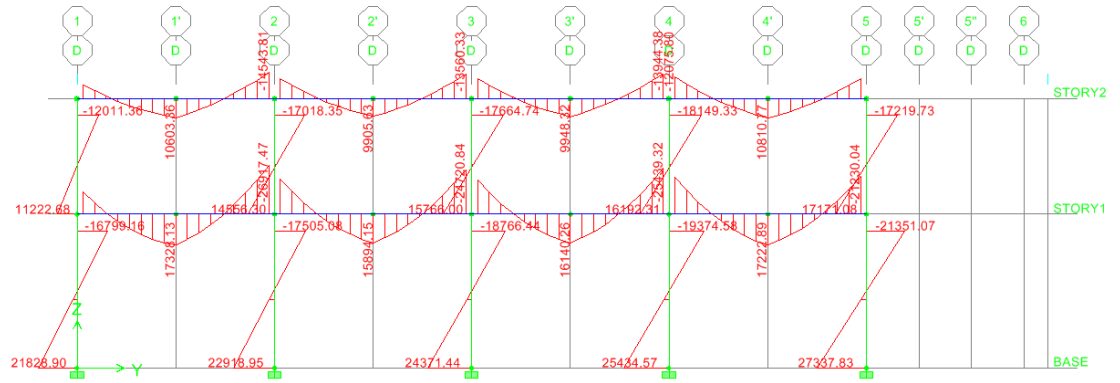
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Acero requerido marco C



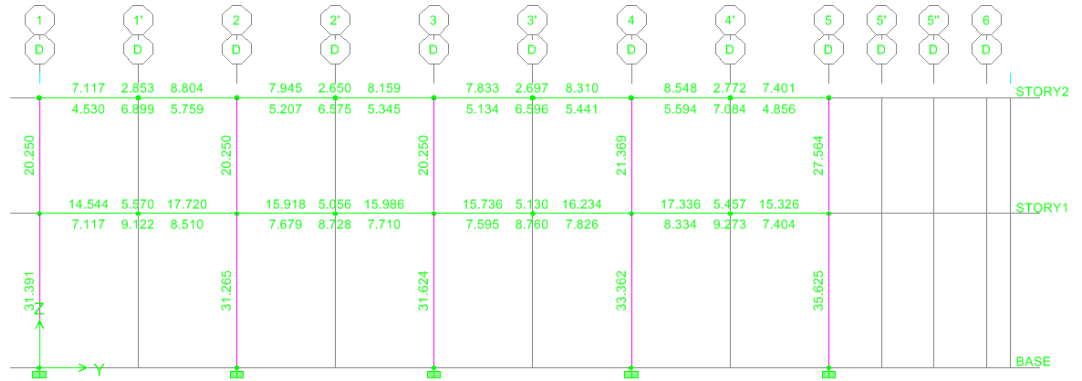
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Análisis marco D



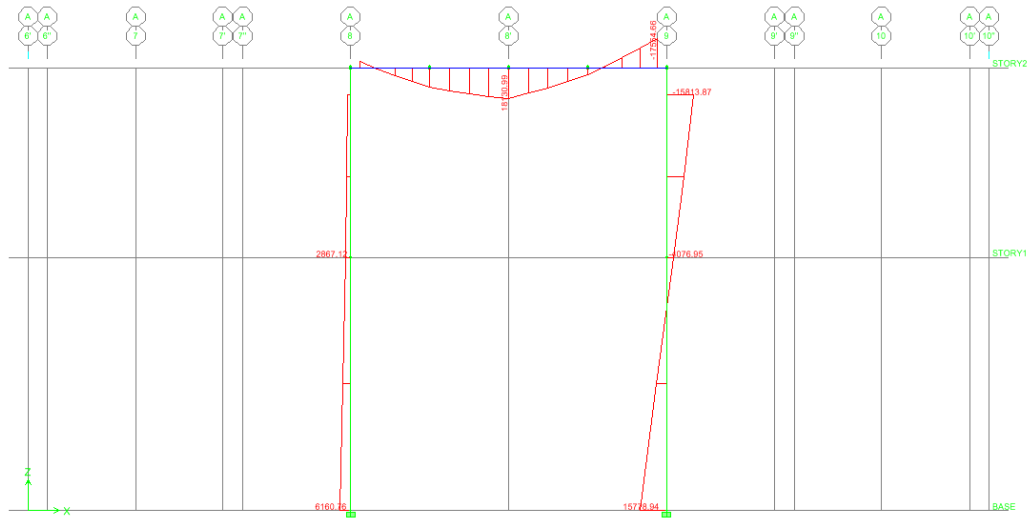
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Acero requerido marco D



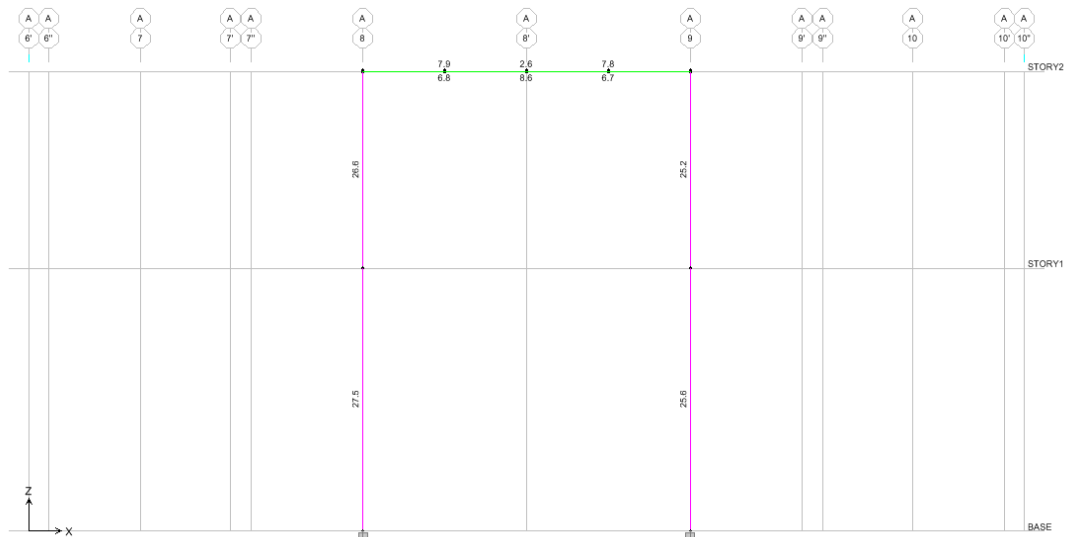
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Análisis módulo central eje A



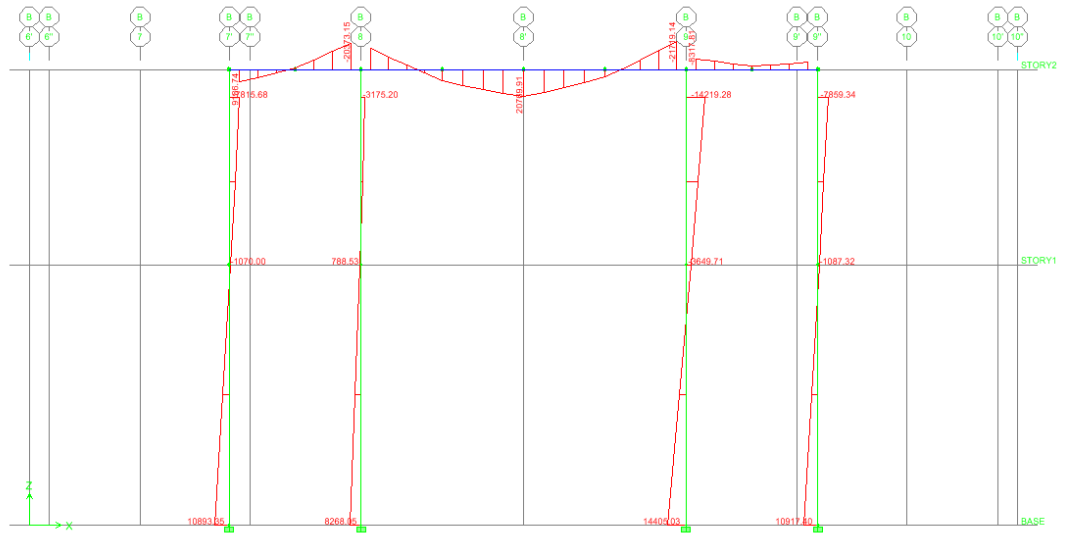
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Acero requerido módulo central eje A



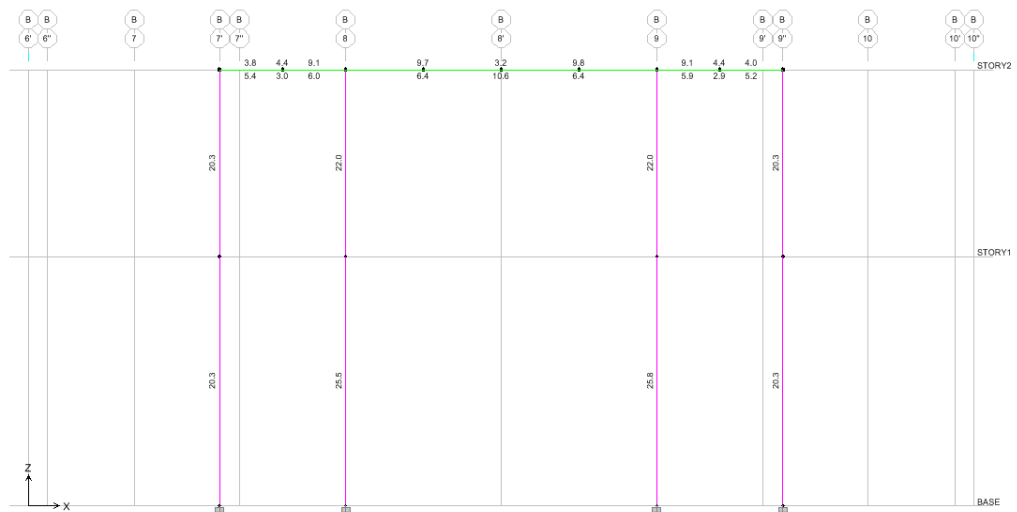
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Análisis módulo central eje B



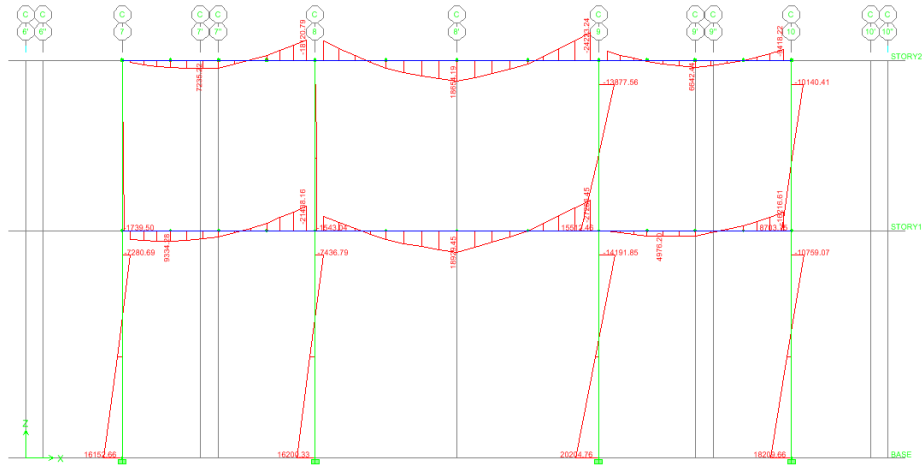
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Acero requerido módulo central eje B



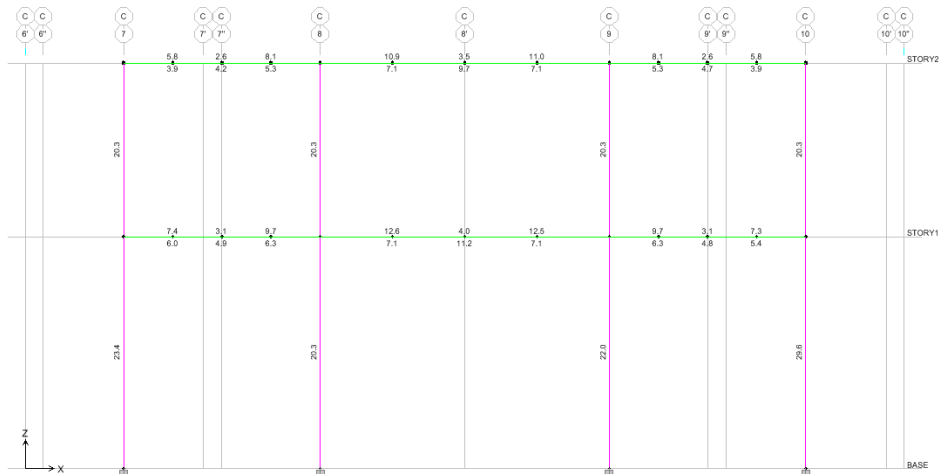
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Análisis módulo central eje C



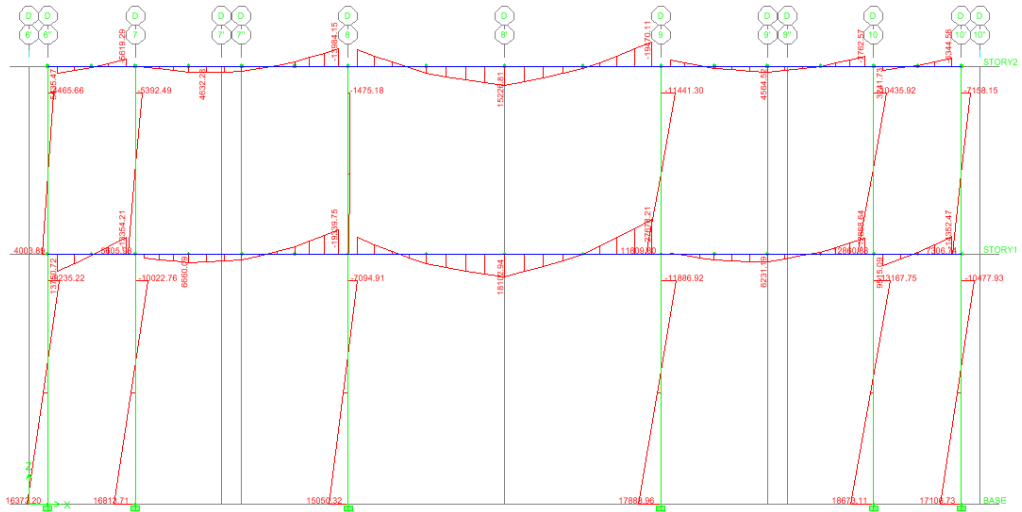
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Acero requerido módulo central eje C



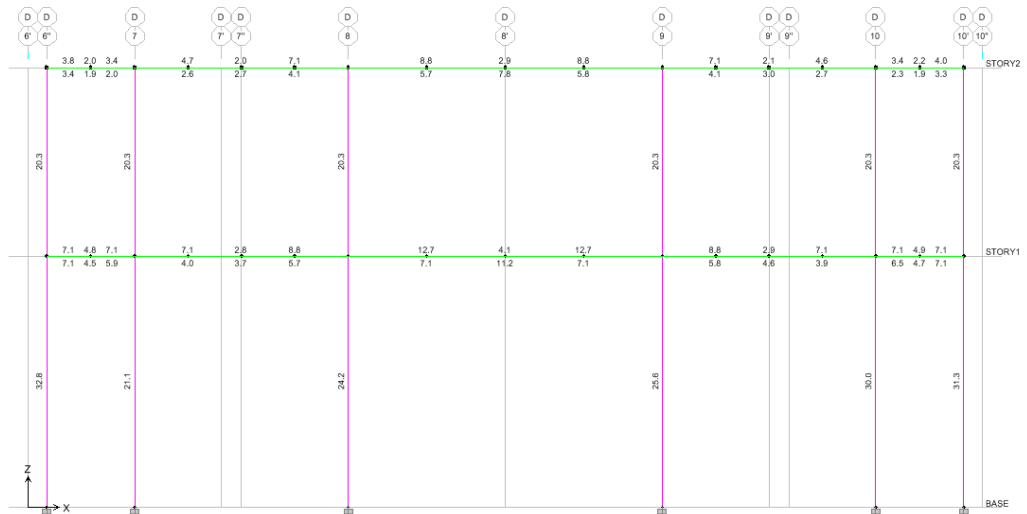
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Análisis módulo central eje D



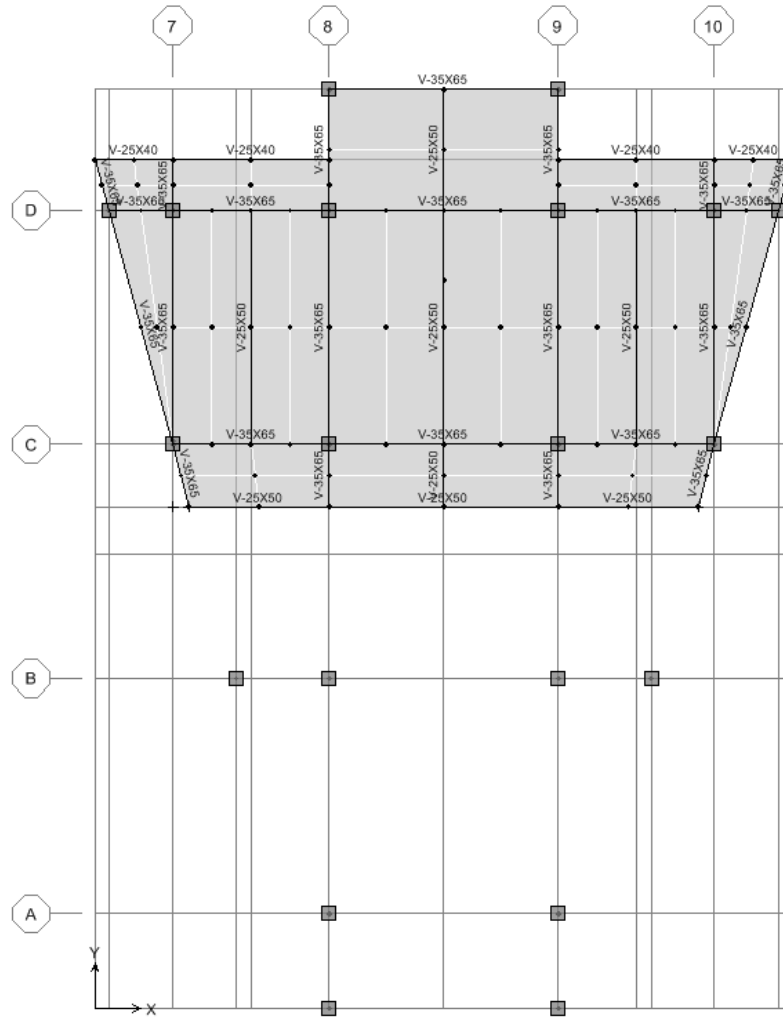
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

## Acero requerido módulo central eje D



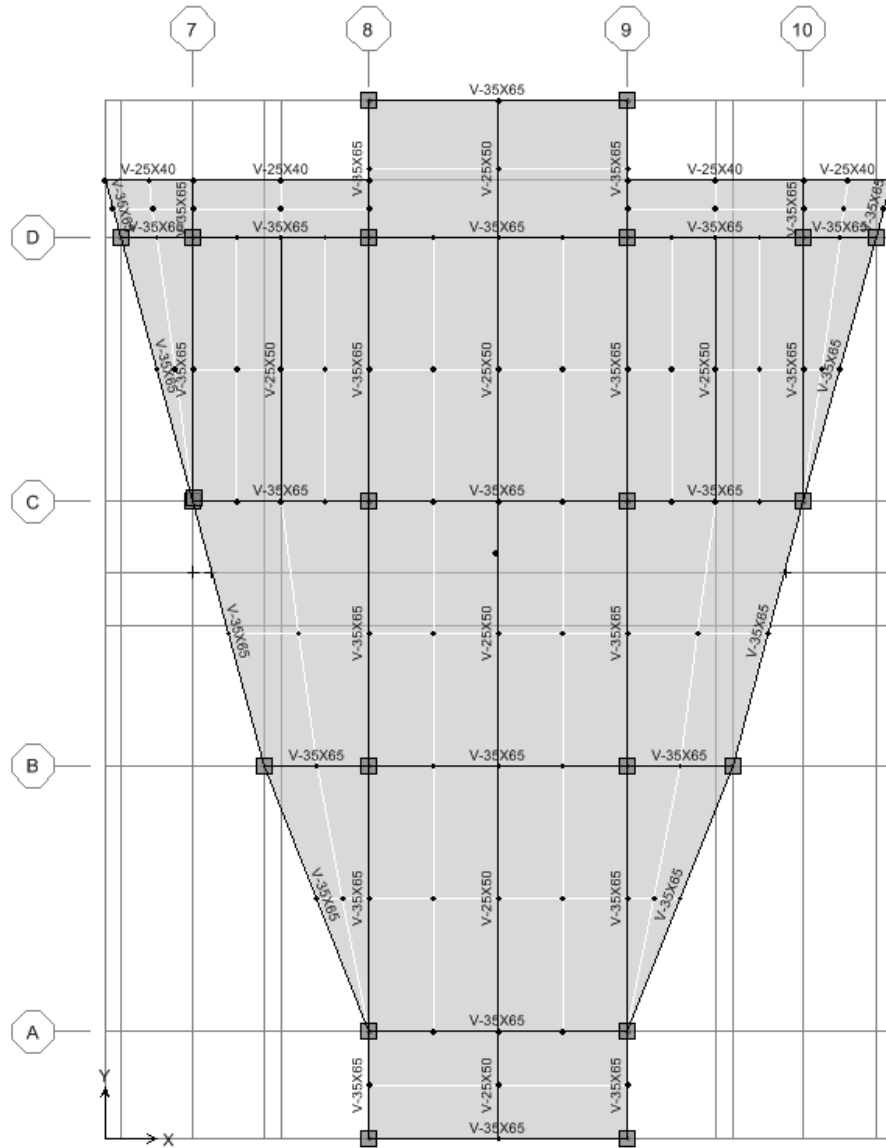
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Vigas nivel 1 módulo central



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Vigas nivel 2 módulo central

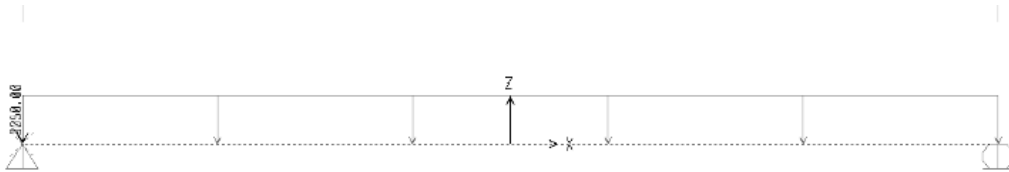


Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.



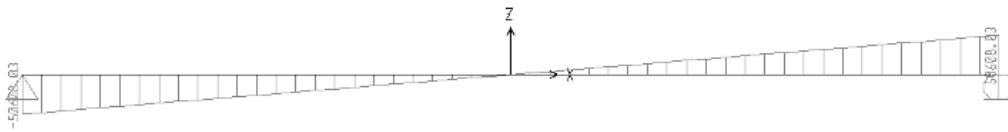
## Análisis de viga, puente vehicular

### Posición A cargas



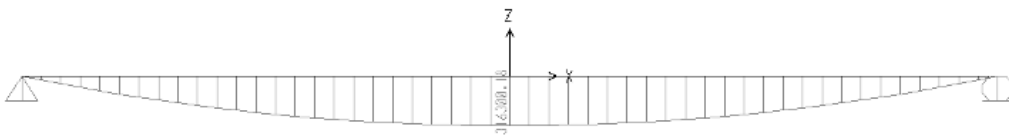
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición A Corte



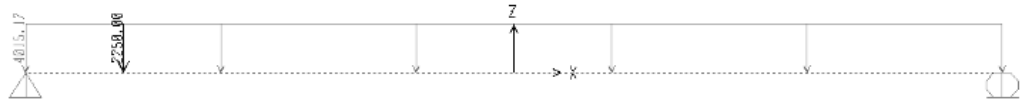
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición A momento



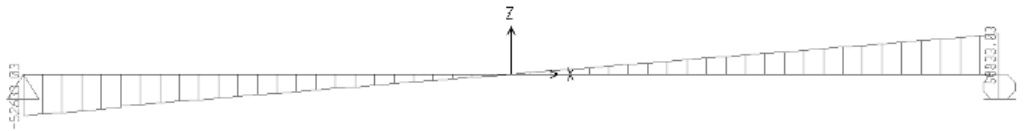
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición B cargas



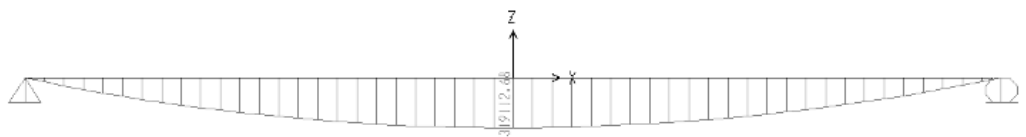
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición B corte



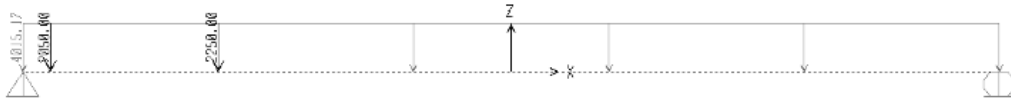
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición B momento



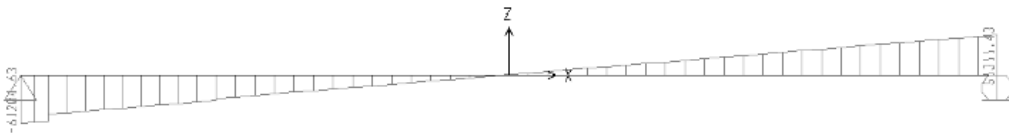
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición C cargas



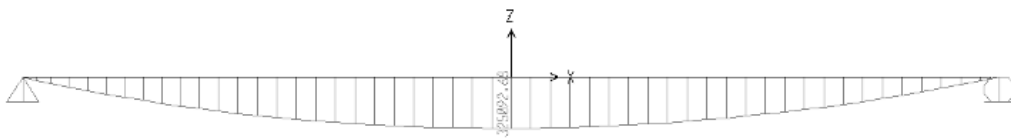
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición C corte



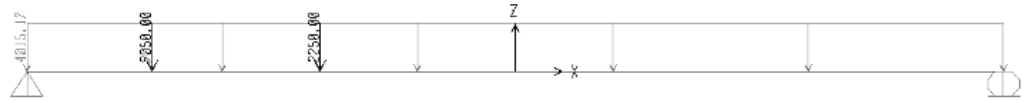
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición C momento



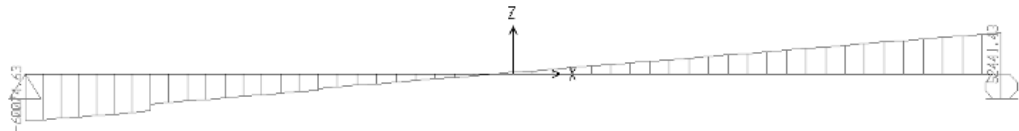
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición D cargas



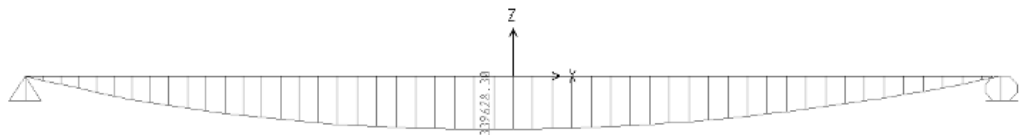
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición D corte



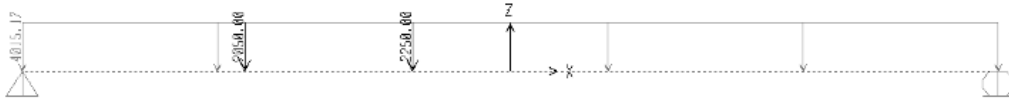
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición D momento



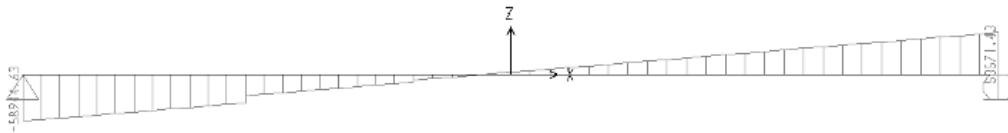
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición E cargas



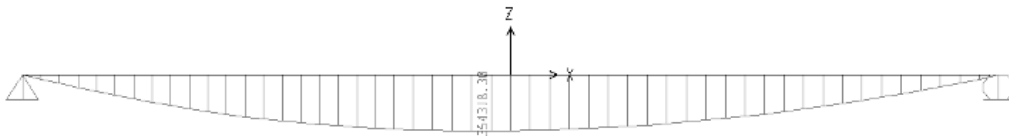
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición E corte



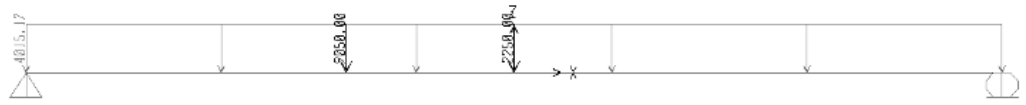
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición E momento



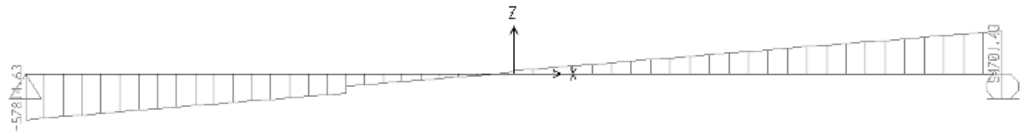
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición F cargas



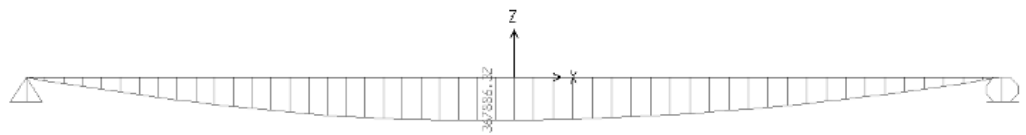
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición F corte



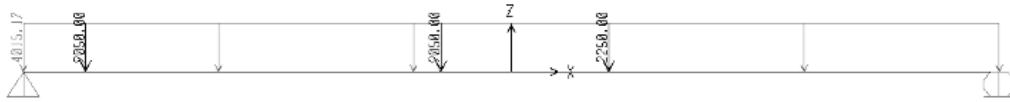
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición F momento



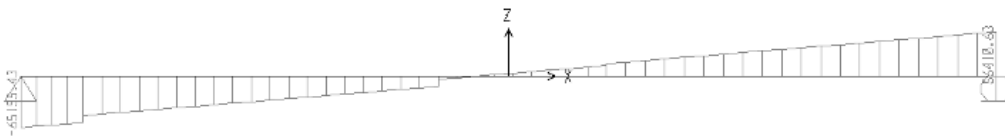
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición G cargas



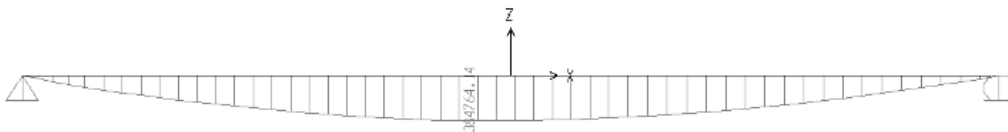
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición G corte



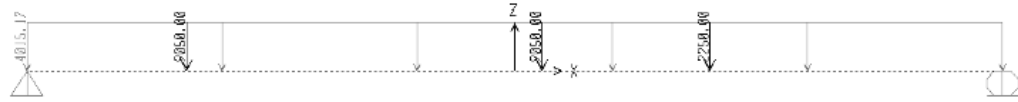
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición G momento



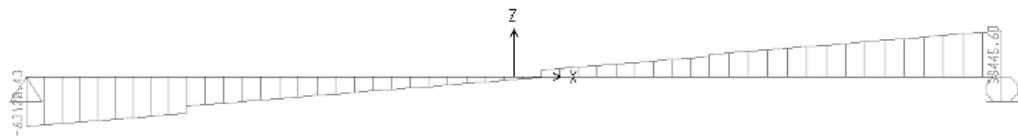
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición H cargas



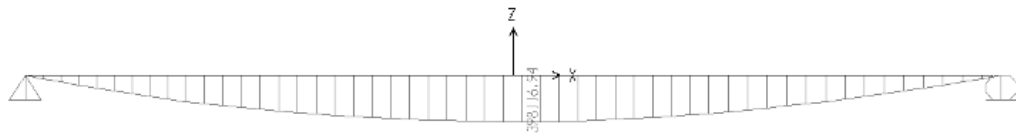
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición H corte



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

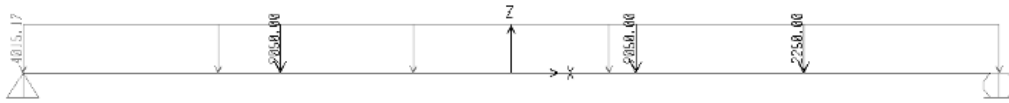
### Posición H momento



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

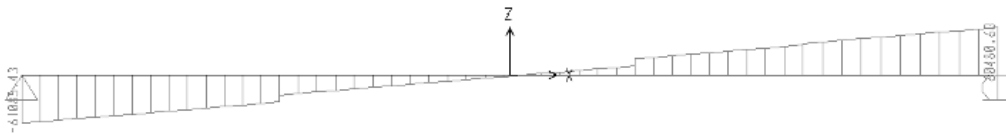


### Posición I cargas



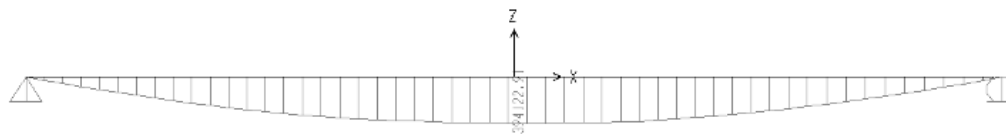
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición I corte



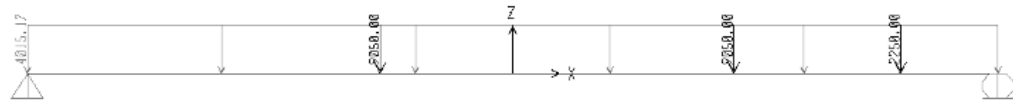
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición I momento



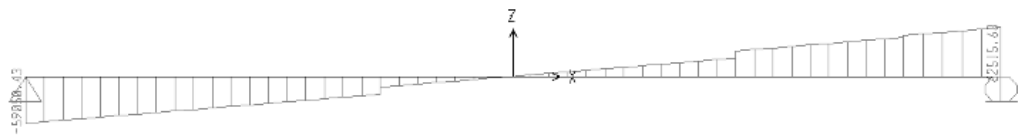
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición J cargas



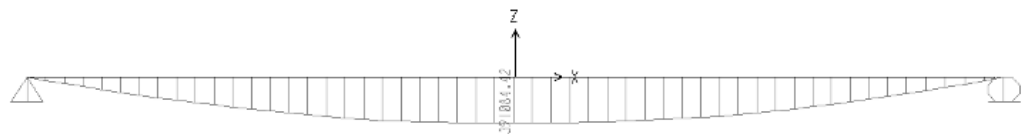
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición J corte



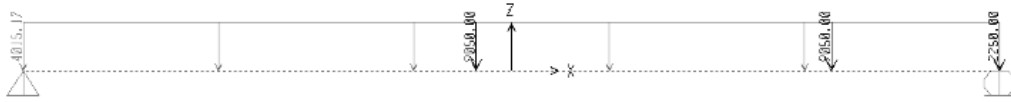
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición J momento



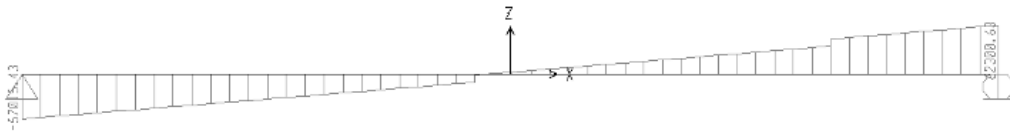
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición K cargas



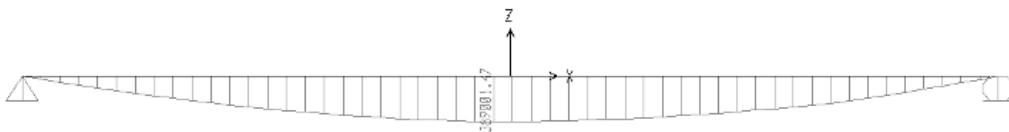
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición K corte



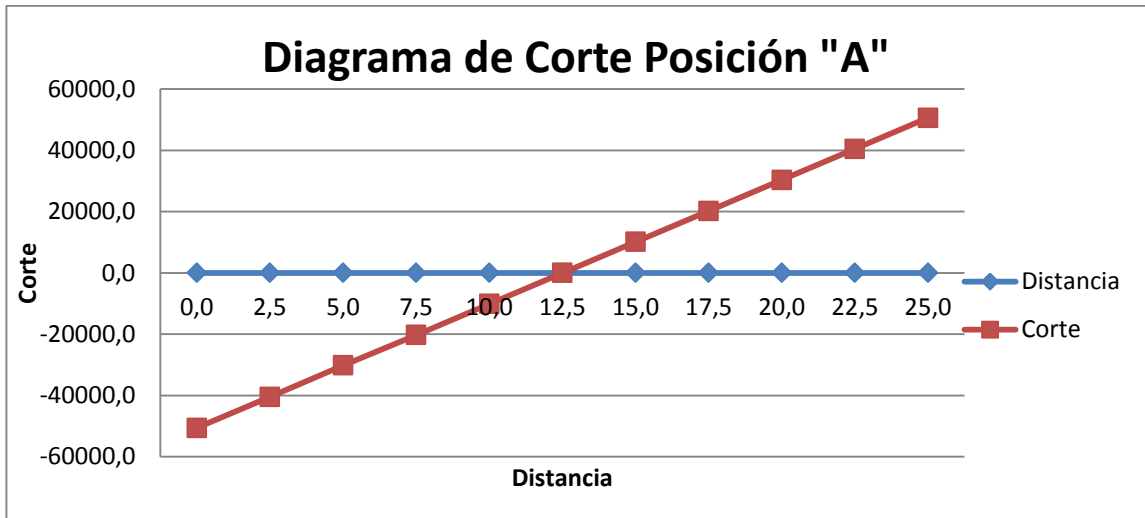
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

### Posición K momento

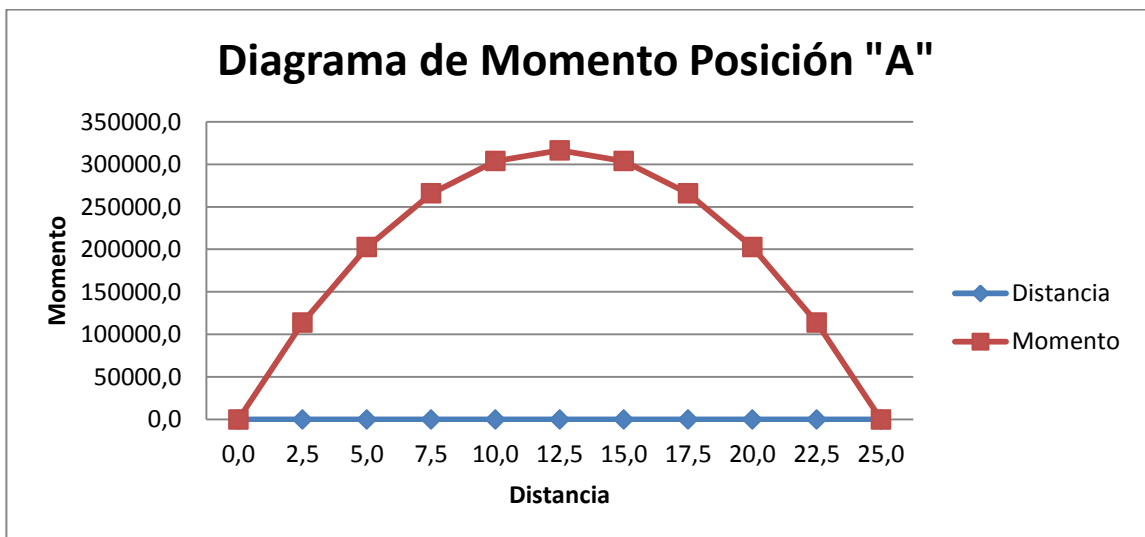


Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

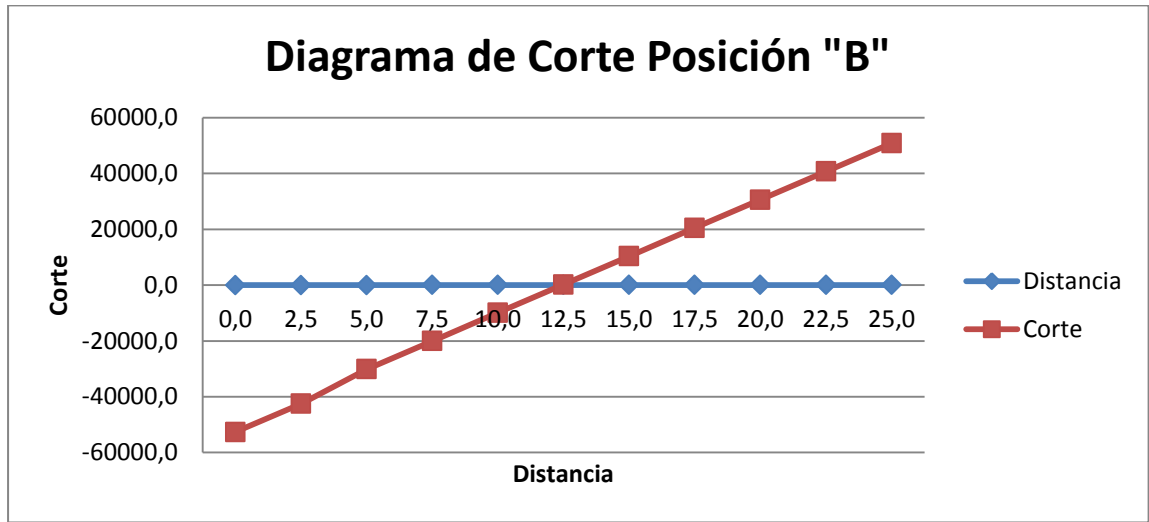
## Diagramas de corte y momento puente vehicular



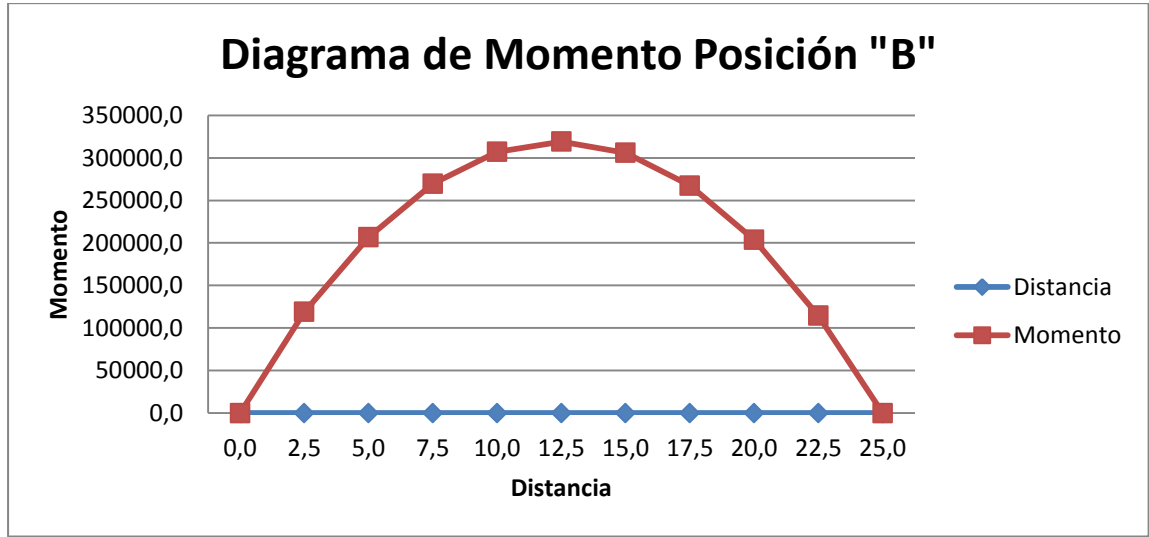
Fuente: elaboración propia.



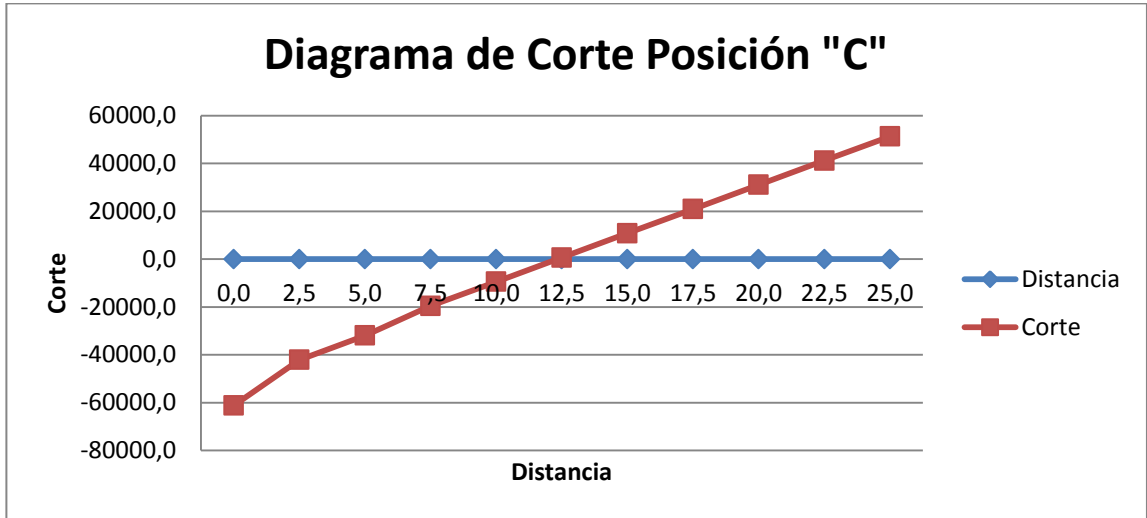
Fuente: elaboración propia.



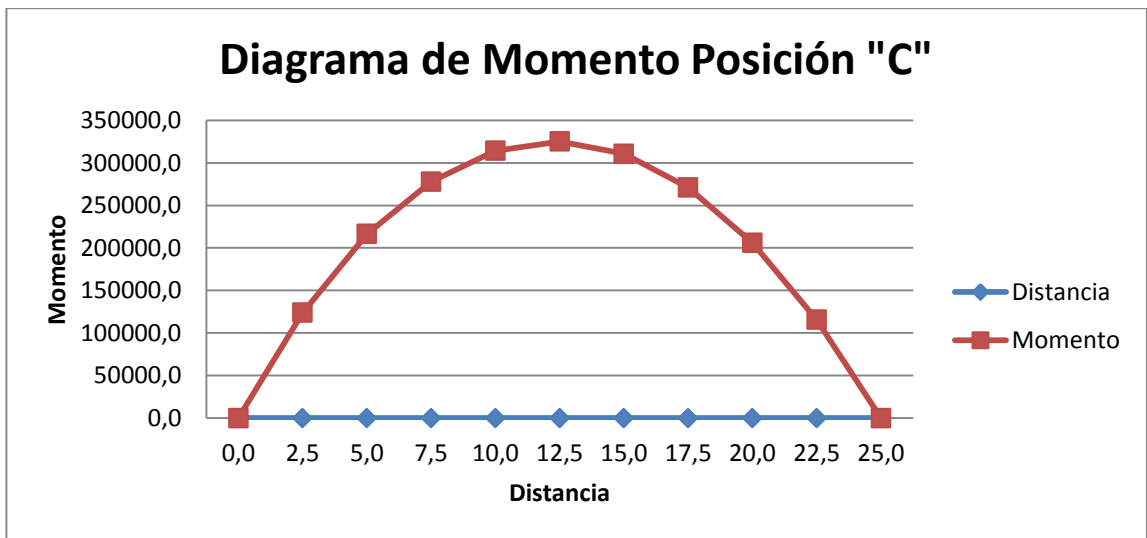
Fuente: elaboración propia.



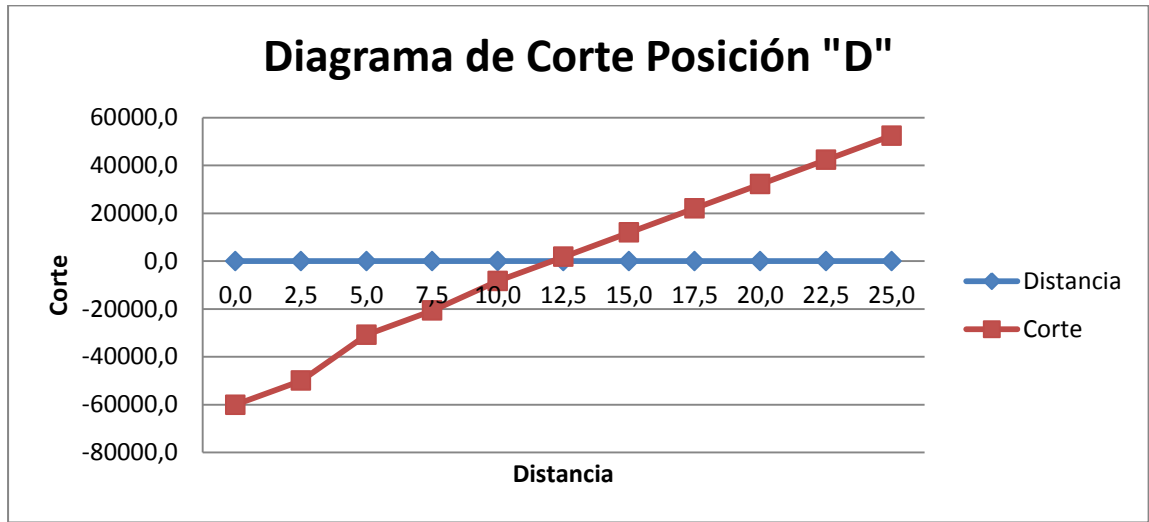
Fuente: elaboración propia.



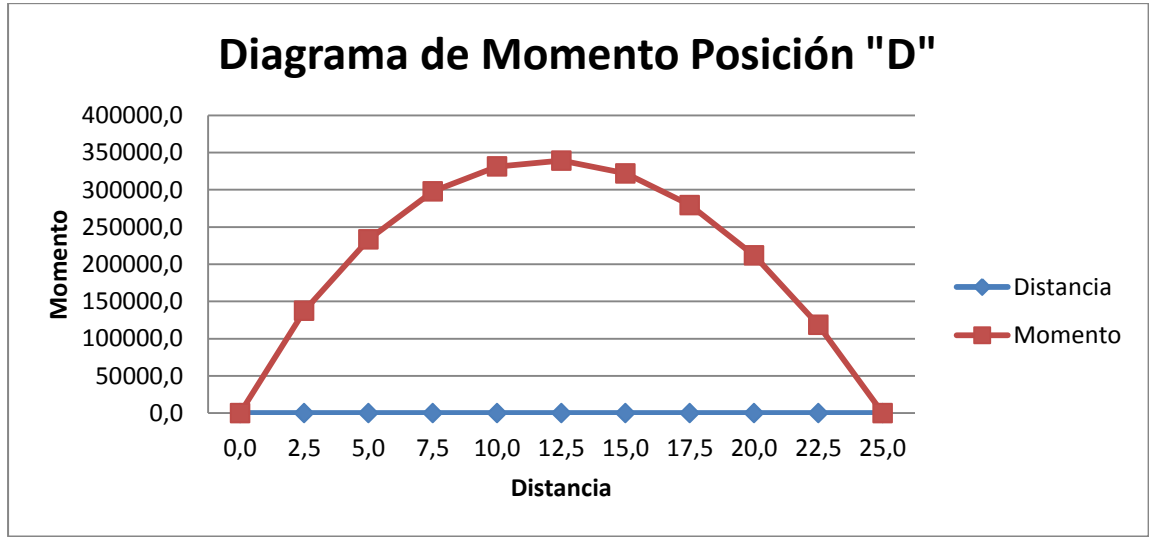
Fuente: elaboración propia.



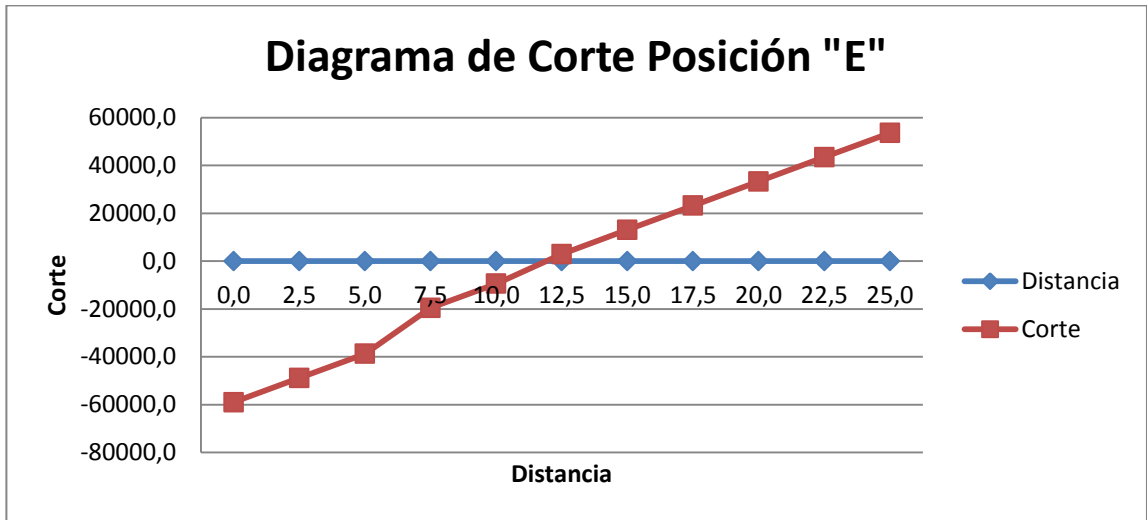
Fuente: elaboración propia.



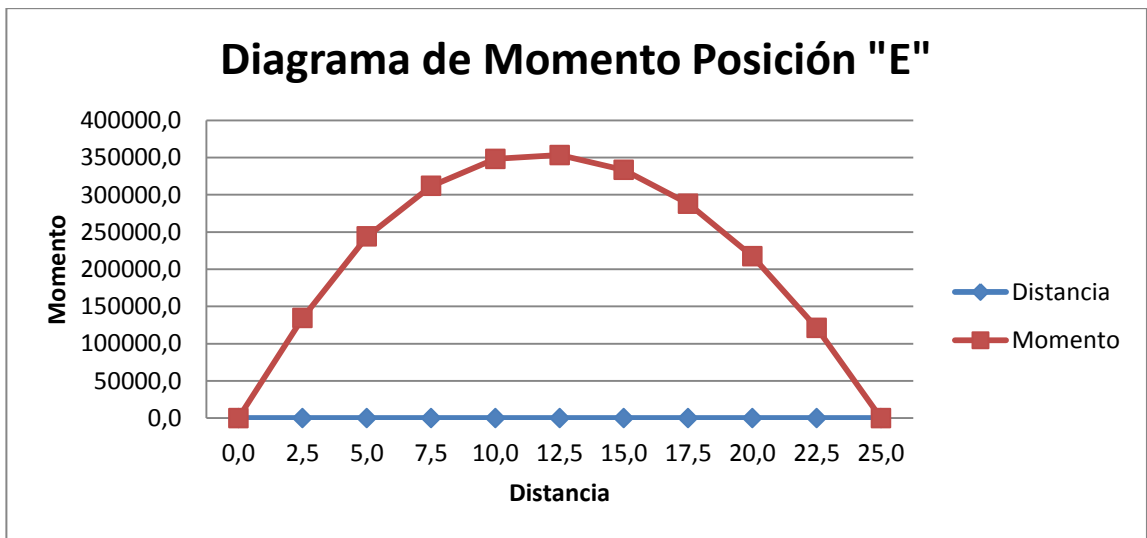
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

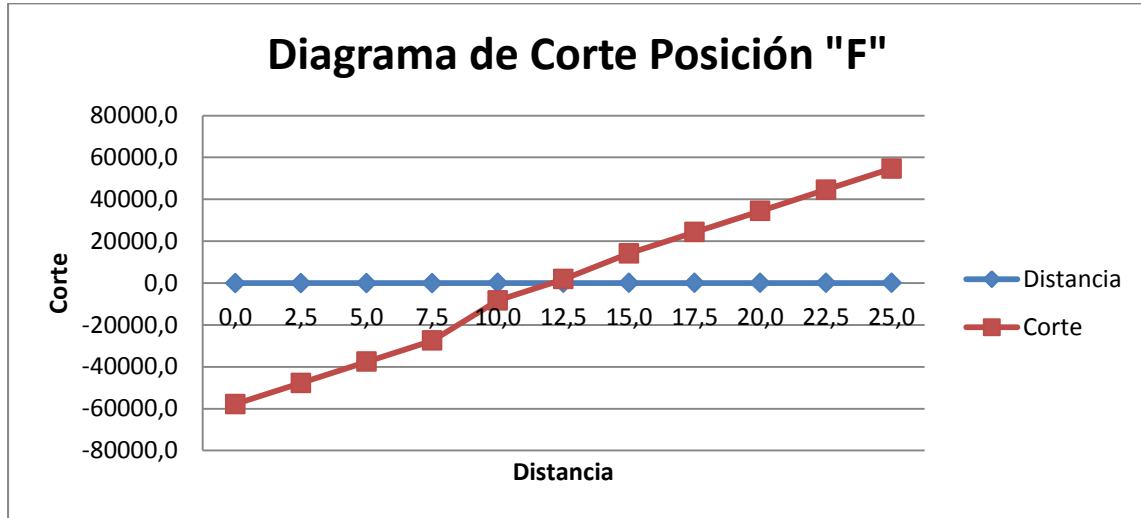


Fuente: elaboración propia.

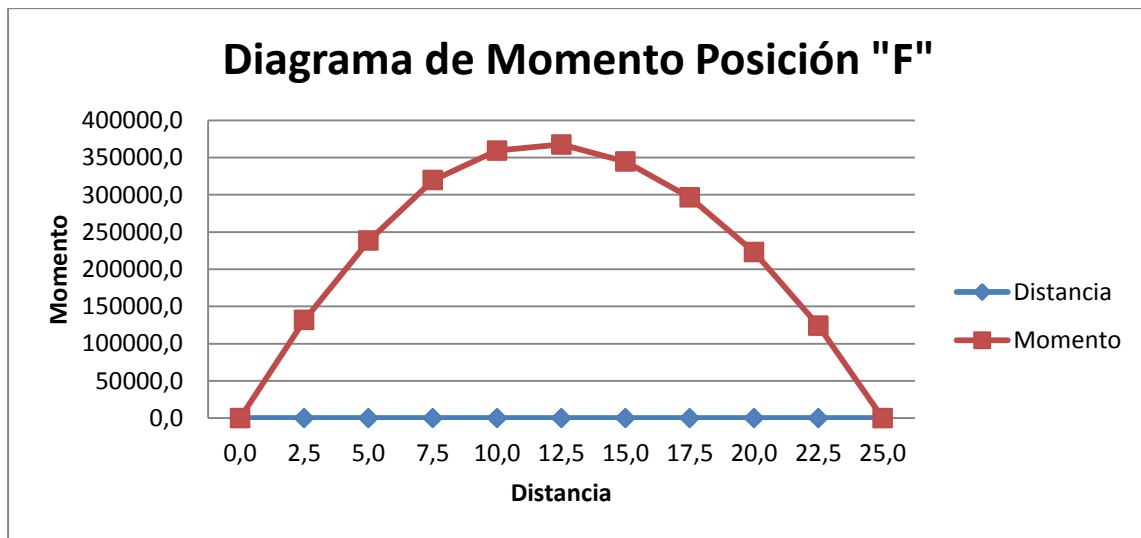


Fuente: elaboración propia.

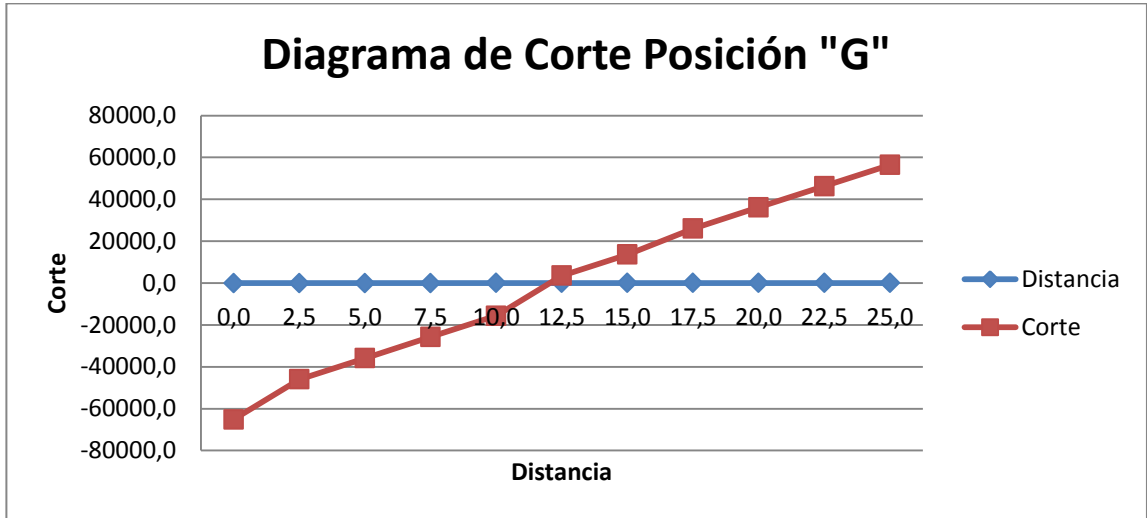




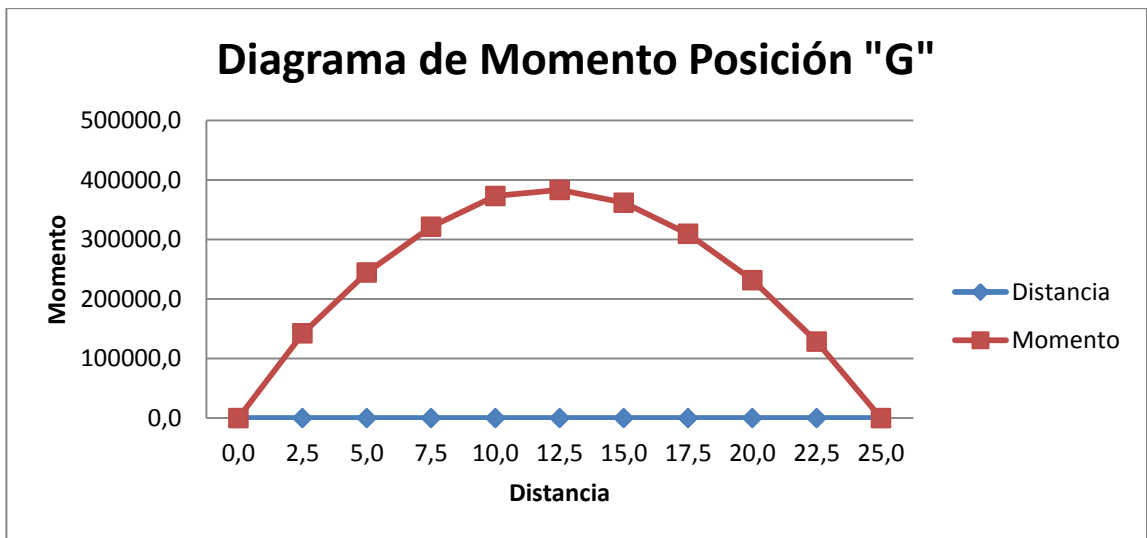
Fuente: elaboración propia.



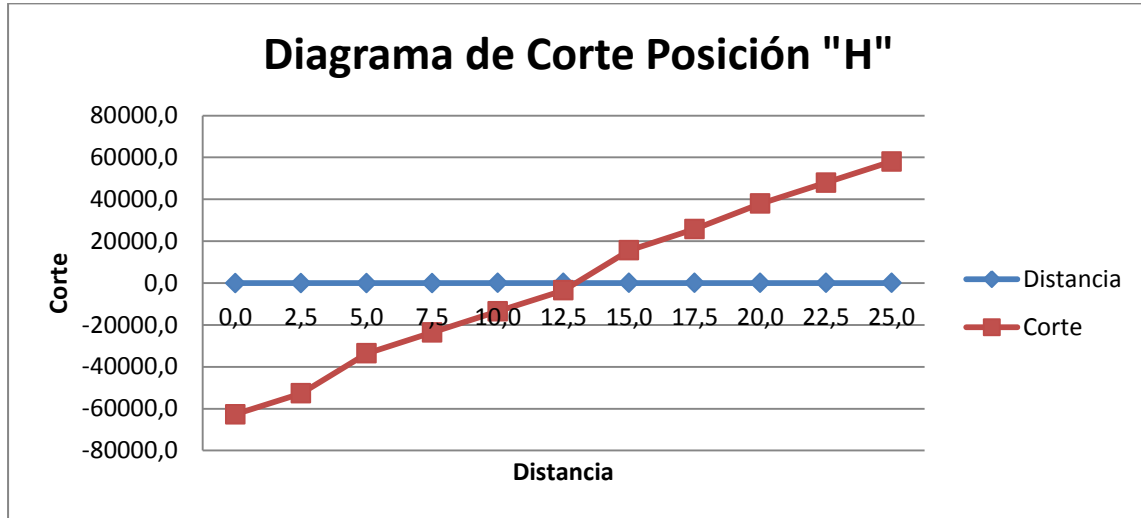
Fuente: elaboración propia.



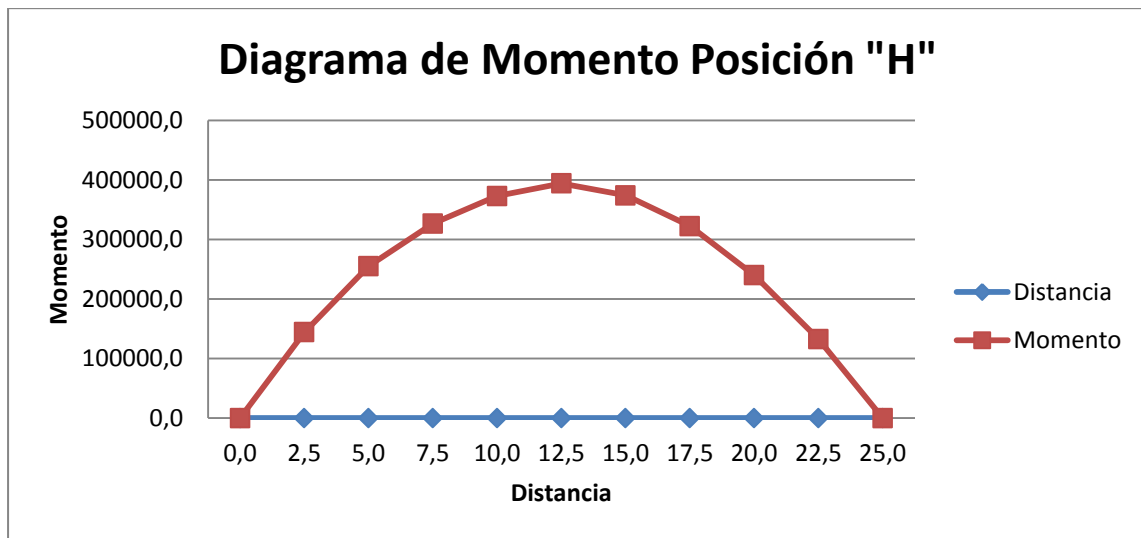
Fuente: elaboración propia.



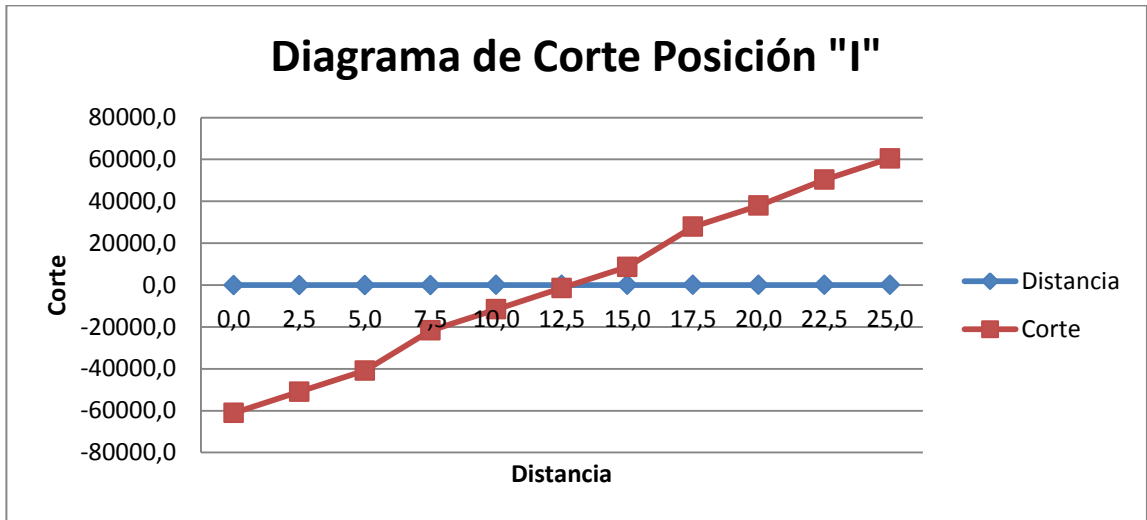
Fuente: elaboración propia.



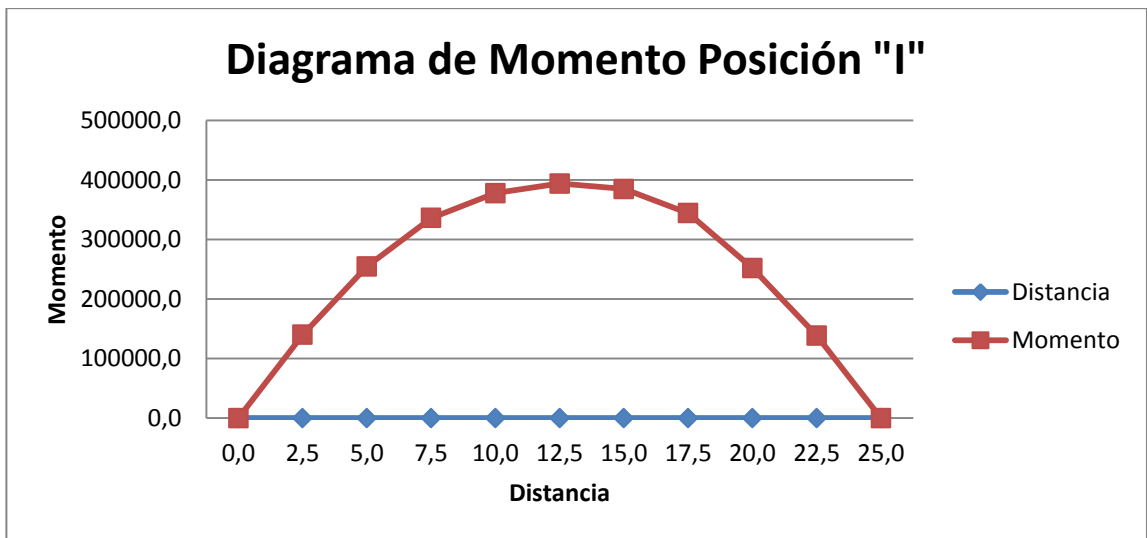
Fuente: elaboración propia.



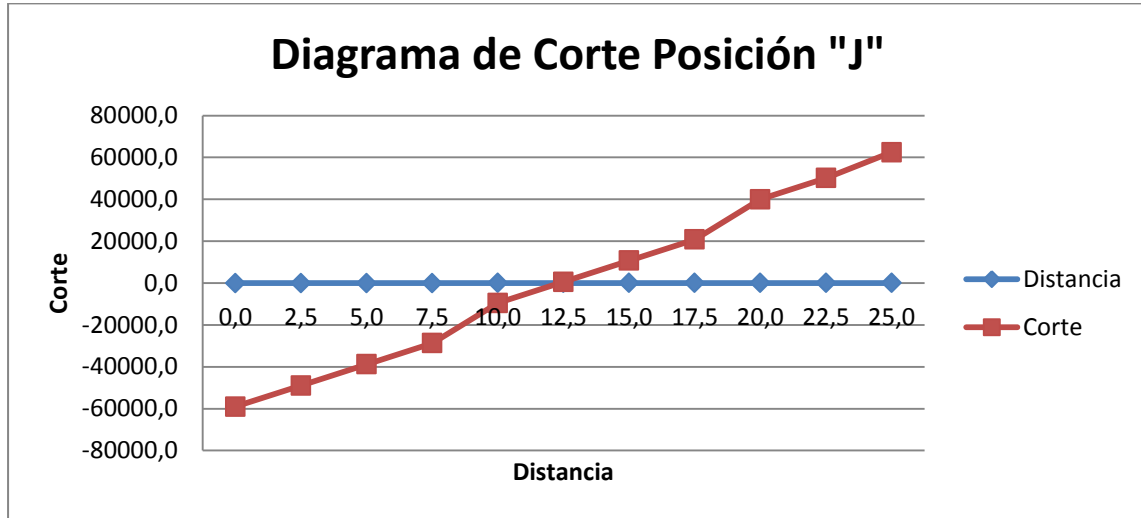
Fuente: elaboración propia.



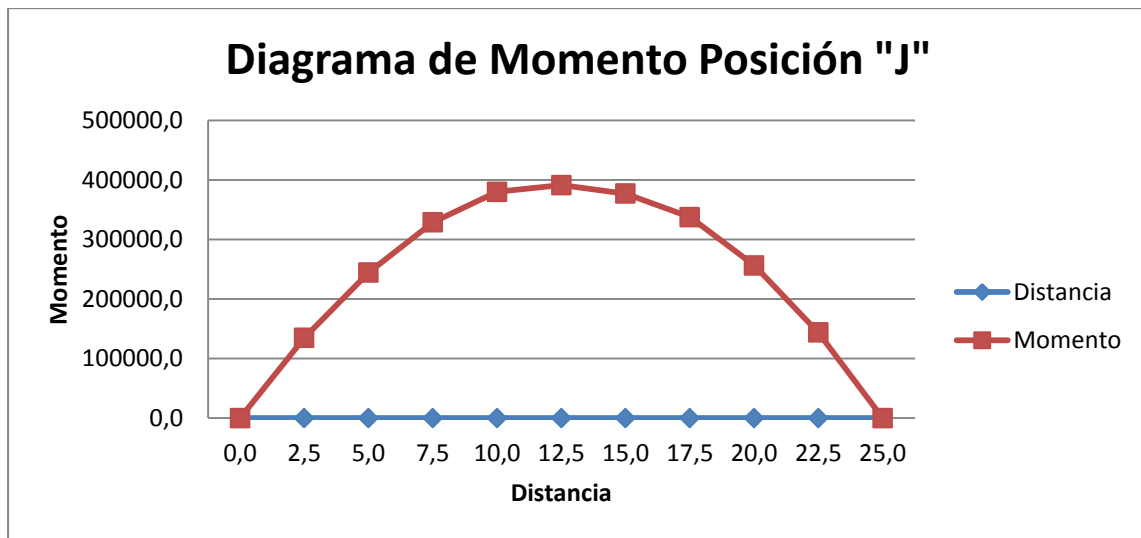
Fuente: elaboración propia.



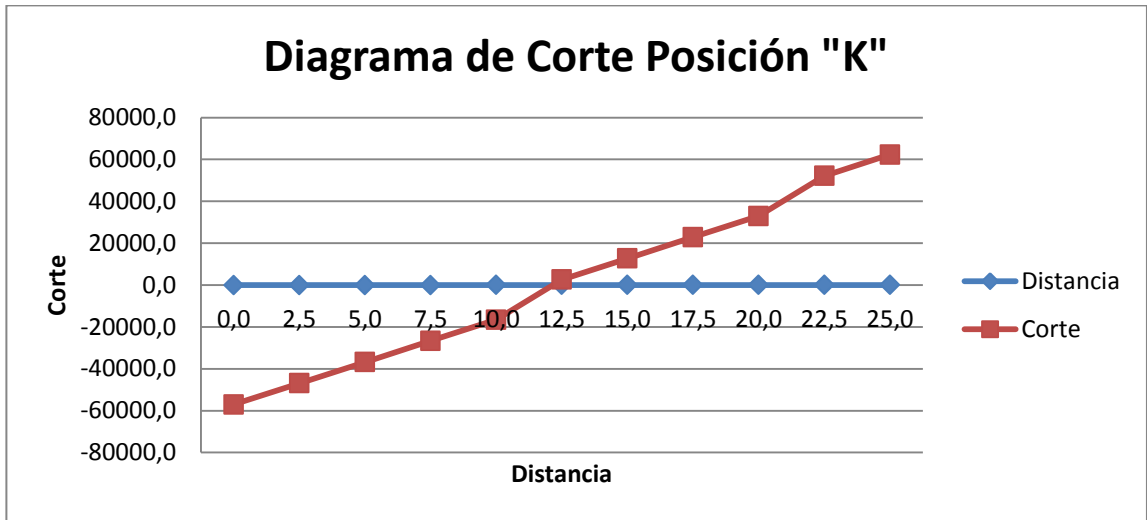
Fuente: elaboración propia.



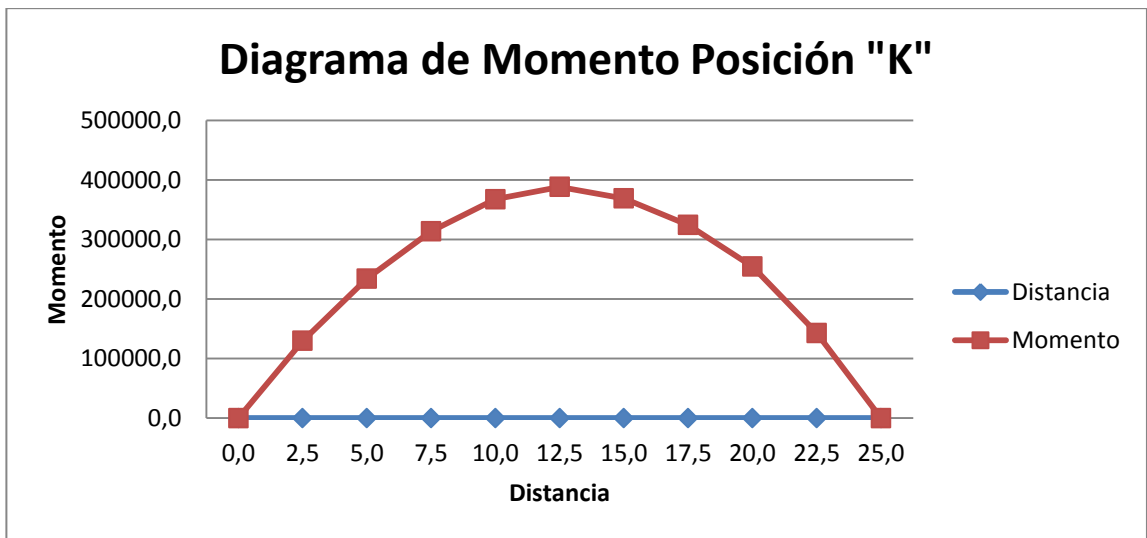
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

# Ensayos de suelos

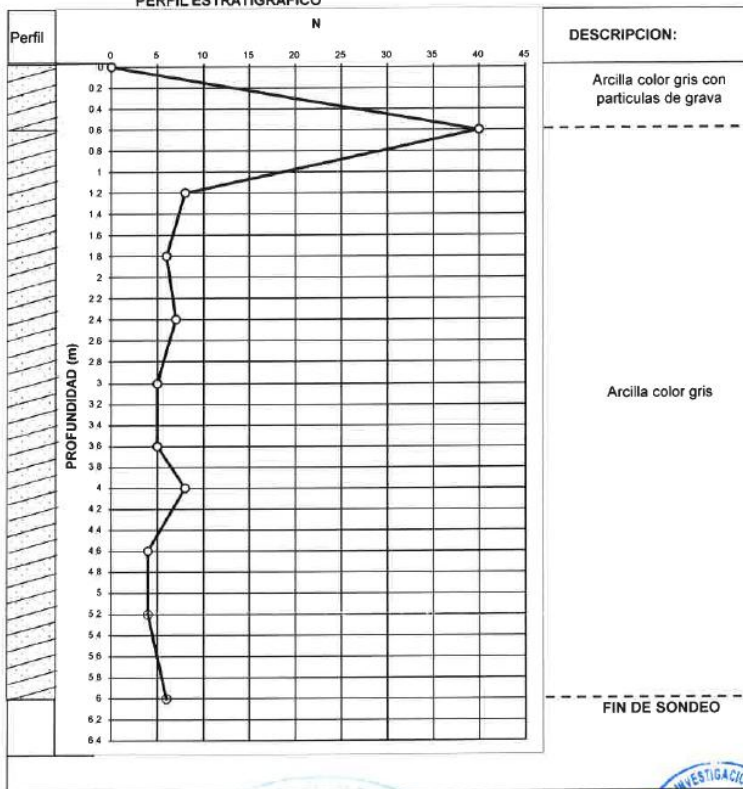


**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 0797 S.S.      O.T. No.: 31,875  
 INTERESADO: Omar Anibal Mazariegos orozco  
 PROYECTO: EPS "Diseño de edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal"  
 ASUNTO: SONDEO DINAMICO      Norma: AASHTO T-206  
 UBICACION: Puerto Barrios, Izabal.  
 Sondeo No.: 1      Fecha: 22 de Octubre de 2013.

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**



Atentamente,  
 Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales  
 DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Mechrano Mendez  
 JEFE SECCION MECANICA DE SUELOS





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**INFORME No.** 0805 S.S.

**O.T.:** 31,875

**Interesado:** Omar Anibal Mazariegos Orozco  
**Proyecto:** EPS "Diseño de Edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios, Izabal".

**Ubicación:** Puerto Barrios, Izabal.

**Ensayo:** CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS      **Norma:** ASTM D-2435  
**Fecha:** 23 de Octubre de 2013.      **Pozo No.:** 1

<b>RESULTADOS</b>		
<b>ENSAYO No.</b>	1	
<b>Muestra No.</b>	1	
<b>Profundidad (m)</b>	3.00	
<b>Gravedad Especifica</b>	2.40	
<b>Humedad (%)</b>	50.70	
$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.42	
$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	0.93	
$\sigma'_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.426	
$e_o$	1.581	
$\sigma'_p$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.55	
$C_s$	0.117	
$C_c$	1.040	
$C_v$ (m <sup>2</sup> /s)	0.1 (kg/cm <sup>2</sup> )	1.41E-07
	0.3 (kg/cm <sup>2</sup> )	9.12E-08
	0.7 (kg/cm <sup>2</sup> )	6.33E-08
	1.10 (kg/cm <sup>2</sup> )	9.12E-08
	1.90 (kg/cm <sup>2</sup> )	6.33E-08

**Descripción del Suelo:** Arcilla color gris

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0798 S.S.

O.T.: 31,875

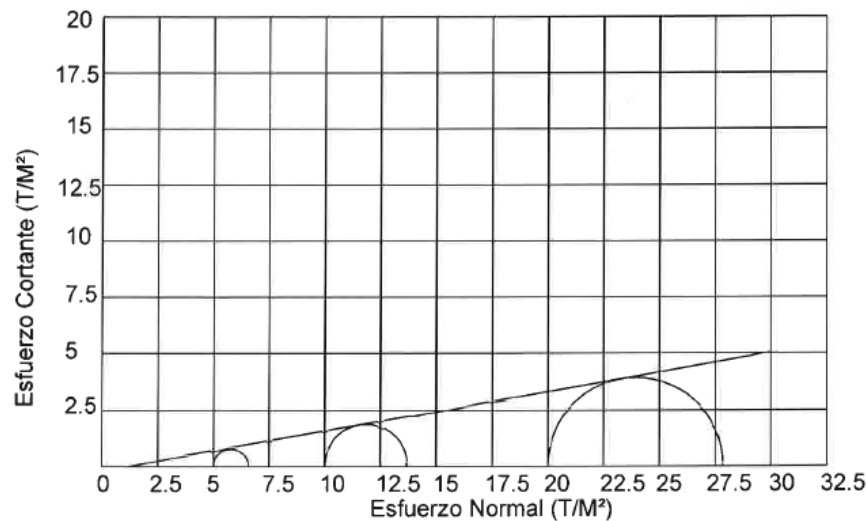
INTERESADO: Omar Anibal Mazariegos orozco

PROYECTO: EPS "Diseño de edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal"

Ubicación: Puerto Barrios, Izabal.

Fecha: 23 de Octubre de 2013.

pozo: 1 Profundidad: 3.00 m. Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 9.88^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 0.00 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla color gris.

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	1.58	3.70	7.84
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.5	3.5	5.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	0.93	0.93	0.93
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.42	1.42	1.42
HUMEDAD (%H)	50.7	50.7	50.7

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales  
Directora CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





INFORME No. 0799 S.S.

O.T.: 31,875

Interesado: Omar Anibal Mazariegos Orozco

Proyecto: EPS "Diseño de edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal"

Profundidad: 3.00 m

Ubicación: Puerto Barrios, Izabal.

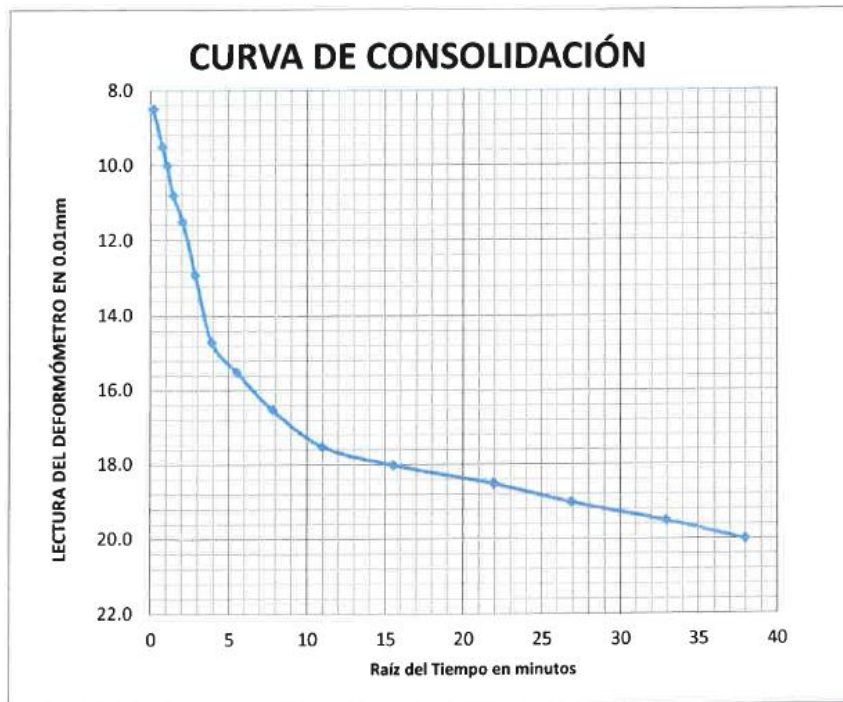
Ensayo: CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS

Norma: ASTM D-2435

Fecha: miércoles, 23 de octubre de 2013

Pozo No.: 1

Muestra: 1



Esfuerzo Efectivo Vertical: 0.10 kg/cm<sup>2</sup>  
Descripción del Suelo: Arcilla color gris

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



INFORME No. 0800 S.S.

O.T.: 31,875

Interesado: Omar Anibal Mazariegos Orozco

Proyecto: EPS "Diseño de edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal"

Profundidad: 3.00 m

Ubicación: Puerto Barrios, Izabal.

Ensayo: CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS

Norma: ASTM D-2435

Fecha: miércoles, 23 de octubre de 2013

Pozo No.: 1

Muestra: 1



Esfuerzo Efectivo Vertical:  
 Descripción del Suelo:

0.30 kg/cm<sup>2</sup>  
 Arcilla color gris

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



INFORME No. 0801 S.S. O.T.: 31,875  
Interesado: Omar Anibal Mazariegos Orozco  
Proyecto: EPS "Diseño de edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal" Profundidad: 3.00 m  
Ubicación: Puerto Barrios, Izabal.  
Ensayo: CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS Norma: ASTM D-2435  
Fecha: miércoles, 23 de octubre de 2013 Pozo No.: 1 Muestra: 1



Esfuerzo Efectivo Vertical:  
Descripción del Suelo:

0.70 kg/cm<sup>2</sup>  
Arcilla color gris

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



INFORME No. 0802 S.S. O.T.: 31,875  
Interesado: Omar Anibal Mazariegos Orozco  
Proyecto: EPS "Diseño de edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal" Profundidad: 3.00 m  
Ubicación: Puerto Barrios, Izabal.  
Ensayo: CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS Norma: ASTM D-2435  
Fecha: miércoles, 23 de octubre de 2013 Pozo No.: 1 Muestra: 1



Esfuerzo Efectivo Vertical:  
Descripción del Suelo:

1.10 kg/cm<sup>2</sup>  
Arcilla color gris

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



INFORME No. 0803 S.S.

O.T.: 31,875

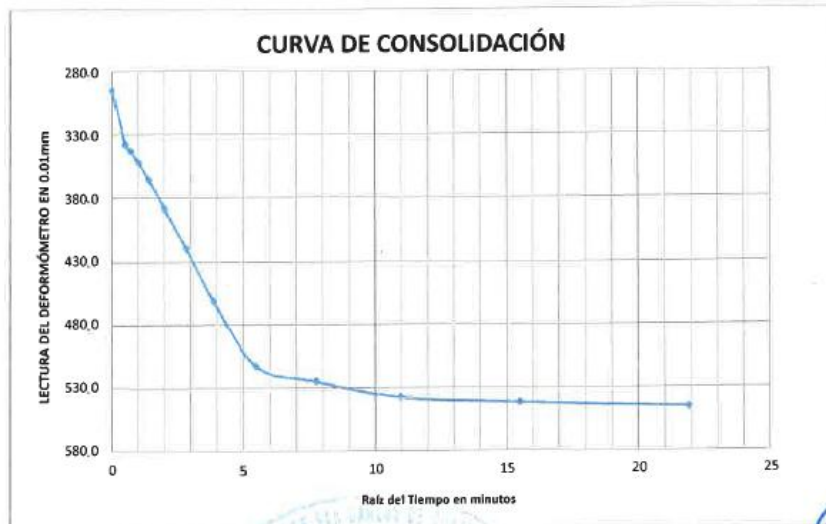
Interesado: Omar Anibal Mazariegos Orozco  
Proyecto: EPS "Diseño de edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal"

Profundidad: 3.00 m

Ubicación: Puerto Barrios, Izabal.  
Ensayo: CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS  
Fecha: miércoles, 23 de octubre de 2013

Pozo No.: 1

Norma: ASTM D-2435  
Muestra: 1



Esfuerzo Efectivo Vertical:  
Descripción del Suelo:

1.90 kg/cm<sup>2</sup>  
Arcilla color gris

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



INFORME No. 0804 S.S.

O.T.: 31,875

**Interesado:** Omar Anibal Mazariegos Orozco

**Proyecto:** EPS "Diseño de Edificio Municipal de dos niveles, Puerto Barrios Izabal" **Profundidad:** 3.00 m

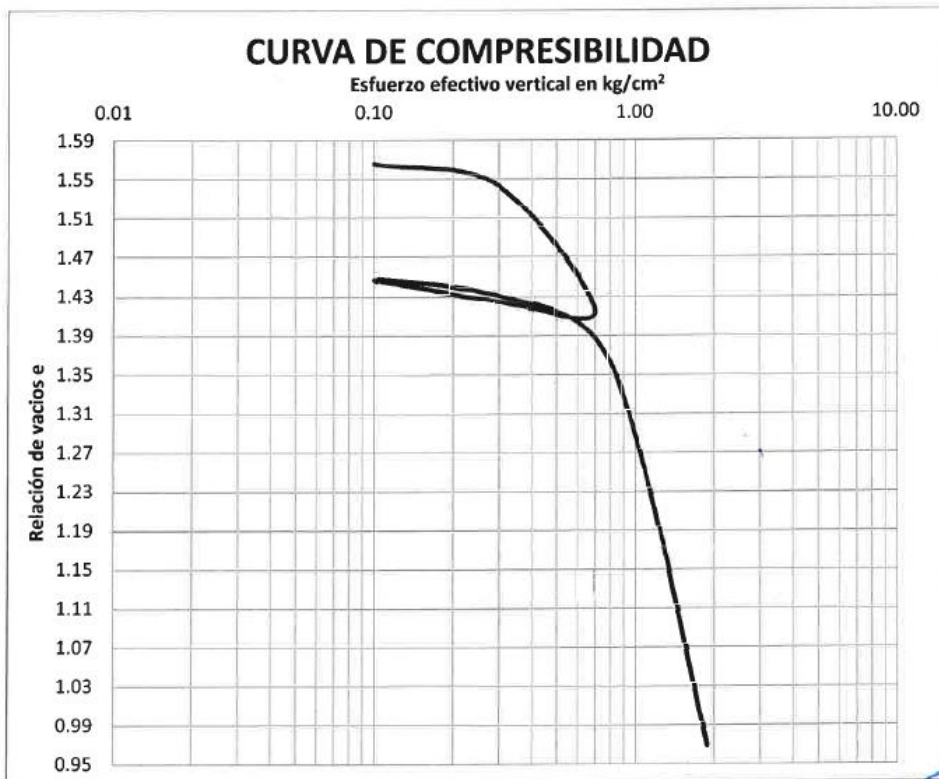
**Ubicación:** Puerto Barrios, Izabal.

**Ensayo:** CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE LOS SUELOS

**Norma:** ASTM D-2435

**Fecha:** miércoles, 23 de octubre de 2013 **Pozo No.:** 1

**Muestra:** 1



**Descripción del Suelo:** Limo Arcilla color gris

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
 DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



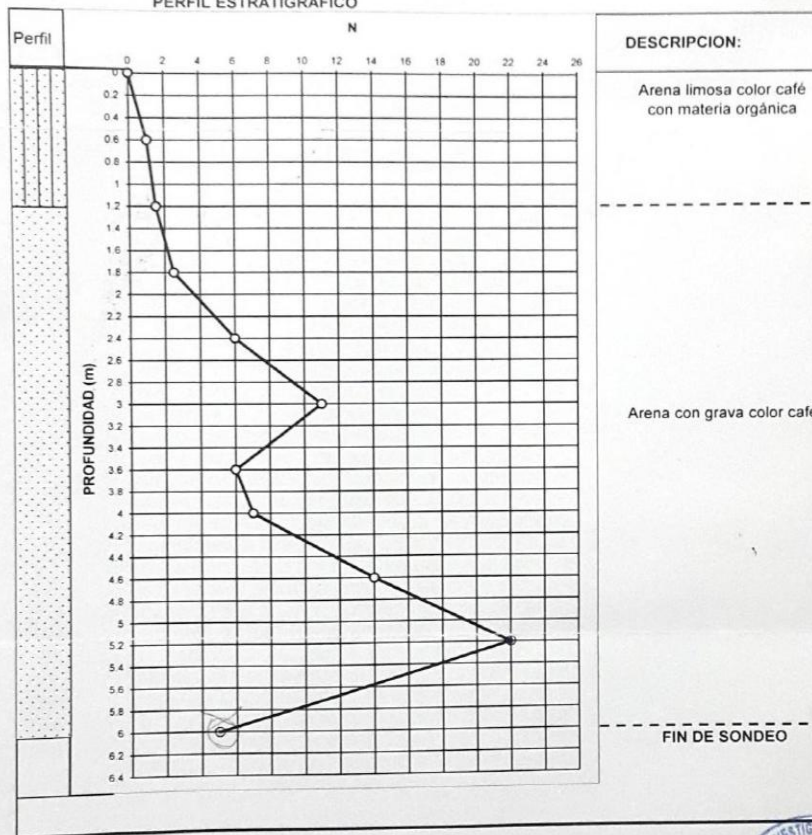


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 0806 S.S. O.T. No.: 31,876  
INTERESADO: Omar Anibal Mazariegos orocho  
PROYECTO: EPS "Diseño de Puente Vehicular para El Barrio Puente II, Puerto Barrios Izabal"

ASUNTO: SONDEO DINAMICO Norma: AASHTO T-206  
UBICACION: Puerto Barrios, Izabal.  
Sondeo No.: 1 Fecha: 23 de Octubre de 2013.  
PERFIL ESTRATIGRAFICO



Atentamente,

Vo. Bo.   
Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
JEFE SECCION MECANICA DE SUELOS







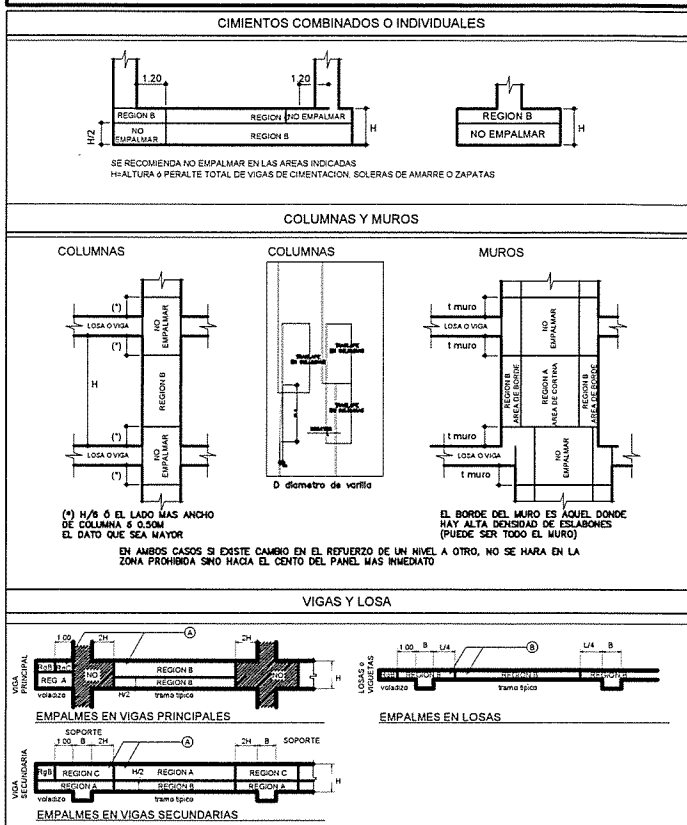
ESPECIFICACIONES GENERALES

ESPECIFICACIONES GENERALES:
1. DISEÑO
DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO SEGUN ACI 318-08 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)
DISEÑO SISMO-RESISTENTE SEGUN AGES NSB 2010

VARIOS:
1. RECURRIMIENTOS GENERALES
CONCRETOS 2800 kg/m3
COLUMNAS 2800 kg/m3
SOLERAS Y MOCHETAS 2800 kg/m3
VIGAS 2800 kg/m3
LOSAS 2800 kg/m3

NOTAS GENERALES:
1. RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL
LA RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL SE LIMITA A LOS ESTABLECIDO EN ESTOS PLANOS
CUALQUIER MODIFICACION EN LAS ESPECIFICACIONES Y DETALLES DEBERA SER PREVIAMENTE AUTORIZADO
DE NO SER ASI, TODO CAMBIO QUE SERVE EN RIESGO PARA LA ESTRUCTURA O SUS OCUPANTES
SERÁ RESPONSABILIDAD DEL EJECUTOR A CARGO

REGIONES DE EMPALME



GANCHOS DE REFUERZO

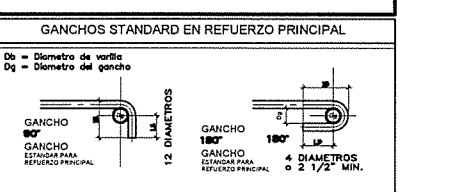


Table with 3 columns: No., Dg, L1, L2, L3, X1, X2, X3. It lists hook lengths for various reinforcement diameters and concrete strengths.

GANCHOS STANDARD EN ESTRIBOS Y ESLABONES

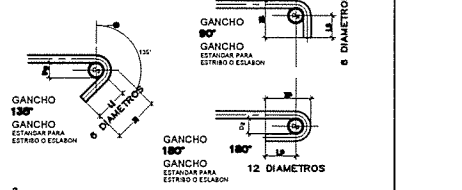
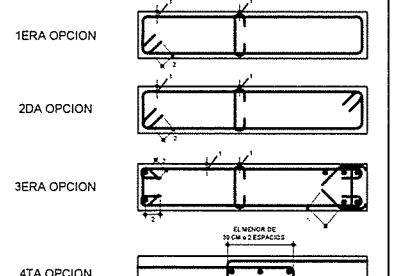


Table with 3 columns: No., Dg, L1, L2, L3, X1, X2, X3. It lists hook lengths for stirrups and slabs for various reinforcement diameters and concrete strengths.

REFUERZO TRANSVERSAL SEGUN SE INDICA

Table showing reinforcement lengths for different regions (A, B, C) for concrete and steel grades.

ESTRIBOS Y ESLABONES EN MUROS



UNION VIGA PRINCIPAL Y SECUNDARIA

1. RECURRIMIENTOS DE ESTRIBOS ES DE 0.04H Y LOS ESLABONES DEBEN CUMPLIR CON ESTE RECURRIMIENTO MINIMO.

LONGITUDES DE EMPALME (M)

Table with 4 columns: VARILLA No., REGION A, REGION B, REGION C. Shows lap lengths for concrete and steel grades.

LONGITUDES DE EMPALME (M)

Table with 4 columns: VARILLA No., REGION A, REGION B, REGION C. Shows lap lengths for concrete and steel grades.

APUNTALAMIENTOS DE VIGAS SECUNDARIAS

EXCEPTO CUANDO SE INDIQUE LO CONTRARIO PARA CASOS ESPECIFICOS

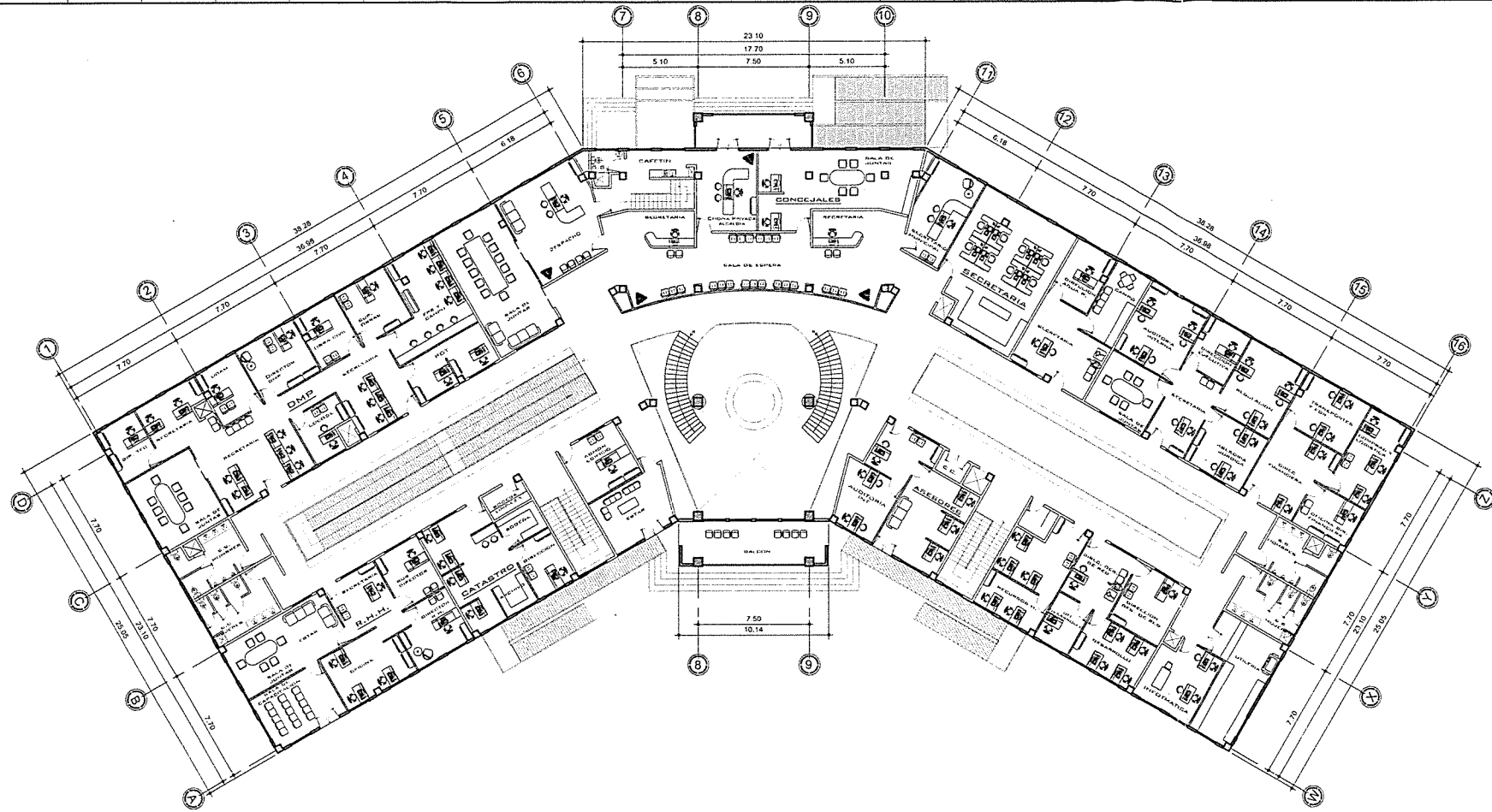
INDICE DE PLANOS

Table with 2 columns: NUMERACION, CONTENIDO. Lists the index of drawings from 00 to 21.



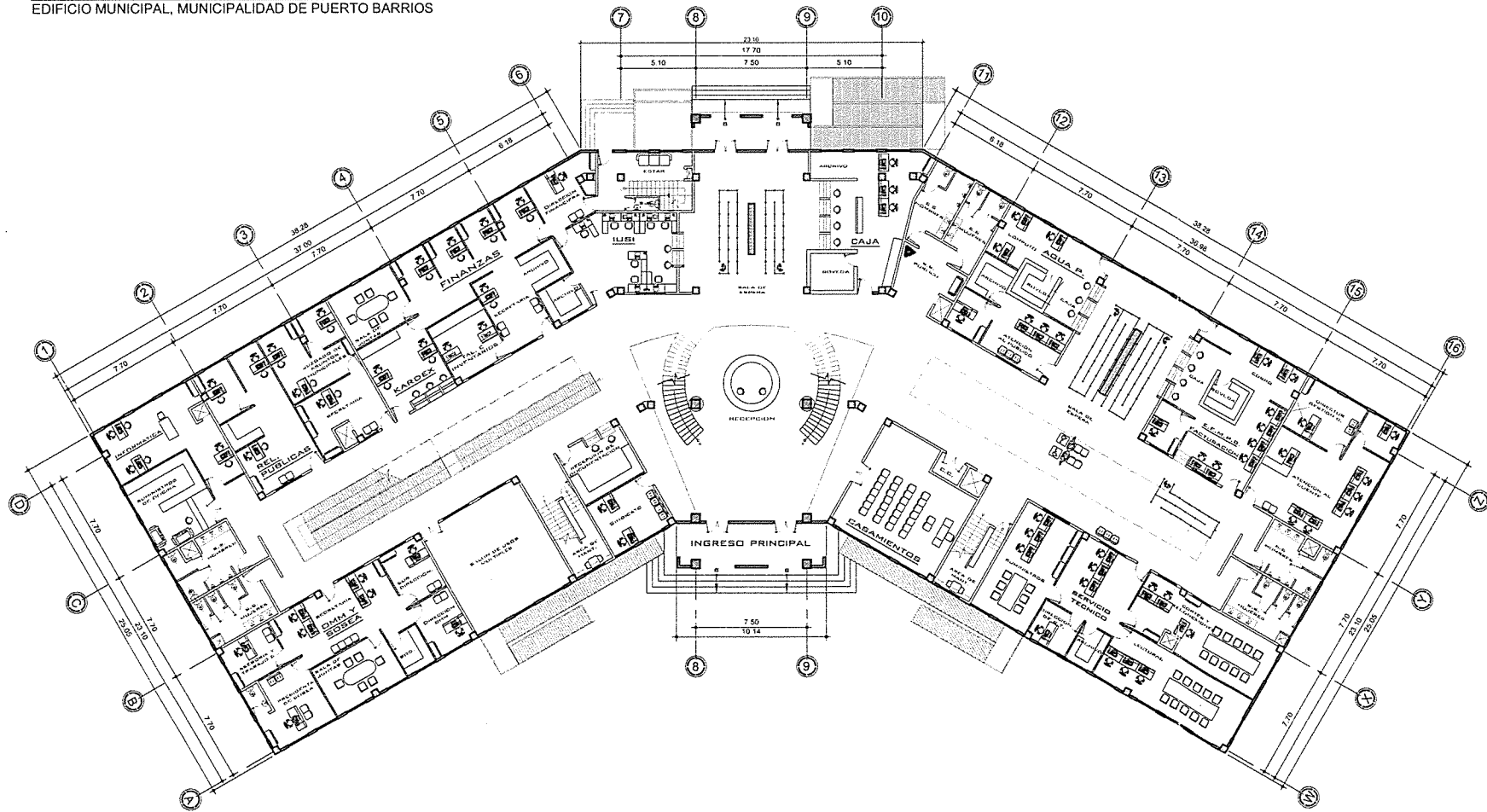
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Project information form including project name, location, student name (OMAR ANIBAL MAZARIEGOS PROZCO), and date (AGOSTO 2014).



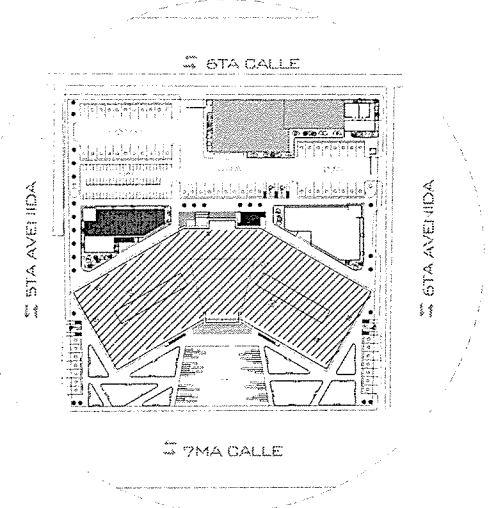
**PLANTA DE AMUEBLADA NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS



ESCALA 1: 200

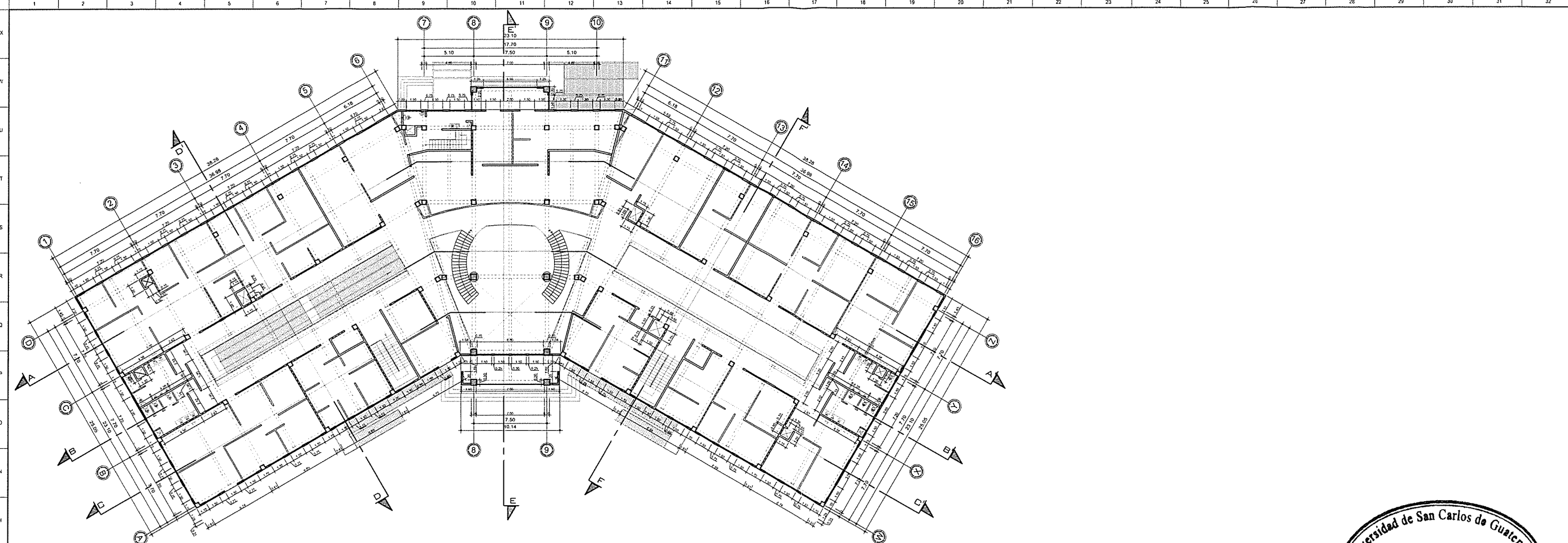


**PLANTA DE AMUEBLADAS NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200

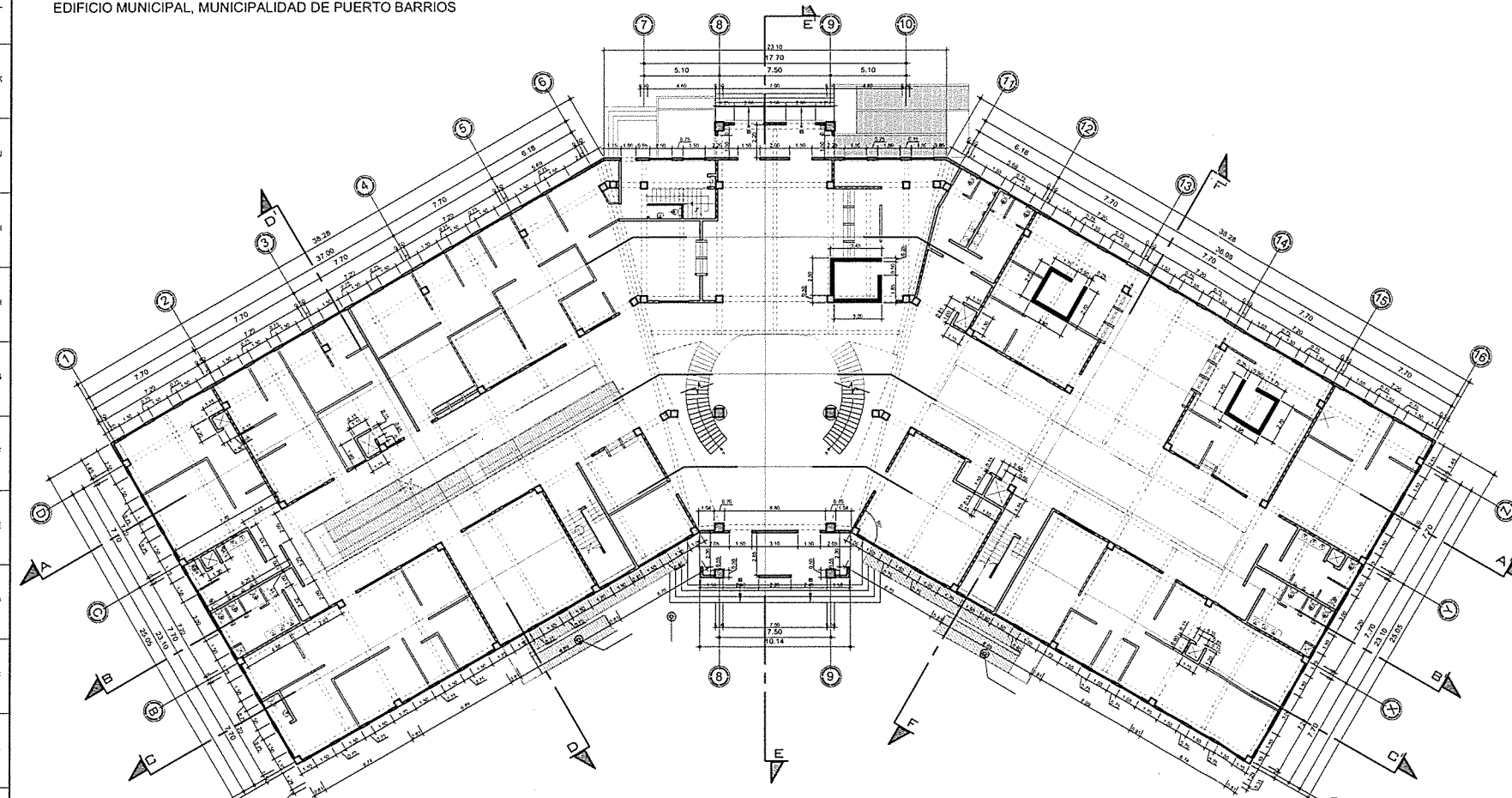


		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto: EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS		Ubicación: PUERTO BARRIOS IZABAL	
Contiene: <b>PLANTA AMUEBLADA NIVEL 1 Y 2</b>			
Estudiante: OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO		Escala: INDICADA Carnet: 2009-15117 H.O.J.A.	
Visto: 		Fecha: AGOSTO 2014 01 21	



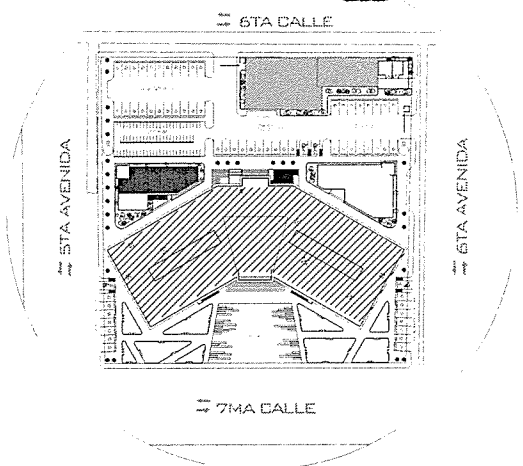
**PLANTA COTAS NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS


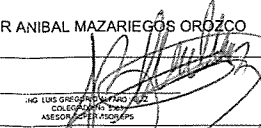
ESCALA 1: 200

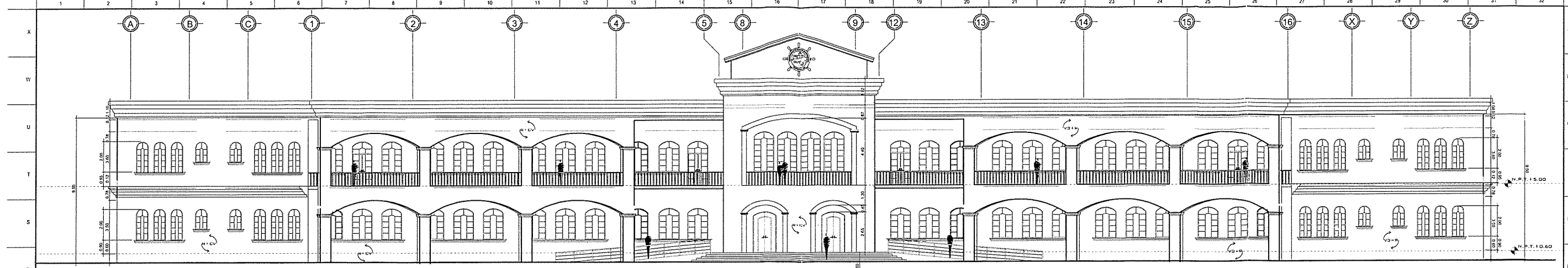


**PLANTA COTAS NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		Proyecto: EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS		Ubicación: PUERTO BARRIOS IZABAL	
		Contiene: <b>PLANTAS ACOTADAS NIVEL 1 y 2</b>			
Estudiante: OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO		Escala: INDICADA		Camé: 2009-15117 H O J A	
Vello: 		Fecha: AGOSTO 2014		02 21	



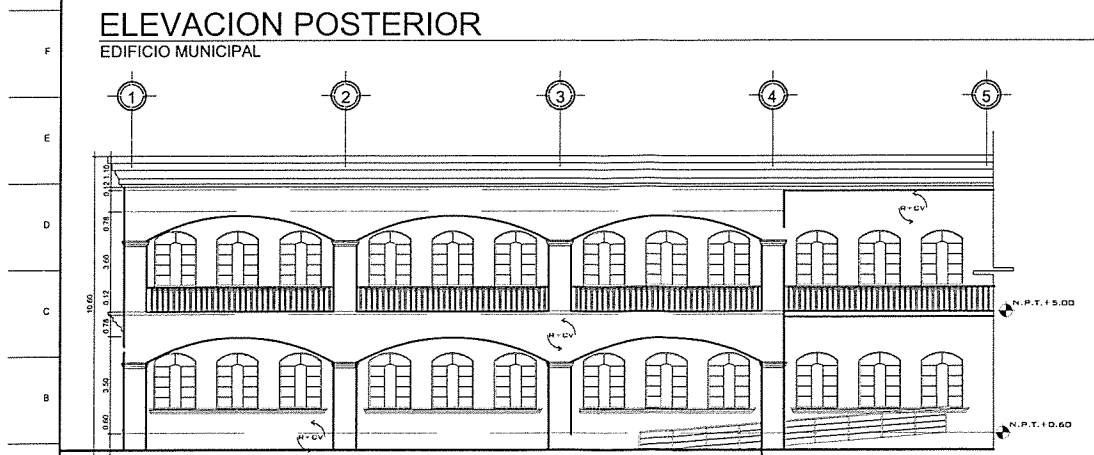
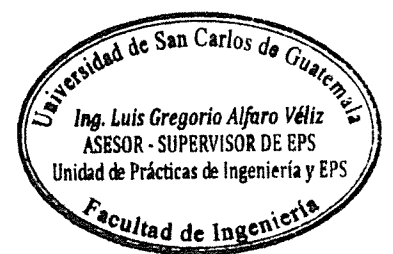
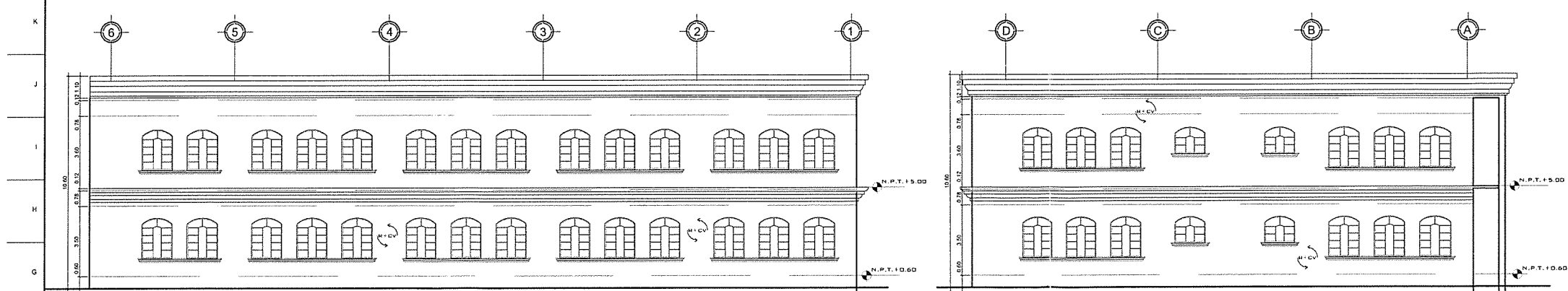
**ELEVACION FRONTAL**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1: 75



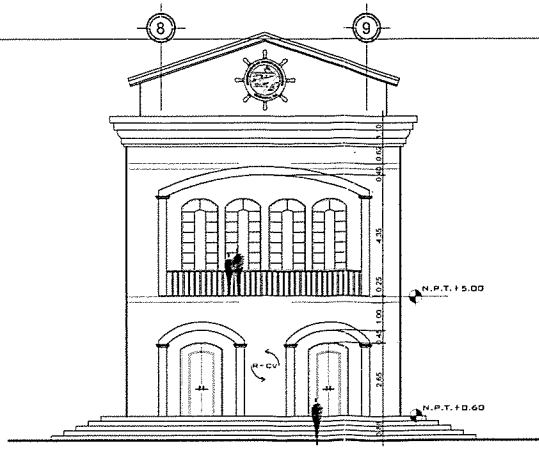
**ELEVACION POSTERIOR**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1: 75




**ELEVACION POSTERIOR**  
EDIFICIO MUNICIPAL

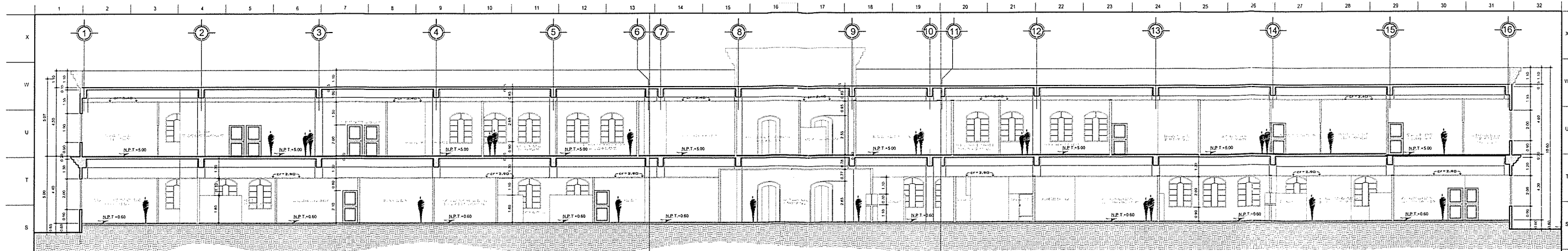
ESCALA 1: 75



ESCALA 1: 75

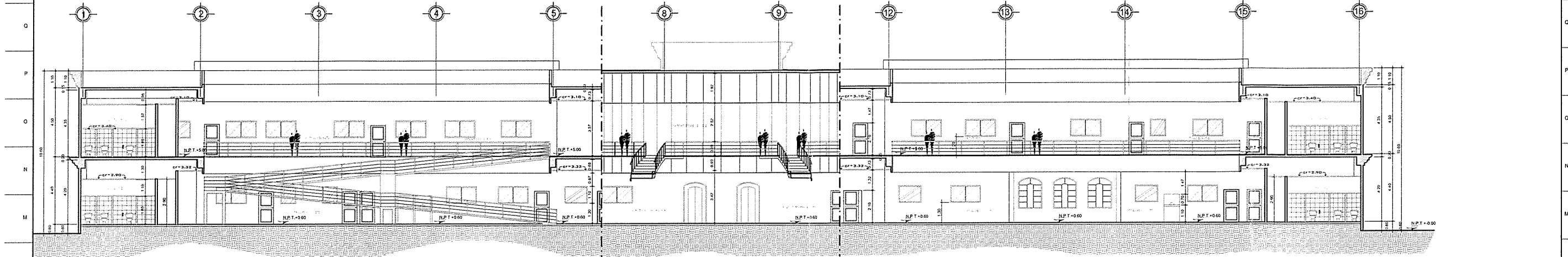
		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto: EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS		Ubicación: PUERTO BARRIOS IZABAL	
Contiene: ELEVACIONES			
Estudiante: OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO		Escala: INDICADA	Carnet: 2009-15117 H O J A
Fecha: AGOSTO 2014		03	21





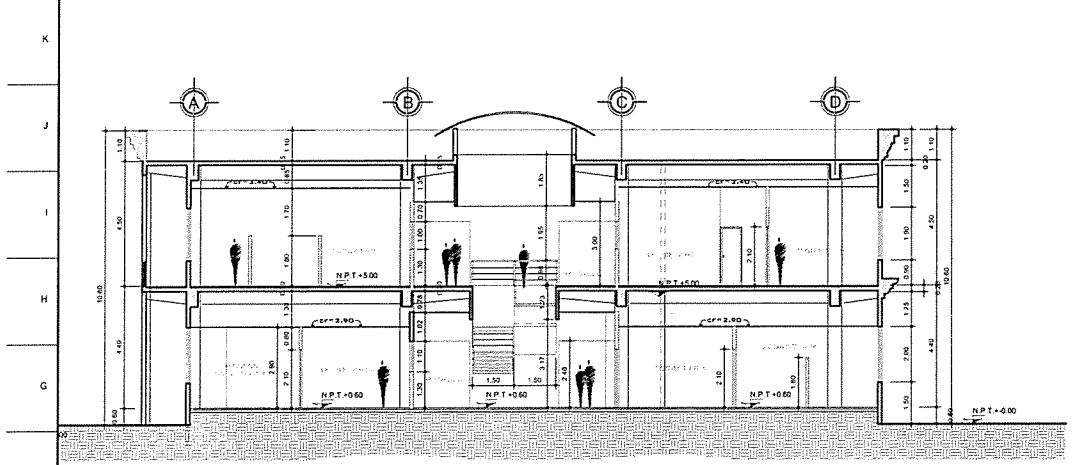
**SECCION A-A**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1:125



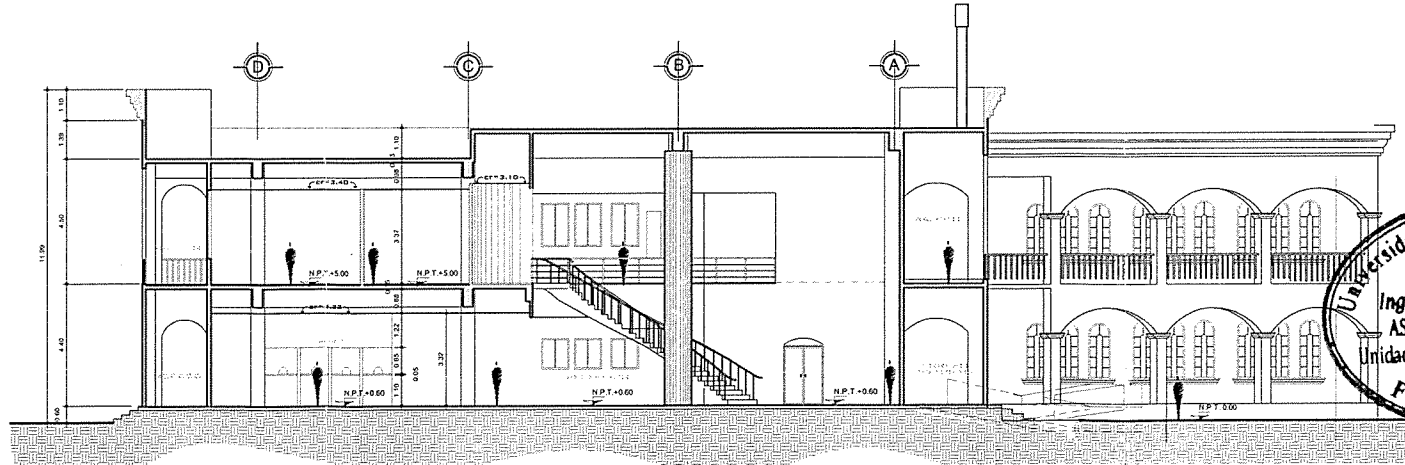
**SECCION B-B**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1:125



**SECCION C-C**  
EDIFICIO MUNICIPAL


ESCALA 1:125



**SECCION D-D**  
EDIFICIO MUNICIPAL

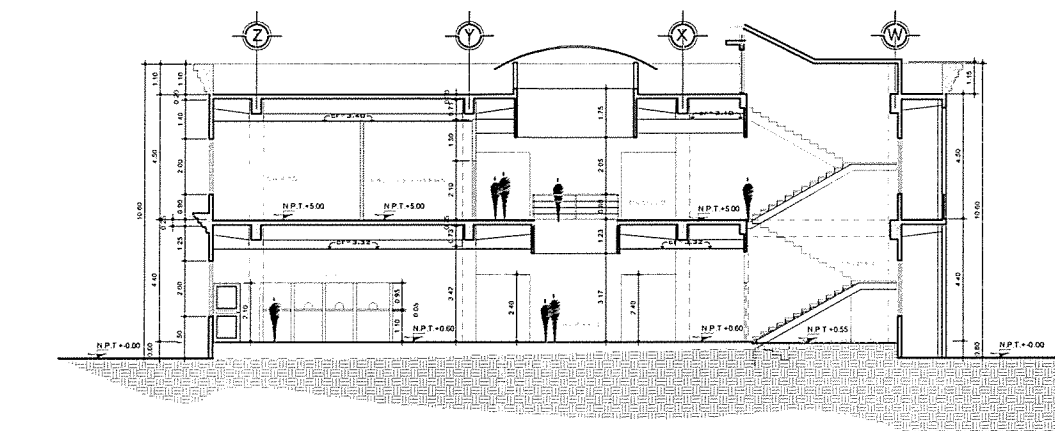
ESCALA 1:125



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		Proyecto:	
		EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	
Contiene:		Ubicación:	
SECCIONES DE ARQUITECTURA		PUERTO BARRIOS IZABAL	
Estudiante:	Escala:	Camet:	
OMAR ANIBAL MAZARIEGOS-OROZCO	INDICADA	2009-15117	
VoBo:	Fecha:	HOJA	
	AGOSTO 2014	04	21

**SECCION E-E**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1:125

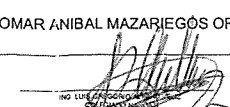


**SECCION F-F**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1:125



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto: EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS		Ubicación: PUERTO BARRIOS IZABAL	
Contiene: SECCIONES DE ARQUITECTURA			
Estudiante: OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO		Escala: INDICADA	Camel: 2009-15117 HOJA
Visto: 		Fecha: AGOSTO 2014	05 21

**PLANTA DE ACABADOS NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200

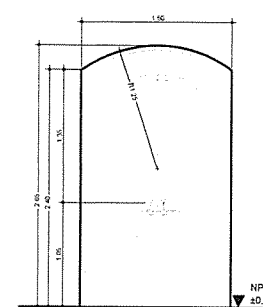
**PLANTA DE ACABADOS NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200

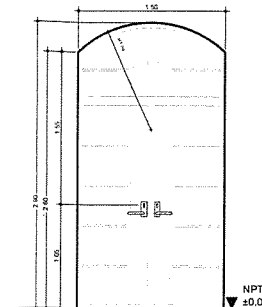
NOMENCLATURA PUERTAS	
	TIPO DE PUERTA
	ANCHO DE VANO

NOMENCLATURA VENTANAS	
	TIPO DE VANO
	ANCHO DE VANO
	ALTURA DE SILLAR
	ALTURA DINTEL

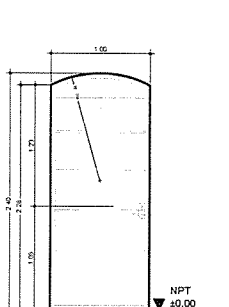
NOMENCLATURA DE ACABADOS	
	DESCRIPCION
	MURO BLOCK REPELLO + CERNIDO VERTICAL 0.15m x 0.20m x 0.40m



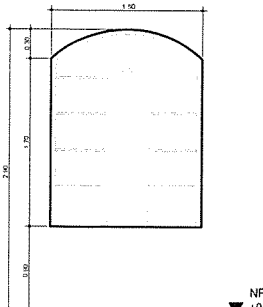
**PUERTA TIPO P6**  
FIG. PRINCIPAL ESCALA 1:25



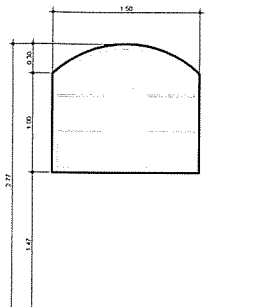
**PUERTA TIPO P7**  
FIG. PRINCIPAL ESCALA 1:25



**PUERTA TIPO P11**  
FIG. PRINCIPAL ESCALA 1:25



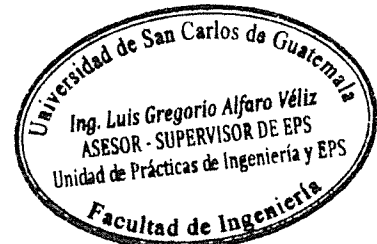
**VENTANA TIPO V1**  
FIG. PRINCIPAL ESCALA 1:25



**VENTANA TIPO V2**  
FIG. PRINCIPAL ESCALA 1:25



**VENTANA TIPO V3**  
FIG. PRINCIPAL ESCALA 1:25



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene	PLANTA ACABADOS EXTERIORES NIVEL 1 y 2		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS ORCZO	Esca	INDICADA
VoBo		Carpet	2009-15117
		H O J A	
		Fecha	AGOSTO 2014 06 21



**PLANTA DE ACABADOS NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200

**PLANTA DE ACABADOS NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200

**NOMENCLATURA PUERTAS**

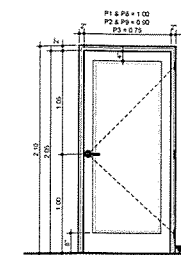
	TIPO DE PUERTA
	ANCHO DE VANO

**NOMENCLATURA VENTANAS**

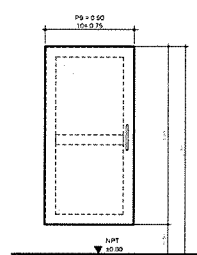
	TIPO DE VANO
	ANCHO DE VANO
	ALTURA DE SILLAR
	ALTURA DINTEL

**NOMENCLATURA DE ACABADOS**

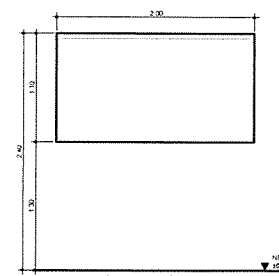
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABIQUE DE TABLAYESO H=2.90 mt TABLAYESO DE 4' x 8' x 1/2"
	TABIQUE DE TABLAYESO H=1.80 mt TABLAYESO DE 4' x 8' x 1/2"
	MURO DE BLOCK DE 0.15 mt x 0.20 mt x 0.40 mt DE 35 Kg/cm <sup>2</sup>
	MUROS DE CONCRETO ARMADO DE 0.25 mts DE GRCSGR
	MURO BLOCK REPELLO + CERNIDO VERTICAL 0.15m x 0.20m x 0.40m



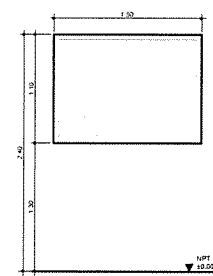
PUERTA P1, P8, P2, P9, P3  
OFICINAS  
PUERTA DE ADF + CHAPA ARMADA CON LINEA EN EL  
PCMO EXTERIOR Y BOTON GIRATORIO EN EL PCMO  
INTERIOR



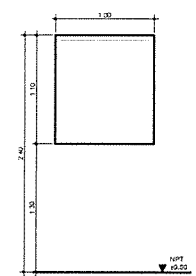
PUERTA P9, P10  
BANOS  
DOBLE FORNO PLYWOOD 8.00M MTS  
+ ACABADO FINAL + LAMINADO PLASTICO



VENTANA TIPO V4  
INGRESO PRINCIPAL



VENTANA TIPO V5  
INGRESO PRINCIPAL



VENTANA TIPO V6  
INGRESO PRINCIPAL



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene	PLANTA ACABADOS INTERIORES NIVEL 1 y 2		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS ORDZCO	Escala	INDICADA
Volvo		Carnet	2009-15117
		Fecha	AGOSTO 2014 07 21

**PLANTA DE COLUMNAS NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1:200

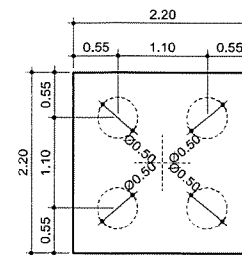
**PLANTA DE CIMENTACION + COLUMNAS NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1:200

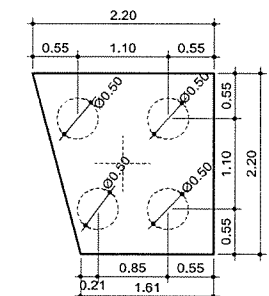
TIPOLOGIA DE ZAPATAS		TIPOLOGIA DE COLUMNAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
Z1	ZAPATA TIPO 1 de 2.20x2.20 No. 5 @ 0.20 AMBOS SENTIDOS		PILOTE DE Ø 0.50 CON 110 No. 8 + ZURCHØ 110. 4 @ 0.15 CONFINAR 1.00 M EN EXTREMOS @ 0.10
Z2	ZAPATA TIPO 2 de 2.20x2.20 No. 5 @ 0.20 AMBOS SENTIDOS		COLUMNA C-1 DE 0.42x0.45 CON 8 No. 8 + ESTRIOS No. 3 1 @ 0.05, 2 @ 0.10, 4 @ 0.15 EN EXTREMOS Y RESTO @ 0.18
Z3	ZAPATA TIPO 3 de 2.20x3.815 No. 5 @ 0.20 AMBOS SENTIDOS		COLUMNA C-2 DE 0.60x0.60 CON 6 No. 8 + ESTRIOS No. 3, 1 @ 0.05, 2 @ 0.10, 4 @ 0.15 EN EXTREMOS Y RESTO @ 0.18
Z4	ZAPATA TIPO 4 de 2.20x4.765 No. 5 @ 0.20 AMBOS SENTIDOS		

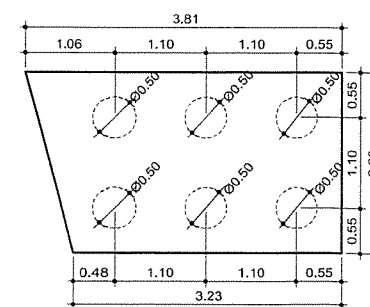
CUADRO DE SIMBOLOGIA DE VIGAS CONECTORAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VIGA CONECTORA DE 0.20x0.30 CON 6 HIERROS No. 4 Y 2 HIERROS No. 5 + ESTRIOS No. 3 @ 0.20



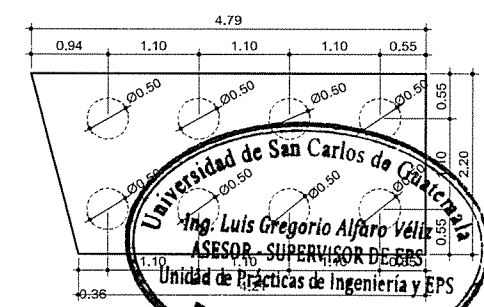
ZAPATA Z-1



ZAPATA Z-2



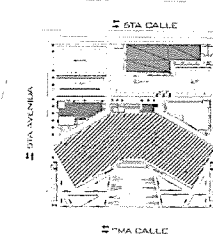
ZAPATA Z-3



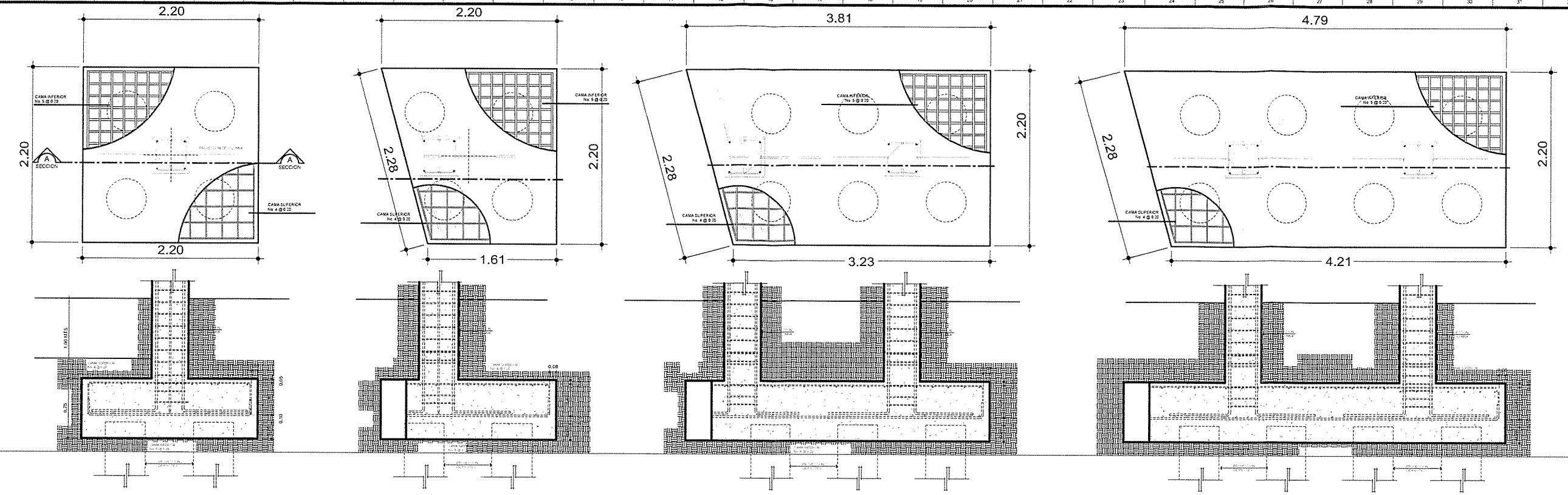
ZAPATA Z-4

**DETALLE DE UBICACION DE PILOTES EN ZAPATAS**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1:200



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicacion	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene	PLANTA DE CIMENTACION		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS ORZCO	Escala	INDICADA
Visto		Fecha	AGOSTO 2014



ZAPATA Z-1

ESCALA 1: 25

ZAPATA Z-2

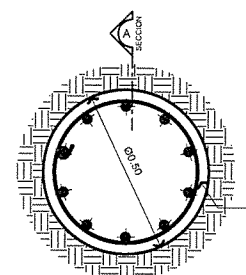
ESCALA 1: 25

ZAPATA Z-3

ESCALA 1: 25

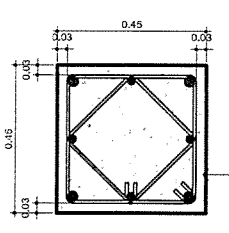
ZAPATA Z-4

ESCALA 1: 25



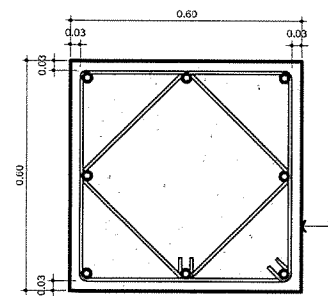
PLANTA PILOTE

ESCALA 1: 10



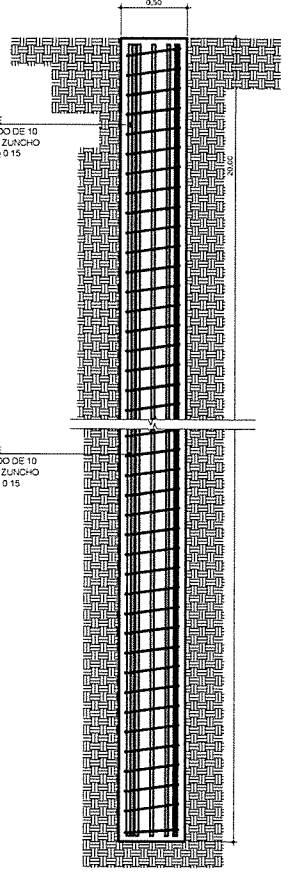
COLUMNA C1

ESCALA 1: 10



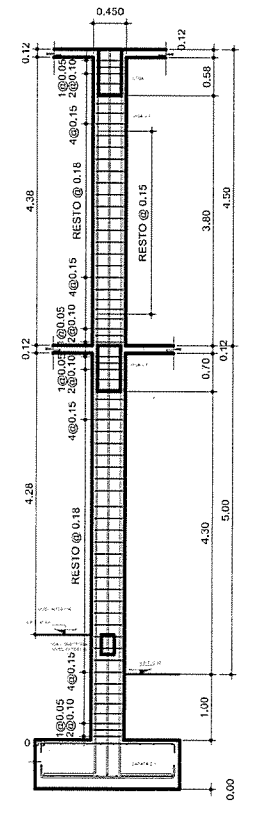
COLUMNA C2

ESCALA 1: 10



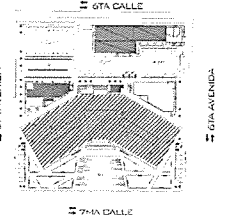
SECCION PILOTE

ESCALA 1: 25



SECCION X & Y COLUMNAS

ESCALA 1: 50

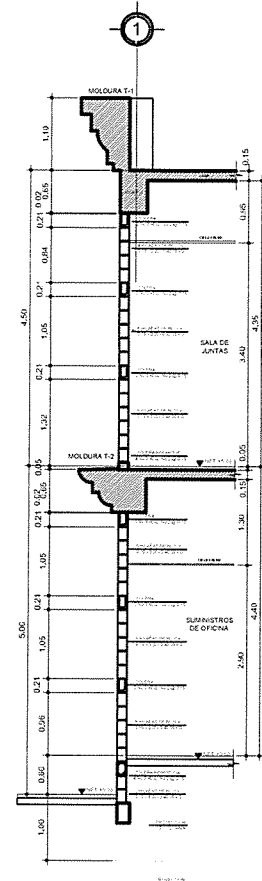


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

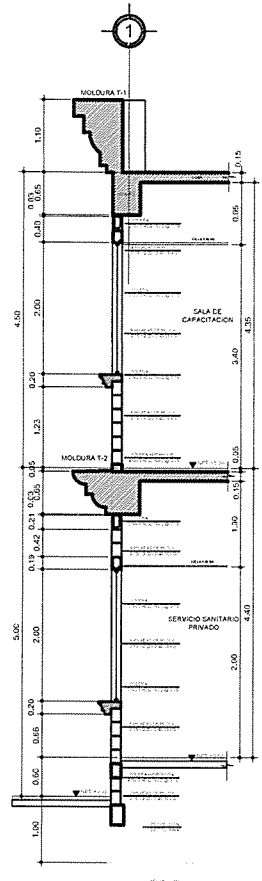
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

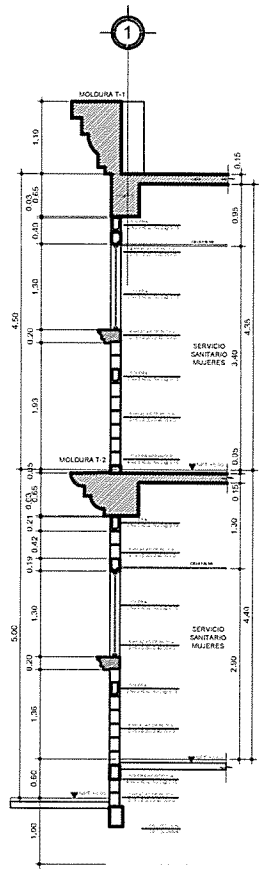
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene	DETALLES DE CIMENTACION		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS ORZCO	Escala	INDICADA
Fecha	AGOSTO 2014	Carnet	2009-15117
Hoja	09	Fecha	21



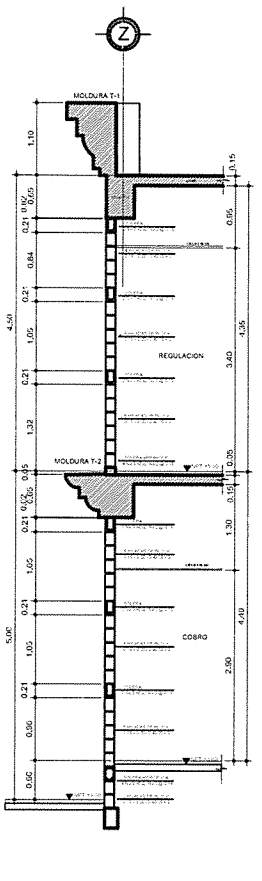
**SECCION 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50



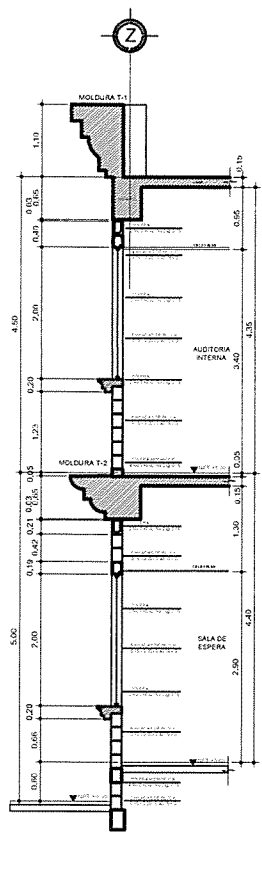
**SECCION 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50



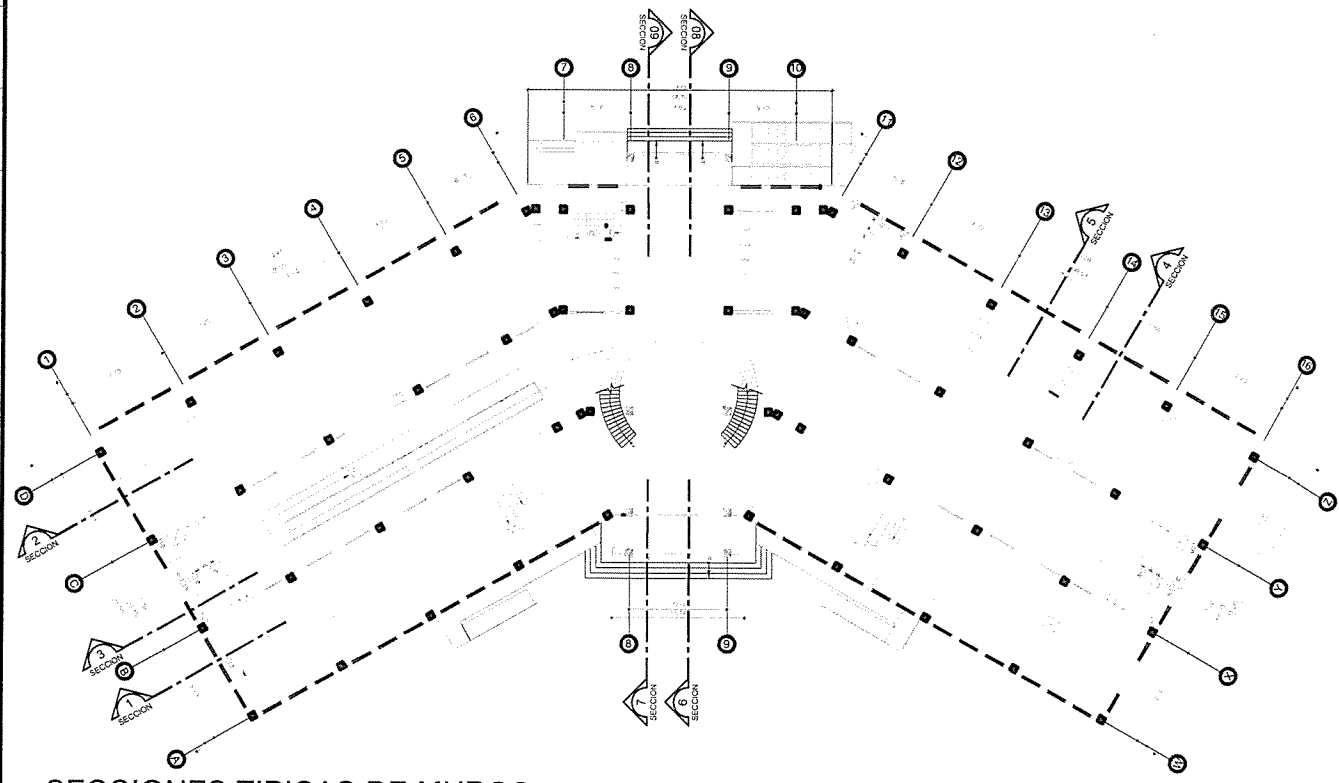
**SECCION 3**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50



**SECCION 4**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50




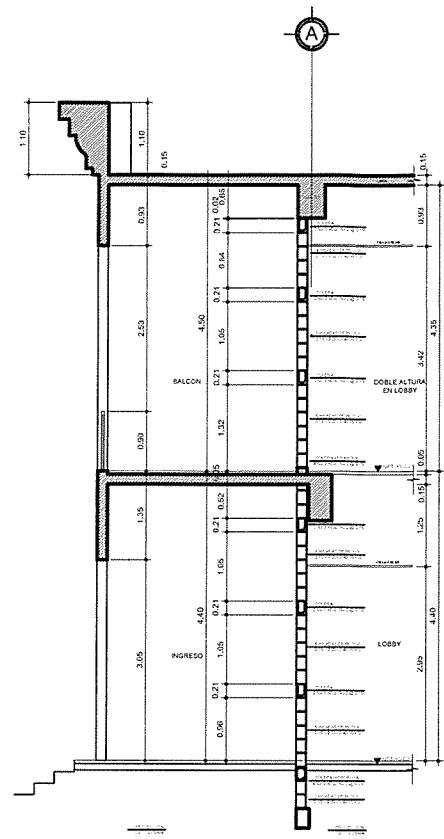
**SECCION 5**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50



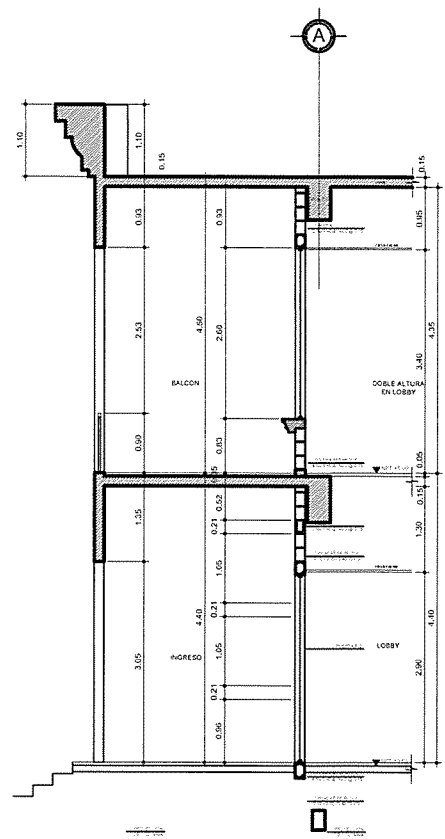
**SECCIONES TIPICAS DE MUROS**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS ESCALA 1: 50



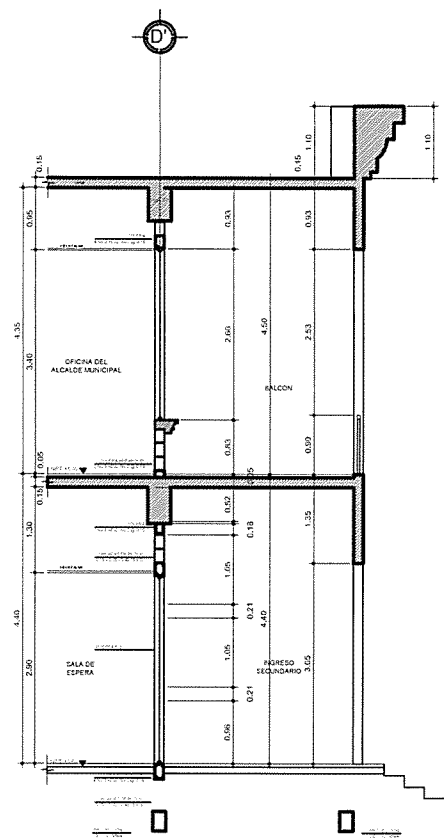
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contenido	SECCIONES DE MUROS INDICADOS		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS BROZZO	Escuela	INDICADA
Fecha	AGOSTO 2014	Carnet	2009-15117
		HOJA	10 21



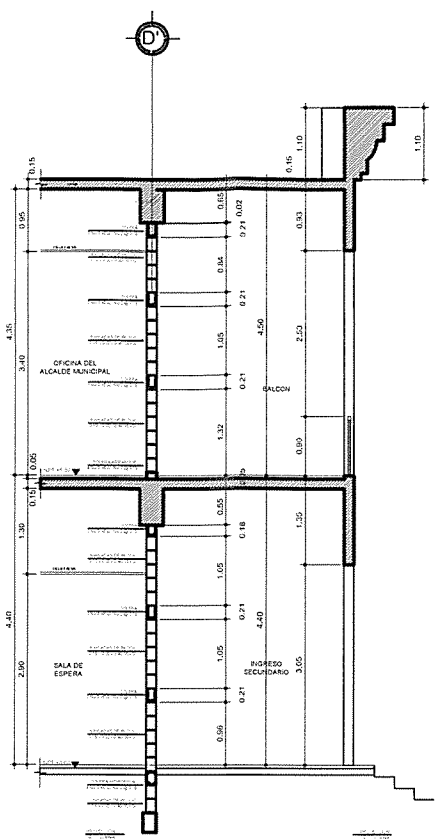
**SECCION 6**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50



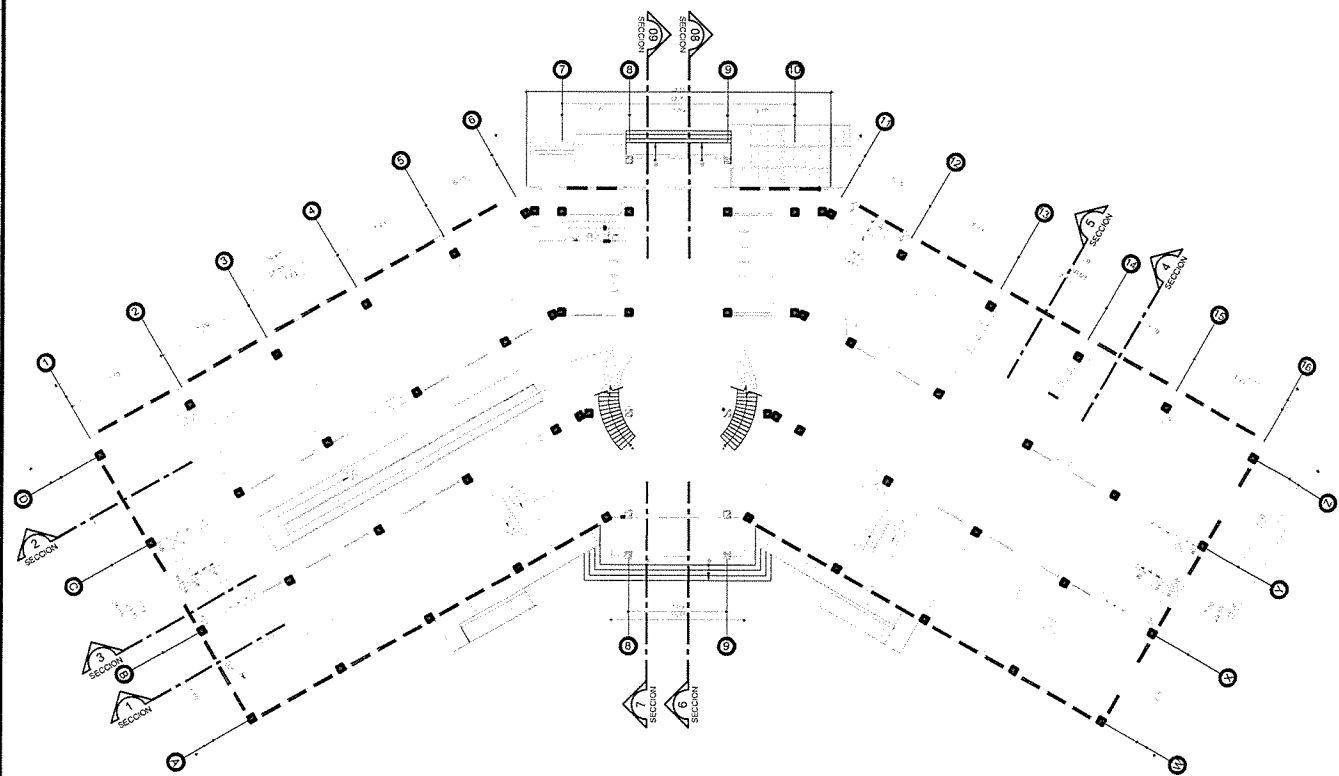
**SECCION 7**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50



**SECCION 8**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50


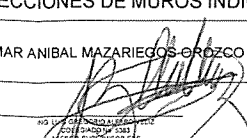


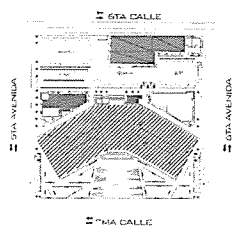
**SECCION 9**  
EDIFICIO MUNICIPAL ESCALA 1: 50

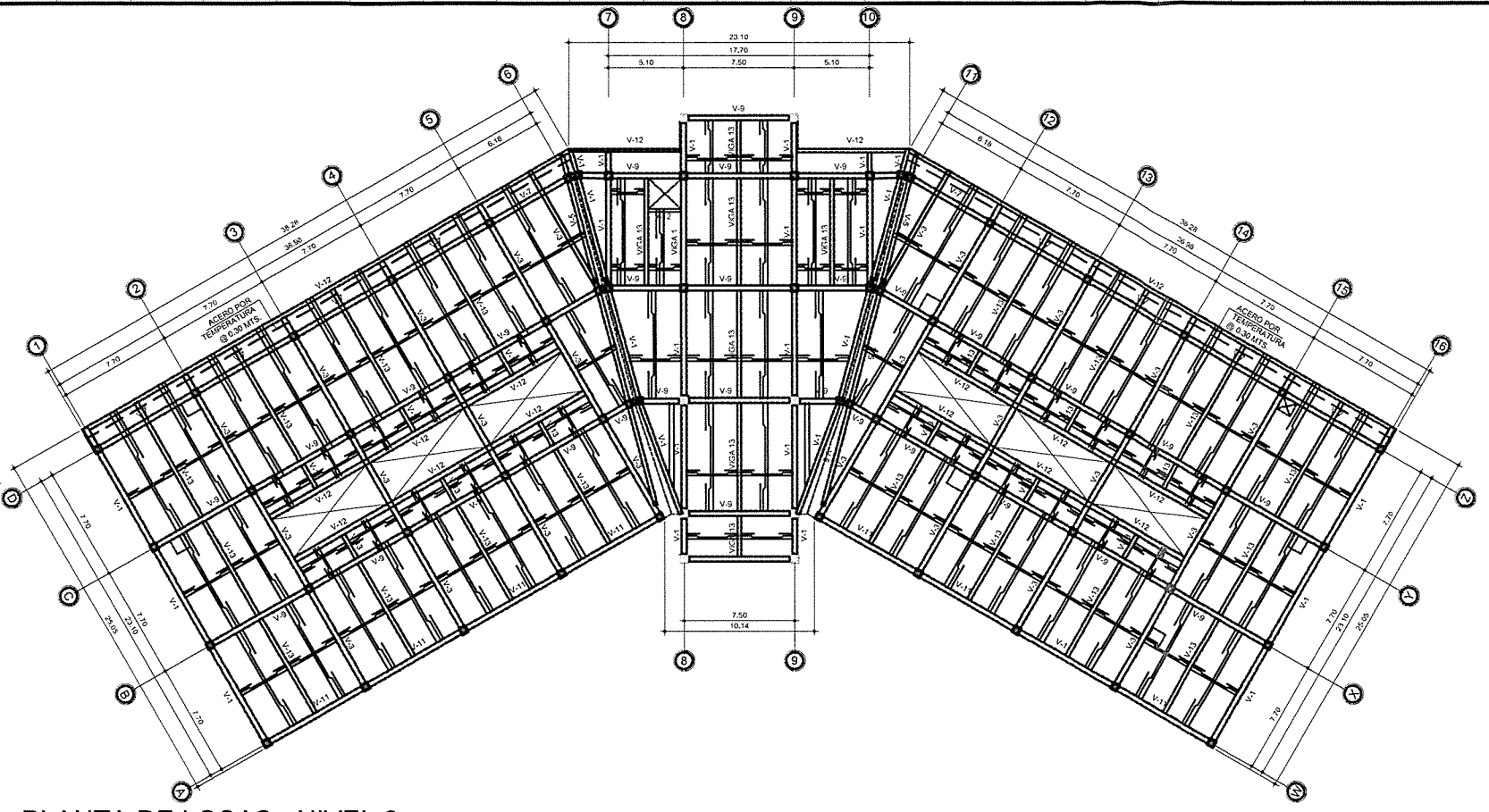


**SECCIONES TIPICAS DE MUROS**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS ESCALA 1: 50 ESCALA 1: 200



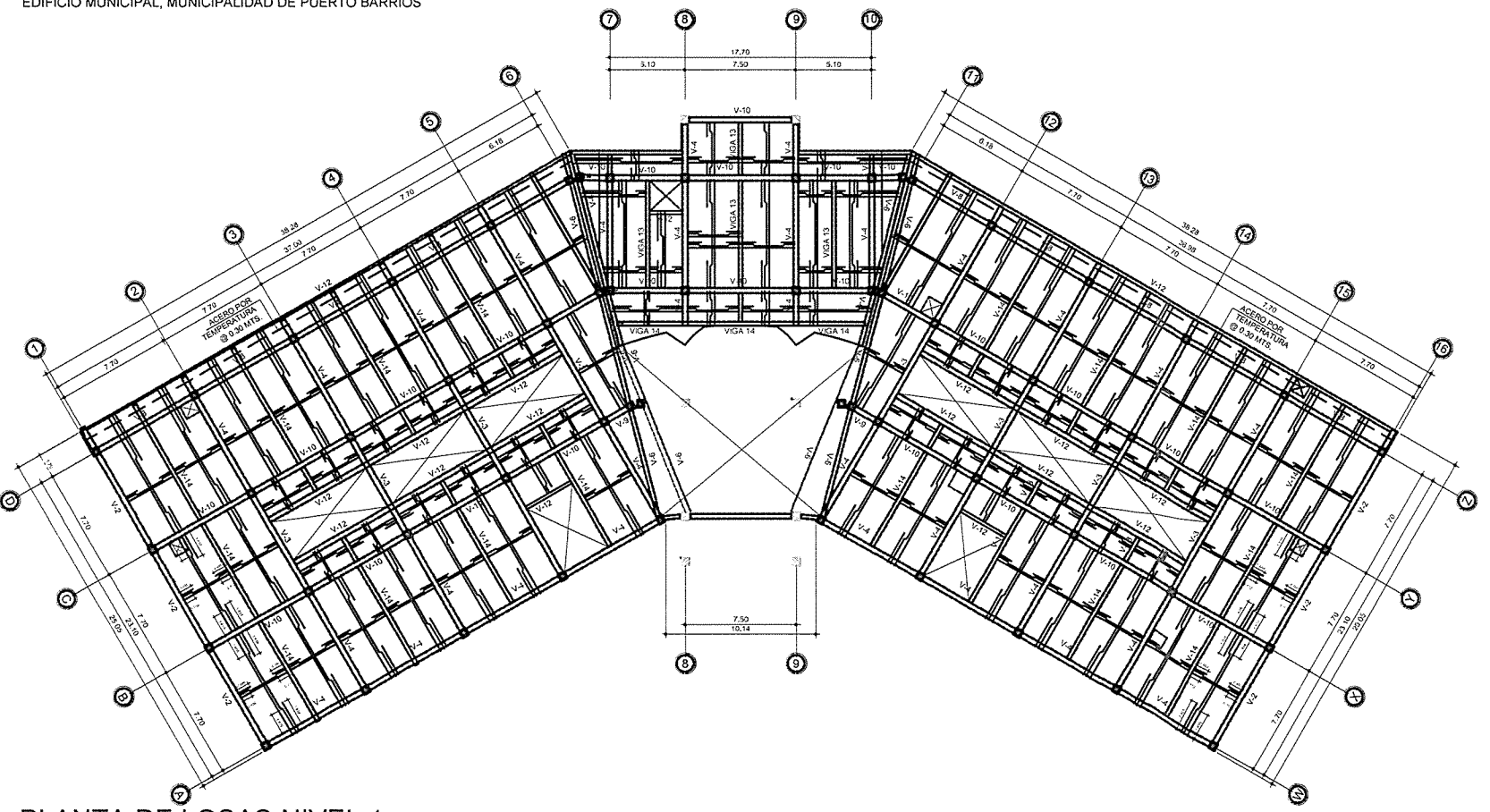
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contenido	SECCIONES DE MUROS INDICADOS		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS GRÓZCO	Escola	INDICADA
Visto		Carnet	2009-15117
		Fecha	AGOSTO 2014
			11 21





**PLANTA DE LOSAS NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200



**PLANTA DE LOSAS NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200

TIPOLOGIA DE VIGAS	
SIMBOLO	SECCION
VIGAS MARCOS V-1, V-2, V-3, V-4, V-5 V-6, V-7, V-8, V-9, V-10, V-11	
VIGAS SECUNDARIAS V-13, V-14	
VIGAS PERIMETRALES O DE BORDE V-12	

VER DETALLE DE REFUERZOS EN HOJAS ESPECIFICAS

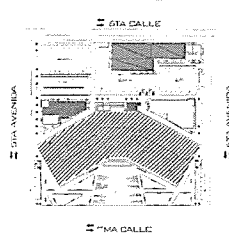
- ARMADO DE LOSAS**
- NIVEL 1**
- LADO CORTO No. 3 @ 0.15
  - LADO LARGO No. 3 @ 0.20
- NIVEL 2**
- LADO CORTO No. 4 @ 0.15
  - LADO LARGO No. 3 @ 0.20

ESPECIFICACIONES	
- ACERO DE REFUERZO (ASTM A-615) GRADO 60 Fy= 60000 LBS/PLG	<b>EMPALMES</b>
- CONCRETO: ZAPATAS: f'c= 4000 LBS/PLG COLUMNAS: f'c= 4000 LBS/PLG VIGAS Y LOSAS: f'c= 4000 LBS/PLG CIMENTO CORRIDO: f'c= 4000 LBS/PLG A LOS 28 DIAS CON AGREGADO 3.4"	
- CODIGO DE REFERENCIA: ACI 318S-03 AGCS NSE 2010	<b>ESTRIBOS</b>
	<b>ANCLAJES</b>

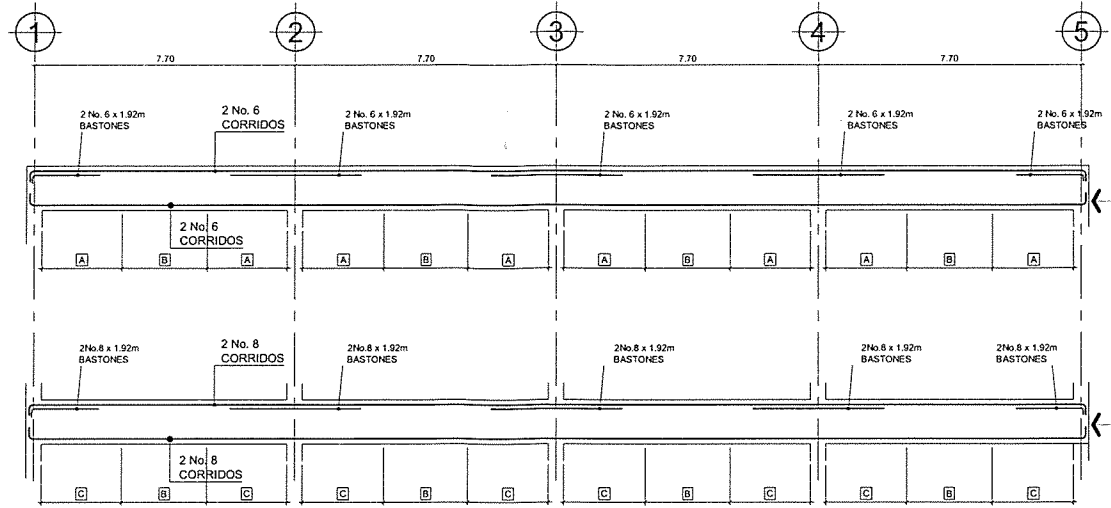


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene	PLANTA DE ENTREPISOS Y CUBIERTA		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS ORÓZCO	Escala	INDICADA
Fecha	AGOSTO 2014	Carnet	2009-15117
		H O J A	
			12 21





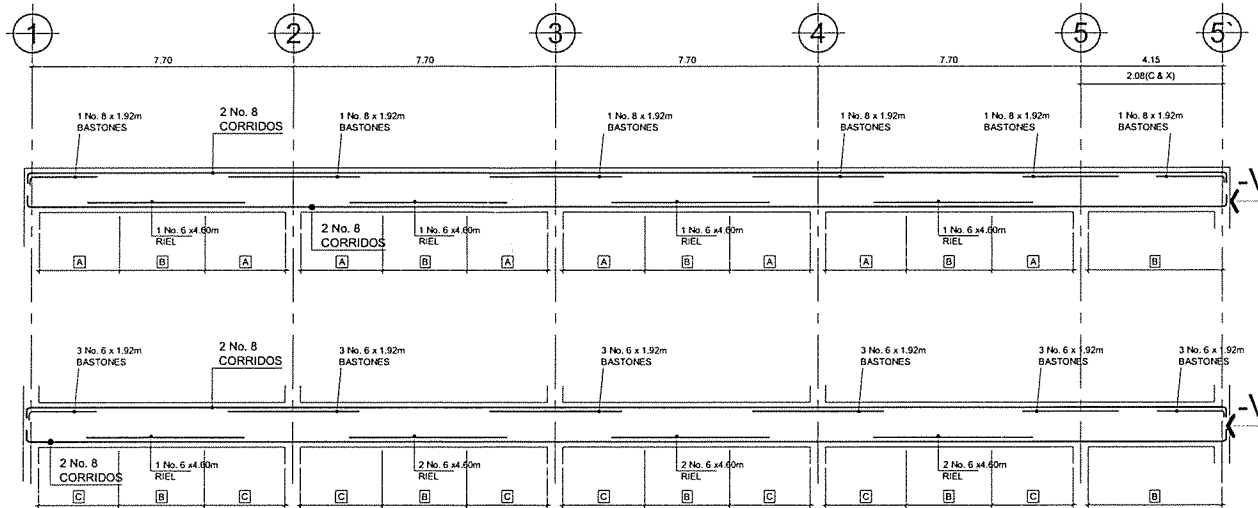


-VIGAS V-11-

-VIGAS V-4-

MARCOS DE VIGAS EJE A,W  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1:100

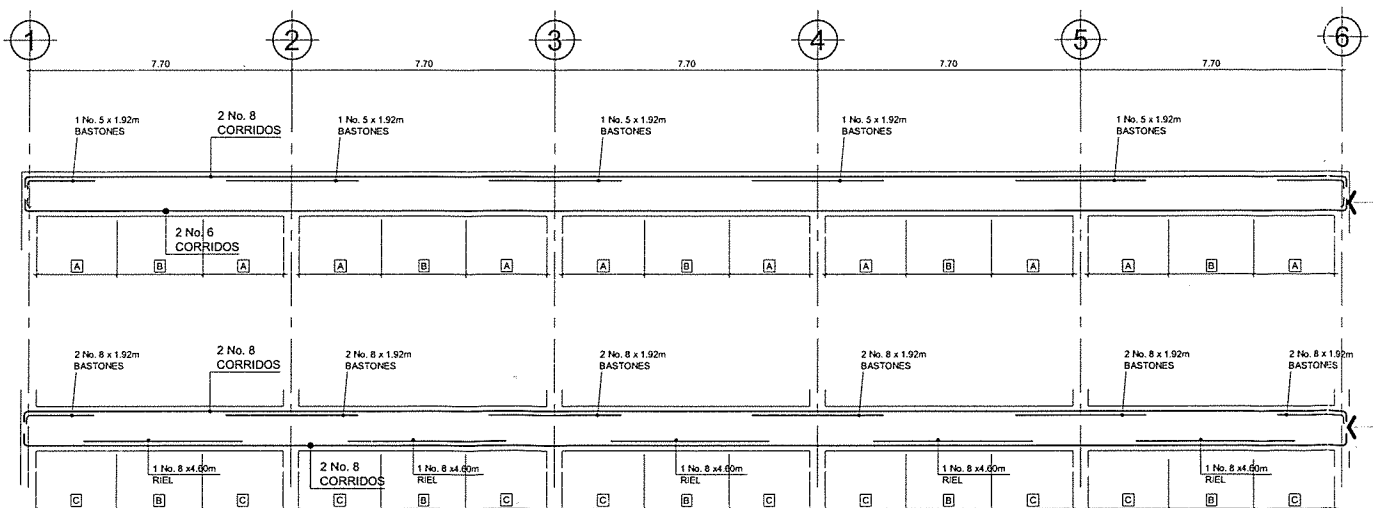


-VIGAS V-9-

-VIGAS V-10-

MARCOS DE VIGAS EJE B,C,X,Y  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1:100

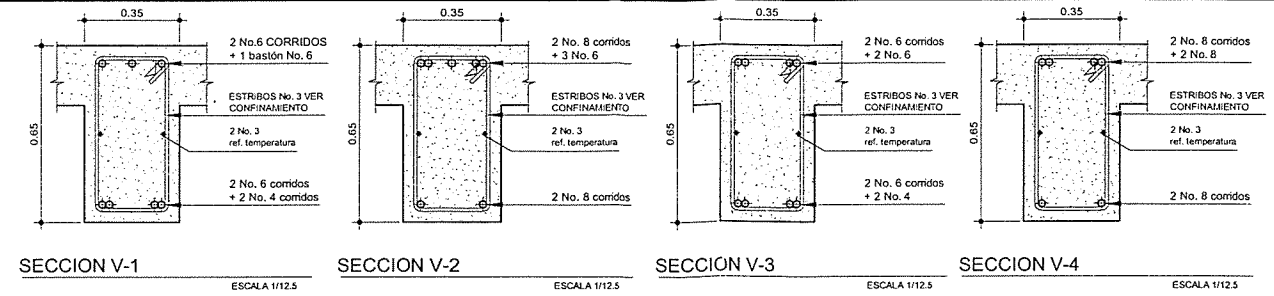


-VIGAS V-7-

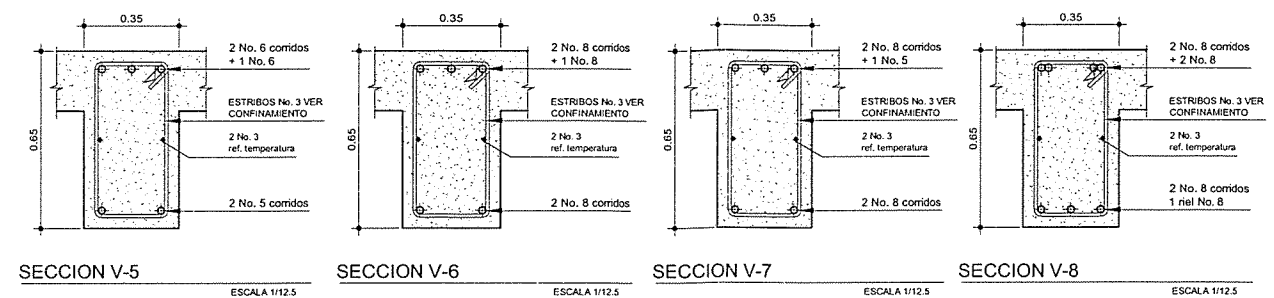
-VIGAS V-8-

MARCOS DE VIGAS EJE D,Z  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

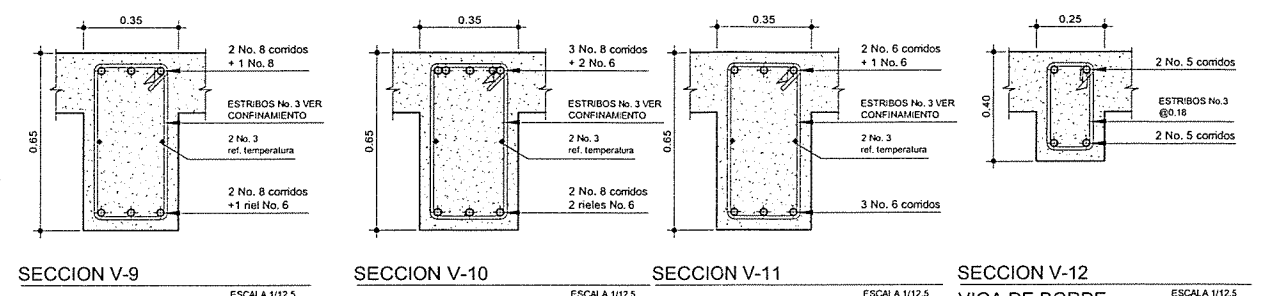
ESCALA 1:100



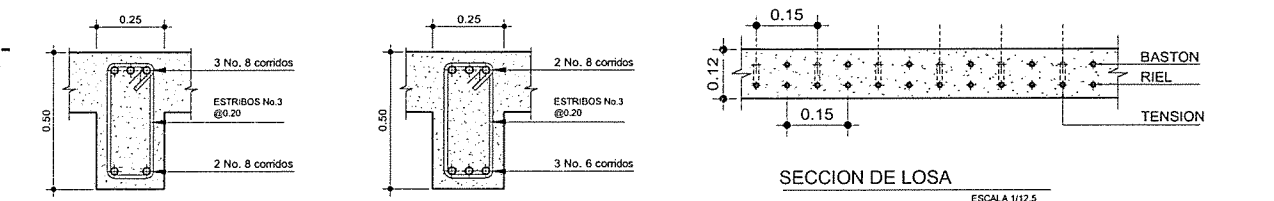
SECCION V-1 ESCALA 1/12.5 SECCION V-2 ESCALA 1/12.5 SECCION V-3 ESCALA 1/12.5 SECCION V-4 ESCALA 1/12.5



SECCION V-5 ESCALA 1/12.5 SECCION V-6 ESCALA 1/12.5 SECCION V-7 ESCALA 1/12.5 SECCION V-8 ESCALA 1/12.5

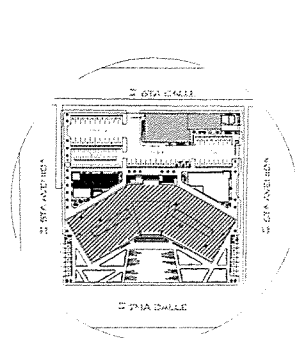


SECCION V-9 ESCALA 1/12.5 SECCION V-10 ESCALA 1/12.5 SECCION V-11 ESCALA 1/12.5 SECCION V-12 ESCALA 1/12.5

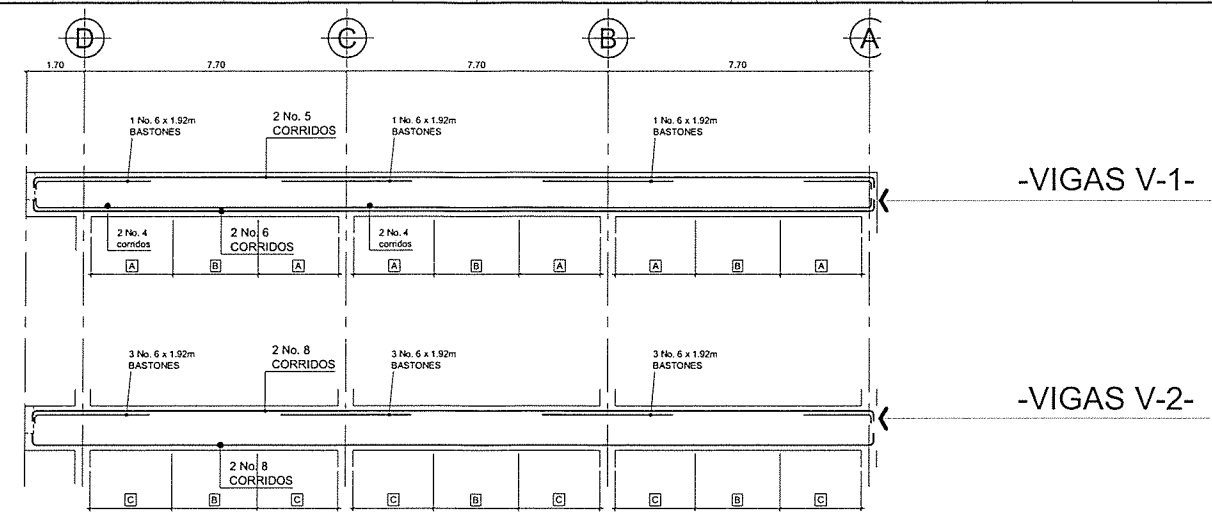


SECCION DE LOSA ESCALA 1/12.5

SECCION V-14 ESCALA 1/12.5 VIGA SECUNDARIA N1 SECCION V-13 ESCALA 1/12.5 VIGA SECUNDARIA N2

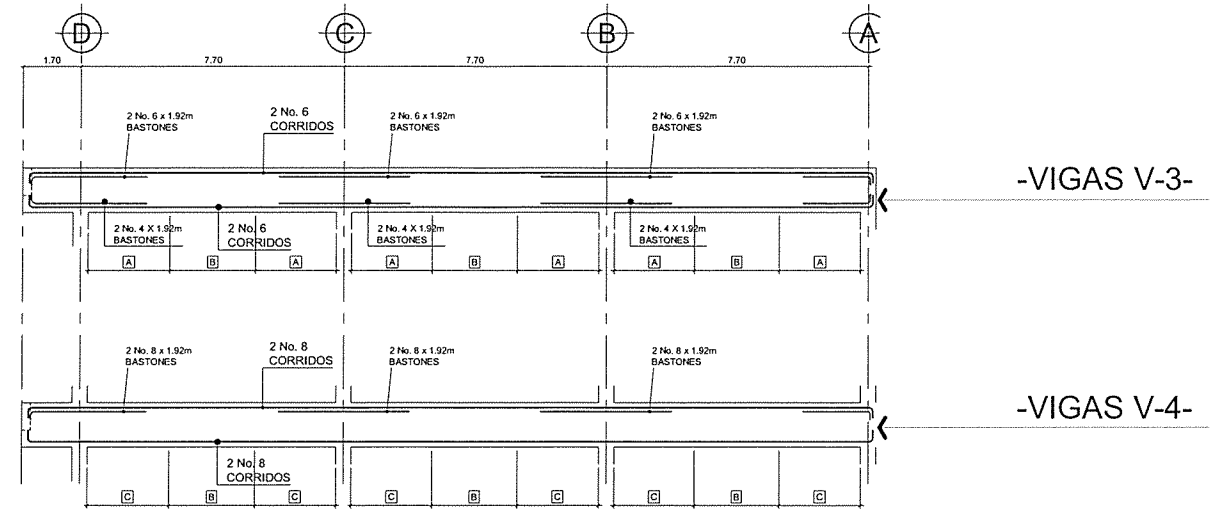


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto: EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación: PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene: DETALLE DE VIGAS Y SECCIONES	
Estudiante: OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala: INDICADA
Fecha: AGOSTO 2014	Camet: 2009-15117 HOJA 13 21



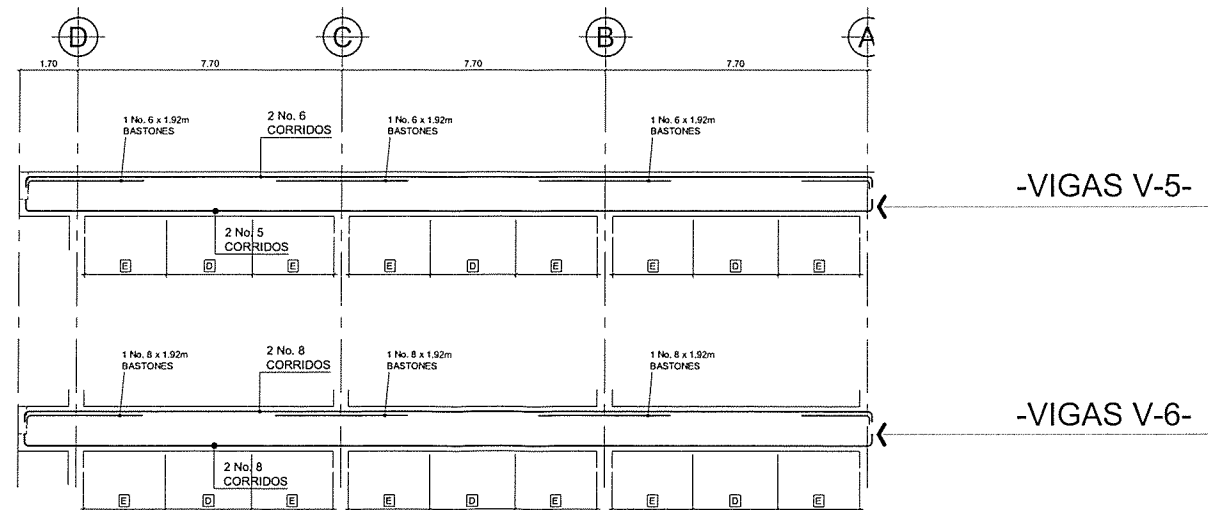
**MARCOS DE VIGAS EJE 1,16**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 100



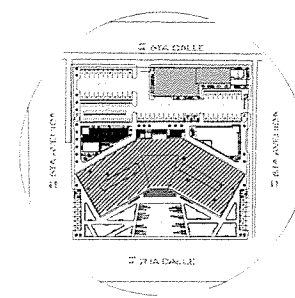
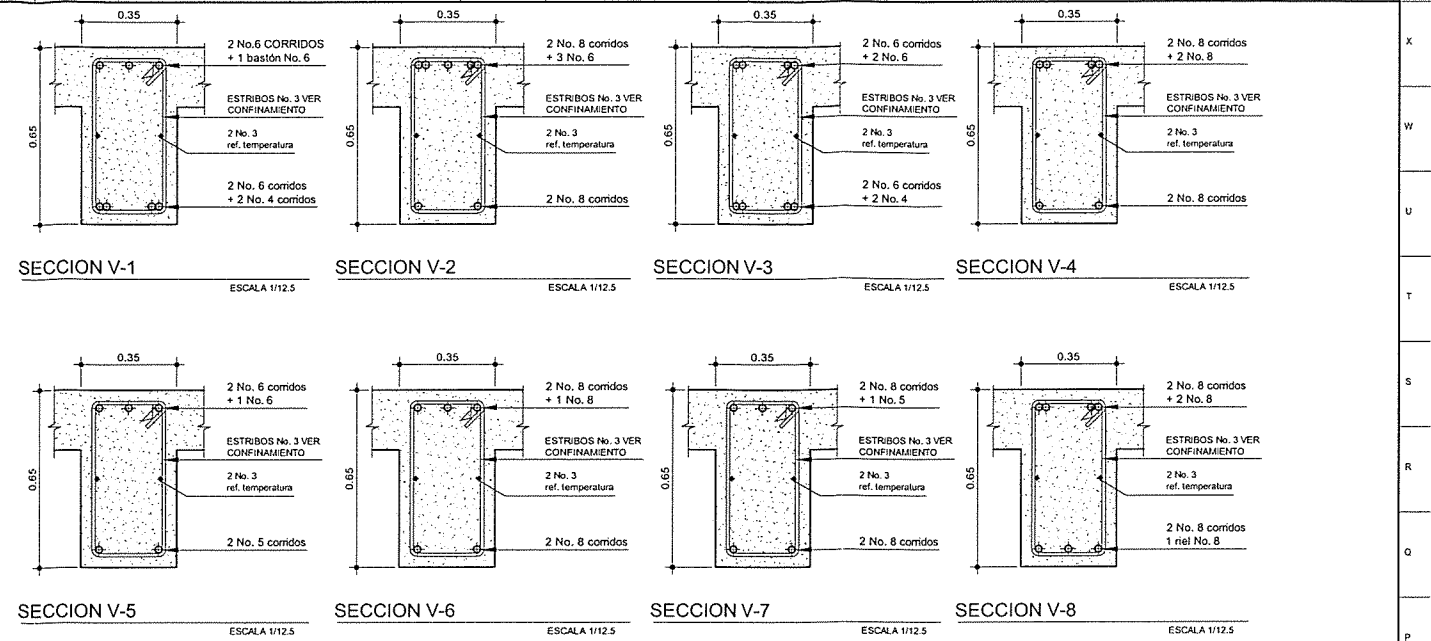
**MARCOS DE VIGAS EJE 2,3,4,5,12,13,14,15**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS



ESCALA 1: 100



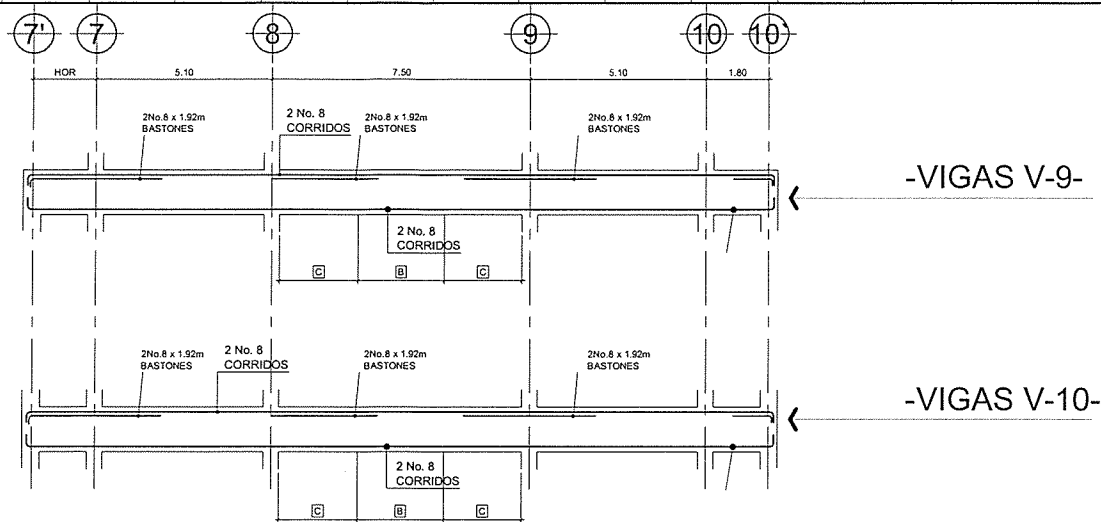
**MARCOS DE VIGAS MARCOS 6,11**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 100

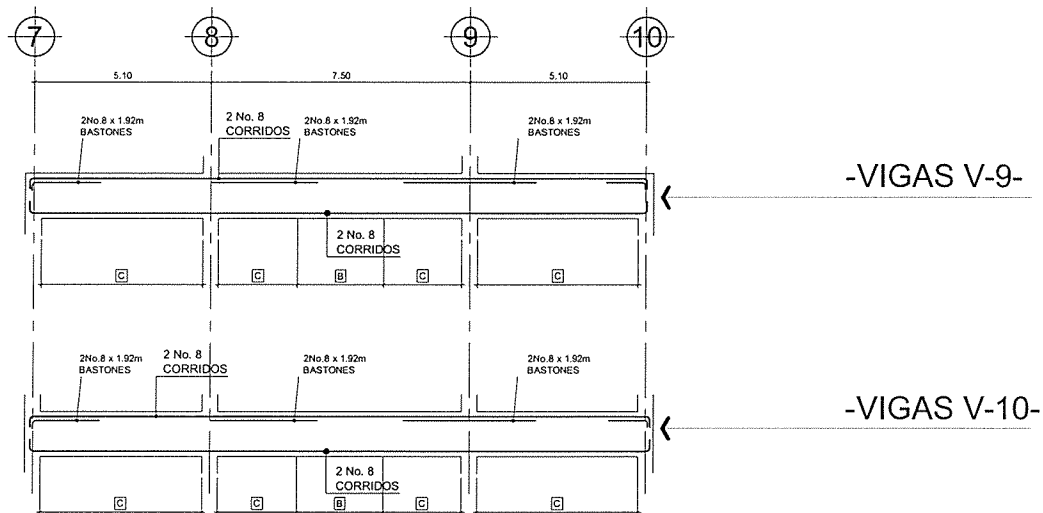


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
Proyecto:	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación:	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene: <b>DETALLE DE VIGAS Y SECCIONES</b>			
Estudiante:	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS DROZCO	Escala:	INDICADA
VoBo:		Fecha:	AGOSTO 2014
		Camel:	2009-15117
		H O J A	
			14 21

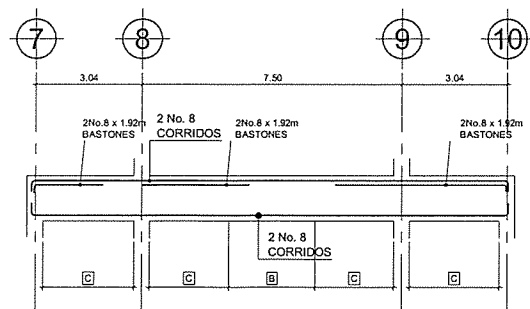




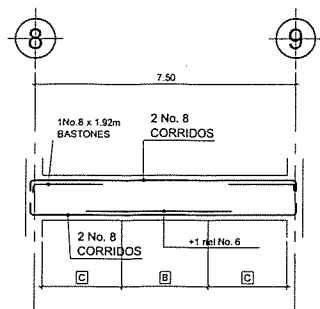
**MARCOS DE VIGAS EJE D**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 100



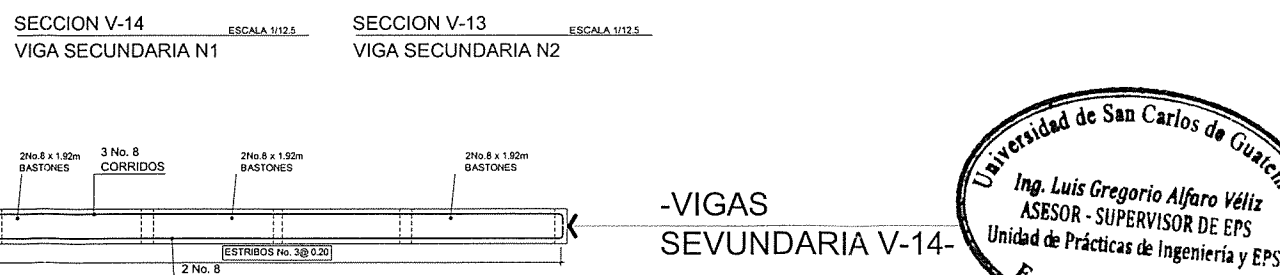
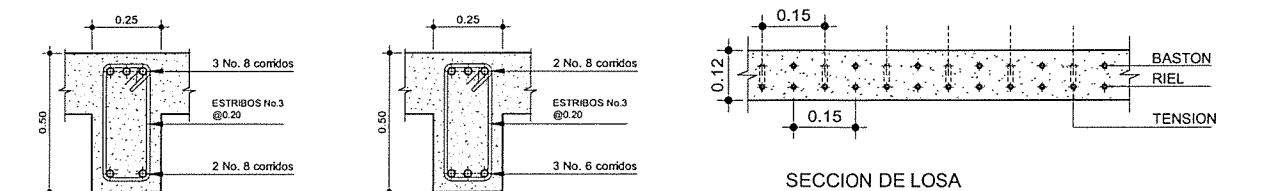
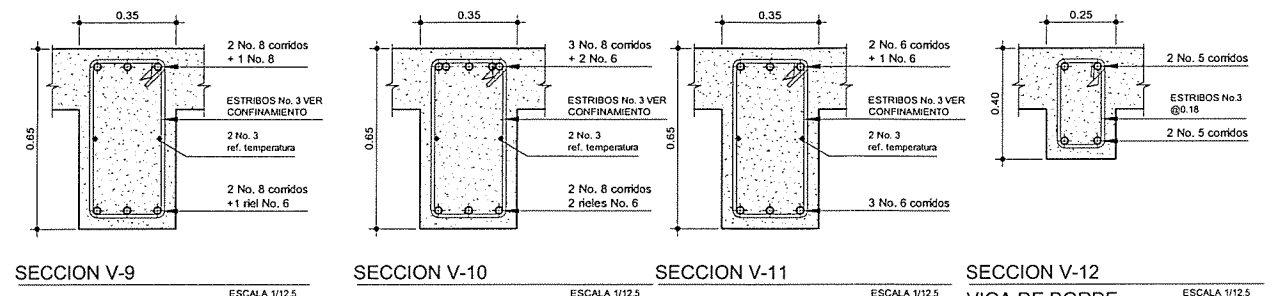
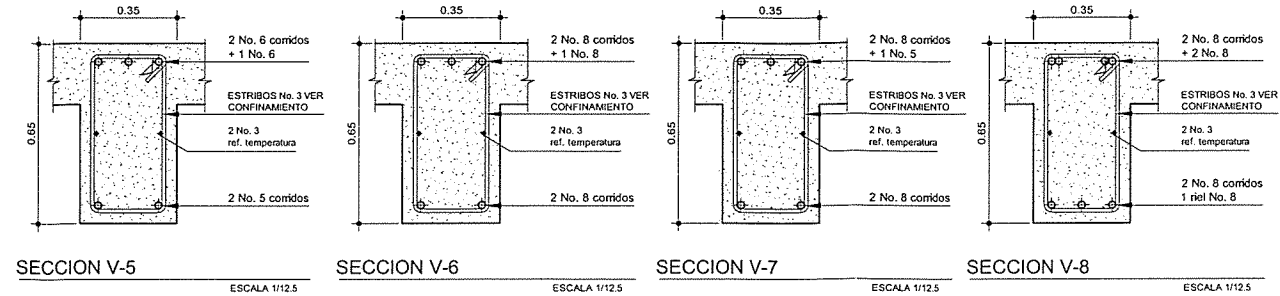
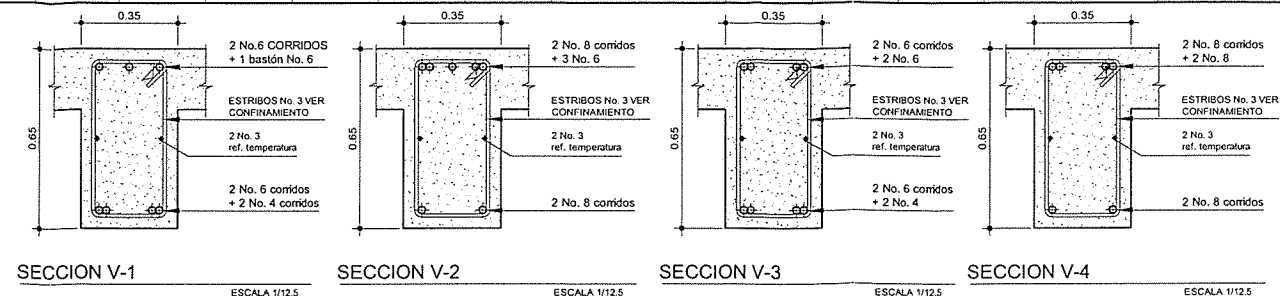
**MARCOS DE VIGAS EJE C**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 100



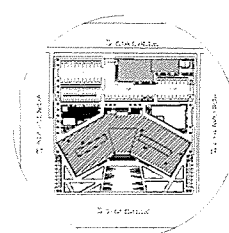
**MARCOS DE VIGAS EJE B**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 100



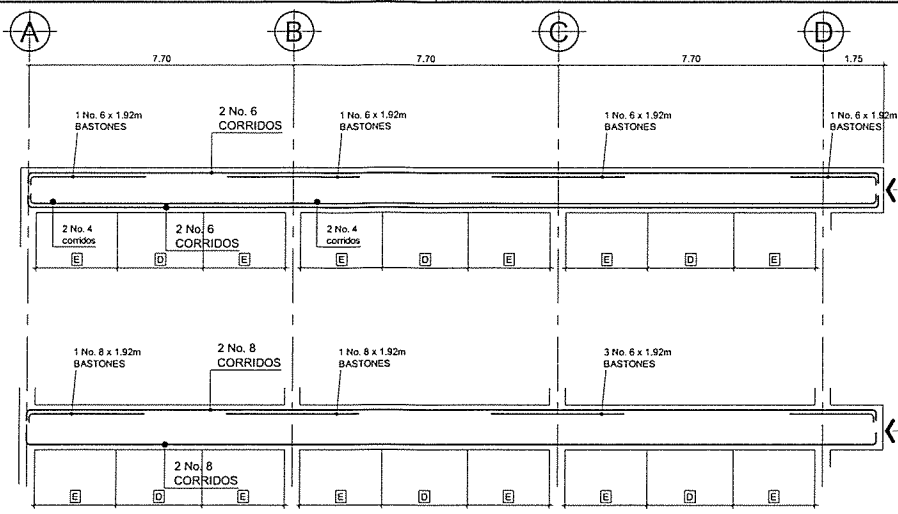
**MARCOS DE VIGAS EJE A,A',D'**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 100



**MARCOS DE VIGAS VOLADIZO NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 100

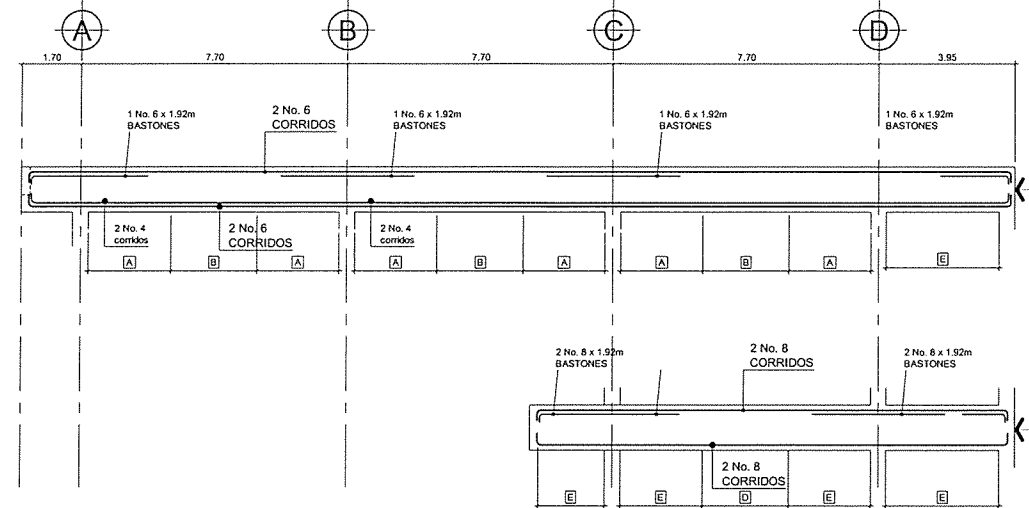


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto:	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación:	PUERTO BARRIOS IZABAL		
Contiene:	DETALLE DE VIGAS Y SECCIONES				
Estudiante:	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala:	INDICADA	Camet:	2009-15117
VoBo:		Fecha:	AGOSTO 2014	H O J A	
			15	21	



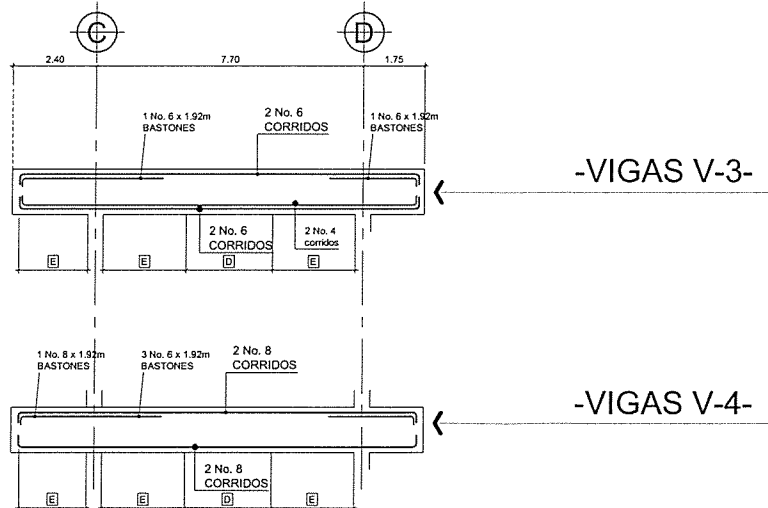
**MARCOS DE VIGAS EJE 7, 10'**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 100



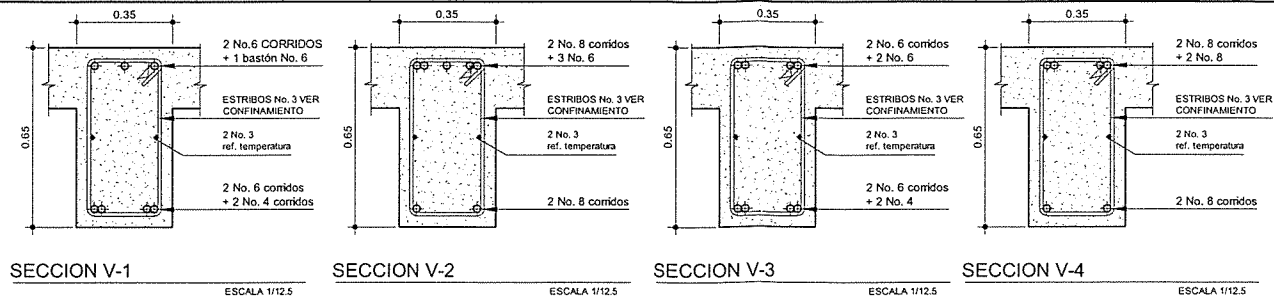
**MARCOS DE VIGAS EJE 8, 9**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 100

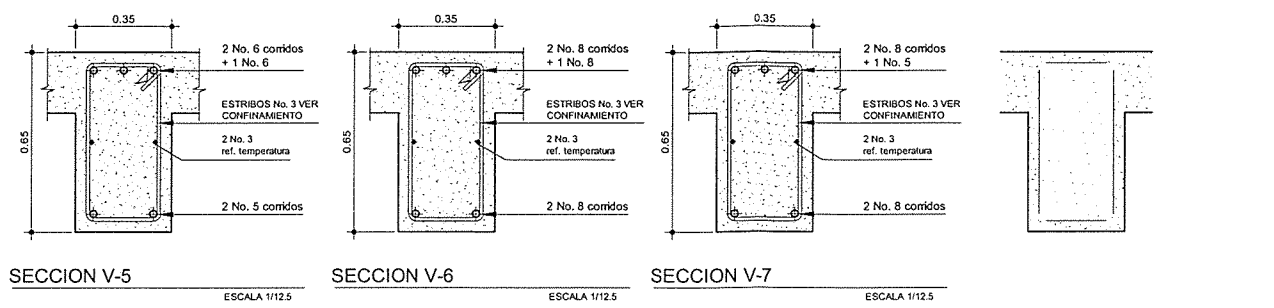


**MARCOS DE VIGAS EJE 7, 10**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

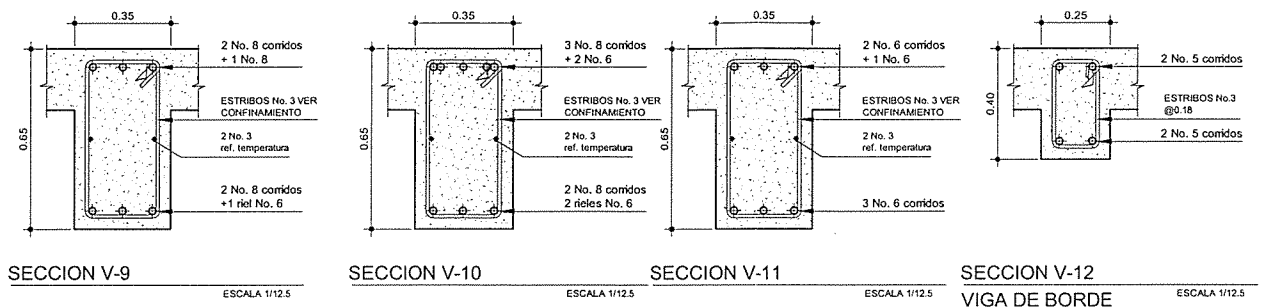
ESCALA 1: 100



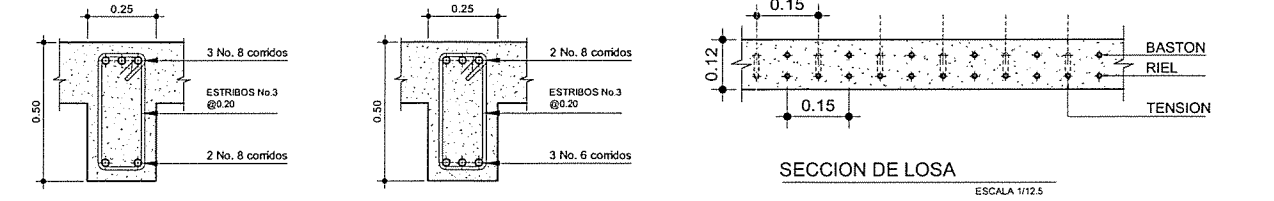
SECCION V-1 ESCALA 1/12.5 SECCION V-2 ESCALA 1/12.5 SECCION V-3 ESCALA 1/12.5 SECCION V-4 ESCALA 1/12.5



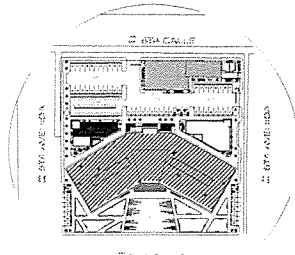
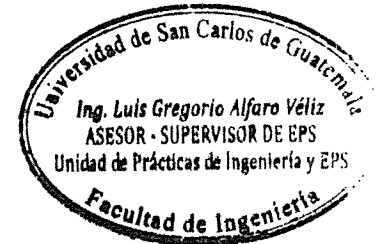
SECCION V-5 ESCALA 1/12.5 SECCION V-6 ESCALA 1/12.5 SECCION V-7 ESCALA 1/12.5



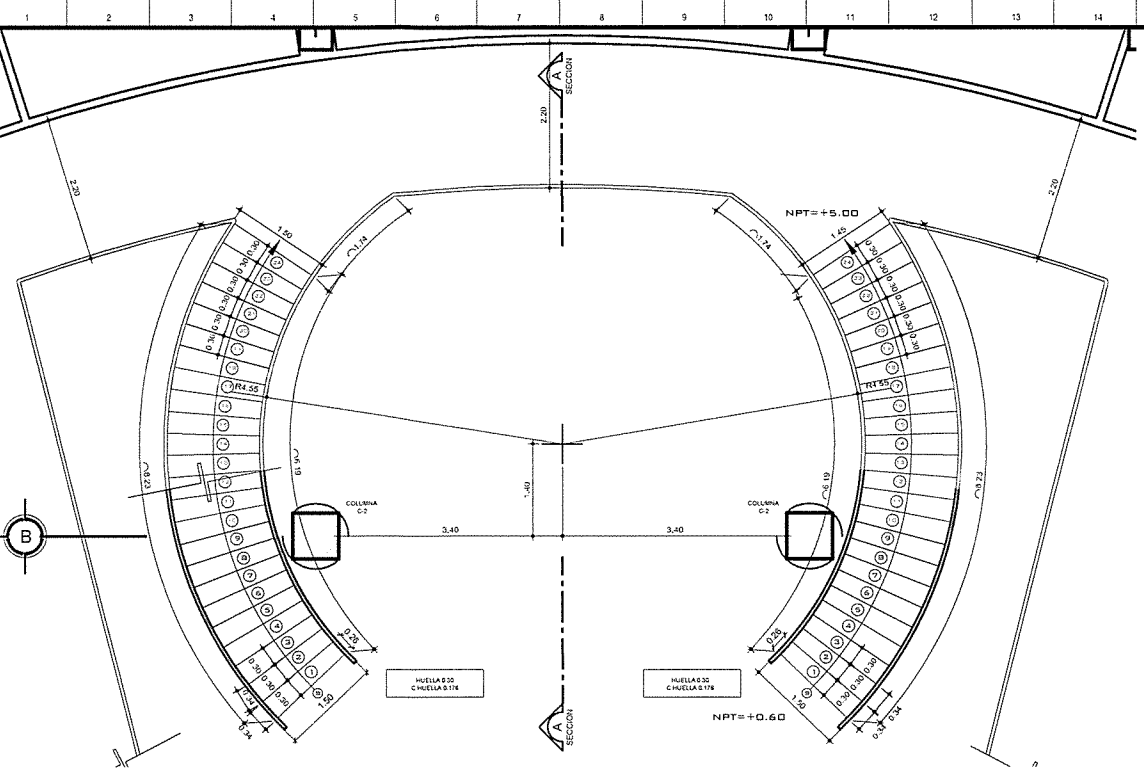
SECCION V-9 ESCALA 1/12.5 SECCION V-10 ESCALA 1/12.5 SECCION V-11 ESCALA 1/12.5 SECCION V-12 ESCALA 1/12.5



SECCION V-14 ESCALA 1/12.5 VIGA SECUNDARIA N1 SECCION V-13 ESCALA 1/12.5 VIGA SECUNDARIA N2

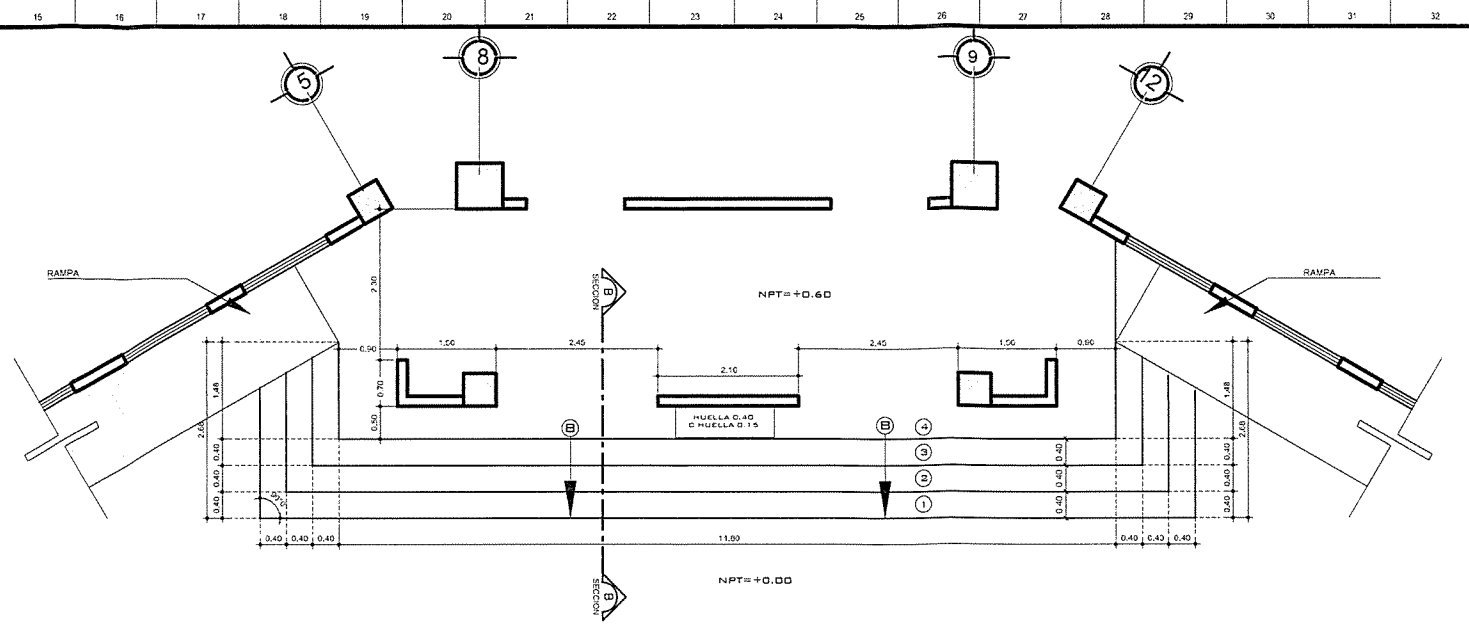


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto: EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación: PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene: DETALLE DE VIGAS Y SECCIONES	
Estudiante: OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala: INDICADA
Fecha: AGOSTO 2014	Carpet: 2009-15117 H O J A
Fecha: AGOSTO 2014	16 21



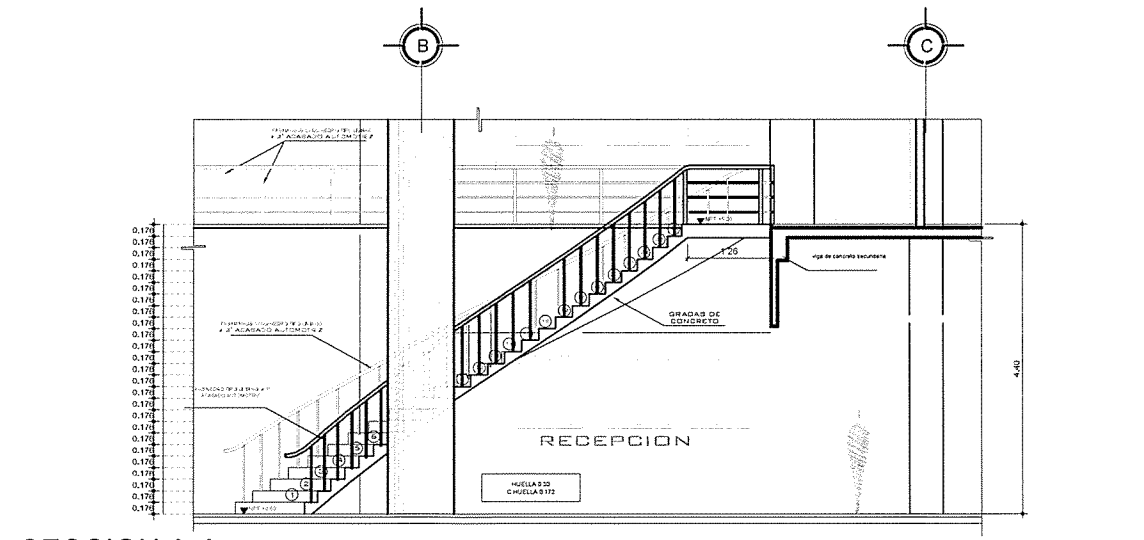
**PLANTA GRADAS PRINCIPALES**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1: 50

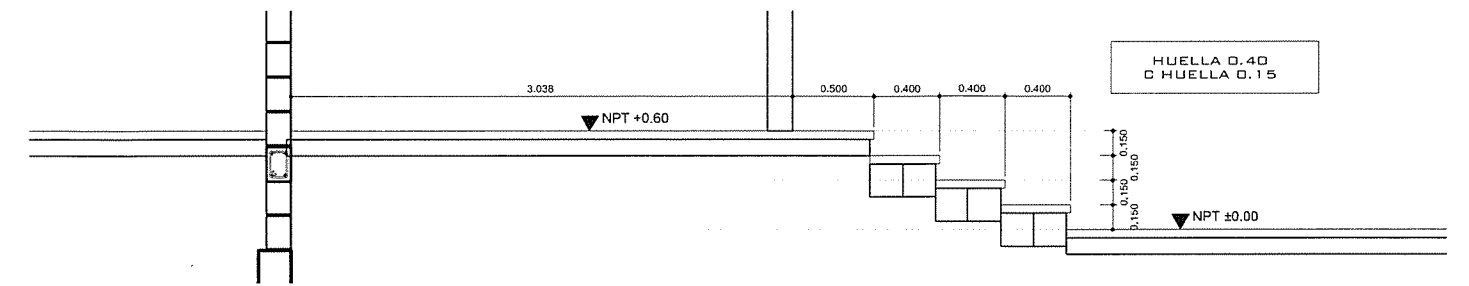


**PLANTA GRADAS DE INGRESO**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1: 50

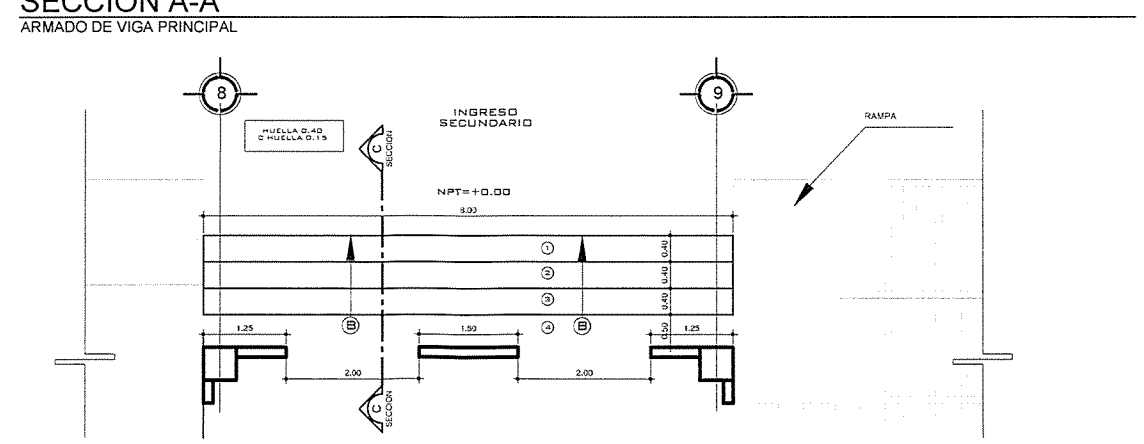


**SECCION A-A**  
ARMADO DE VIGA PRINCIPAL



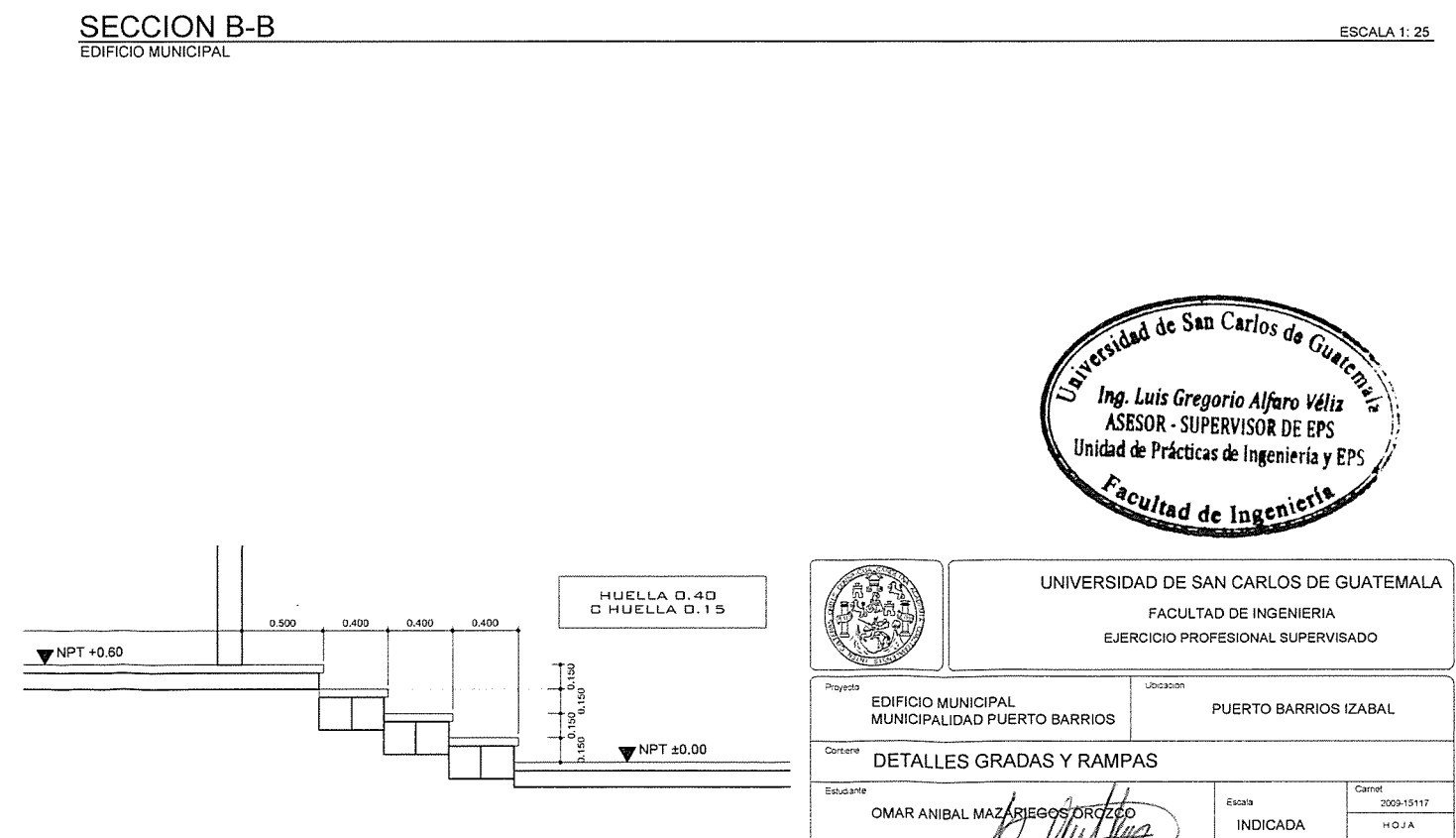
**SECCION B-B**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1: 25



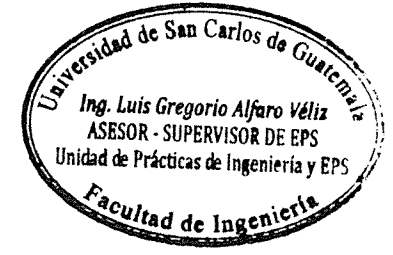
**PLANTA GRADAS DE INGRESO SECUNDARIAS**  
EDIFICIO MUNICIPAL



ESCALA 1: 50

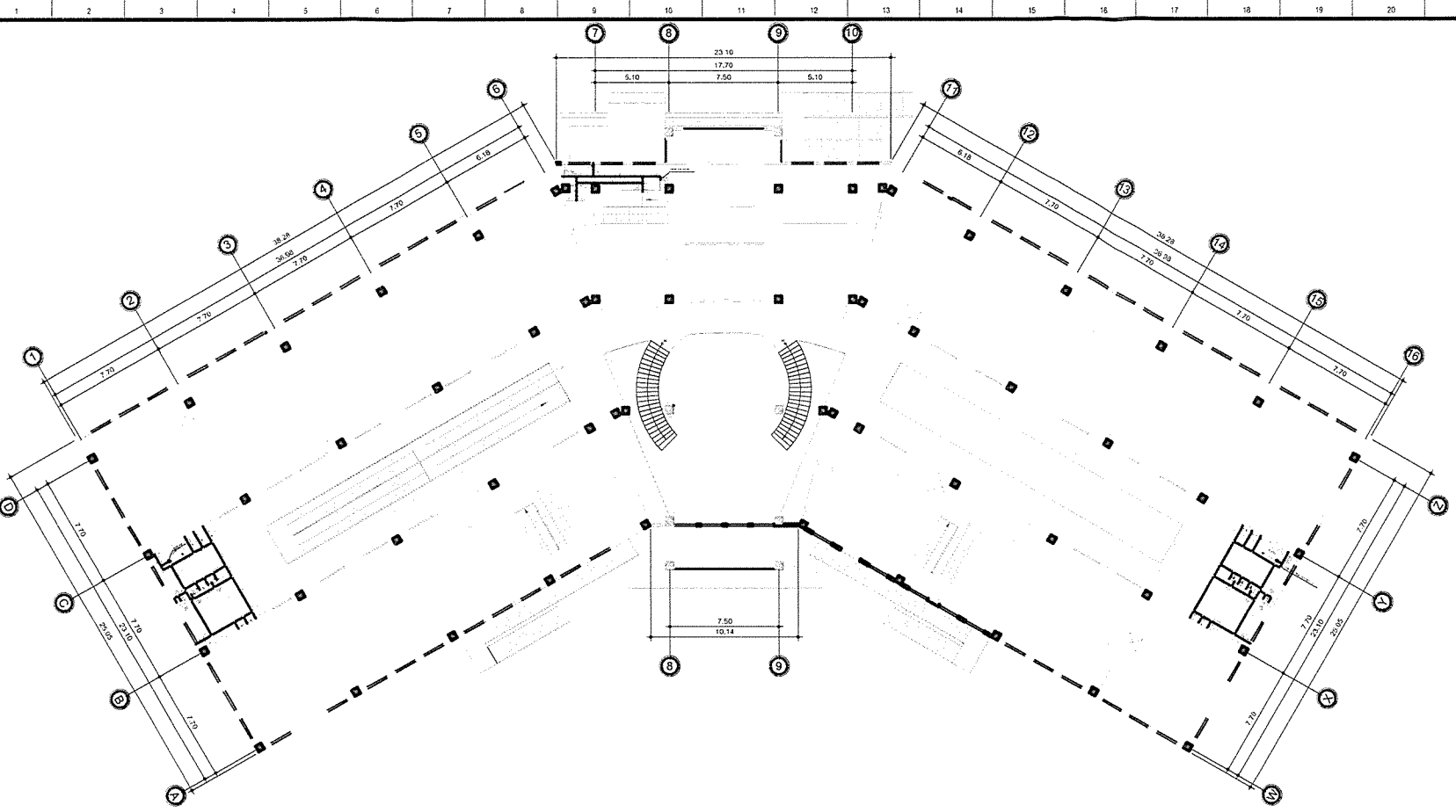


**SECCION C-C**  
EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA 1: 50

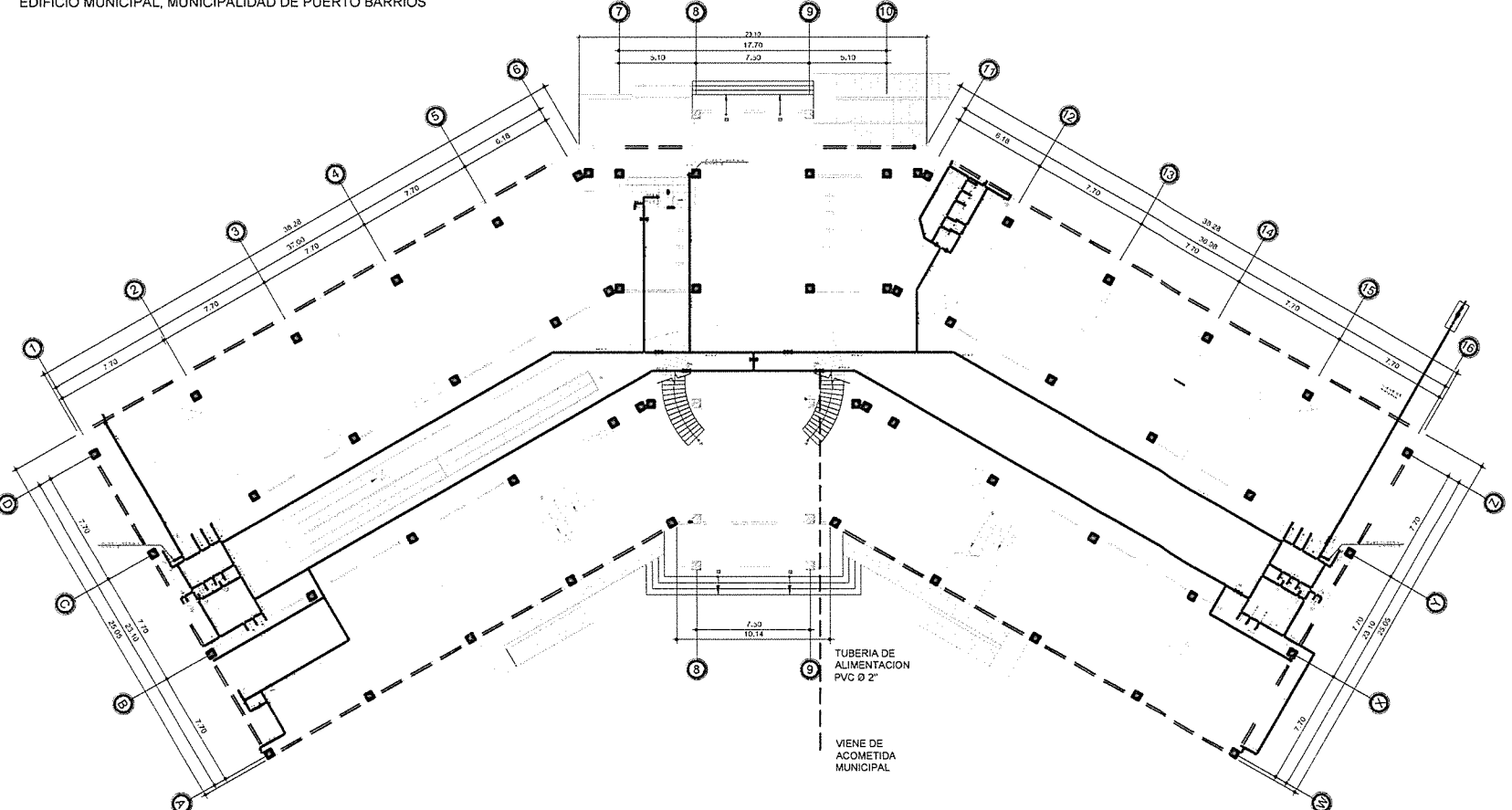


		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Carrera	DETALLES GRADAS Y RAMPAS		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS ORCIZO	Escala	INDICADA
ViBo		Carrot	2009-15117
		H.O.J.A	
		Fecha	AGOSTO 2014
			17 21



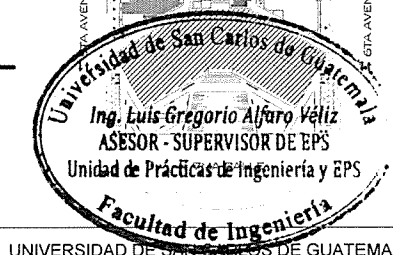
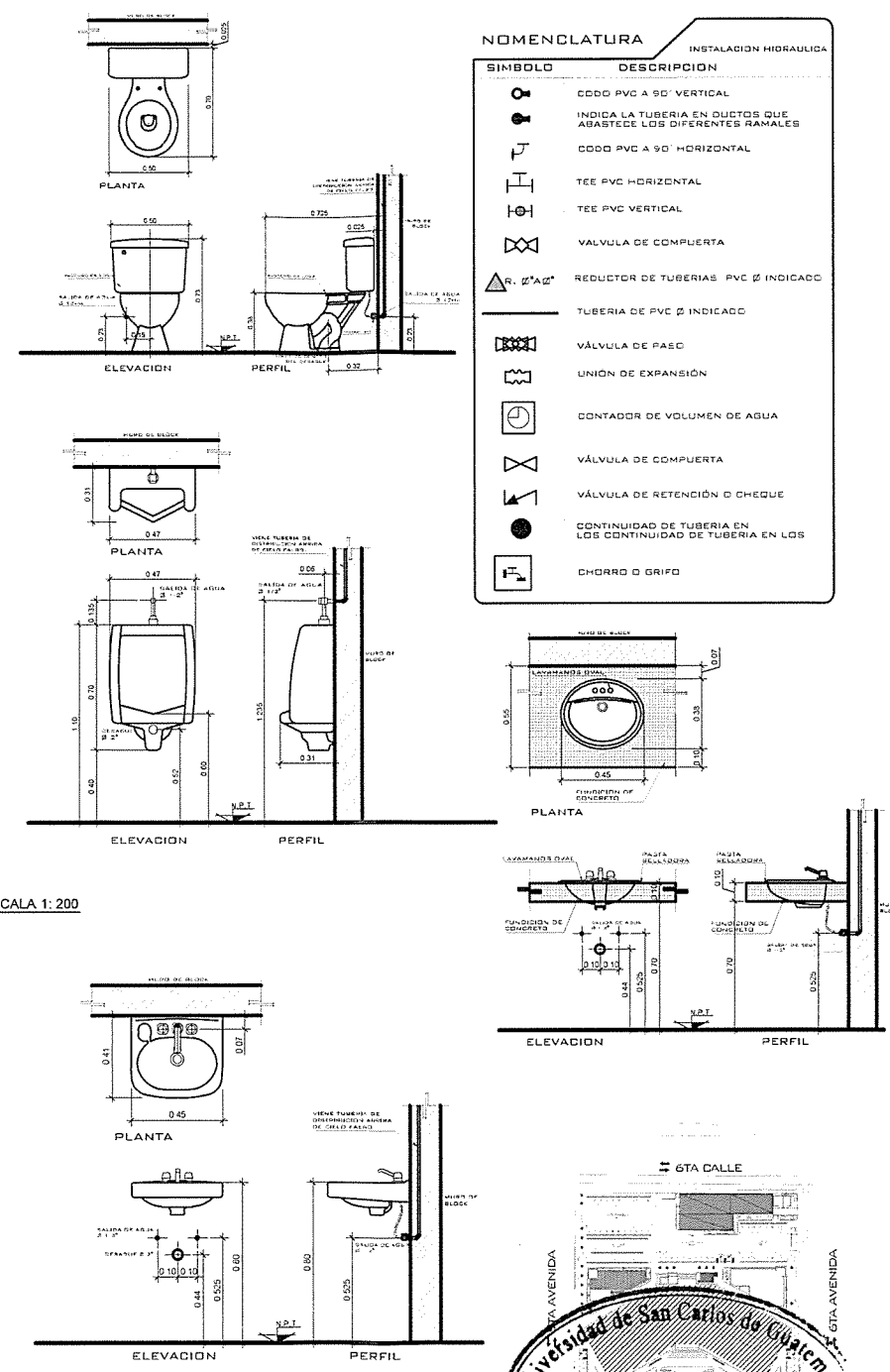
**PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS


ESCALA 1: 200

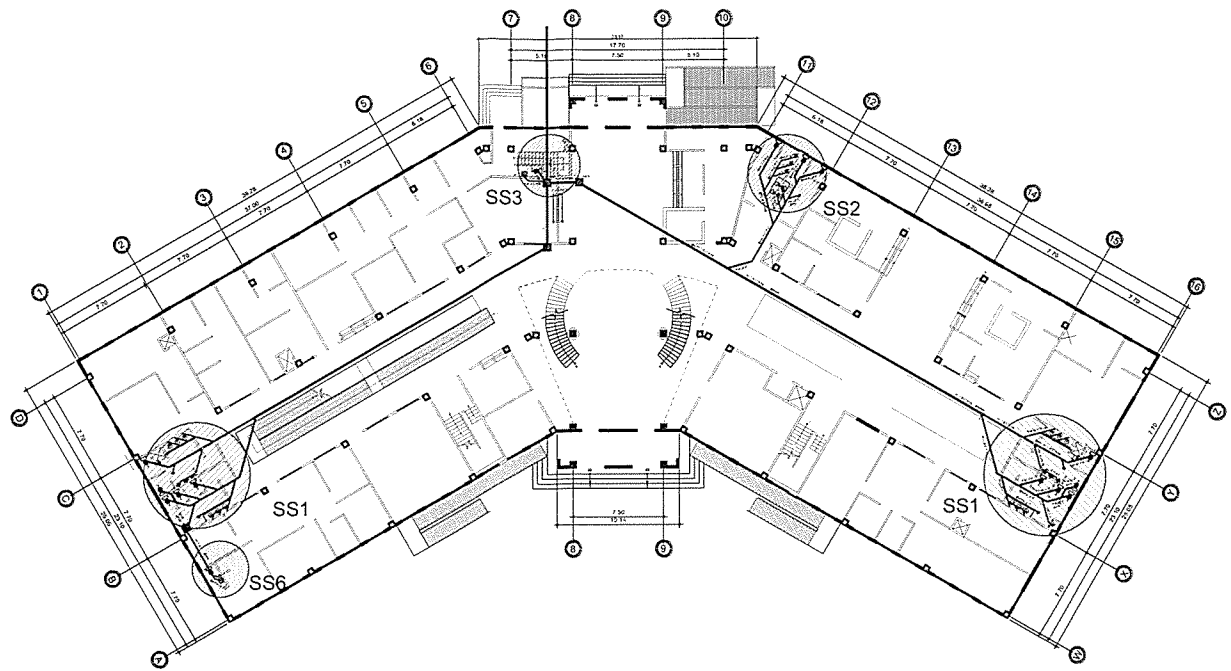


**PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

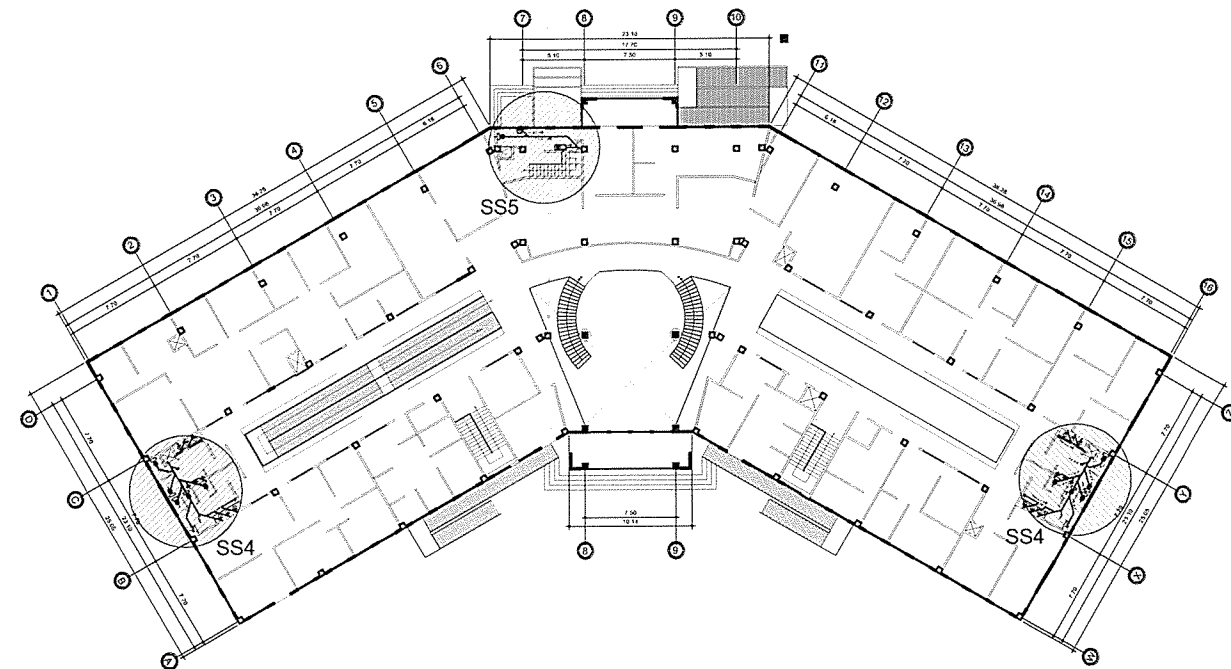
ESCALA 1: 200



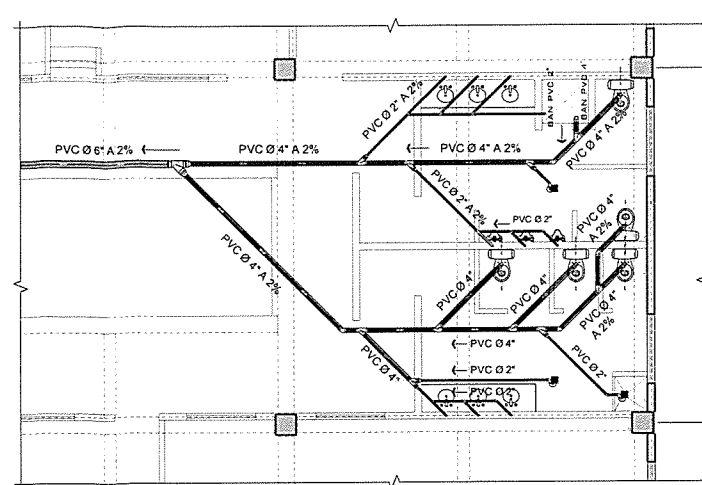
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene	PLANTA AGUA POTABLE NIVEL 1 Y 2		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala	INDICADA
Fecha	AGOSTO 2014	Carnet	2009-15117
Hoja	18	Hoja	21



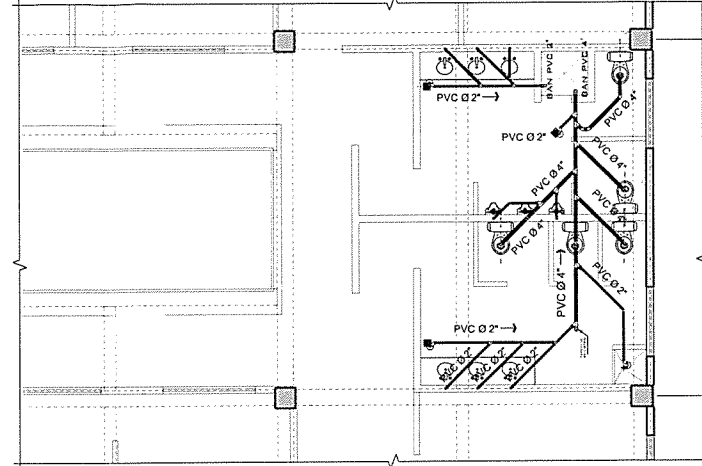
**PLANTA DE INSTALACION DRENAJES NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 200



**PLANTA DE INSTALACION DRENAJES NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 200

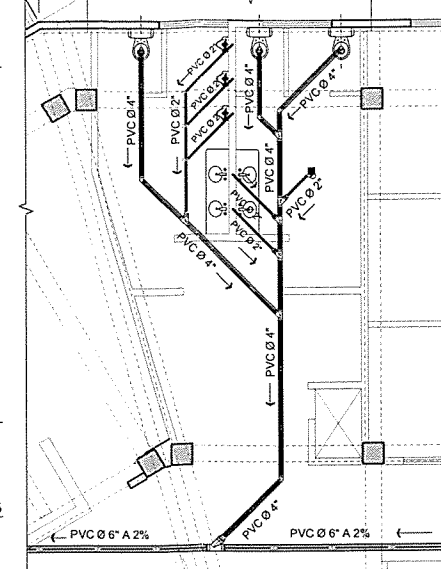


**PLANTA DRENAJES**  
DETALLE SS1  
ESCALA 1: 125

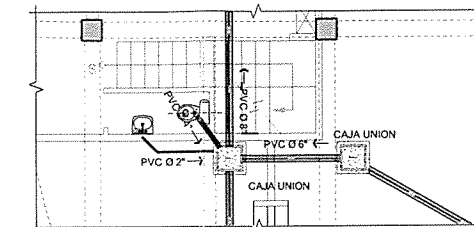


**PLANTA DE DRENAJES**  
DETALLE SS4  
ESCALA 1: 125

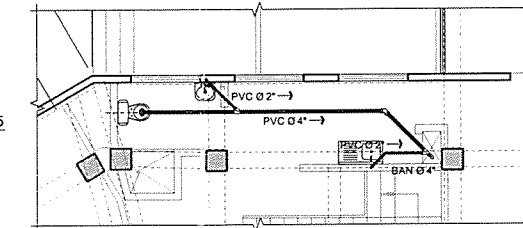
SIMBOLOGIA DE DRENAJES			
	TUBERIA DE AGUA NEGRA DE PVC, 160 PSI	BAN	INDICA BAJADA DE AGUA NEGRAS
	TUBERIA DE VENTILACION	BAP	INDICA BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	CODO VERTICAL A 90°	→	INDICA DIRECCION DE FLUJO
	"YEE" VERTICAL		SIFON TERMINAL
	"YEE" SIMPLE HORIZONTAL		INDICA TAPON DE REGISTRO SANITARIO
	"YEE" DOBLE HORIZONTAL		INDICA REDUCIDOR SANITARIO
	CODO A 45° HORIZONTAL		INDICA DIRECCION DE FLUJO



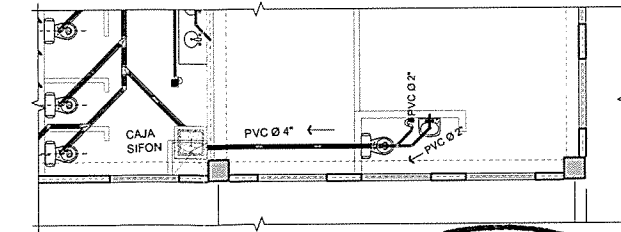
**PLANTA DE DRENAJES**  
DETALLE SS2  
ESCALA 1: 125



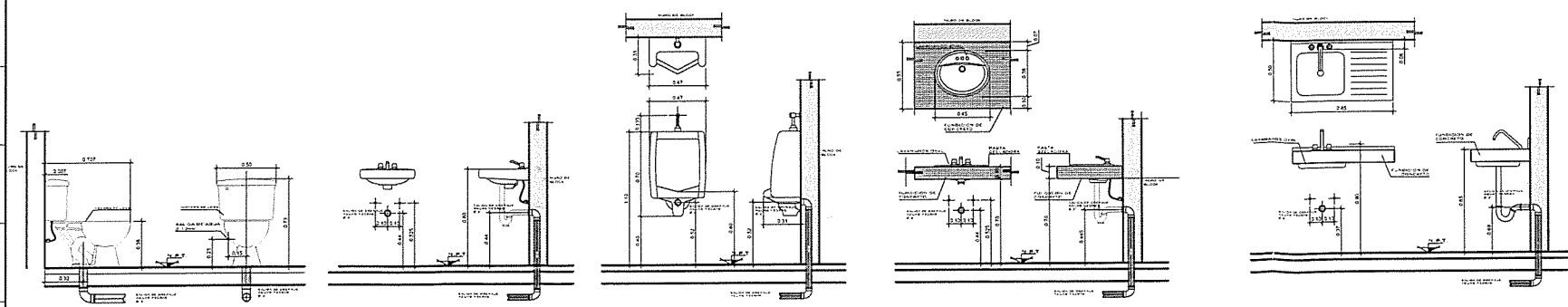
**PLANTA DE DRENAJES**  
DETALLE SS3  
ESCALA 1: 125



**PLANTA DE DRENAJES**  
DETALLE SS5  
ESCALA 1: 125



**PLANTA DE DRENAJE**  
DETALLE SS6  
ESCALA 1: 125



**DETALLES DE ARTEFACTOS Y ACOMETIDAS**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
ESCALA 1: 000

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
ING. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
ASESOR Y SUPERVISOR DE OBRAS  
UNIVERSIDAD DE SUPERVISOR DE OBRAS DE GUATEMALA  
Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
Escuela de Ingeniería

Proyecto: EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS		Ubicación: PUERTO BARRIOS IZABAL	
Contiene: PLANTA INSTALACION SANITARIA			
Estudiante: OMAR ANIBAL MAZARIEGOS GROSZO	Escala: INDICADA	Carnet: 2009-15117	
Vió:	Fecha: AGOSTO 2014	HOJA 19 21	

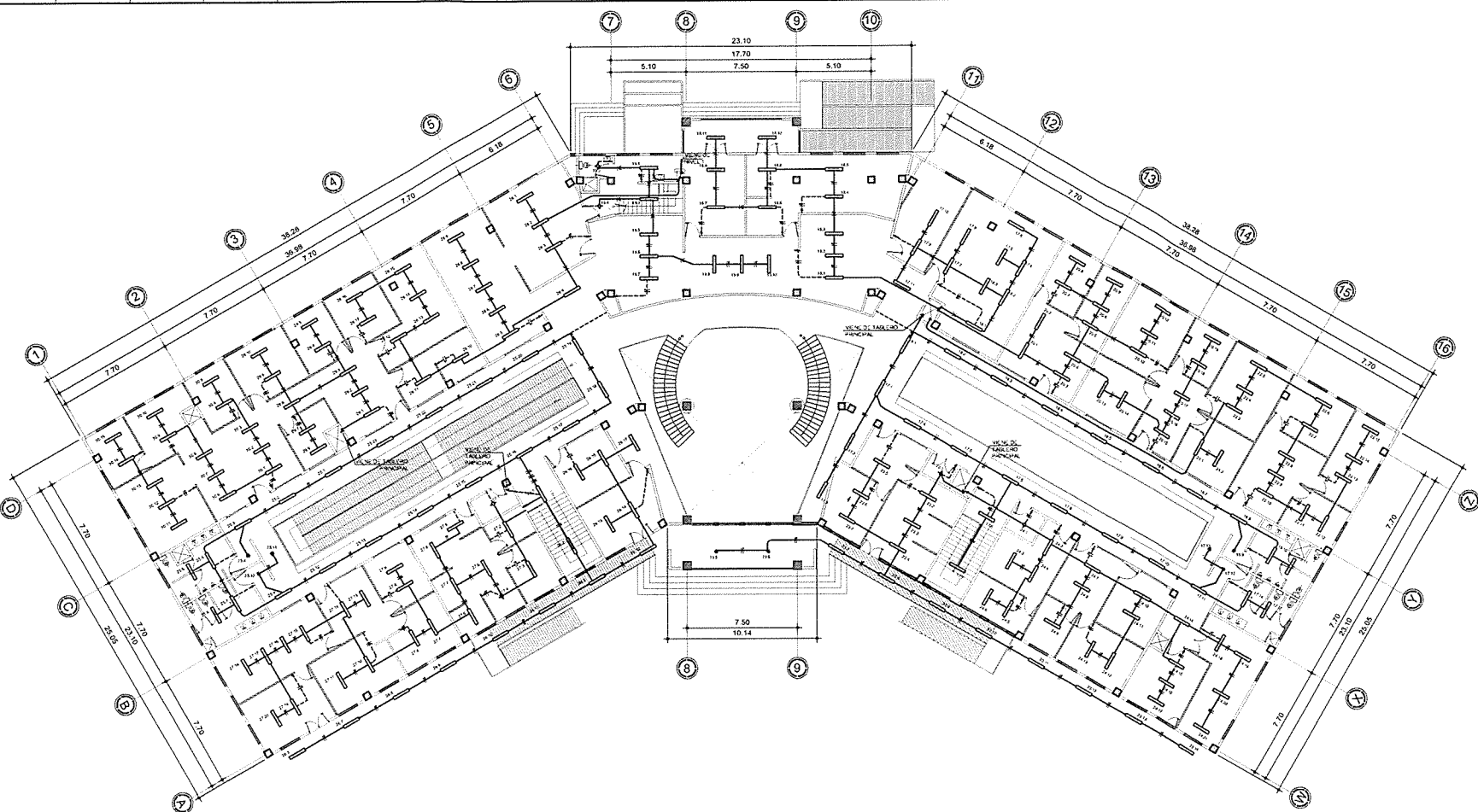


**SIMBOLOGIA ILUMINACION**

SÍMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICA EMPOTRADO h=1.60 MTS. A LA PARTE BAJA, ATERRIZADO CON VARRILLA DE COBRE DE 5/8" MORDAZA, VER DETALLE No. 4.
	TUBERIA CONDUCTIDA EN CIELO, PVC ELECTRICO.
	TUBERIA CONDUCTIDA EN PISO, PVC ELECTRICO.
	CAJA DE REGISTRO 6X6
	LAMPARA FLUORESCENTE TIPO LISTON 2X 32 W.
	LAMPARA EN CIELO, CAJA OCTOGONAL GALVANIZADA.
	LAMPARA EN PARED h= 2.00 SNP/T. CAJA OCTOGONAL GALVANIZADA.
	REFLECTOR DOBLE EN PARED h:2.35 SNP/T. CAJA OCTOGONAL GALVANIZADA.
	INTERRUPTOR SIMPLE, CAJA RECTANGULAR 2"X4" GALVANIZADA. h= 1.20 SNP/T
	INTERRUPTOR DOBLE, CAJA RECTANGULAR 2"X4" GALVANIZADA. h= 1.20 SNP/T
	INTERRUPTOR TRIPLE, CAJA RECTANGULAR 2"X4" GALVANIZADA. h= 1.20 SNP/T
	CONDUCTOR VIVO, COLOR ROJO, NEGRO O AZUL, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR RETORNO, COLOR AMARILLO, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR NEUTRAL, COLOR BLANCO, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR PUENTE, COLOR AMARILLO, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR TIERRA, COLOR VERDE, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.

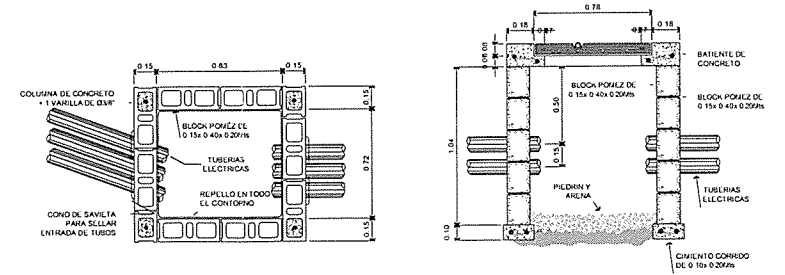
**ESPECIFICACIONES**

- 1 - TODA LA TUBERIA EN LOSAS Y SUELO SERA DE P.V.C. ELECTRICO Y TENDRA UN DIAMETRO DE 3/4", SI NO SE INDICA OTRO.
- NOTA: =
- TODAS LAS PLACAS Y ACCESORIOS ELECTRICOS SERAN MARCA B-TICINO, LOS INTERRUPTORES TENDRAN INDICADOR DE POSICION.



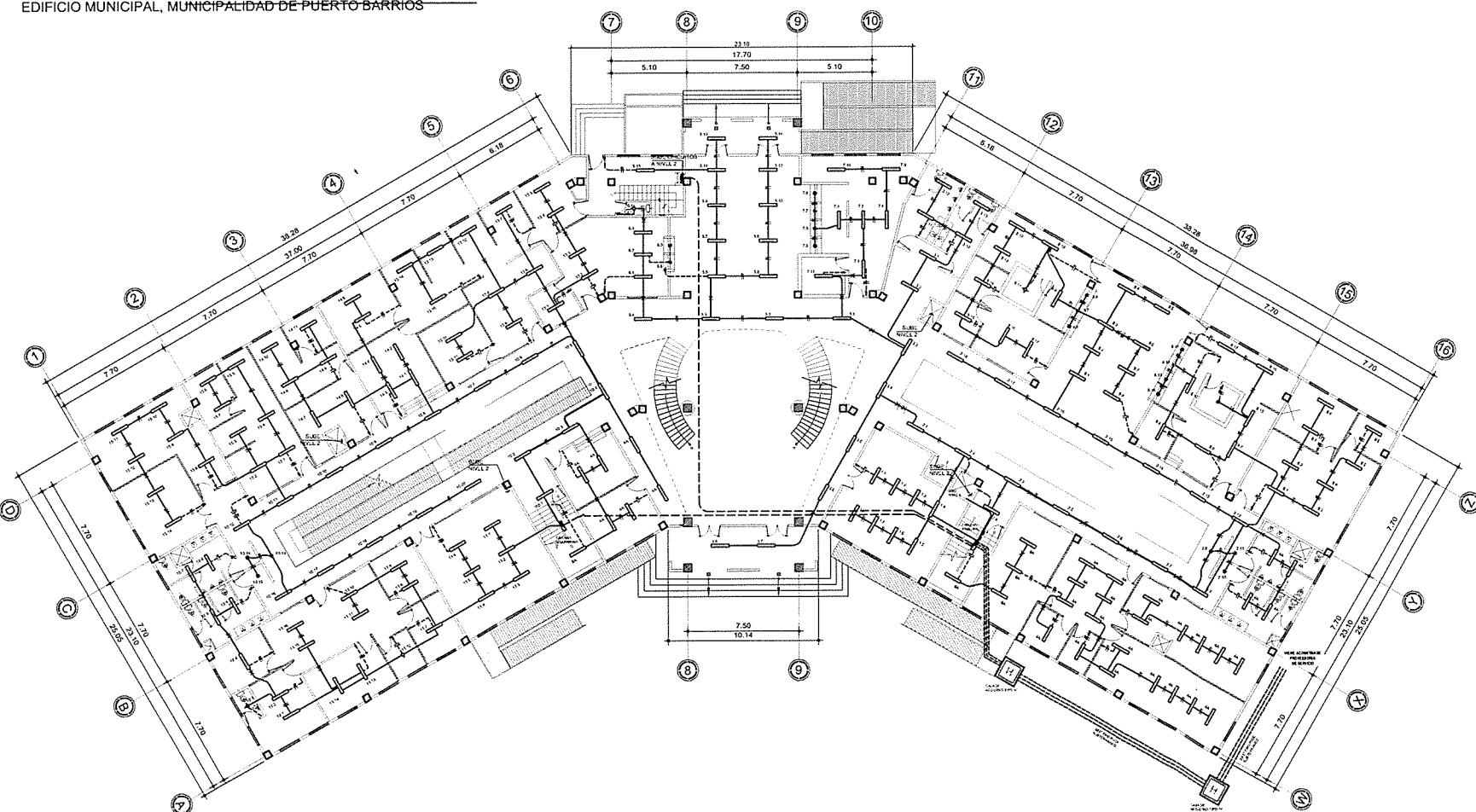
**PLANTA DE ILUMINACION NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200



**DETALLE DE CAJA TIPO " H "**

ESCALA 1:20



**PLANTA DE ILUMINACION NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1: 200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Ing. Luis Gregorio Alvarado Velazquez

ASesor - SUPERVISOR DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

Proyecto:	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	
Contiene:	PLANTA ILUMINACION NIVEL 1 y 2	
Estudiante:	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escola: INDICADA
Fecha:	AGOSTO 2014	Camet: 2009-15117
		HOJA
		20
		21

**SIMBOLOGIA FUERZA NORMAL**

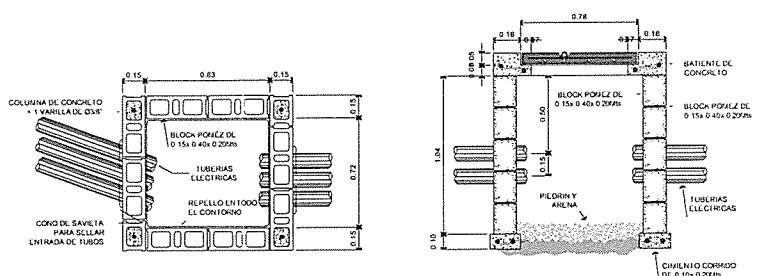
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICA EMPOTRADO h:1.60 MTS. A LA PARTE BAJA, ATERRIZADO CON VARILLA DE COBRE DE 5/8" MORDAZA
	TUBERIA PVC ELECTRICO, CONDUcida EN PISO O DENTRO DE MURO.
	TOMACORRIENTE DOBLE 110V, CAJA RECTANGULAR GALVANIZADA, h= 0.30 SNP/T
	TOMACORRIENTE DOBLE 110V, CAJA RECTANGULAR GALVANIZADA, h= 1.20 SNP/T
	TOMACORRIENTE EXTERIOR DOBLE 110V, CAJA RECTANGULAR GALVANIZADA, h= 0.30 SNP/T
	CONDUCTOR VIVO, COLOR ROJO, NEGRO O AZUL, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR RETORNO, COLOR AMARILLO, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR NEUTRAL, COLOR BLANCO, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR PUENTE, COLOR AMARILLO, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.
	CONDUCTOR TIERRA, COLOR VERDE, CALIBRE THHN 12 O INDICADO.

**ESPECIFICACIONES**

1 - TODA LA TUBERIA EN LOSAS Y SUELO SERA DE P.V.C. ELECTRICO Y TENDRA UN DIAMETRO DE 3/4", SI NO SE INDICA OTRO.

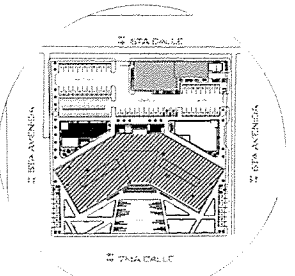
**PLANTA DE FUERZA NIVEL 2**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

ESCALA 1:200



**DETALLE DE CAJA TIPO " H "**

ESCALA 1:20

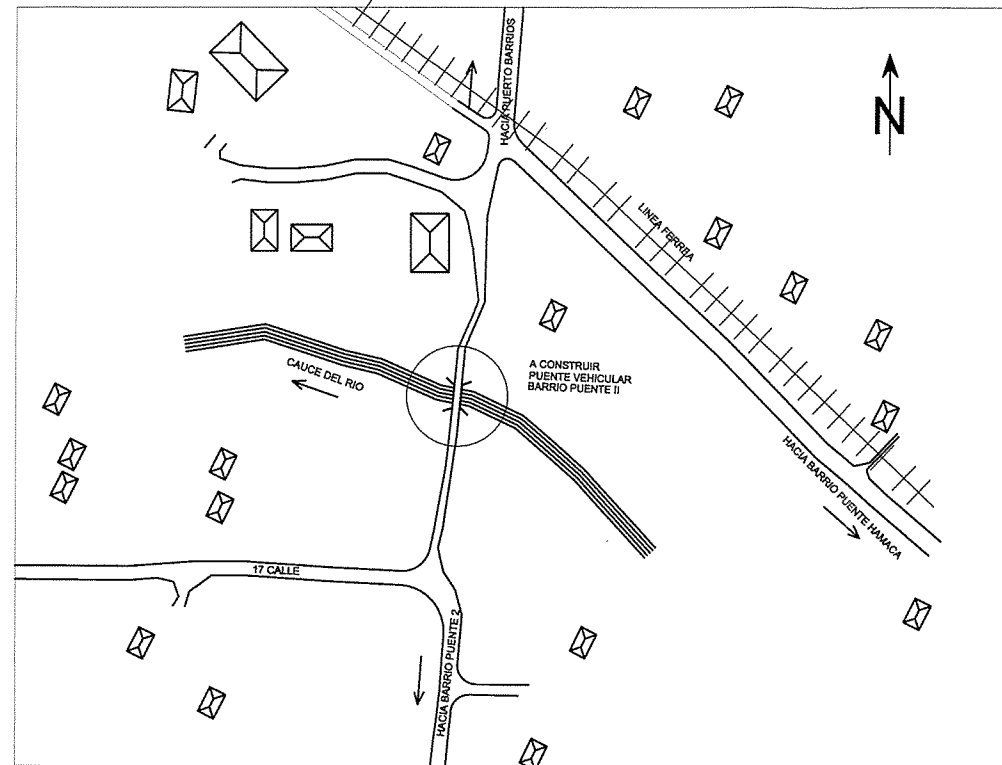


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

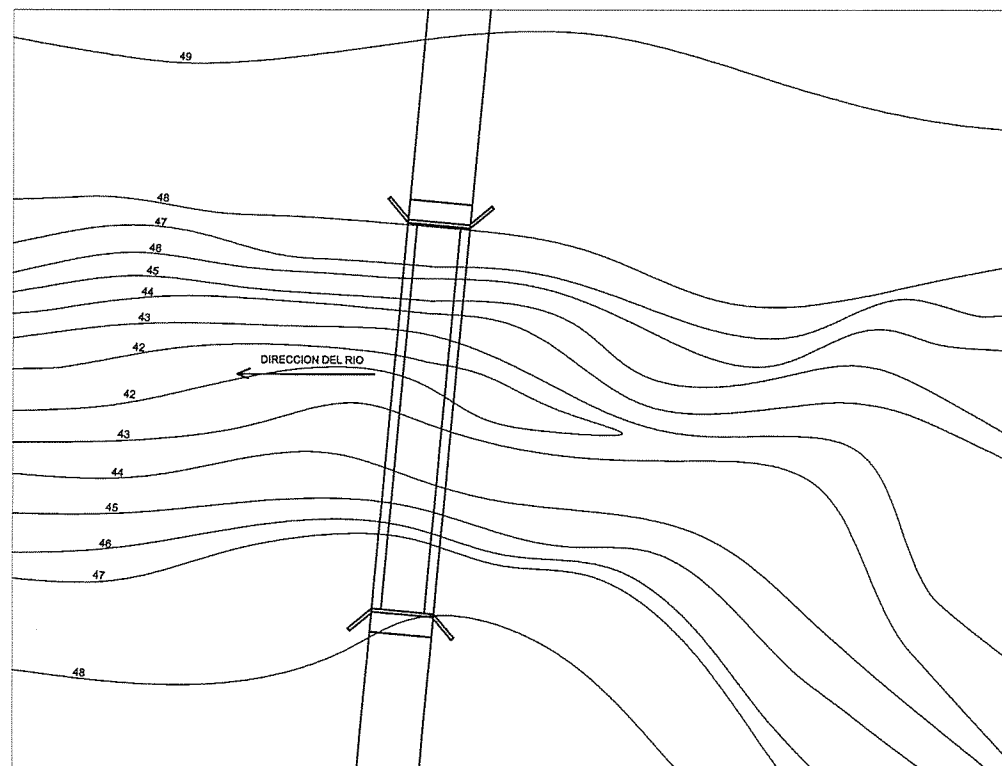
Proyecto:	EDIFICIO MUNICIPAL MUNICIPALIDAD PUERTO BARRIOS	Ubicación:	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contiene:	PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA		
Estudiante:	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala:	INDICADA
VoBo:		Fecha:	AGOSTO 2014
		Carnet:	2009-15117
			H O J A
			21 21

**PLANTA DE FUERZA NIVEL 1**  
EDIFICIO MUNICIPAL, MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS

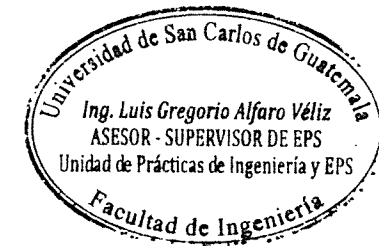
ESCALA 1:200



**PLANTA DE UBICACION**  
PUENTE VEHICULAR BARRIO PUENTE II



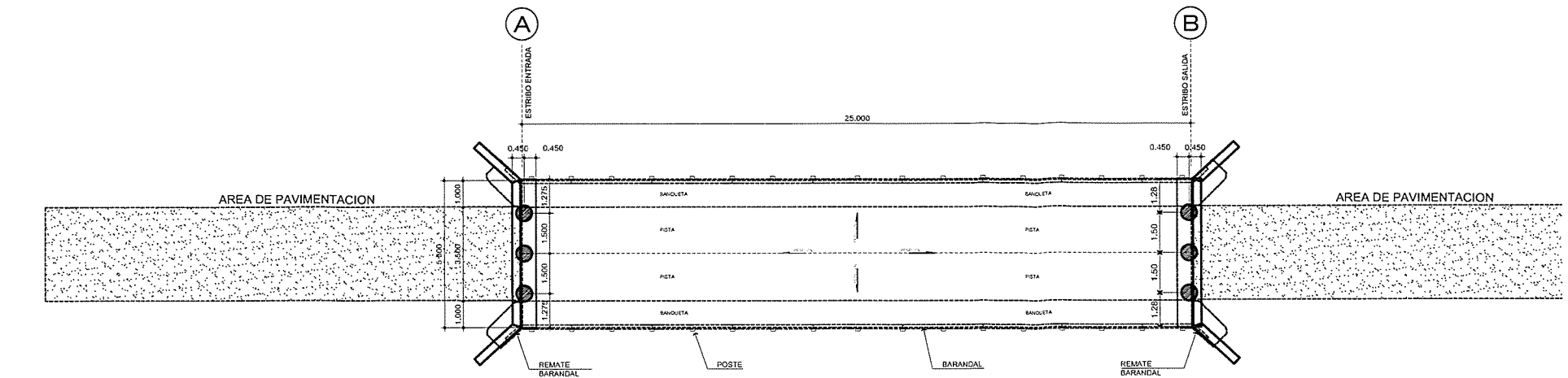
**PLANTA DE CURVAS DE NIVEL**  
PUENTE VEHICULAR BARRIO PUENTE II



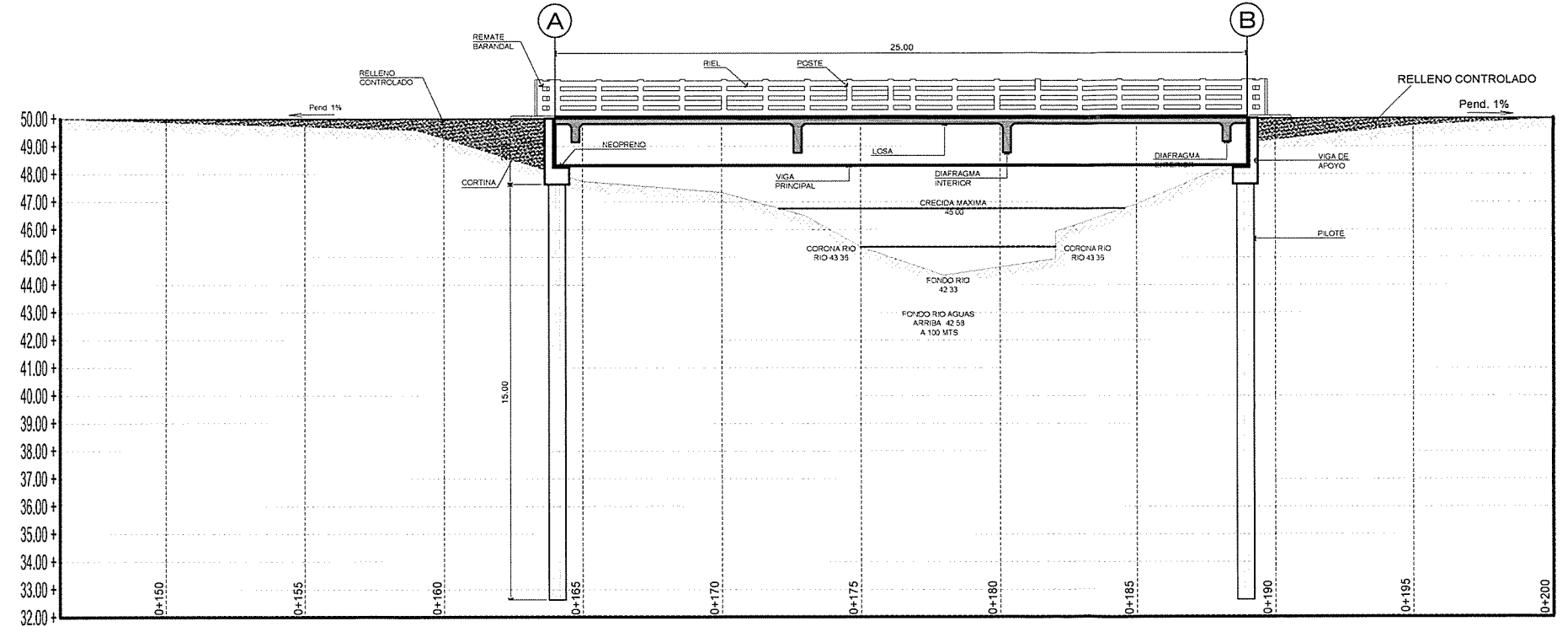
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto:	PUENTE VEHICULAR BARRIO PUENTE II	Ubicación:	PUERTO BARRIOS IZABAL
Condene:	PLANO DE UBICACION Y CURVAS DE NIVEL		
Estudiante:	OMAR ANIBAL MAZAREGOS OROZCO	Escala:	INDICADA
VoBo:		Fecha:	AGOSTO 2014 00 05
		Carnet:	2009-15117
			HOJA





**PLANTA GENERAL DEL PUENTE** ESCALA 1: 100



**PERFIL PUENTE** ESCALA 1: 100

**LONGITUDES DE EMPALME (M)**  
CONCRETO 4000 (280KG/CM<sup>3</sup>)  
ACERO GRADO 60 (4200 KG/CM<sup>2</sup>)

VARILLA No.	REGION A	REGION B	REGION C
3	0.30	0.35	---
4	0.35	0.45	---
5	0.40	0.55	0.75
6	0.50	0.70	0.90
7	0.60	0.80	1.05
8	0.60	1.10	1.40
9	1.00	1.35	1.75
10	1.25	1.70	2.25
11	1.55	2.15	2.75

EN UN PUNTO DADO NO DEBERA EMPALMARSE MAS DEL 50% DE LAS VARILLAS ESTA TABLA ES UNA GUIA. REFERIRSE A ESQUEMAS DE REGIONES DE EMPALME PARA VIGAS Y LOSAS. COLUMNAS Y MULTOS Y/O CINIENTOS RIGEN LOS REQUISITOS DEL CAP. 12. ACI (318)

**REFUERZO TRANSVERSAL**  
SEGUN SE INDICA

EN ZONAS DE EMPALME DE VIGAS EN GRAL.  
  
EN LAS REGIONES DONDE EXISTAN TRASLAPES DEL REFUERZO LONGITUDINAL, EL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO TRANSVERSAL DEBERA REDUCIRSE A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 1/10M DEPENDIENTEMENTE DE LO INDICADO EN PLANCHOS. MANTENIENDO EL CALIBRE DE VARILLA.  
  
RESPECTAR LO ESPECIFICADO EN EL CAP. 21.3.2.3 DEL ACI (318-02)  
  
ESTRIBOS Y ESLABONES DE VIGA

- TIPICO**
- RECURRAMIENTOS DE ESTRIBOS DE VIGAS O COLUMNAS ES DE 0.4M A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA EN DETALLES. EL RECURRAMIENTO INCIDENTAL PUEDE BAJAR A 0.3M ALMOQUE DEBE PROCURARSE NO SEA SISTEMATICO
  - LOS ESLABONES DEBEN CUMPLIR CON ESTE RECURRAMIENTO MINIMO
  - LONGITUDES DE GANCHOS Y TRASLAPES SEGUN CUADRO ADJUNTO

**GANCHOS DE REFUERZO**

**GANCHOS STANDARD EN REFUERZO PRINCIPAL**

D<sub>b</sub> = Diametro de varilla  
D<sub>g</sub> = Diametro del gancho

No.	Dg	Dg	L1	L2	L3	X1	X2	X3
2	---	---	---	---	---	---	---	---
3	6 D <sub>b</sub>	0.06	---	0.11	0.06	---	0.15	0.09
4	6 D <sub>b</sub>	0.08	---	0.15	0.08	---	0.20	0.10
5	6 D <sub>b</sub>	0.10	---	0.19	0.08	---	0.25	0.13
6	6 D <sub>b</sub>	0.11	---	0.23	0.08	---	0.30	0.15
7	6 D <sub>b</sub>	0.13	---	0.27	0.09	---	0.36	0.18
8	6 D <sub>b</sub>	0.15	---	0.30	0.10	---	0.41	0.20
9	8 D <sub>b</sub>	0.23	---	0.34	0.11	---	0.49	0.26
10	8 D <sub>b</sub>	0.25	---	0.38	0.13	---	0.54	0.28
11	8 D <sub>b</sub>	0.28	---	0.42	0.14	---	0.59	0.31

\* LOS DIAMETROS DE LOS GANCHOS PUEDEN SER MAYORES QUE LOS INDICADOS, NUNCA MAS PEQUEÑOS.

**GANCHOS STANDARD EN ESTRIBOS Y ESLABONES**

D<sub>b</sub> = Diametro de varilla  
D<sub>g</sub> = Diametro del gancho

No.	Dg	Dg	L1	L2	L3	X1	X2	X3
2	---	---	---	---	---	---	---	---
3	4 D <sub>b</sub>	0.04	0.06	0.06	0.11	0.10	0.10	0.10
4	4 D <sub>b</sub>	0.05	0.08	0.08	0.15	0.15	0.15	0.10
5	4 D <sub>b</sub>	0.06	0.10	0.10	0.19	0.15	0.15	0.15
6	5 D <sub>b</sub>	0.11	0.11	0.11	0.23	0.20	0.20	0.15
7	6 D <sub>b</sub>	0.13	0.13	0.13	0.27	0.25	0.25	0.20
8	6 D <sub>b</sub>	0.15	0.15	0.15	0.30	0.25	0.25	0.20
9	---	---	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---	---	---

\* LOS DIAMETROS DE LOS GANCHOS PUEDEN SER MAYORES QUE LOS INDICADOS, NUNCA MAS PEQUEÑOS.

**ESPECIFICACIONES PARA PUENTES Y PASOS A DESNIVEL**

**ESPECIFICACIONES GENERALES:**

- DESIGNO: DEBERA SER RESPONSIAMENTE SEGUN UIC 87 (UNIFORM BULVING CODE), DE ACUERDO A LAS NORMAS DE DESIGNO ESTRUCTURALES RECOMENDADAS POR AGES (2020) PARA LA REPUBLICA DE GUATEMALA. ASOCIACION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO) 17TH EDITION 2002.
- PESOS ESPECIFICADOS: ACERO: 7843 KG/M<sup>3</sup>; 1609 KG/M<sup>3</sup>.
- CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO (REFERIRSE AL ESTUDIO DE SUELOS): 7 TON/M<sup>2</sup> EN DIMENSION DIRECTA.
- CARGA VIVA: HS-20 SEGUN LA AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO) 17TH EDITION 2002.

**MATERIALES:**

- CONCRETOS: 11-1 CONCRETO CLASE 28 (SE USARA CONCRETO CLASE 28 CON ESFUERZO DE RUPURA A COMPRESION DE 28MPa (4000 Lbs/Psq) A LOS 28 DIAS PARA: - CEMENTOS; - COLUMNAS; - DIAPHRAGMAS; - TOPPING DE LOSA; - VIGAS CADEZAS).
- CONCRETO CLASE 21 (SE USARA CONCRETO CLASE 21 CON ESFUERZO DE RUPURA A COMPRESION DE 21MPa (3000 Lbs/Psq) A LOS 28 DIAS PARA: - POSTES; - BARANDALES).
- ACERO DE REFUERZO (SECCIONES 552-53 ESP. D.G.O.): USAR ACERO DE REFUERZO GRADO 60 (4200MPa) EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA N° 1 Y N° 2 PARA TODOS LOS ELEMENTOS.
- AGREGADOS: - CEMENTACIONES (CANTON: 2000, 2000, 2000, 2000, 2000, 2000, 2000, 2000, 2000, 2000); - COLUMNAS DE 10" Y 12" DE DIAMETRO; - VARIOS DE CONCRETO 4000.

**VARIOS:**

- REQUISITOS GENERALES PARA CONCRETO HECHO EN OBRA A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA: - CEMENTOS: 600 MPa; - COLUMNAS: 600 MPa; - SOLERAS Y MOCHETAS: 600 MPa; - LOSAS: 600 MPa.
- JUNTAS DE CONSTRUCCION: SE USARAN SOLAMENTE DONDE SE INDICAN EN PLANOS Y/O LO AUTORIZE EL INGENIERO RESPONSABLE. LAS JUNTAS FINAS HORIZONTALES DEBEN MANTENERSE EN TODA LA SUPERFICIE LIMPIARSE, FONDEARSE Y SELLARSE DEBIDAMENTE ANTES DE FUNDIR PARA QUE EL CONCRETO NUEVO SOBRE LA SUPERFICIE SIN BORTEROS, FUNDAMENTAMENTE DESPUES DE FUNDIR DEBERA LIMPIARSE LAS MANILAS PARA LA SIGUIENTE JUNTA.
- LAS JUNTAS FINAS VERTICALES O EN ESCALON O EN JAMAS DEBERAN QUEDAR EN CORTES INCLINADOS. DEBEN EJECUTARSE SECUTIVAMENTE BAJO LA ESTRUCTURA Y FONDEARSE PARA QUE EL CONCRETO NUEVO SOBRE LA SUPERFICIE LIMPIANDO TODOS LOS ELEMENTOS ANTES DE FUNDIR. SELLARSE LA JUNTAS PARA QUE EL CONCRETO NUEVO SOBRE LA SUPERFICIE SIN USAR BORTEROS Y ASEGURANDO UNA CORRECTA BASTIDOR CON LOSA. DEBERA EMPALMARE LAS VARILLAS PARA LA SIGUIENTE JUNTA INMEDIATAMENTE DESPUES DE REALIZADA LA FUNDICION.
- CUANDO EL METODO DE CUARDO DEBE SER POR RIVADACION O CON APLICACION DEBEN DE CUARDO A UN INTERVALO DE 24 HRS. EL CUARDO DEBERA APLICARSE INMEDIATAMENTE DESPUES DE DESMOLDAR EN EL CASO DE JUNTAS VERTICALES LA SUPERFICIE A CUARDO DEBERA ESTAR PROTEGIDA DEL VIENTO.
- GANCHOS DOBLES Y TRASLAPES VER TABLAS ESPECIFICAS.
- LOS GANCHOS DE ESLABONES DEBEN SER 318-09 CARTULO 17.
- LOS TRASLAPES DE ESLABONES DEBEN SER 318-09 CARTULO 12. LA SUPERESTRUCTURA DE CONCRETO LLEVARA APOYOS DE NEOPRENO DE 3" 10" DE DIAMETRO.

**ESPECIFICACIONES DE PAVIMENTO:**

PAVIMENTO: - SUPERFICIE DE ACEROS Y TRASLAPES EN CEMENTO 4000 MPa; - SUPERFICIE DE ACEROS Y TRASLAPES EN CEMENTO 4000 MPa; - SUPERFICIE DE ACEROS Y TRASLAPES EN CEMENTO 4000 MPa.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

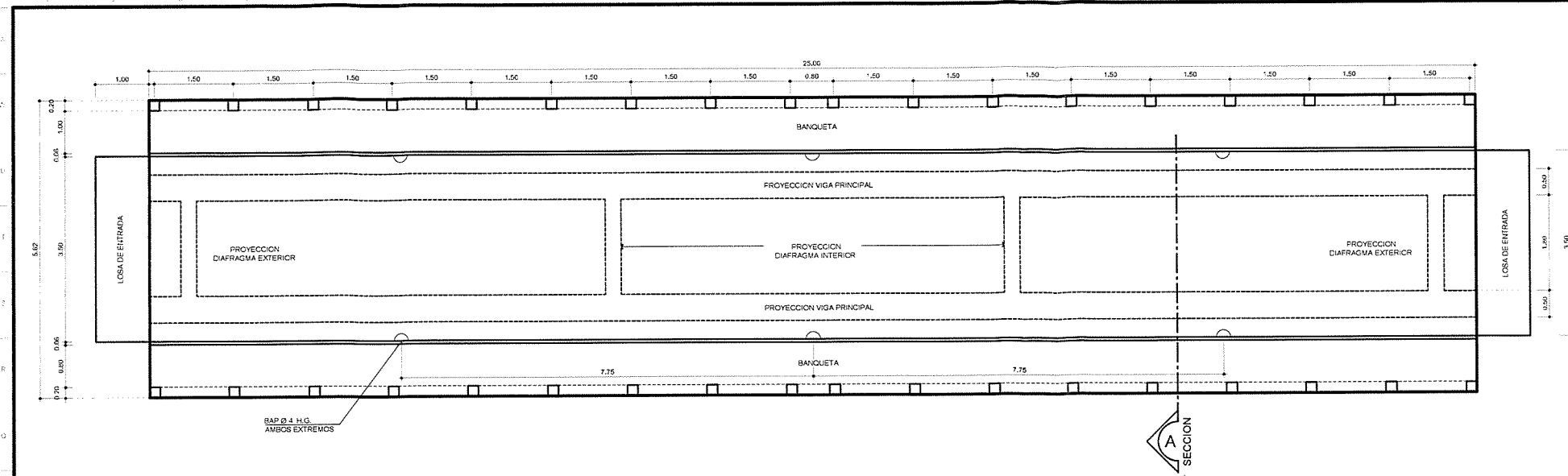
Proyecto: **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR** Ubicación: **PUERTO BARRIOS IZABAL**

Contiene: **PLANTA GENERAL-PERFIL + ESPECIFICACIONES**

Estudiante: **OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO** Escuela INDICADA: **2009-15117** Carnet: **H O J A**

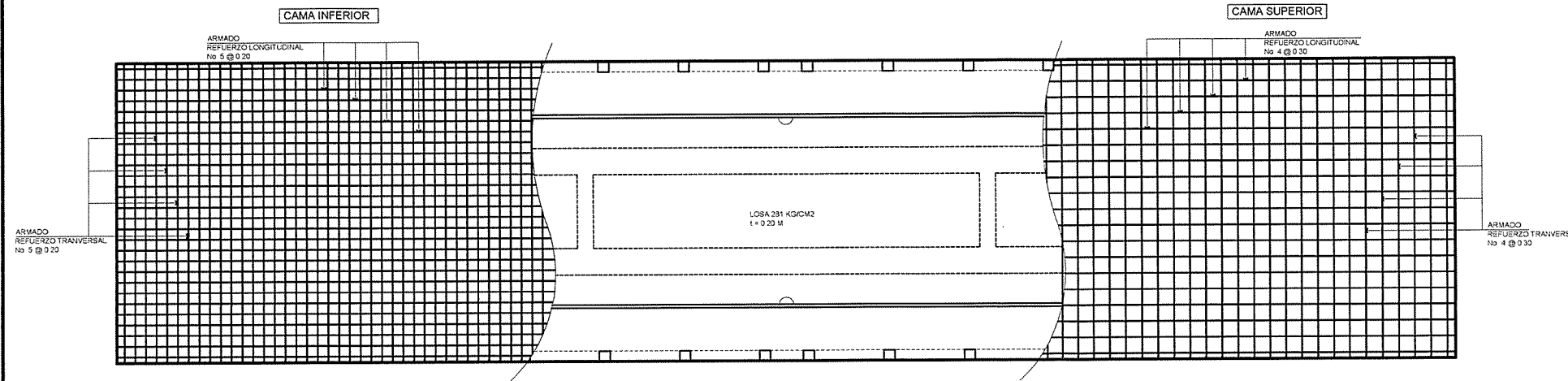
Fecha: **AGOSTO 2014**

Visto: *[Signature]* **1 5**



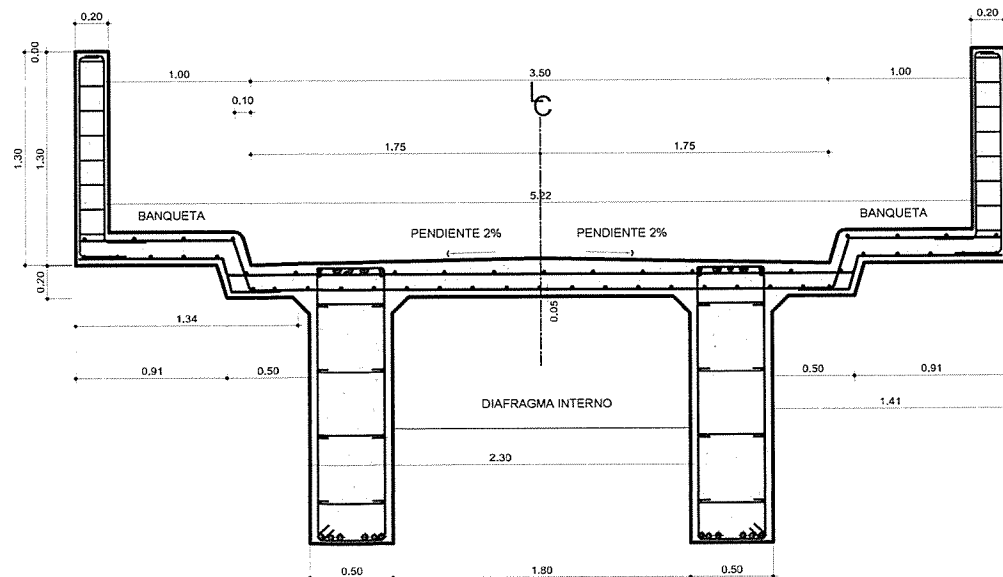
**PLANTA DE SUPERESTRUCTURA**

ESCALA 1: 50



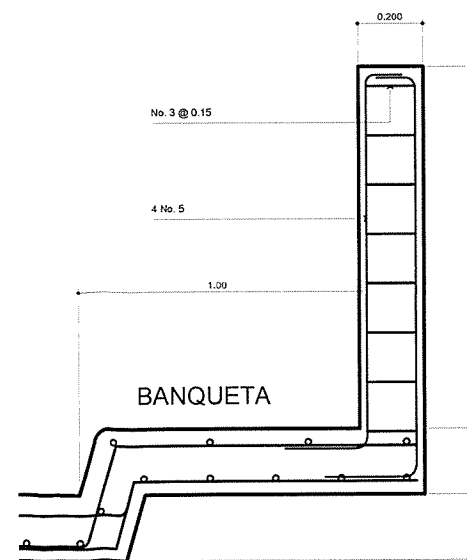
**PLANTA DE ARMADO DE LOSA**

ESCALA 1: 50



**SECCION A-A**  
DETALLE DE ARMADO

ESCALA 1: 20

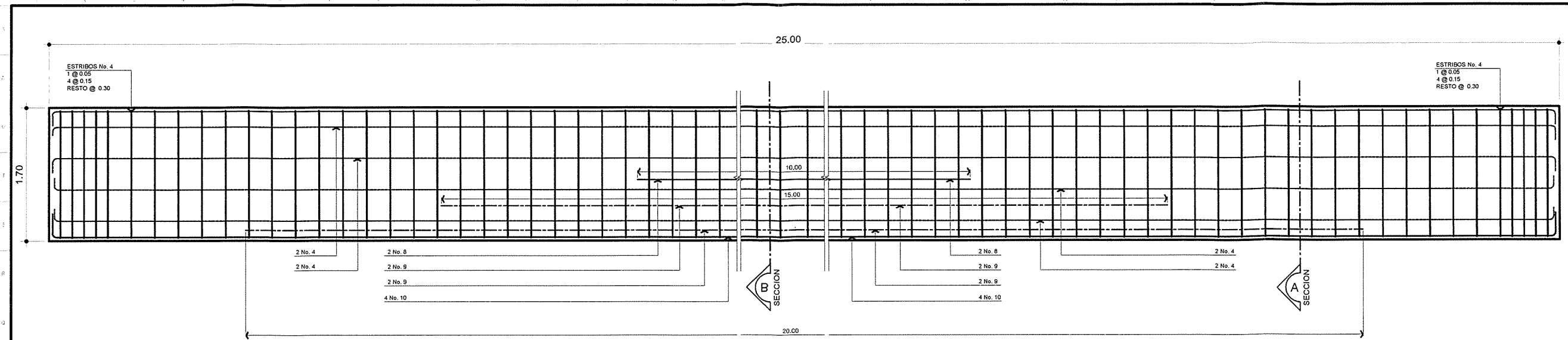


**DETALLE DE POSTE**  
DETALLE DE ARMADO

ESCALA 1: 10

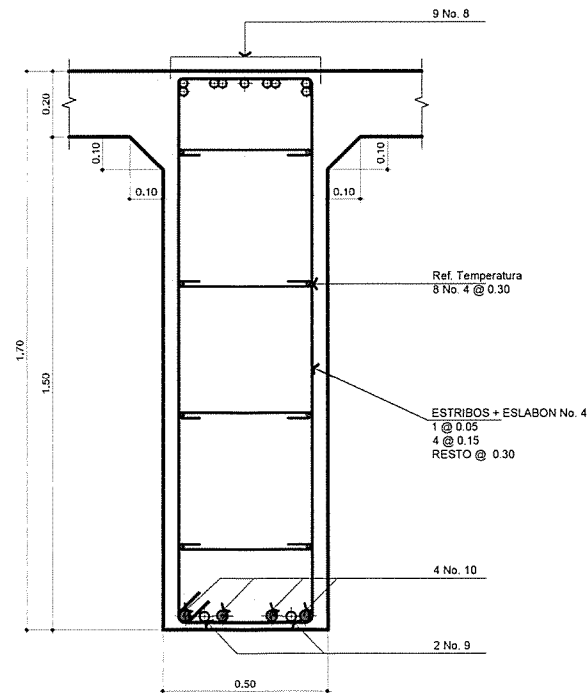


		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contenido	DETALLES DE ESTRUCTURA		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala INDICADA	Carpet 2009-15117
Vista		Fecha AGOSTO 2014	H O J A
			<b>2 5</b>



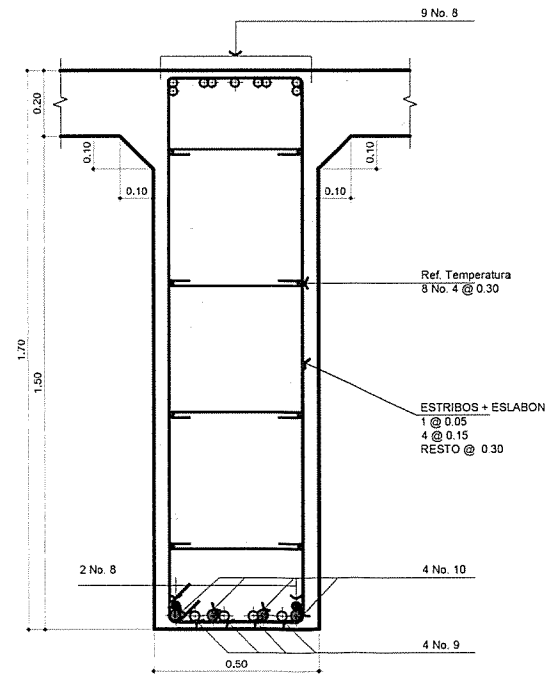
**SECCION LONGITUDINAL DE VIGA PRINCIPAL**  
PUENTE VEHICULAR

ESCALA 1: 25



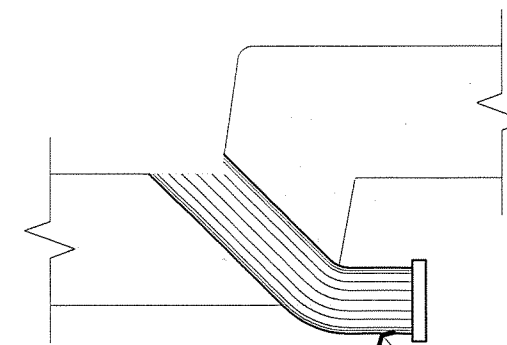
**SECCION A-A**  
ARMADO DE VIGA PRINCIPAL

ESCALA 1: 10



**SECCION B-B**  
ARMADO DE VIGA PRINCIPAL


ESCALA 1: 10

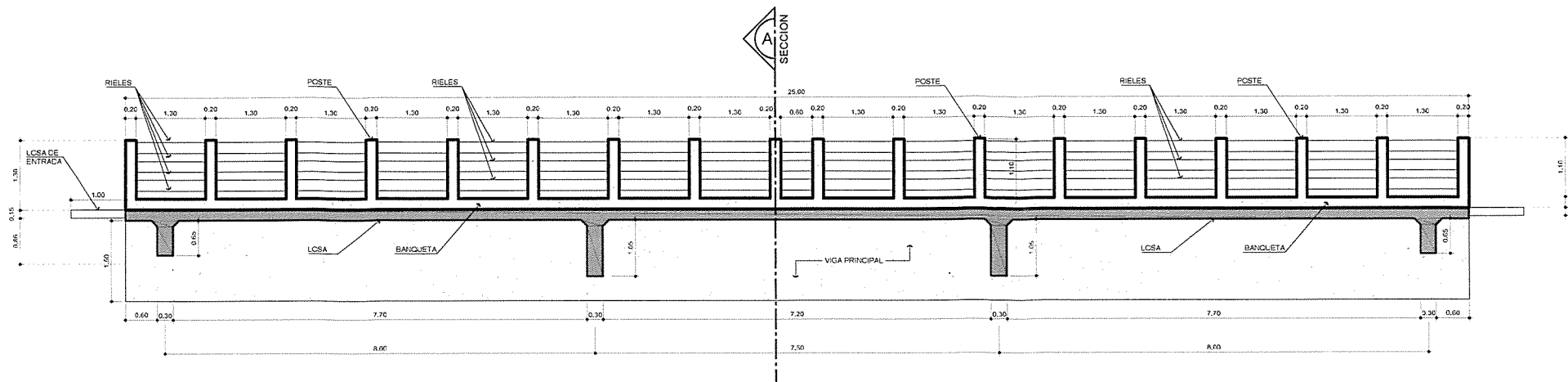


TUBO HG. Ø 4" @ 45°  
CON INCLINACION DE 45°

**DETALLE DRENAJE PLUVIAL**

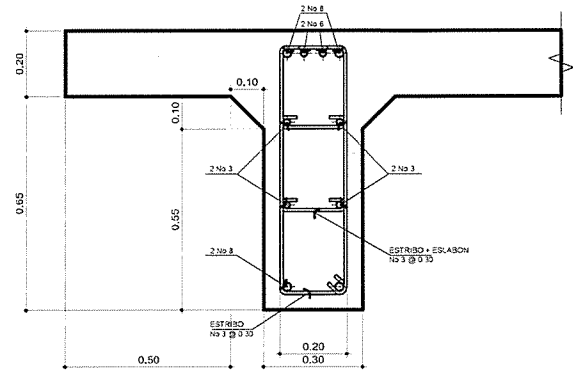


		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contenido	DETALLES DE VIGA PRINCIPAL		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala INDICADA	Carnet 2009-15117
Fecha	AGOSTO 2014	H O J A	
Volvo			3 5



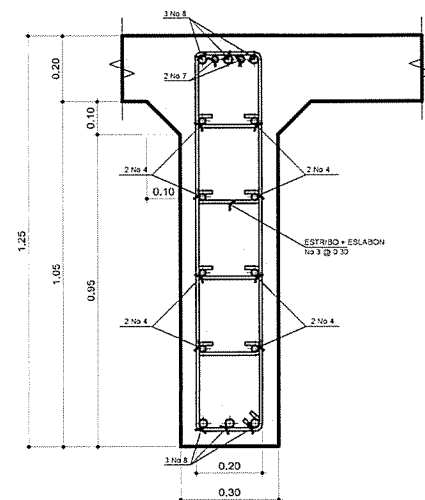
**ELEVACIÓN DE SUPERESTRUCTURA**  
PUENTE VEHICULAR

ESCALA 1: 50



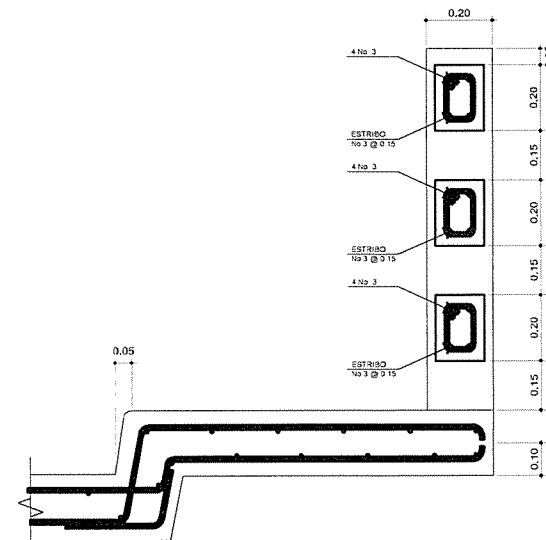
**SECCIÓN DE DIAFRAGMA EXTERIOR**

ESCALA 1: 10



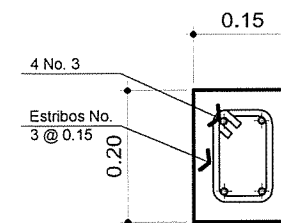
**SECCIÓN DE DIAFRAGMA INTERIOR**

ESCALA 1: 10



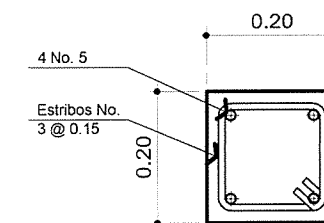
**SECCIÓN DE BARANDA + RIELES**

ESCALA 1: 10



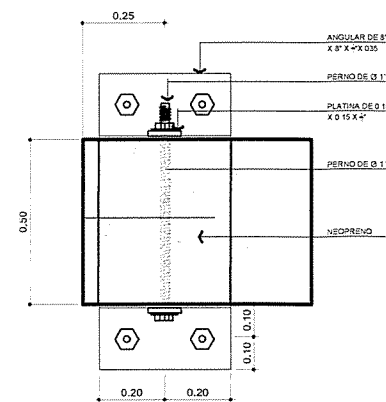
**SECCIÓN DE RIEL**

ESCALA 1: 05



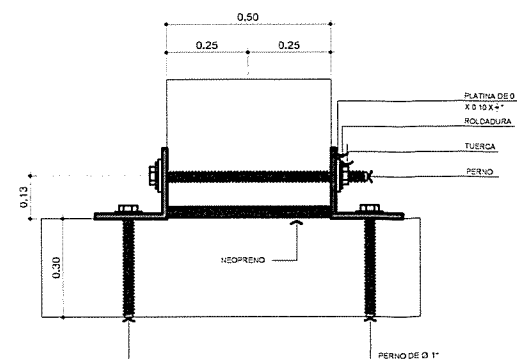
**SECCIÓN POSTE DE BARANDA**

ESCALA 1: 05



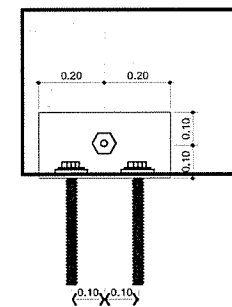
**PLANTA DE ANCLAJES Y NEOPRENO**

ESCALA 1: 10



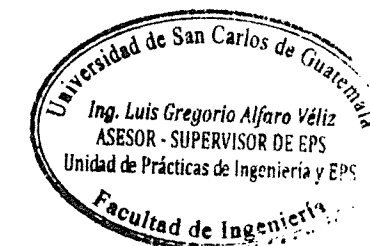
**ELEVACIÓN DE ANCLAJES Y NEOPRENO**

ESCALA 1: 10



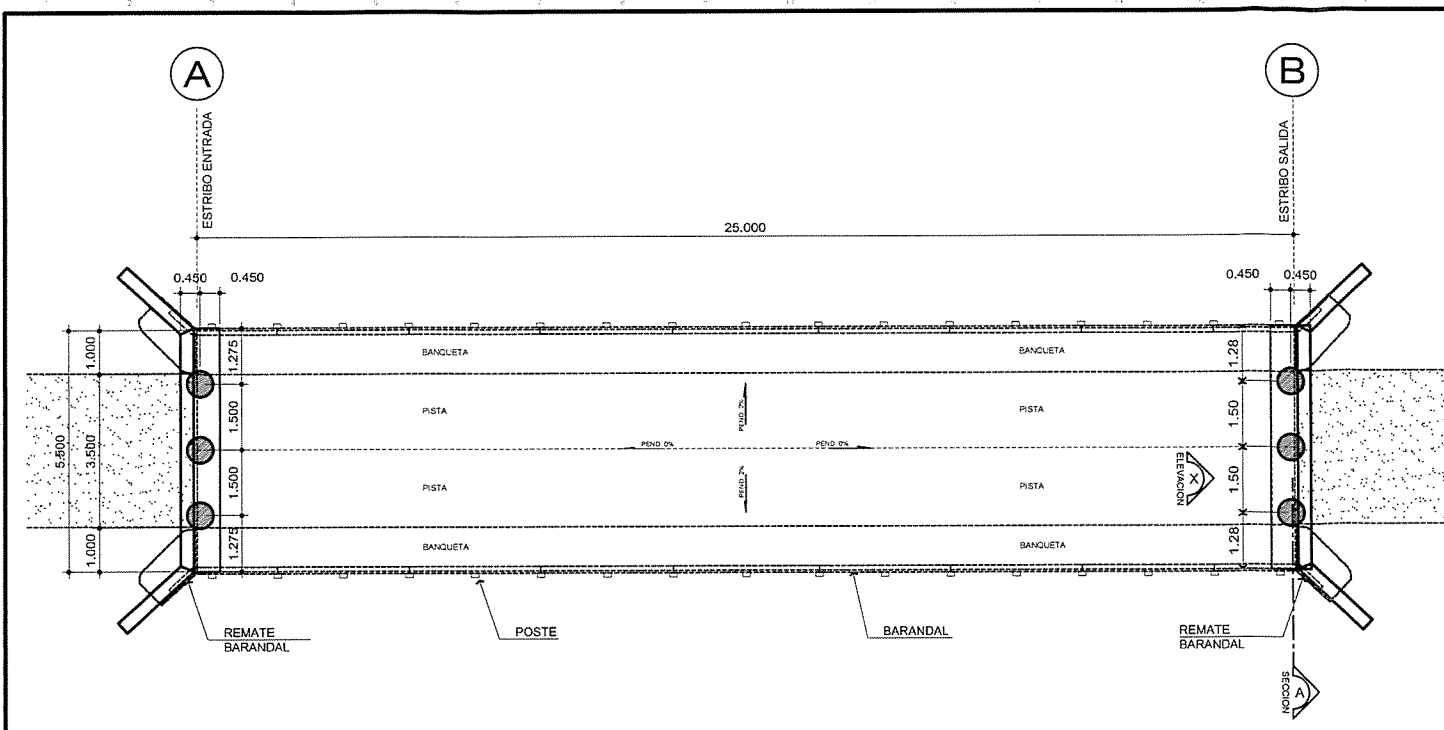
**PERFIL ANCLAJES Y NEOPRENO**

ESCALA 1: 10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

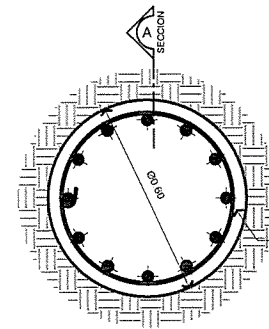
Proyecto	DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Contenido	DETALLES DE SUPERESTRUCTURA		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS DROZCO	Escala INDICADA	Carpet 2009-15117
Fecha	AGOSTO 2014	HOJA	
Vista			4 5



**PLANTA DE SUB-ESTRUCTURA**  
PUENTE VEHICULAR

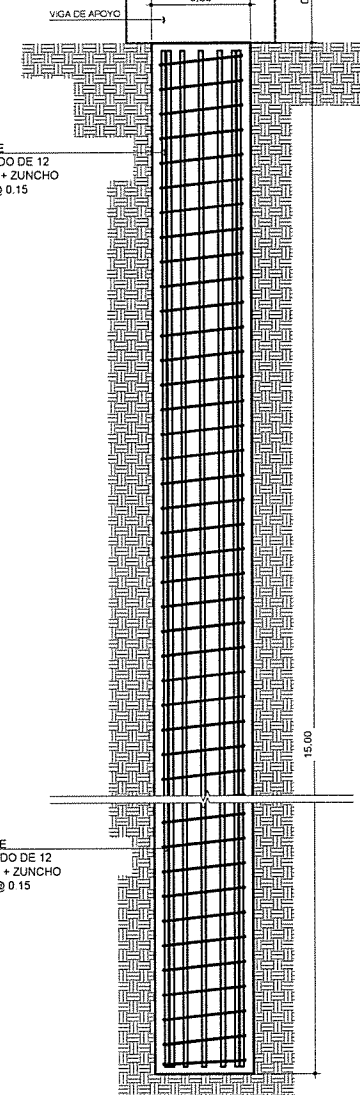
**PLANTA PILOTE**

ESCALA 1: 10



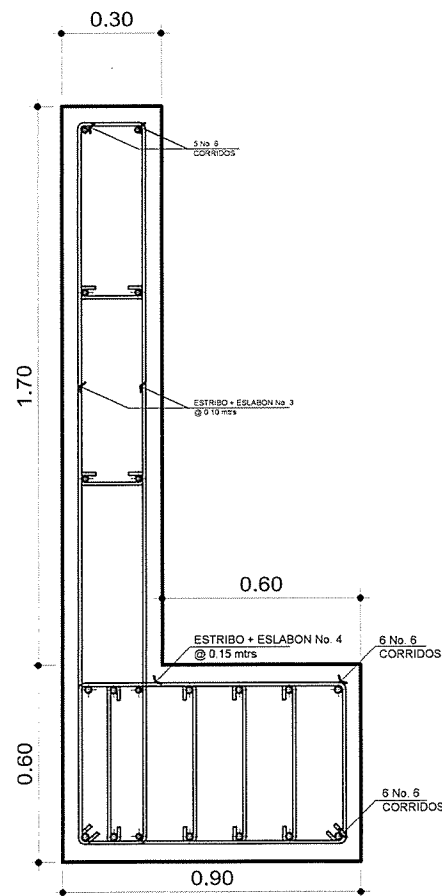
PILOTE  
ARMADO DE 12 No. 10 +  
ZUNCHO No. 4 @ 0.15

PILOTE  
ARMADO DE 12  
No. 10 + ZUNCHO  
No. 4 @ 0.15



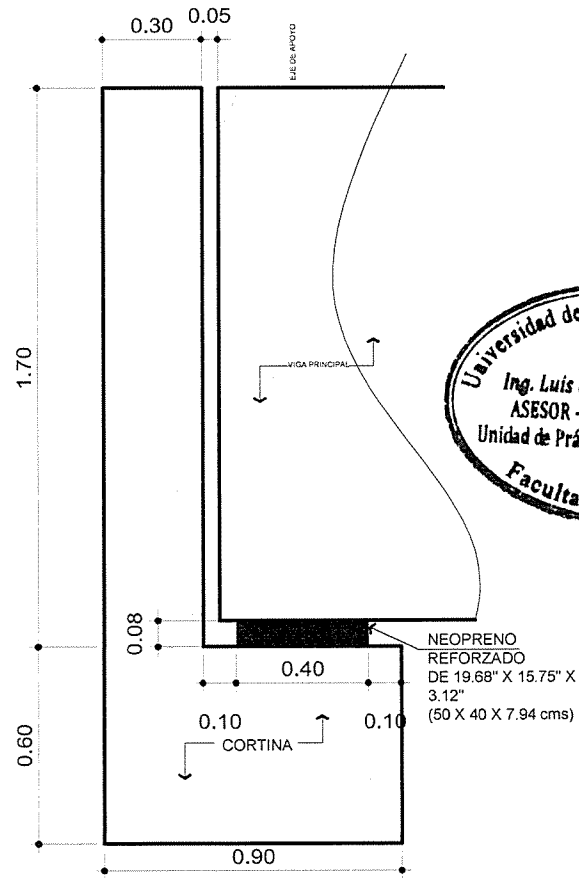
**SECCION PILOTE**

ESCALA 1: 20



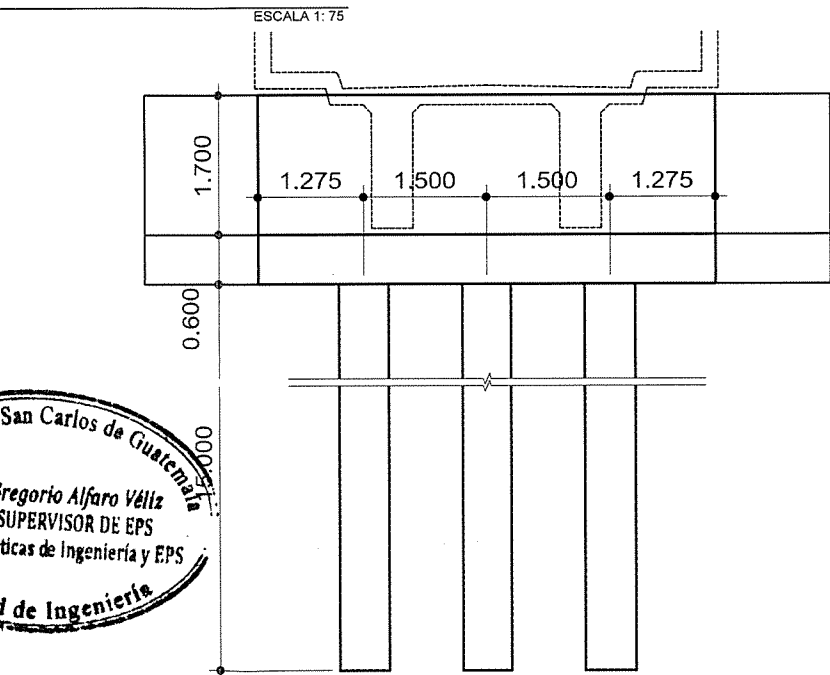
**DETALLE DE CORTINA Y  
VIGA DE APOYO**

ESCALA 1: 10



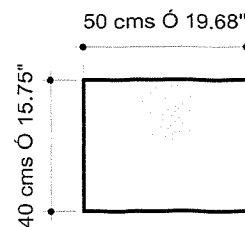
**DETALLE DEL NEOPRENO**

ESCALA 1: 10



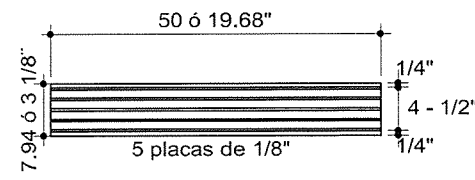
**ELEVACION X SUBESTRUCTURA**

ESCALA 1: 40



**PLANTA DEL NEOPRENO**

ESCALA 1: 05



**ELEVACION DEL NEOPRENO**

ESCALA 1: 05



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto	DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR	Ubicación	PUERTO BARRIOS IZABAL
Corte	PLANTA SUBESTRUCTURA + CIMENTACION		
Estudiante	OMAR ANIBAL MAZARIEGOS OROZCO	Escala INDICADA	2009-15117
Fecha	AGOSTO 2014	HOJA	
VoBo			5 5