



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS
MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL
ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS
MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL
ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 22 de febrero de 2010.



César Alejandro Hernández Godoy

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 27 de julio de 2010.
Ref.EPS.DOC.842.07.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **César Alejandro Hernández Godoy** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200614941**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN"**.

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. *JMC*
Ing. Juan Merch Cos
Asesor Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
JMC/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 27 de julio de 2010.
REF.EPS.D.548.07.2010

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


Estimado Ingeniero Montenegro Franco,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **César Alejandro Hernández Godoy**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
13 de septiembre de 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Guatemala

Estimado Ingeniero Montenegro.

Atentamente y por este medio, envío a usted, el trabajo de graduación desarrollado por el estudiante César Alejandro Hernández Godoy, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo; y extendiendo la APROBACIÓN DEL MISMO, por parte del Asesor Ing. Juan Merck Cos y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas, el suscrito lo da por APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge Alejandro Arevalo Vardax
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



/bbdeb.

PROGRAMA DE
INGENIERIA CIVIL
ACREDITADO POR



Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua

PERIODO 2009-2012



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



Guatemala,
13 de septiembre de 2010


Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Guatemala

Estimado Ingeniero Montenegro.

Atentamente y por este medio, envío a usted, el trabajo de graduación desarrollado por el estudiante César Alejandro Hernández Godoy, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo; y extendiendo la APROBACIÓN DEL MISMO, por parte del Asesor Ing. Juan Merck Cos y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas, el suscrito lo da por APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald E. Gálvez C.
Jefe del Departamento de Estructuras

Ronald E. Gálvez C.
Ingeniero Civil
Colegiado No. 3370

PROGRAMA DE
INGENIERIA CIVIL
ACREDITADO POR



Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua

PERIODO 2009-2012



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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante César Alejandro Hernández Godoy, titulada DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES EL ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

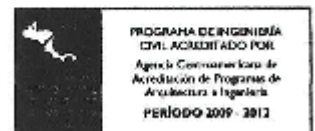
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2010

/bbdeb.

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



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.377 -2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES Y CARRETERA HACIA LAS COMUNIDADES ESCARBADO Y LA REFORMA, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN**, presentado por el estudiante universitario **César Alejandro Hernández Godoy**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval shape. The signature is written over a large, faint watermark of the university's seal.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, noviembre de 2010

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios, por darme la vida y permitirme finalizar la carrera de Ingeniería.

Mis padres, por su apoyo y consejos para poder realizar esta meta.

Mi hermana Paola, por su paciencia y cooperación.

El Ing. Juan Merck Cos, por toda la colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.

La Oficina Municipal de Planificación de la municipalidad de Sayaxché, Petén, por permitirme desarrollar este trabajo de graduación en su localidad y el apoyo brindado.

La familia Kilkan García por abrirme las puertas de su hogar.

La Facultad de Ingeniería, por brindarme los conocimientos para ser Ingeniero Civil.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por haberme dado la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa casa de estudios.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Quien da la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia.
MIS PADRES	Irma Haydee Godoy Alejandro César Augusto Hernández Méndez.
MI HERMANA	Karla Paola Hernández Godoy.
MI SOBRINA	Fátima Alejandra.
MI FAMILIA EN GENERAL	Con mucho afecto.
MIS AMIGOS	Por su sincera amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. Fase de investigación	1
1.1. Monografía de las comunidades El Escarbado y La Reforma	1
1.1.1 Reseña histórica	1
1.1.2 Localización del municipio	1
1.1.3 Ubicación geográfica	2
1.1.4 Aspectos topográficos	2
1.1.5 Vías de acceso	2
1.1.6 Clima	3
1.1.7 Colindancias	3
1.1.8 Demografía	4
1.1.8.1 Población	4
1.1.8.2 Tipo de vivienda	4
1.1.9 Educación	4
1.1.10 Aspectos económicos	5
1.1.11 Servicios existentes	7
1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades El Escarbado y La Reforma	7

1.2.1. Descripción de las necesidades	7
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades	8
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1 Diseño de la edificación de dos niveles para oficinas Municipales	9
2.1.1 Descripción del proyecto y criterios de diseño	9
2.1.2 Estudio preliminar	10
2.1.2.1 Terreno disponible	10
2.1.2.2 Análisis de suelos	10
2.1.2.2.1 Ensayo triaxial	10
2.1.3 Diseño arquitectónico	12
2.1.3.1 Ubicación del edificio en el terreno	12
2.1.3.2 Distribución de ambientes	13
2.1.3.3 Altura de edificio	13
2.1.3.4 Selección del sistema estructural a usar	13
2.1.4 Análisis estructural	14
2.1.4.1 Pre-dimensionamiento estructural	16
2.1.4.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos	19
2.1.4.3 Cargas aplicadas a los marcos dúctiles	20
2.1.4.3.1 Cargas verticales en marcos dúctiles	20
2.1.4.3.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles	26
2.1.4.3.3 Análisis de marcos dúctiles utilizando software y comprobación por medio de un método numérico (Kanni)	38
2.1.4.3.4 Momentos últimos por envolvente de momentos	45
2.1.4.3.5 Diagramas de momentos y corte	47

2.1.5 Diseño estructural	50
2.1.5.1 Losas	50
2.1.5.2 Vigas	61
2.1.5.3 Columnas	67
2.1.5.4 Zapata y cimientos corridos	78
2.1.5.5. Gradass	85
2.1.6 Instalaciones eléctricass	89
2.1.7 Instalaciones hidráulicass	90
2.1.8 Planos constructivos	90
2.1.9 Presupuesto	90
2.1.10 Evaluación de impacto ambiental	92

2.2 Diseño de la carretera hacia las comunidades El Escarbado y

La Reforma	94
2.2.1 Descripción proyecto y criterios de diseño	94
2.2.2 Preliminar de campo	94
2.2.2.1 Reconocimiento	94
2.2.2.2 Levantamiento topográfico preliminar	95
2.2.3 Dibujo preliminar	97
2.2.3.1 Planimétrico	98
2.2.3.2 Altimétrico	98
2.2.3.3 Curvas de nivel	98
2.2.4 Diseño de localización	99
2.2.4.1 Corrimiento de línea	100
2.2.4.2 Cálculo elementos de curva horizontal	103
2.2.4.3 Determinación de curva vertical	107
2.2.5 Movimiento de tierras	111
2.2.5.1 Área de secciones transversales	111
2.2.5.2 Volúmenes de tierra	112

2.2.6	Determinación de la calidad del suelo	113
2.2.6.1	Pruebas de laboratorio	113
2.2.6.2	Criterios para definir la capa de rodadura	116
2.2.7	Diseño la carpeta de rodadura	116
2.2.8	Cálculo de localización	117
2.2.8.1	Cálculo del PI	117
2.2.8.2	Cálculo elementos de curva y estacionamiento	117
2.2.9	Drenajes	117
2.2.9.1	Drenaje longitudinal	118
2.2.9.2	Drenaje transversal	119
2.2.10	Elaboración de planos de proyecto	121
2.2.11	Presupuesto	122
	CONCLUSIONES	123
	RECOMENDACIONES	125
	BIBLIOGRAFÍA	127
	ANEXOS	129
	APÉNDICE	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa territorial del municipio de Sayaxché	3
2	Área tributaria columna critica	17
3	Marco dúctil, sección longitudinal	19
4	Marco dúctil, sección transversal	19
5	Planta segundo nivel	23
6	Planta de áreas tributarias	24
7	Carga muerta y carga viva, marco B	25
8	Carga muerta y carga viva, marco 2	26
9	Determinación del centro de masa	34
10	Fuerzas por marco X	37
11	Fuerzas por marco Y	38
12	Modelación del edificio en ETABS	39
13	Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m)	41
14	Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m)	41
15	Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m)	42
16	Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m)	42
17	Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m)	42
18	Momentos por carga de sismo en vigas sentido Y (kg-m)	43
19	Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m)	43
20	Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m)	43
21	Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m)	44
22	Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m)	44
23	Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m)	44
24	Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m)	45
25	Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m)	46
26	Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m)	46

27	Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m)	46
28	Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m)	47
29	Diagrama de corte en vigas sentido X (kg)	48
30	Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg)	49
31	Diagrama de corte en columnas sentido X (kg)	49
32	Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg)	49
33	Planta de losas del primer nivel	50
34	Determinación de los momentos en losas	52
35	Momentos en losas	54
36	Balanceo de momentos	54
37	Momentos balanceados en losas del primer nivel	57
38	Detalle de armado en losas	60
39	Detalle de armado en viga 1X	66
40	Detalle de columnas	77
41	Corte simple en zapata	81
42	Punzonante en zapata	82
43	Detalle de armado de zapata	84
44	Detalle de cimiento corrido	85
45	Planta-elevación modulo de gradas	86
46	Sección transversal modulo de gradas	89
47	Hoja cartográfica laguna Petexbatun	95
48	Curvas de nivel	99
49	Corrimiento de línea	101
50	Elementos de curva horizontal	104
51	Componentes de curva vertical	108
52	Detalle cunetas	118
53	Área de influencia de la cuenca	120
54	Ensayo de compresión triaxial	130
55	Zonificación sísmica de Guatemala	132
56	Diagrama de interacción columna del primer nivel	138
57	Ensayo de límites de Atterberg	141
58	Ensayo de granulometría	142

59	Ensayo de CBR	143
60	Ensayo de Proctor	144
61	Ensayo de abrasión	145

TABLAS

I	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	21
II	Centros de rigidez	33
III	Determinación de las excentricidades	35
IV	Determinación las fuerzas por torsión en X	36
V	Determinación las fuerzas por torsión en Y	37
VI	Resumen de cálculo de momentos en losas	53
VII	Espaciamiento en losas del primer nivel	57
VIII	Diseño de vigas a flexión	64
IX	Presupuesto Edificio municipal	91
X	Boleta de riesgo edificio municipal	92
XI	Libreta topografica-linea central	96
XII	Características geométricas	100
XIII	Resumen diseño planimétrico	106
XIV	Resumen diseño de curvas verticales	110
XV	Calculo de área	112
XVI	Parámetros hidrológicos cuenca La Pasión.	120
XVII	Presupuesto carretera hacia El Escarbado y La Reforma	122
XVIII	Factores de capacidad de carga	131
XIX	Coeficientes sísmicos	132
XX	Coeficientes para corte basal UBC-97	133
XXI	Coeficientes para losas en dos sentidos	135
XXII	Tabla de radios para carreteras	139
XXIII	Coeficientes K para curva vertical cóncava	140
XXIII	Coeficientes K para curva vertical convexa	140

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
As	Área de acero
At	Área tributaria
Av	Área de la varilla
A%	Diferencia algebraica de pendientes
c	Coefficiente de escorrentía
Cm	Cuerda Máxima
CM	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
CUT	Carga ultima total
d	Peralte efectivo
D(1-2)	Distancia entre 1 y 2
e	Excentricidad
E	External
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo elasticidad del acero
f'c	Resistencia última del concreto
Fcu	Factor de carga última
Fy	Esfuerzo del fluencia para el acero
G	Grado de curvatura
h	Altura
Hv	Altura de la viga
I	Inercia
/	Intensidad de lluvia
k	Coefficiente de longitud efectiva
K	Constante para diseño de curvas verticales
Lc	Longitud de curva
Long.	Longitud
m	Relación entre lado corto y lado largo en losas

M	Momento
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
MB	Momento balanceado
Mcm	Momento de carga muerta
Mcv	Momento por carga viva
Mu	Momento último
P	Carga puntual
P't	Carga de trabajo
P1	Punto de coordenada
P%	Pendiente en porcentaje
psi	Libras por pulgada cuadrada
q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
Q	Caudal
R	Radio
Rec	Recubrimiento
S	Fuerza de sismo
St	Sub-tangente
t	Espesor
tc	Tiempo de concentración de la cuenca
Ton	Tonelada
V	Esfuerzo de corte
Vol	Volumen
Vr	Esfuerzo de corte resistido
Vs	Valor soporte
W	Peso
Wc	Peso específico del concreto
Wm	Carga muerta distribuida
ρ	Cuantía de acero
\emptyset	Diámetro
Δ	Deflexión
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados sexagesimales.
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.
Base	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base.

Bóveda	Es una estructura formada por un arco metálico de concreto o de mampostería apoyada en dos muros; son diseñadas y construidas para desaguar caudales de agua y soportar rellenos relativamente grandes.
Cabezales	Muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento.
Cimiento corrido	Es el que se construye debajo de un muro.
Coefficiente de escorrentía	Relación entre el agua de lluvia que cae en una zona determinada.
Columna	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Columna esbelta	Es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones.

Concreto reforzado	Concreto que contiene el refuerzo de acero.
Confinamiento	El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo del mismo.
Contra cunetas	Son cunetas construidas generalmente en los taludes de corte, cuya finalidad es evitar que las aguas superficiales lleguen hasta la carretera.
Coordenadas	Son puntos que sirven para determinar la posición exacta de un lugar.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Cunetas	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino, construida entre los extremos de los hombros y al pie de los taludes.
Drenajes	Controlan las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejoran las condiciones de

estabilidad de cortes, terraplenes y pavimentos.

Esfuerzo

Intensidad de fuerza por unidad de área.

Excavaciones

Deben ser construidas cuidadosamente ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales serán verticales.

Estribo

Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.

Excentricidad

Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

Fluencia

Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.

Marco de concreto

Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.

Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Momento negativo	Es el momento al que están siendo sometido los extremos de las vigas. Si el acero corrido no cubre dicho momento, se pone acero extra llamado bastón.
Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de acero.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Relleno	Es el material de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superior de las cajas, así como, atrás de los aletones.
Sección típica	Es toda la extensión de la carretera, tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
Solera	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste esfuerzos y confina los muros.
Terracería	Es el conjunto de operaciones de cortes, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios

de material que se realizan hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad con los niveles indicados en los planos.

Terraplén

Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de subrasante.

Zapata

Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

RESUMEN

El trabajo de graduación presenta dos fases que constituyen la estructura del mismo: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional.

En la fase de investigación se realizó una recopilación de información importante, que detalla características típicas de las comunidades del El Escarbado y La Reforma ubicadas al sur de la cabecera municipal del municipio de Sayaxché.

En la fase del servicio técnico profesional se presenta el desarrollo de dos proyectos, diseñados con el fin de cubrir necesidades básicas, que presenta la población y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El primer proyecto es un edificio de dos niveles, ubicado en el casco urbano del municipio, destinado para el uso de oficinas municipales, cuyo diseño arquitectónico satisface las necesidades de espacio del personal administrativo de la municipalidad, se diseñó la estructura con un único módulo de baños, ubicados en el primer nivel. El segundo proyecto es una carretera de terracería, que unirá a las comunidades de El Escarbado, La Reforma y Las Maravillas beneficiando a estas comunidades de manera directa, ya que actualmente no existe ningún camino, por el cual pueda ingresar vehículos, impidiendo así el desarrollo de las comunidades, con la construcción de esta carretera, se pretende mejorar la calidad de vida de la población de estas comunidades ya que será posible el acceso a otros servicios como electricidad y agua potable.

OBJETIVOS

GENERAL

- Diseñar la carretera que conducirá hacia las comunidades de El Escarbado y La Reforma y edificación de dos niveles para oficinas municipales, municipio de Sayaxché, departamento de Petén.

ESPECÍFICOS

1. Realizar los diseños con base en códigos y especificaciones.
2. Evaluar las necesidades principales de cada proyecto, con el fin de que estos satisfagan las necesidades de la población.
3. Desarrollar la correcta planificación de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Sayaxché está ubicado a 570 km de la capital, es uno de los municipios con mayor extensión territorial del país, colinda al oeste con México, lo cual beneficia de manera indirecta al acceso de productos provenientes de ese país.

En el municipio de Sayaxché es considerable la falta de obras de infraestructura y servicios básicos, sobre todo en las comunidades más alejadas de la cabecera municipal existen pocas vías de acceso, lo cual impide el desarrollo de la población en general, tal es el caso de las comunidades El Escarbado y La Reforma, razón por la cual se priorizó la realización del diseño de la carretera hacia esas comunidades.

Debido a la alta demanda de servicios proporcionados por la municipalidad, se determinó como prioridad el diseño de la edificación de dos niveles para oficinas municipales, ya que actualmente no se cuentan con las instalaciones adecuadas para la demanda de la población.

Al final del trabajo de graduación se presentan las conclusiones y recomendaciones correspondientes, además de los planos que constituyen los proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de las comunidades de El Escarbado y La Reforma

1.1.1 Reseña histórica

La mayor parte de la población de estas comunidades proviene de otros departamentos, ambas comunidades han sido asentadas a las orillas de la laguna Petéxbatun desde 1940, desde ese entonces los pobladores de esas comunidades han vivido de los recursos naturales obtenidos en ese lugar, debido a su riqueza en flora y fauna.

1.1.2 Localización del municipio

Las comunidades de El Escarbado y La Reforma se encuentran al sur de la cabecera municipal, a las orillas de la laguna Petéxbatun, para llegar a estas comunidades se puede acceder desde la carretera proveniente de Cobán hacia Sayaxché, cruzando por el caserío de las Pozas, luego se llega a Las Maravillas por medio de un camino de terracería, actualmente no existe una vía de acceso para vehículos para llegar a estas comunidades por lo cual es necesario caminar 5 km aproximadamente desde Las Maravillas.

1.1.3 Ubicación geográfica

Las comunidades de El Escarbado y La Reforma se ubican a 8 km al sur de la cabecera municipal.

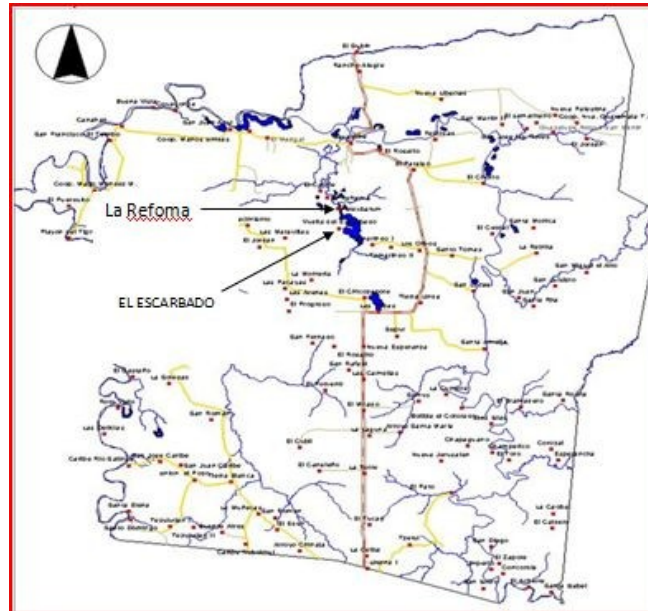
1.1.4 Aspectos topográficos

Una de las características principales del municipio es el terreno plano en la mayor parte de su extensión territorial, específicamente para las comunidades de El Escarbado y La Reforma se encuentran en un terreno relativamente plano, para llegar a ellas desde las maravillas es necesario pasar por una montaña cuya elevación llega a los 220 m sobre el nivel del mar, descendiendo hasta 100 m sobre el nivel del mar en la laguna Petéxbatun.

1.1.5 vías de acceso

Actualmente no existen vías de acceso para llegar hasta las comunidades, es necesario llegar a las Pozas desde la carretera que une a Sayaxché y Cobán, luego tomar un camino de terracería al oeste hasta llegar a Las Maravillas, desde ahí comienza el diseño de la carretera que ha de llegar hasta El Escarbado, bifurcándose el tramo el cual conduce hacia La Reforma, una vía de acceso alternativa de la navegación de la laguna Petéxbatun desde el sur de la cabecera municipal.

Figura 1. Mapa territorial del municipio de Sayaxché



Fuente: Municipalidad de Sayaxché, mapa de la región.

1.1.6 Clima

La mayor parte del año el clima es caluroso. La temperatura media mensual varía entre 23 grados en los meses de diciembre y enero y 32 en el mes más seco (mayo). Las temperaturas máximas medias varían entre 30 y 45 grados, y las mínimas entre 17 y 23 grados. Aunque no se han presentado heladas, en algunas ocasiones se han registrado las precipitaciones de granizo en ciertas partes del municipio.

1.1.7 Colindancias

Las comunidades de El Escarbado y La Reforma colindan al norte con la laguna Petexbatun, al sur con la comunidad de Las Maravillas, al este con la aldea Las Pozas y al oeste con el río La Pasión.

1.1.8 Demografía

1.1.8.1 Población

Se desconoce quiénes fueron los primeros pobladores del municipio de Sayaxché, pero se cree que fueron los últimos trabajadores de la montería y corte de madera de la empresa maderera Jamet Sastré, entre los años 1874-80, en las áreas de los ríos Lacantún, Usumacinta y La Pasión, trabajadores oriundos en su mayoría de Tenosique, Tabasco, Belice y España, dando a Sayaxché un origen Cosmopolita.

1.1.8.2 Vivienda

La mayor parte de las viviendas ubicadas en el área rural del municipio, están construidas con maderas de la región, en las áreas de mayor pobreza se observa viviendas construidas de guano (Hoja de un árbol nativo de Peten), mientras el casco urbano la mayor parte de las viviendas están construidas con mampostería.

1.1.9 Educación

Las comunidades de El Escarbado y La Reforma cuentan con sólo una escuela de educación primaria en cada comunidad, la mayor parte la población adulta es analfabeta.

1.1.10 Aspectos económicos

Las actividades económicas principales del municipio de Sayaxché se dividen en tres:

- Producción agrícola
- Producción pecuaria
- Producción forestal

Producción agrícola: el área de mayor potencial agrícola se encuentra a largo de la planicie aluvial de los ríos Salinas y La Pasión, y laguna Petéxbatun, en donde se ha observado el rendimiento en la producción de maíz de 50 y 70 quintales por hectárea sin aplicar nutrientes al suelo; por el contrario en la parte central del municipio, donde se encuentran los suelos más pobres, se han registrado rendimientos de 20 hasta 30 quintales por hectárea, el arroz entre 15 y 35 quintales por hectárea, y la pepitoria entre 15 y 25 quintales por hectárea.

La economía del municipio se basa principalmente en la agricultura. Como se mencionó anteriormente los principales cultivos que se cosechan en el municipio son: maíz, frijol, arroz y pepitoria. En menor escala se cultiva Chile jalapeño, plátano, naranja, cocos, limón, nance y otros frutales.

Producción pecuaria: la crianza de ganado bovino es la segunda actividad económica más importante de Sayaxché. En los últimos años se ha observado un cambio ascendente de actividades agrícolas a la crianza de ganado están ubicadas a lo largo de los ríos La Pasión y Salinas, que facilitan el crecimiento de pasto y el acceso a las fuentes de agua. Las especies bovinas que se maneja son las de engorde para carne. Los campesinos que se dedican

a esta actividad lo hacen sin ningún control técnico del ganado y del pasto, lo cual resulta en bajos rendimientos. Por otro lado, existen fincas con un alto manejo técnico del hato y del pasto, y en algunas, inclusive, se crían búfalos en pequeña escala. Gran parte del ganado producido se comercializa en México, también se traslada hacia otros departamentos de Guatemala, e inclusive se lleva hasta Honduras y El Salvador. El consumo local es muy poco, aproximadamente entre 200 y 300 animales que se destazan en las carnicerías locales anualmente. Asimismo, la crianza de cerdos es otra actividad que se realiza mayoritariamente en las comunidades rurales, quienes venden su producción a intermediarios que llegan directamente a las comunidades para llevarlos a las carnicerías locales y los mercados del área central de Petén (San Benito y Santa Elena, Flores). Esta actividad se realiza sin ningún control técnico, ni siquiera se construyen cochiqueras por lo que los animales deambulan por las calles. Por último, en un gran número de comunidades se realiza la crianza de especies avícolas como pollos y pavos (comúnmente llamados chompipe), principalmente para consumo de carne y huevos de las familias.

Producción forestal: la mayor parte del territorio del municipio es de vocación forestal, que desafortunadamente ha sufrido un cambio paulatino para actividades agropecuarias. La cobertura boscosa actual es de aproximadamente 130,000 hectáreas de bosques naturales, dentro de los cuales se encuentran especies latifoliadas y bosque secundario. Los suelos con mayor potencial para ésta actividad están ubicados en la parte central, norte y este del municipio, que cuentan con pendientes mayores de 4% y un profundidad del suelo entre 15 y 20 cm. Donde se podrían establecer plantaciones forestales, agro forestales y agrasilvopastoriles.

1.1.11 Servicios existentes

Ambas comunidades carecen de un sistema de abastecimiento de agua potable, electricidad e infraestructura en general.

1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades de El Escarbado y La Reforma

1.2.1 Descripción de las necesidades

Las necesidades principales por satisfacer son:

-Construcción de vías de acceso: actualmente no existen, lo cual impide el desarrollo de estas comunidades dentro del sector productivo del municipio.

-Introducción de energía eléctrica: con la introducción de la red de energía eléctrica mejorara la calidad de vida de los pobladores de estas comunidades, así como el acceso a los servicios que se derivan de este.

-Agua potable: no existen redes de distribución de agua potable, esto contribuye de manera significativa a los altos índices de enfermedades gastrointestinales en niños y ancianos.

-Infraestructura: ambas comunidades carecen de centros de salud y centros educativos adecuados para la enseñanza.

1.2.2 Evaluación y priorización de las necesidades

Realizando la evaluación de las necesidades de ambas comunidades, se priorizó la construcción de la carretera hacia las comunidades de El Escarbado y La Reforma por las siguientes razones:

- Al crear una vía de acceso para estas comunidades, tendrán acceso a otros servicios como electricidad y agua potable.

- Podrán obtener mayores ingresos derivados de la venta de sus productos agrícolas, ya que los costos de transporte han de reducirse.

- Podrán explotar el turismo, ya que ambas comunidades se encuentran a las orillas de la laguna Petexbatun.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de la edificación de dos niveles para oficinas municipales

2.1.1 Descripción del proyecto y criterios de diseño

El proyecto consiste en diseñar un edificio de dos niveles destinado para oficinas municipales, el área útil para oficinas ha sido diseñado de tal forma que se cubran las necesidades del personal administrativo de la municipalidad, de tal modo que el diseño contempla un único módulo de baños colocados en el primer nivel, la disposición de las oficinas propuesto contempla que en el primer nivel se han de localizar las oficinas de mayor uso para la población en general (oficina de cobros múltiples, tesorería, servicios sanitarios, oficina del adulto mayor, oficina del síndico, oficina de acceso a la información pública y su respectivo archivo y una bodega), mientras en el segundo nivel se localizan las oficinas de las autoridades administrativas y la unidad técnica de la municipalidad (oficina municipal de planificación, juzgado de asuntos municipales, oficina de la policía municipal de tránsito, oficina de autoridades administrativas, oficina del alcalde, y un salón de sesiones).

La edificación estará conformada por marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos, losa de concreto reforzado, muros tabiques. Las cargas vivas de diseño serán tomadas del AGIES, el código de diseño a utilizar para los elementos de concreto reforzado es el ACI 318 05, el método de análisis de carga horizontal por carga de sismo se ha de calcular con el código UBC 97.

2.1.2 Estudio preliminar

2.1.2.1 Terreno disponible

El terreno está ubicado en el casco urbano del municipio en el barrio La Esperanza, en dicho predio está siendo construidos un asilo para ancianos, una estación de bomberos y se tiene previsto la construcción de una estación de policía, el área a utilizar será de 30 m de largo por 8 m de ancho, el terreno actualmente cuenta con un relleno de aproximadamente 1 m de profundidad, el terreno deberá ser nivelado previa la construcción del edificio.

2.1.2.2 Análisis de suelos

Es necesario conocer las características del suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos en función del valor soporte, para asegurar que el diseño de la estructura estará bien sustentado sobre sus cimientos.

2.1.2.2.1 Ensayo triaxial

El ensayo de compresión triaxial fue realizado en el CII, la muestra fue extraída a 2 m por debajo del terreno existente, ver anexo uno. Los resultados son los siguientes:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: arcilla arenosa color café oscuro

Dimensión y tipo de la probeta: 2.5" x 5.0"

Ángulo de fricción Interna $\phi = 7.05^\circ$

Cohesión $C_u = 0.70 \text{ ton/m}^2$

Base (B) = 1.00 m

Largo (L) = 1.00 m

Peso específico (γ_s) = 1.82 ton/m³

Desplante (Df) = 2.00 m

Capacidad portante neta última utilizando la ecuación de Meyerhof:

$$V_s = C \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c + q_0 \cdot N_q \cdot d_q \cdot S_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot S_\gamma.$$

Factores de capacidad de carga (obtenidos de la tabla del anexo 2):

$$N_c = 7.16$$

$$N_q = 1.88$$

$$N_\gamma = 0.71$$

Factores de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2 \cdot (D_f/B) \cdot \tan(45 + \phi/2)$$

$$d_c = 1 + 0.2 \cdot (2/1) \cdot \tan(45 + 7.05/2) = 1.45$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (D_f/B) \cdot \tan(45 + \phi/2)$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (2/1) \cdot \tan(45 + 7.05/2) = 1.22$$

Factores de forma:

$$S_c = 1 + (B/L) \cdot \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$S_c = 1 + (1/1) \cdot \tan^2(45 + 7.05/2) = 2.27$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (B/L) \cdot \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (1/1) \cdot \tan^2(45 + 7.05/2) = 1.127$$

$$q_0 = D_f \cdot \gamma_s$$

$$q_0 = 2 \cdot 1.82 = 3.64 \text{ Ton/m}^2.$$

Valor soporte del suelo:

$$V_s = C \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c + q_0 \cdot N_q \cdot d_q \cdot S_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot S_\gamma$$
$$V_s = 0.70 \cdot 7.16 \cdot 1.45 \cdot 2.27 + 3.64 \cdot 1.88 \cdot 1.22 \cdot 1.13 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1.86 \cdot 0.71 \cdot 1.22 \cdot 1.13$$
$$V_s = 26.92 \text{ T/m}^2$$

Valor soporte de diseño 26.92 T/m².

2.1.3 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico consiste en darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo se deben tomar en cuenta los diferentes criterios tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

2.1.3.1 Ubicación del edificio en el terreno

El edificio fue ubicado al centro de un conjunto de edificios que están en construcción y algunos más por comenzar, ya que se encuentra en una de las calles que atraviesan la avenida principal; se ubico de tal forma que la posea el espacio para un parqueo y una banqueta de 1.5 m en la parte frontal de la estructura.

2.1.3.2 Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes, se tomó en cuenta la relación entre una oficina y otra, para una mayor funcionabilidad y una mejor eficiencia de trabajo, el diseño contempla un único módulo de baños colocados en el primer nivel, la disposición de las oficinas propuesto en el primer nivel se han de localizar las oficinas de mayor uso para la población en general (oficina de cobros múltiples, Tesorería, servicios sanitarios, oficina del adulto mayor, oficina del síndico, oficina de acceso a la información pública y su respectivo archivo y una bodega), mientras en el segundo nivel se localizan las oficinas de las autoridades administrativas y la unidad técnica de la municipalidad (oficina municipal de planificación, juzgado de asuntos municipales, oficina de la policía municipal de tránsito, oficina de autoridades administrativas, oficina del alcalde, y un salón de sesiones).

2.1.3.3 Altura del edificio

El edificio está diseñado con el sistema de marcos espaciales dúctiles está conformado por dos niveles, cada nivel tendrá 3 metros de piso a cielo, la altura total será de 6 metros.

2.1.3.4 Selección del sistema estructural a usar

En la decisión para elegir el sistema estructural a utilizar, se debe tomar en cuenta lo siguiente: factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica constructiva para realizar la obra.

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos espaciales dúctiles, con losas planas de concreto reforzado, y muros para la división de ambientes (estos son independientes del sistema estructural de marcos espaciales dúctiles).

2.1.4. Análisis estructural

El análisis estructural consiste en la determinación de los efectos originados por las cargas aplicadas en la estructura, con el objeto de efectuar comprobaciones de seguridad en sus elementos resistentes. También buscamos a través del análisis las deformaciones verticales y horizontales de algunos elementos estructurales para su comparación con los valores que definen estados límites de servicio.

Juntas de construcción:

Cuando más alargado es el edificio, más problemático será el comportamiento de los sistemas de piso (diafragma rígido), que pueden sufrir fuertes deformaciones a su propio plano. Para estos casos existe la tendencia a que se produzcan diversas formas de vibración en la longitud del edificio. Se evitan estos fenómenos al acortar la longitud del edificio disponiendo de juntas construcción. Además de las condiciones sísmicas es importante la consideración de las variaciones de temperatura, ya que ocasionan cambios dimensionales, tanto en la estructura como en el resto de los componentes del edificio, de esta forma el edificio se comporta como un objeto dinámico y por lo tanto deben disponerse de juntas de dilatación.

De acuerdo con los códigos de diseño se establece que deben disponerse de juntas de tal modo que ocurra un desplazamiento libre de los elementos de la estructura sin que esta se vea afectada, de acuerdo al código utilizado para este diseño (UBC-97) establece colocar juntas de dilatación por lo menos a cada 30 metros, considerando las variaciones térmicas de la región. Tomando en cuenta que la longitud exacta de la estructura es de 30 metros y a la simetría de la estructura no se ha dispuesto colocar juntas de construcción salvo en las uniones de los muros tabiques a los marcos dúctiles, ya que así lo especifica el código UBC-97 en las secciones 1906 a la 1921 del tomo II del UBC-97.

Es recomendable que la forma cuente con simetría en la planta. Se deben evitar edificios de forma irregular, en caso necesario, subdividir en formas regulares que puedan responder independientemente. La decisión de resolver como una unidad un edificio irregular o mediante juntas de construcción creando varios cuerpos dependerá del estudio de alternativas que contemple básicamente la intensidad esperada de los sismos así como la importancia y altura del edificio.

La colocación de juntas en los lugares donde se tenga previsto una concentración de esfuerzos impide el colapso de la estructura ante la acción de sismo, ya que la estructura completa ha de reaccionar como un conjunto de estructuras independientes debido a la distribución de las rigideces.

Es importante tomar en cuenta los límites de deformación sísmica para establecer la separación entre las juntas sísmicas.

2.1.4.1 Predimensionamiento estructural

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.

Predimensionamiento de viga:

El predimensionamiento de la viga se puede realizar con base en el criterio de que por cada metro lineal libre de luz, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a $\frac{1}{2}$ del peralte. La relación entre la base y el peralte debe estar entre 0.25 y 0.60.

-Longitud de la viga= 5m

- $h_{\text{viga}}=8\% \text{Longitud de la viga}=0.08*5\text{m}=0.40\text{m}$

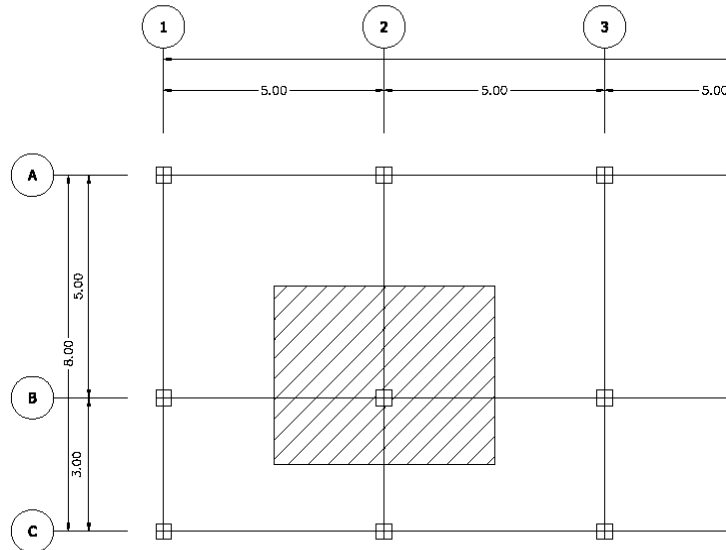
Para efectos de diseño se consideró un peralte de 45cm, con una base de 25cm.

Predimensionamiento de columnas

El método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, y de esta se determina el área bruta de la sección de la columna, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-05 capítulo 10 sección 10.3.6.2, al tener este valor, se puede proponer las medidas de la sección, para cumplir con esta área requerida. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en

todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

Figura 2. Área tributaria columna crítica



El área tributaria calculada es de 20m^2 , se ha de considerar el peso específico del concreto de 2400 kg/m^3 , además una carga viva de 250 kg/m^2 , para efectos de predimensionamiento, por lo tanto:

$$P_u = 1.4(2400\text{ kg/m}^3 * 20\text{m}^2) + 1.7(250\text{ kg/m}^2 * 20\text{m}^2) = 75,700\text{ kg}$$

Ya que son dos niveles se multiplica por dos

$$P_u = 75,700\text{ kg} * 2 = 151,400\text{ kg}$$

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

$P = 0.8(0.85 f'c * (Ag - As) + fy * As)$; Donde As es de 1% a 8% de Ag

Considerando As como 1% de Ag, $f'c$ de 281 kg/cm² y $fy=2810$ kg/cm² obtenemos:

$$151,400\text{kg} = 0.8(0.85 * 281 * (Ag - 0.01Ag) + 2810 * 0.01 * Ag)$$

Despejando Ag se obtiene

$Ag = 715.33\text{cm}^2$, para una sección cuadrada de 27cmX27cm, debido a que la ecuación de la carga axial no considera los efectos de esbeltez, se ha propuesto una sección de 35X35 cm.

Predimensionamiento de losa

Se utilizó el criterio del perímetro de losa dividido 180, para losas en dos sentidos. Se utiliza la losa de mayor dimensión.

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

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

Donde a = sentido corto de losa y b = sentido largo de losa

Calculando m para losa de mayor dimensión, con a = 5.00m y b = 5.00m
 $m = 5.00\text{m} / 5.00\text{m} = 1.0 > 0.5$; losa trabaja en dos sentidos.

Espesor de losa

$t = \text{perímetro} / 180$ Donde t = espesor de losa

$$t = 2(5+5)/180 = 0.111$$

Se propone una losa de 11 cm de espesor.

2.1.4.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

El modelo matemático es un gráfico y representa la forma del marco dúctil y la carga que soporta. Estos sirven para realizar el análisis estructural. Por la simetría estructural del edificio, se analizan y diseñan únicamente los marcos críticos.

Figura 3. Marco dúctil, sección longitudinal

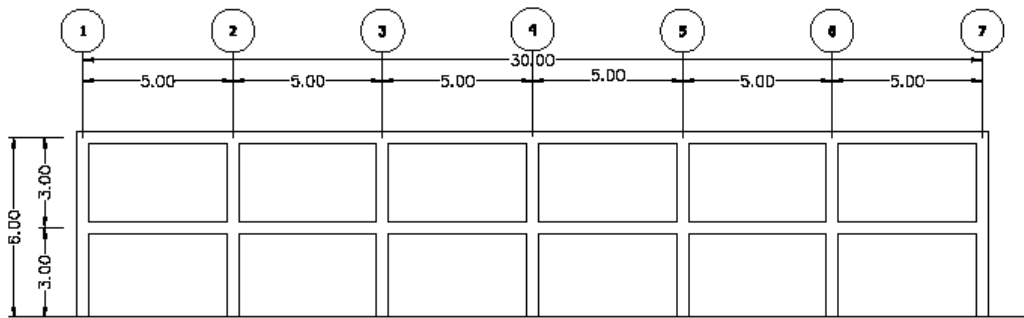
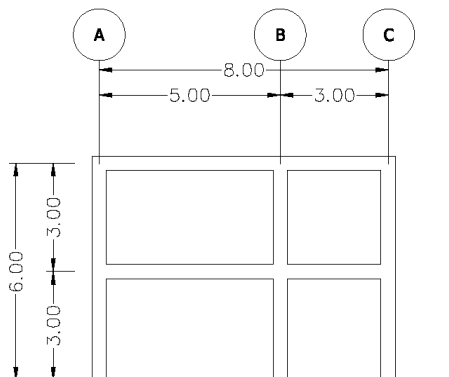


Figura 4. Marco dúctil, sección transversal



2.1.4.3 Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas existen varios criterios, aquí se hace una distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación, cargas verticales y horizontales.

2.1.4.3.1 Cargas verticales en marcos dúctiles

Las cargas verticales se dividen en dos grupos:

Cargas vivas: son las cargas aplicadas no permanentes en la estructura. Son todas las cargas predestinadas a un servicio de utilidad, el cual puede ser de ocupación o mantenimiento. Estas pueden estar parcialmente en su sitio y pueden cambiar de ubicación.

Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura, no se conocen con precisión.

La tabla I muestra los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, según la norma AGIES y otros códigos. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y al almacenamiento en general.

Tabla I. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Tipo de ocupación o uso	(Kg /m²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas Áreas de salida y/o escape Vestíbulos públicos	300 500 500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión con asientos fijos	300
Salones de reunión sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas:	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	depende del tipo de cancha
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayorista	500

Continuación tabla I.

Estacionamientos y garajes	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50

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

Las cargas vivías utilizadas para el diseño del edificio son:

Oficinas= 250kg/m²

Pasillos =500 kg/m²

Salones =500kg/m²

Techos =100 kg/m²

Cargas muertas: son las cargas aplicadas debido al peso de los elementos estructurales, estas son cargas permanentes, se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición, durante la vida de la estructura. Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud, dependiendo de los materiales que se utilicen, los pesos se determinan a partir de las densidades y tamaños.

Las cargas muertas aplicadas son:

Peso del concreto= 2400 kg/m^3

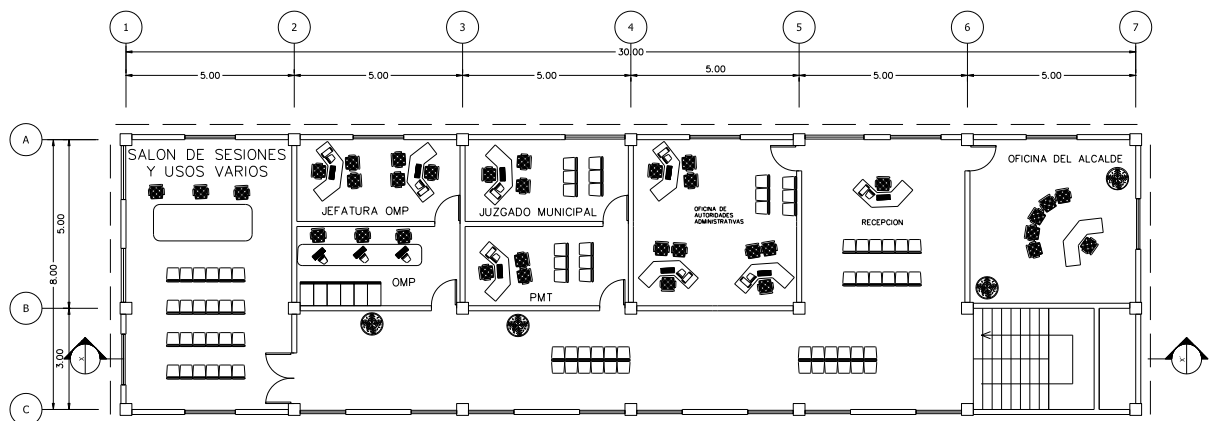
Peso de muros= 210 kg/m^2

Peso de vidrios= 10 kg/m^2

Peso de acabados = 80 kg/m^2

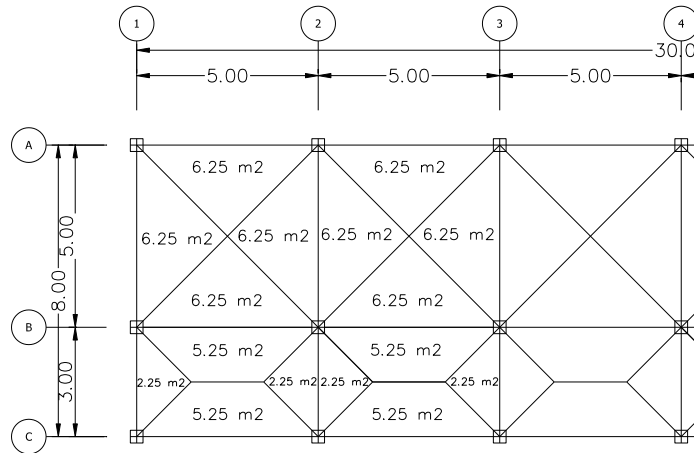
Integración de cargas verticales:

Figura 5. Planta segundo nivel



Integración de cargas para el marco B (marco crítico)

Figura 6. Planta de áreas tributarias



Primer nivel

Viga 1

$$CM = (210 \text{ kg/m}^2 \cdot 3 \text{ m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.11 \cdot 11.5 \text{ m}^2 / 5 \text{ m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.25 \text{ m} \cdot 0.45 \text{ m}) + (80 \text{ kg/m}^2 \cdot 11.5 \text{ m}^2 / 5 \text{ m}) = 1513 \text{ kg/m}$$

$$CV = 500 \text{ kg/m}^2 \cdot 11.5 \text{ m}^2 / 5 \text{ m} = 1150 \text{ kg/m}$$

Viga 2

$$CM = (210 \text{ kg/m}^2 \cdot 3 \text{ m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.11 \cdot 11.5 \text{ m}^2 / 5 \text{ m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.25 \text{ m} \cdot 0.45 \text{ m}) + (80 \text{ kg/m}^2 \cdot 11.5 \text{ m}^2 / 5 \text{ m}) = 1513 \text{ kg/m}$$

$$CV = (500 \text{ kg/m}^2 \cdot 5.25 \text{ m}^2 + 250 \text{ kg/m}^2 \cdot 6.25 \text{ m}^2) / 5 \text{ m} = 837.5 \text{ kg/m}$$

Segundo nivel

Viga 1

$$CM=(2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.11 \cdot 11.5\text{m}^2/5\text{m})+(2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.45\text{m})+(80\text{kg/m}^2 \cdot 11.5\text{m}^2/5\text{m})=1067.33\text{kg/m}$$

$$CV=100\text{ kg/m}^2 \cdot 11.5\text{m}^2/5\text{m}=230\text{ kg/m}$$

Viga 2

$$CM=(2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.11 \cdot 11.5\text{m}^2/5\text{m})+(2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.25\text{m} \cdot 0.45\text{m})+(80\text{kg/m}^2 \cdot 11.5\text{m}^2/5\text{m})=1067.33\text{kg/m}$$

$$CV=100\text{ kg/m}^2 \cdot 11.5\text{m}^2/5\text{m}=230\text{ kg/m}$$

Las otras vigas en el marco poseen las mismas características. Este procedimiento se aplicó a todos los marcos de la estructura, para integrar las cargas. Las figuras 7 y 8 muestran los modelos de carga muerta y viva en marcos críticos.

Figura 7. Carga muerta y carga viva, marco B

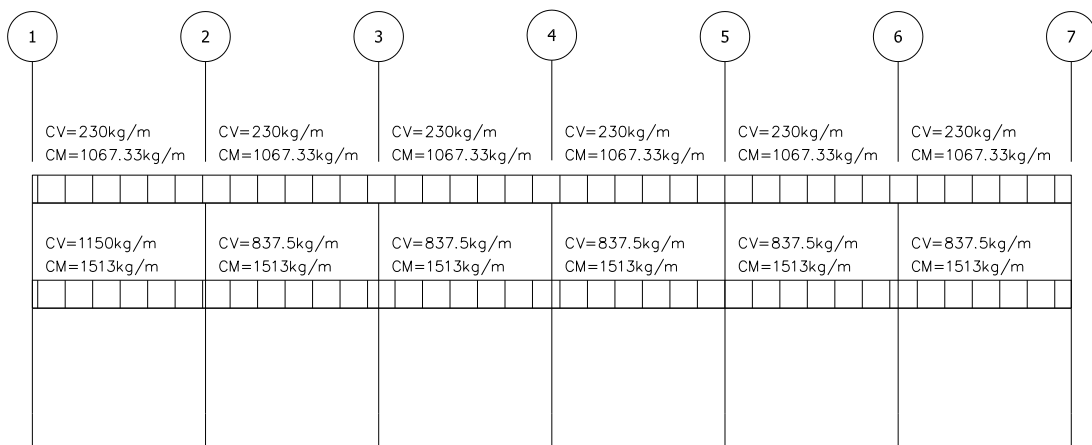
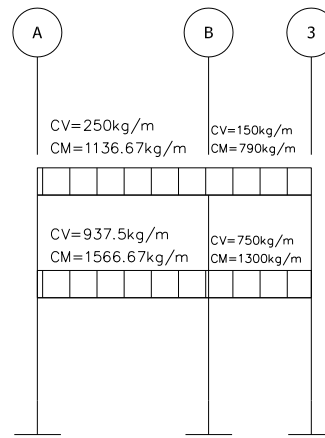


Figura 8. Carga muerta y carga viva, marco 2



2.1.4.3.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles

Son las cargas producidas por el viento, impacto o por sismo. Son dinámicas. Para efectos de análisis se consideró la fuerza producida por el sismo. Por simplificación, se aplican las fuerzas sísmicas como cargas laterales estáticas.

Fuerzas sísmicas: los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto; el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura. La carga sísmica depende del peso de la estructura, se considera que la estructura se mantiene fija en su base, siendo este el punto de aplicación de la fuerza, que se denomina corte basal (V) y se transmite a los elementos estructurales, proporcional a las rigideces y posición con respecto al centro de rigidez. Debido a la alta incidencia de terremotos ocurridos se aplicó el código UBC-97, para establecer el corte basal.

El corte basal queda definido por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{C_v * I}{RT} W$$

Donde:

V= Esfuerzo de corte basal total de diseño en una dirección.

C_v = Coeficiente de sismicidad, depende de la zona sísmica y el tipo de suelo donde se cimentara la estructura, este coeficiente está en función de la zona sísmica en la que se ubique la edificación, para este caso está ubicado en una zona donde $Z=0.25$ (ver anexo 3), en esta condición se adoptó un valor de $C_v=0.64$ (ver anexo 4).

I=Factor de importancia de la estructura, este dependerá del uso del mismo, después de que ocurra el sismo, para este caso se consideró $I= 1.25$ (ver anexo 4)

R= factor de reducción de respuesta, depende del sistema estructural, tanto de su capacidad resistiva como de su ductilidad, para el sistema de marcos dúctiles espaciales con nudos rígidos $R= 8.5$ (ver anexo 4)

T= periodo fundamental de vibración, este valor depende de la altura del edificio y del sistema estructural del mismo, si $T < 0.7$ seg, la fuerza en la cúspide es cero.

$T = C_t(h^{3/4})$, donde $C_t = 0.0731$, para el sistema de pórticos de hormigón reforzado resistente a momentos

W= peso del edificio más un 25% de la carga viva aplicada a la estructura

Cálculo del corte basal:

Peso del segundo nivel

Carga muerta:

$$W_{\text{losa}}=2400\text{kg/m}^3 \cdot 240\text{m}^2 \cdot 0.11\text{m}=63,360\text{kg}$$

$$W_{\text{vigas}}=2400\text{ kg/m}^3 \cdot 0.45\text{m} \cdot 0.25\text{m} \cdot 146\text{m}=39,420\text{kg}$$

$$W_{\text{acabados}}=80\text{ kg/m}^2 \cdot 240\text{m}^2=19,200\text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}}=2400\text{ kg/m}^3 \cdot 0.35\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 21 \cdot 0.5=9,261\text{kg}$$

$$W_{\text{vidrios}}=35.9\text{m} \cdot 1.5\text{m} \cdot 10\text{ kg/m}^2=538.5\text{kg}$$

$$W_{\text{total}}=132,419.5\text{ kg}$$

Carga viva:

$$W_{\text{viva}}=240\text{m}^2 \cdot 100\text{kg/m}^2=24,000\text{kg}$$

$$W_{\text{nivel 2}}=138,419.5\text{kg}+0.25 \cdot 24,000\text{kg}=138,419.5\text{ kg}$$

Peso del primer nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}}=2400\text{kg/m}^3 \cdot 240\text{m}^2 \cdot 0.11\text{m}=63,360\text{kg}$$

$$W_{\text{vigas}}=2400\text{ kg/m}^3 \cdot 0.45\text{m} \cdot 0.25\text{m} \cdot 146\text{m}=39,420\text{kg}$$

$$W_{\text{acabados}}=80\text{ kg/m}^2 \cdot 240\text{m}^2=19,200\text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}}=2400\text{ kg/m}^3 \cdot 0.35\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 21=18,522\text{kg}$$

$$W_{\text{vidrios}}=20.6\text{m} \cdot 1.5\text{m} \cdot 10\text{ kg/m}^2=309\text{kg}$$

$$W_{\text{muros}}=119.5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 210\text{kg/m}^2=75,279\text{ kg}$$

$$W_{\text{sillares}}=20.6\text{m} \cdot 1.5\text{m} \cdot 210\text{kg/m}^2=6,489\text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 223,218.7 \text{ kg}$$

Carga viva

$$W_{\text{viva}} = 115\text{m}^2 * 500\text{kg/m}^2 + 125\text{m}^2 * 250\text{kg/m}^2 = 88,750\text{kg}$$

$$W_{\text{nivel 1}} = 223,218.7\text{kg} + 0.25 * 88,750\text{kg} = 245,406.2 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del edificio} = W_{\text{nivel 2}} + W_{\text{nivel 1}} = 138419.5 \text{ kg} + 245,406.2 \text{ kg} = 383825.7 \text{ kg}$$

Cálculo del periodo fundamental de vibración

$$T = 0.0731(6^{3/4}) = 0.28 \text{ seg, como } T < 0.7 \text{ entonces } F_t = 0$$

Calculando el corte basal

$$V = \frac{0.64 * 1.25}{8.5 * 0.28} * 383825.7\text{kg} = 128906\text{kg}$$

También especifica que el corte basal no debe ser menor que

$$V = \frac{0.8 * Z * N_v * I}{R} * W$$

Donde N_v es el coeficiente de proximidad a la falla para zonas sísmicas, Guatemala está catalogada como zona de alto riesgo sísmico por la unión de tres placas tectónicas; para este caso $N_v = 1.0$, ver tablas anexo 4.

$$V = \frac{0.8 * 0.25 * 1 * 1.25}{8.5} * 383826\text{kg} = 11289\text{kg}$$

También establece el valor mínimo, como parámetro general de diseño:

$$V=0.11*Ca*I*W=0.11*0.36*1.25*383826=18999\text{kg}$$

El corte basal para el diseño de la estructura es 128906kg, de acuerdo al código de diseño UBC-97.

Fuerzas por nivel:

La fuerza total lateral V, se distribuye en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula:

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

Donde

W_i = peso de cada nivel

H_i = altura de cada nivel

V = corte basal

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = fuerza por nivel

Fuerza concentrada en la cúspide; según las condiciones siguientes:

Si $T < 0.7$ segundos, $F_t = 0$

Si $T > 0.7$ segundos; calcular $F_t = 0.07 * T * V$

Donde T = período fundamental de la estructura.

En este cálculo la fuerza en la cúspide F_t es igual a 0 en los dos sentidos, ya que T_x y T_y son menores a 0.7 segundos.

Como $V_x = V_y$ entonces $F_{ix} = F_{iy}$, por lo que solo analiza en un sentido.

Fuerza en el primer nivel

$$F_{1x}=F_{1y}=\frac{(128906\text{kg}-0)*3\text{m}*245,406.2\text{ kg}}{(3\text{m}*245,406.2\text{ kg}+6*138419.5\text{ kg})}=60573\text{kg}$$

Fuerza en el segundo nivel

$$F_{2x}=F_{2y}=\frac{(128906\text{kg}-0)6*138419.5\text{ kg}}{(3\text{m}*245,406.2\text{ kg}+6*138419.5\text{ kg})}=68332\text{kg}$$

Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas depende de la simetría estructural, si hay excentricidad entre el centro de rigidez y el centro de masa, la capacidad torsional del edificio se ve afectada, los marcos con mayor excentricidad, reciben una fuerza de marco (F_m) mayor, a los de menor excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas. Si no hay excentricidad, la fuerza de piso se divide dentro del número de marcos paralelos a esta fuerza. Si los marcos son asimétricos la fuerza de piso F_i , se divide proporcional a la rigidez de los mismos. En este caso los marcos son asimétricos, por lo que hay torsión en la estructura.

Fuerzas por marco en sentido X-X': un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras, consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en

proporción a su rigidez. Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso. Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar. La rigidez se calcula con las siguientes fórmulas:

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

$$E = 15,100\sqrt{f'c} \quad G = 0.40E$$

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

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

Tomando en cuenta que todas las columnas poseen la misma rigidez ya que poseen las mismas características geométricas, se asume un valor de k, como variable, considerando que la posición del centro de rigidez depende de la rigidez relativa de cada marco, por lo tanto:

$$CR = \frac{\sum K_{marco} * Distancia}{\sum K_{marcos}}$$

Donde la distancia se mide respecto al origen de las coordenadas en cuestión.

Tabla II. Centros de rigidez

CENTRO DE RIGIDEZ EN X, NIVELES 1 Y 2				CENTRO DE RIGIDEZ EN Y, NIVELES 1 Y 2			
MARCO	Xi	ki	ki*Xi	MARCO	Yi	ki	ki*Yi
1	0	3k	0	A	8	7k	56k
2	5	3k	15k	B	3	7k	21k
3	10	3k	30k	C	0	7k	0k
4	15	3k	45k				
5	20	3k	60k				
6	25	3k	75k				
7	30	3k	90k				
	TOTAL	21k	315k		TOTAL	21k	77k

Calculando los centros de rigideces medidos desde el origen:

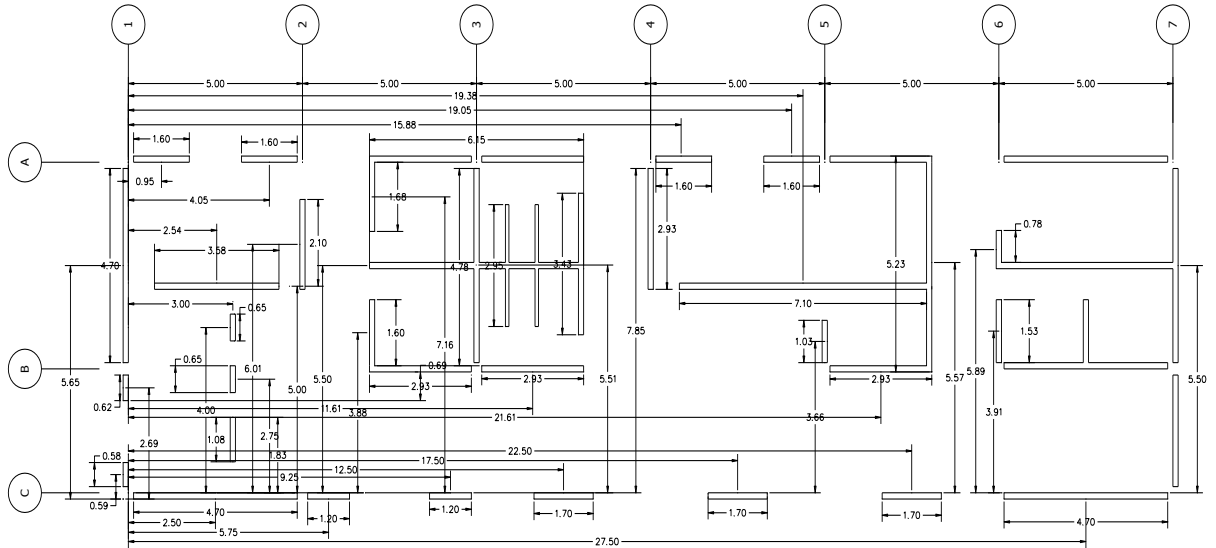
$$CR_x = 315k / 21k = 12.6m$$

$$CR_y = 77k / 21k = 3.67m$$

El cálculo del centro de masa es similar, se considera el peso de cada elemento actuando directamente en su centroide, la sumatoria de los productos de la masa por la distancia del origen a su centroide dividido dentro de la suma de toda la masa calculada en el nivel dan como resultado la posición del centro de masa:

$$CM = \frac{\sum \text{Masa} * \text{Distancia del origen al centroide}}{\sum \text{Masa}}$$

Figura 9. Determinación del centro de masa



Despejando de la ecuación anterior da como resultado:

Para el primer nivel:

$$CM_y = 4.16m$$

$$CM_x = 14.94m$$

Para el segundo nivel:

$$CM_y = 4.10m$$

$$CM_x = 15.29m$$

Fuerza del marco por torsión

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura. La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez. El cálculo de la fuerza que llega a cada marco, se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza

de torsión F_i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza traslacional).

La excentricidad es la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez, dando origen a fuerzas producidas por la acción del sismo, ya que el sismo actúa en el centro de rigidez, mientras el peso de la estructura actúa en el centro de masa, es por ello que se calcula la fuerza de incremento por torsión:

$$e_x = |CR - CM|$$

La excentricidad mínima a considerar es $0.05B$, donde B es la base perpendicular al sentido donde se está analizando la estructura:

Cálculo de las excentricidades:

Tabla III. Determinación de las excentricidades

		CR	CM	e calculada	e min	e diseño
NIVEL 1	X	15	14.94	0.050	0.4	0.4
	Y	3.66	4.16	0.494	1.5	1.5
NIVEL 2	X	15	15.29	0.292	0.4	0.4
	Y	3.66	4.10	0.434	1.5	1.5

Por tanto como existe excentricidad en los dos sentidos X y Y, las fuerzas por marco se distribuirán en función del porcentaje de rigidez que represente cada marco con respecto al piso, y la fuerza aplicada por el momento torsor que origina dicha excentricidad.

Las ecuaciones a utilizar son las siguientes:

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

Donde:

K_m = rigidez del marco analizado

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

F_n = fuerza por nivel

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

d_i = distancia entre el CR y el eje de cada marco considerado

e = excentricidad

Tabla IV. Determinación de las fuerzas por torsión en X

						Fn1= 23871.22938		Fn2= 26928.7706			
MARCO	KM	di	KM*di	(KM*di)^2	Ei	Fi'	Fi''	FM	Fi'	Fi''	FM
A	7	4.33	30.33	920.11	52.77	20191	459	20650	22777	518	23295
B	7	-0.67	-4.66	21.77	-343	20191	-71	20120	22777	-80	22698
C	7	-3.67	-25.6	658.77	-62.4	20191	-388	19802	22777	-438	22339
TOTAL	21			1600.66							

$F_{m_{nivel 1}} = 20650 \text{ kg}$

$F_{m_{nivel 2}} = 23295 \text{ kg}$

Tabla V. Determinación de las fuerzas por torsión en Y

						Fn1= 23871.22938			Fn2= 26928.7706		
EJE	KM	DI	KM*di	(KM*di)^2	EI	Fi'	Fi''	FM	Fi'	Fi''	FM
1	3	-15	-45	2025	-140	8653	-649	8004.41	9761.78	-732.13	9029.65
2	3	-10	-30	900	-210	8653	-432	8220.74	9761.78	-488.09	9273.69
3	3	-5	-15	225	-420	8653	-216	8437.08	9761.78	-244.04	9517.74
4	3	0	0	0	no hay torsión	8653	0	8653.41	9761.78	0	9761.78
5	3	5	15	225	420	8653	216	8869.75	9761.78	244.04	10005.8
6	3	10	30	900	210	8653	432	9086.08	9761.78	488.09	10249.9
7	3	15	45	2025	140	8653	649	9302.42	9761.78	732.13	10493.9
SUMA	21			6300							

$F_{m_{nivel\ 1}}=9302\text{kg}$

$F_{m_{nivel\ 2}}=10493\text{kg}$

Figura 10. Fuerzas por marco en X

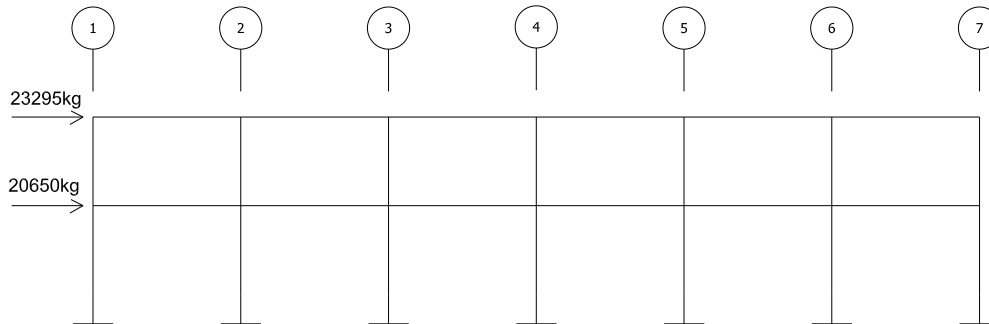
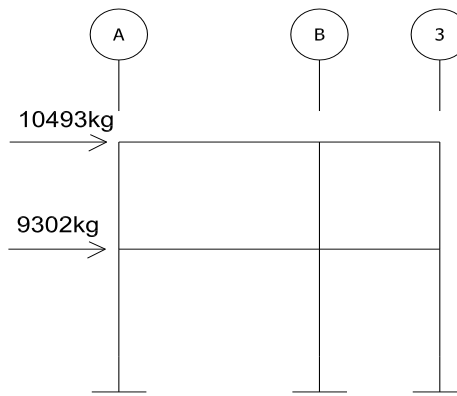


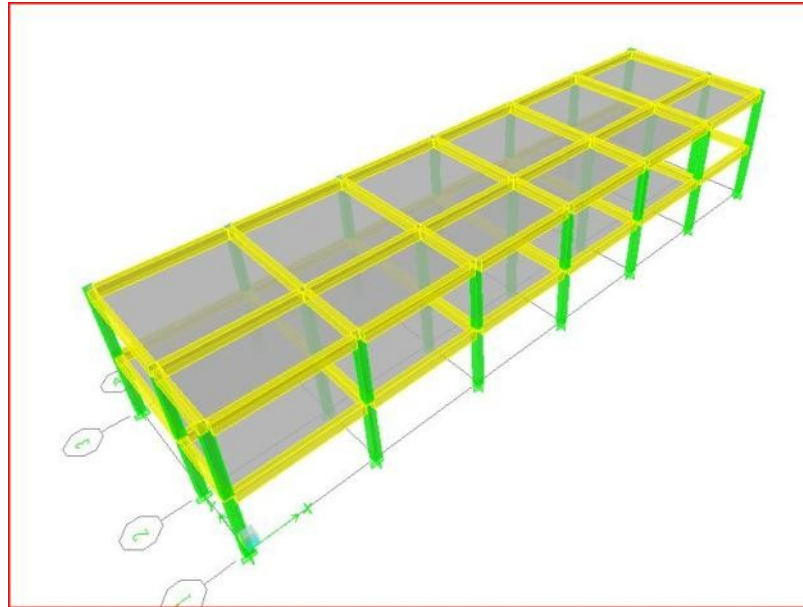
Figura 11. Fuerzas por marco en Y



2.1.4.3.3 Análisis de marcos dúctiles utilizando software y comprobación por medio de un método numérico (Kanni)

El software utilizado para el análisis estructural fue ETABS versión 9.5, el programa trabaja con un método matricial, este toma en cuenta las propiedades mecánicas de cada material, a manera de comprobación se analizó la estructura con el método de análisis aproximado Kanni, los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 8% en los elementos medidos a ejes (vigas) y 15% en los elementos en los que el programa calcula los esfuerzos al rostro (columnas), se diseño con los valores obtenidos del método numérico. El programa también fue utilizado para la obtener de las derivas por la deformación sísmica, Los desplazamientos laterales se calcularán usando las mismas propiedades de rigidez que las utilizadas para el cálculo del período fundamental de vibración y de las fuerzas estáticas equivalentes. Los desplazamientos laterales provocados por sismo están limitados, AGIES especifica en el capítulo 9 de la norma NR-3 estos límites.

Figura 12. Modelación del edificio en ETABS



Point Displacements			
	X	Y	Z
Point Object 7			
Story Level		STORY2	
Trans	0.000000	1.830807	-0.007013
Rotn	-0.001288	0.000000	0.000000
Lateral Drifts...			

Point Displacements			
	X	Y	Z
Point Object 3			
Story Level		STORY2	
Trans	1.808221	0.000000	-0.008111
Rotn	0.000000	0.000901	0.000000
Lateral Drifts...			

Limites de deformación sísmica:

De acuerdo con la zonificación sísmica el índice de sismicidad I_0 es de 3, y el nivel de protección para el edificio será de tipo B. Los desplazamientos laterales post-elásticos de una edificación causada por el sismo básico no excederá:

$\Delta_N \leq 0.0150h_N$, para la edificación globalmente donde Δ_N es la deriva lateral total de la edificación y h_n es la altura total de la edificación.

Deriva total permitida = $0.0150 \cdot 6.2\text{m} = 0.093\text{ m}$; 9.3 cm

El desplazamiento lateral post-elástico de cada piso, se obtiene del producto del valor genérico de reducción de respuesta sísmica por la deriva en la cúspide de la estructura, es decir:

$\delta_{oi} = R_o \cdot \delta y$, donde R_o es el factor genérico de reducción sísmica, las normas establecen para marcos espaciales de concreto reforzado un valor de 5. δy es la deriva en la dirección Y.

Desplazamiento lateral post-elástico X:

$\delta_{oi} = 1.83 \cdot 5 = 9.15\text{ cm}$, por lo tanto esta dentro del rango permisible establecido por las normas. De manera similar el cálculo en la dirección Y:

Desplazamiento lateral post-elástico Y:

$\delta_{oi} = 1.80 \cdot 5 = 9.00\text{ cm}$, por lo tanto es menor a la deriva máxima permitida.

En el caso en el que la deriva fuera mayor a la permitida implica rediseñar la estructura colocando juntas de dilatación o cambiando por completo la modulación del edificio con el objetivo de reducir el peso y por lo tanto el corte basal.

A continuación los diagramas de los resultados del análisis estructural:

Figura 13. Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m)

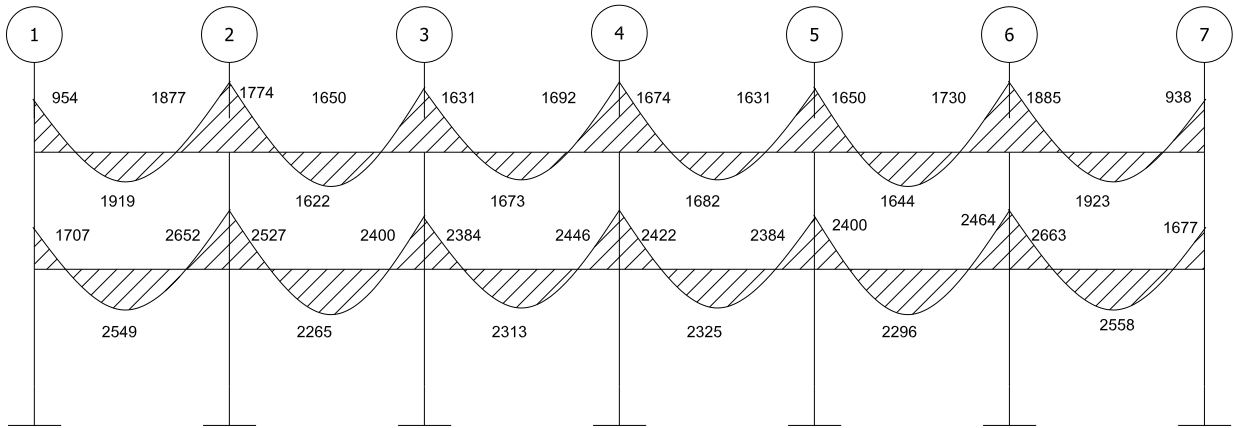


Figura 14. Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m)

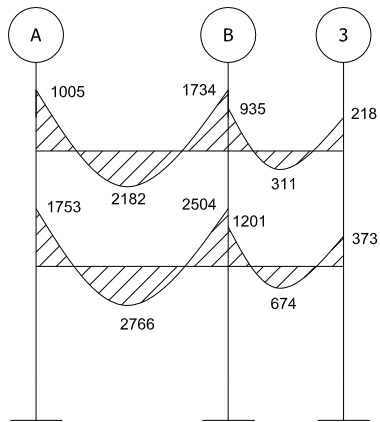


Figura 15. Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m)

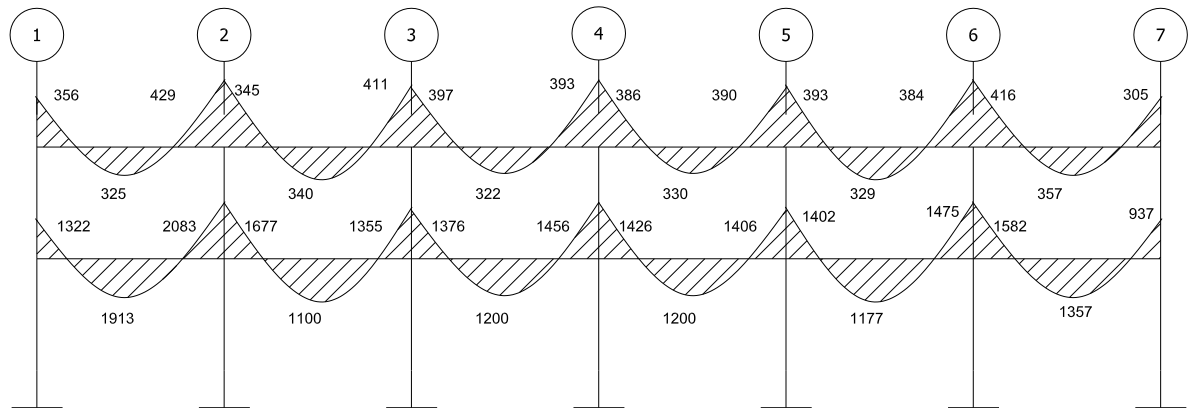


Figura 16. Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m)

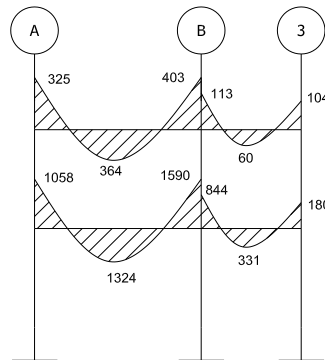


Figura 17. Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m)

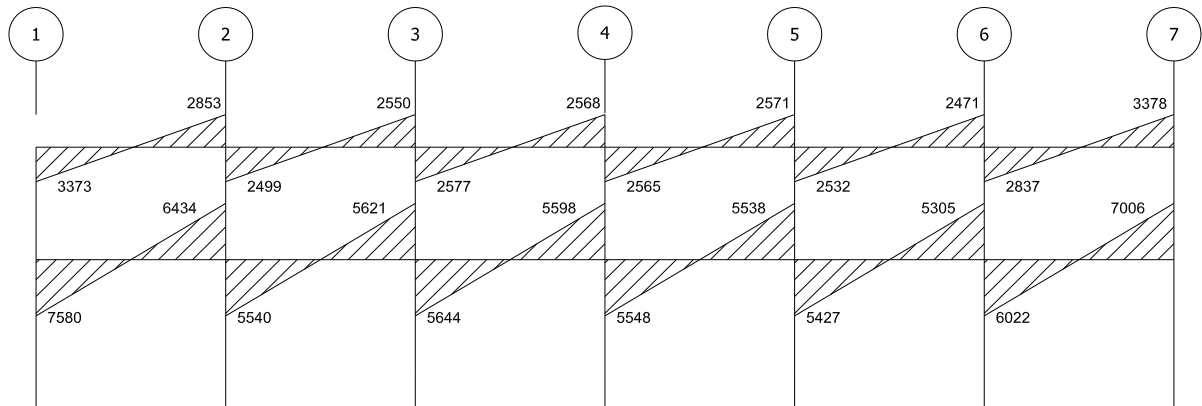


Figura 18. Momentos por de carga sismo en vigas sentido Y (kg-m)

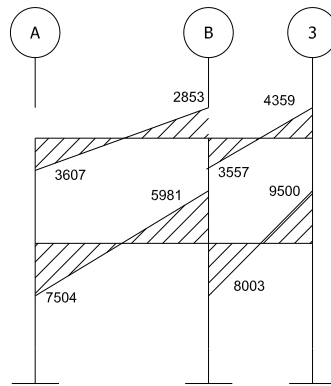


Figura 19. Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m)

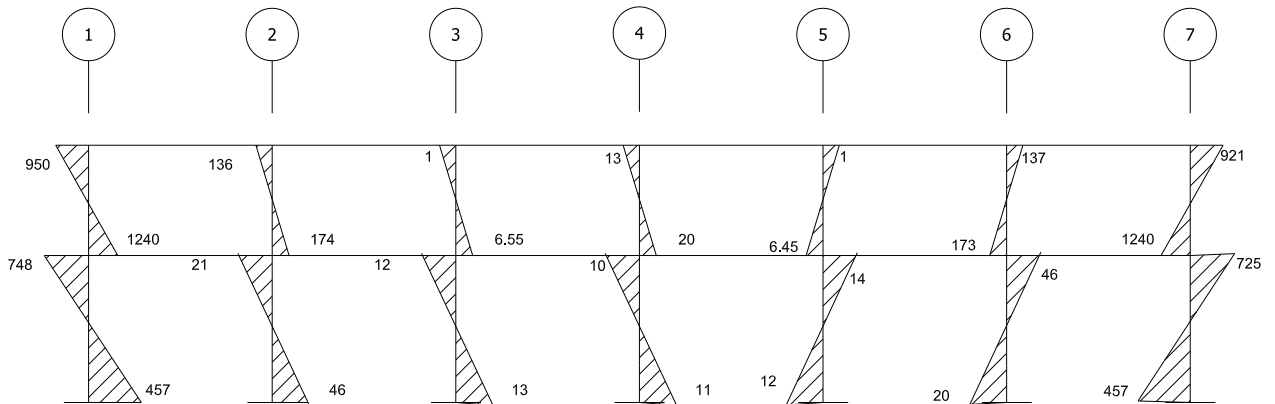


Figura 20. Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m)

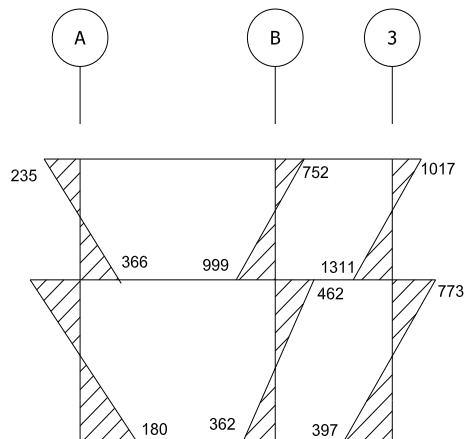


Figura 21. Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m)

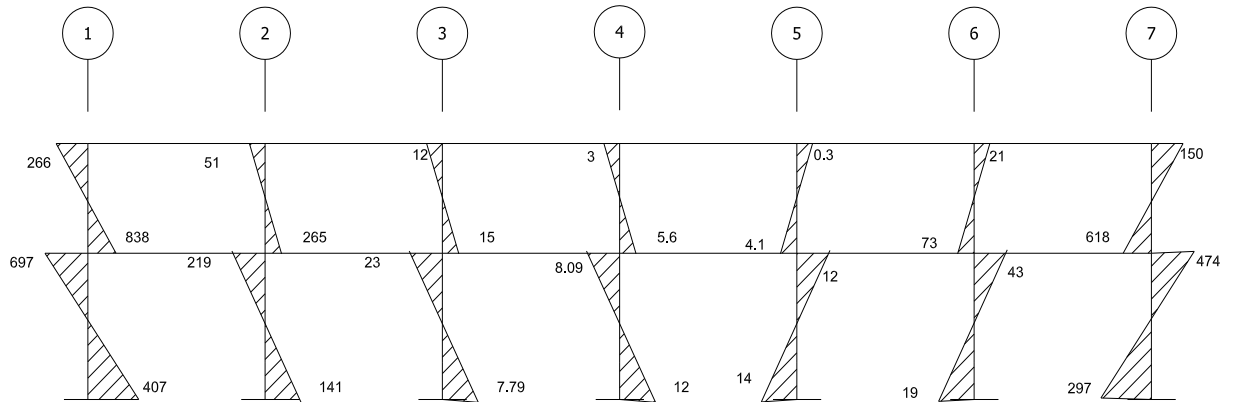


Figura 22. Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m)

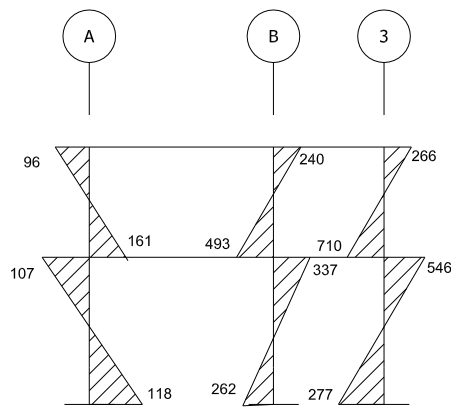


Figura 23. Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m)

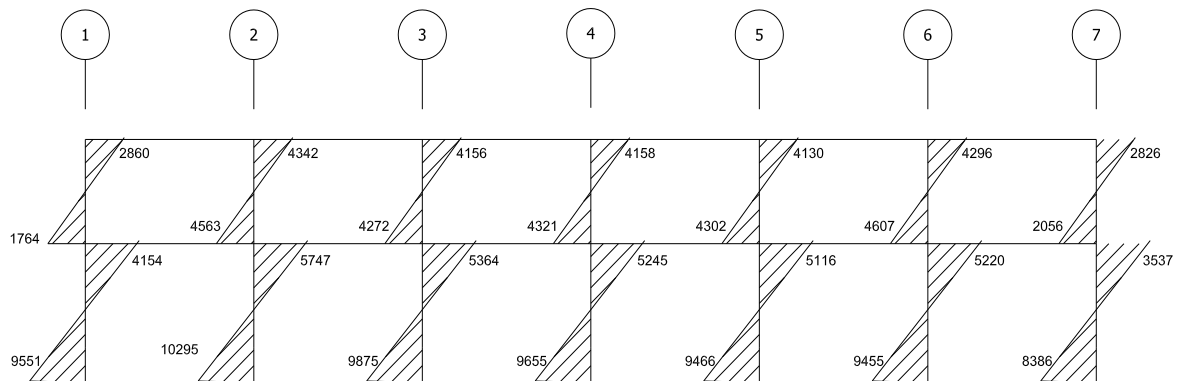
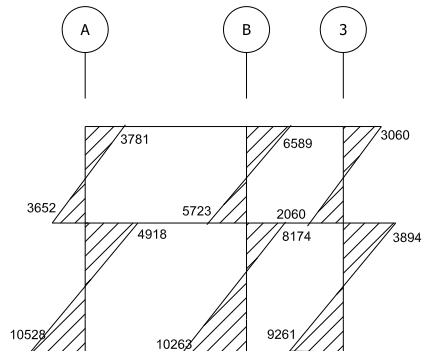


Figura 24. Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m)



2.1.4.3.4 Momento último por envoltorio de momentos

La envoltorio de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo, las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado. La fuerza de corte y momentos flectores, se toman a rostro para el diseño estructural. Para diseño se toman los valores máximos.

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

A continuación se muestran los diagramas obtenidos de la envoltorio para cada marco:

Figura 25. Envoltorio de momentos en vigas sentido X (kg-m)

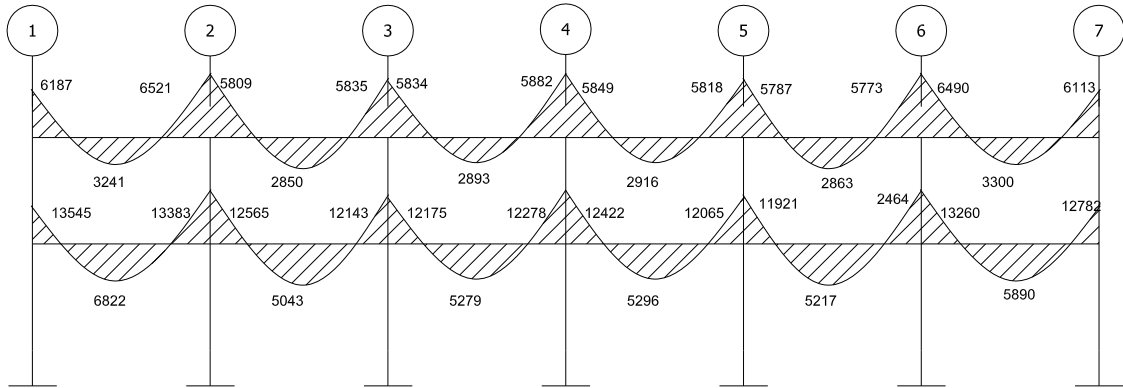


Figura 26. Envoltorio de momentos en vigas sentido Y (kg-m)

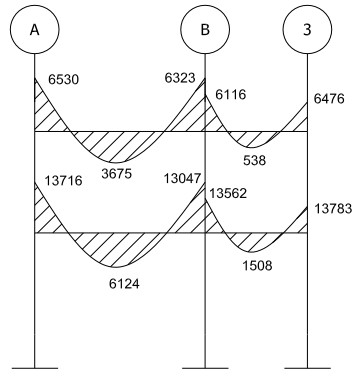


Figura 27. Envoltorio de momentos en columnas sentido X (kg-m)

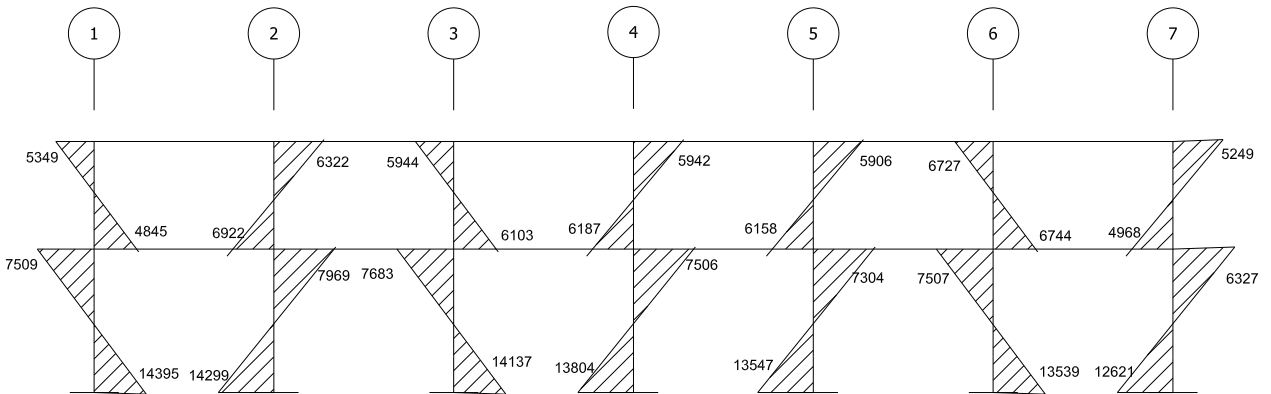
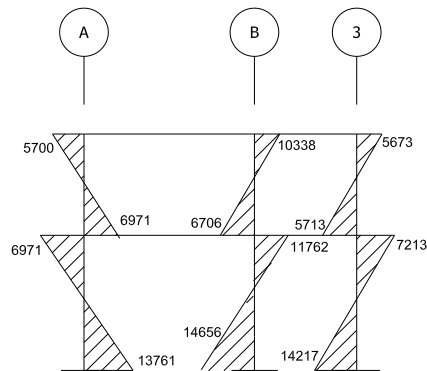


Figura 28. Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m)



2.1.4.3.5 Diagramas de momentos y corte

Los diagramas de la envolvente de momentos han sido mostrados de la figura 25 a la figura 28.

Los cortes en los marcos se calculan con las fórmulas siguientes para el corte en vigas:

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

Para el corte en columnas:

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

Corte en marco critico:

Para la viga 1-2 del primer nivel marco B:

$$V=0.75* \left[\frac{1.4(1513\text{kg/m}^5)}{2} + \frac{1.7(1150\text{kg/m}^5)}{2} + \frac{1.87(5683+2389)}{3} \right]$$

V=9902kg.

Para la columna 1 del primer nivel marco B:

$$V_{\text{col}} = \frac{7501\text{kgm} + 14395\text{kgm}}{3\text{m}} = 7298\text{kg}$$

El procedimiento para los demás elementos fue el mismo, a continuación los diagramas de corte para los marcos críticos:

Figura 29. Diagrama de corte en vigas sentido X (kg)

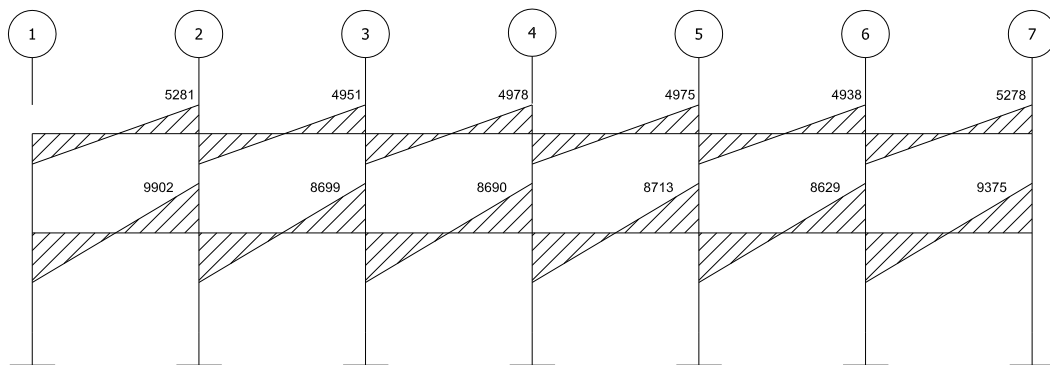


Figura 30. Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg)

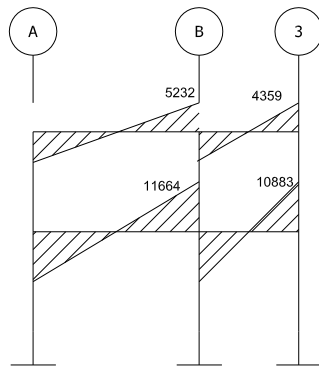


Figura 31. Diagrama de corte en columnas sentido X (kg)

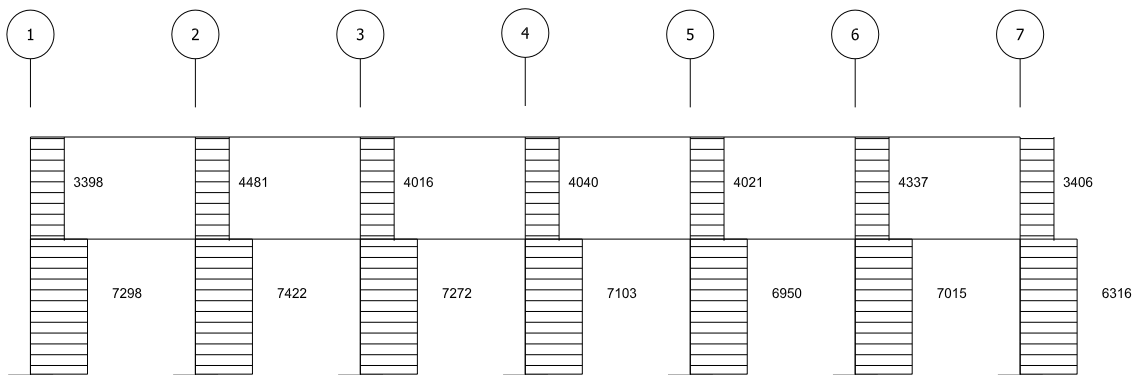
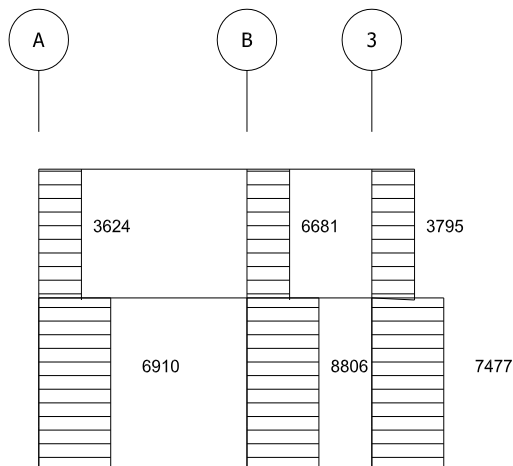


Figura 32. Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg)



2.1.5 Diseño estructural

2.1.5.1 Losas

En el diseño de las losas según el criterio de la relación de sus aristas, se aplicó el método 3 ACI.

Relación de lados de las losas:

Losas 1-6:

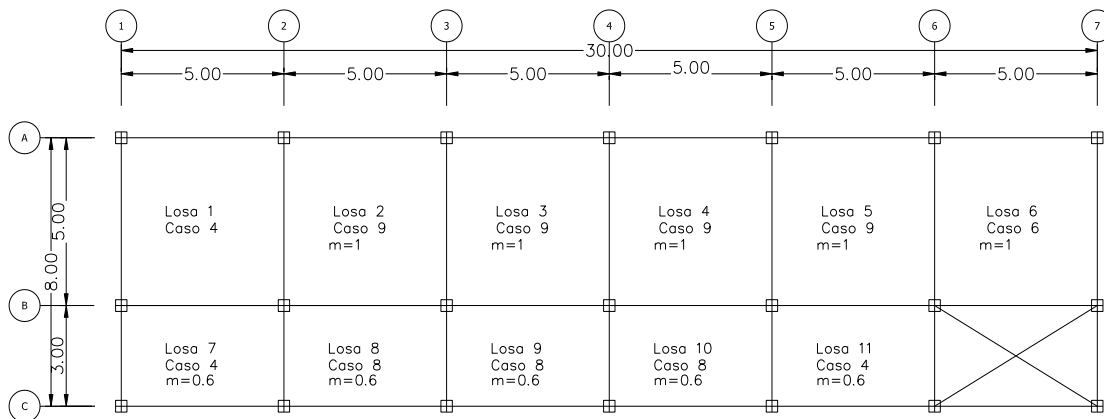
$$m=A/B=5/5=1$$

Losas 7-12:

$$M=A/B=3/5=0.60$$

Por lo tanto las losas serán diseñadas en dos sentidos ya que $m > 0.5$ en ambos casos, para determinar los casos propuestos por método 3 del ACI se utilizaron las tablas del Anexo 5.

Figura 33. Planta de losas del primer nivel



Datos:

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

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

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

$$W_{\text{acabados}} = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Espesor de losa} = 0.11 \text{ m}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.11 \text{ m} = 266.67 \text{ kg/m}^2$$

Cargas aplicadas:

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

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

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

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

Integración de cargas:

$$\text{CUT} = \text{CMU} + \text{CVU} = 1.4(\text{CM}) + 1.7(\text{CV})$$

Losa 1

$$\text{CUT} = 1.4(80 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 266.67 \text{ kg/m}^2) + 1.7(500 \text{ kg/m}^2) = 1419.33 \text{ kg/m}^2$$

Losas 2-6

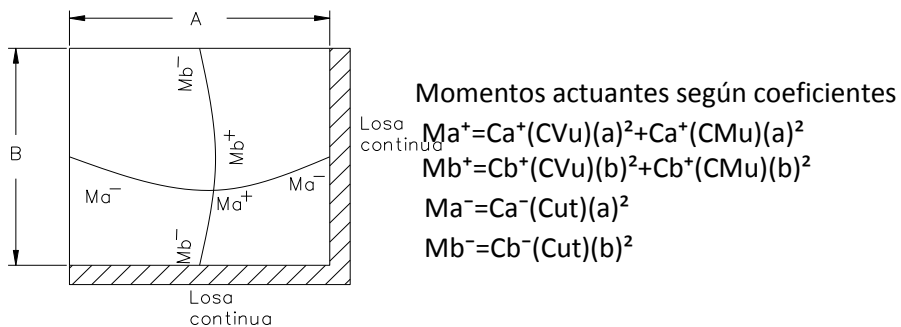
$$\text{CUT} = 1.4(80 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 266.67 \text{ kg/m}^2) + 1.7(250 \text{ kg/m}^2) = 994.33 \text{ kg/m}^2$$

Losa 7-12

$$\text{CUT}=1.4(80\text{kg/m}^2+60\text{ kg/m}^2+266.67\text{ kg/m}^2)+1.7(500\text{ kg/m}^2)=1419.33\text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:

Figura 34. Determinación de los momentos en losas



Donde:

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

$C_a^{+/-}$, $C_b^{+/-}$ = factores dados por relación a/b

M_a^- , M_b^- = momentos negativos en losa

M_a^+ , M_b^+ = momentos positivos en losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

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

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

Losa 1:

$m=1$, caso 4 (ver tablas anexo 5)

Momentos negativos:

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

$$Ma^- = 0.05(1419.33)(5)^2 = 1774.17 \text{kg-m}$$

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

$$Mb^- = 0.05(1419.33)(5)^2 = 1774.17 \text{kg-m}$$

Momentos positivos:

$$Ma^+ = Ca^+(CVu)(a)^2 + Ca^+(CMu)(a)^2$$

$$Ma^+ = 0.032(1.7 \cdot 850)(5)^2 + 0.027(1.4 \cdot 569.33)(5)^2 = 1064.30 \text{kg-m}$$

$$Mb^+ = Cb^+(CVu)(b)^2 + Cb^+(CMu)(b)^2$$

$$Mb^+ = 0.032(1.7 \cdot 850)(5)^2 + 0.027(1.4 \cdot 569.33)(5)^2 = 1064.30 \text{kg-m}$$

Momentos negativos en lado de losa sin continuidad:

$$Ma^- = 1/3 \cdot Ma^+ = 1/3 \cdot (1064.30 \text{kg-m}) = 354.77 \text{kg-m}$$

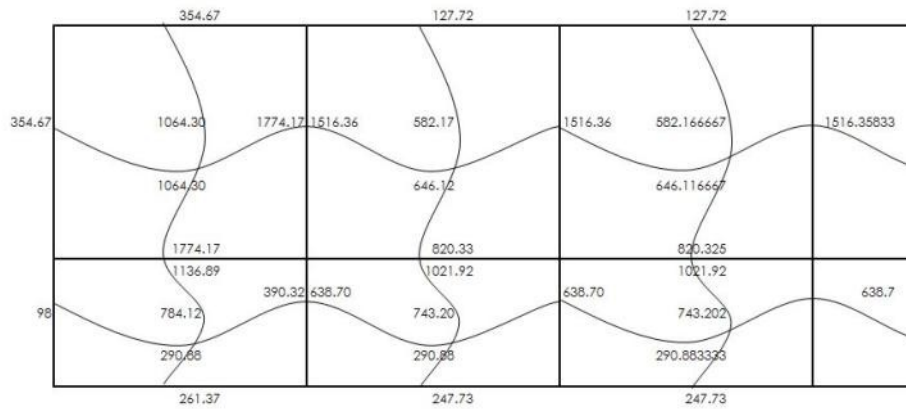
$$Mb^- = 1/3 \cdot Mb^+ = 1/3 \cdot (1064.30 \text{kg-m}) = 354.77 \text{kg-m}$$

El procedimiento fue el mismo para el resto de las losas, a continuación el resumen:

Tabla VI. Resumen de cálculo de momentos en losas

LOSA	A	B	m	caso	CVU	CMU	Ca neg	Cb neg	momento -		Ca cm	Cb cm	Ca cv	Cb cv	momento +	
									Ma neg	Mb neg					Ma pos	Mb pos
1 y 6	5	5	1	4	850	569	0.05	0.05	1774.16	1774.16	0.027	0.027	0.032	0.032	1064	1064.3
2 a 5	5	5	1	9	425	569	0.061	0.033	1516.35	820.322	0.023	0.02	0.03	0.028	646.1	582.17
7 y 12	3	5	0.6	4	850	569	0.089	0.011	1136.88	390.316	0.053	0.007	0.067	0.009	784.1	290.88
8 a 11	3	5	0.6	8	850	569	0.08	0.018	1021.92	638.699	0.048	0.007	0.065	0.009	743.2	290.88

Figura 35. Momentos en losas

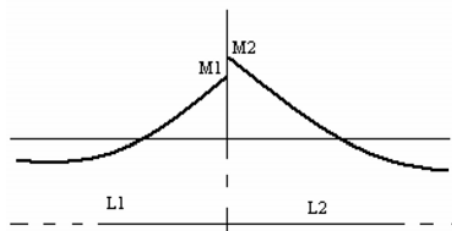


Por simetría los momentos en las losas posteriores son iguales.

Balance de momentos

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

Figura 36. Balanceo de momentos



$M_2 > M_1$

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

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

K_1, K_2 = rigideces de losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losas

D_1, D_2 = factores de distribución de losas 1 y 2

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

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$M_B = M_1 + (M_2 - M_1) * D_1$$

$$M_B = M_2 - (M_2 - M_1) * D_2$$

M_B = Momento balanceado.

Balance de momentos en losa 1 y 2

$$M_2 = 1774.17$$

$$M_1 = 1516.36$$

$$L_1 = 5\text{m}$$

$$L_2 = 5\text{m}$$

Verificando condición para balancear momentos:

$$0.8 * M_2 = 0.8 * 1774.17 = 1419.33$$

Como $M_1 > 0.8M_2$, se balancea por promedio

Momento balanceado losas 1 y 2:

$$MB=1/2(1774.17+1516.36)=1645.26 \text{ kg-m}$$

Balance de momentos en losa 7 y 8

$$M2=638.70$$

$$M1= 390.32$$

$$L1=5\text{m}$$

$$L2=5\text{m}$$

Verificando condición para balancear momentos:

$$0.8*M2=0.8*638.7=510.96$$

Como $0.8M2 > M1$, se balancea por rigideces:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{5} = 0.2 \quad , \quad K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0.2}{0.2 + 0.2} = 0.5 \quad , \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0.2}{0.2 + 0.2} = 0.5$$

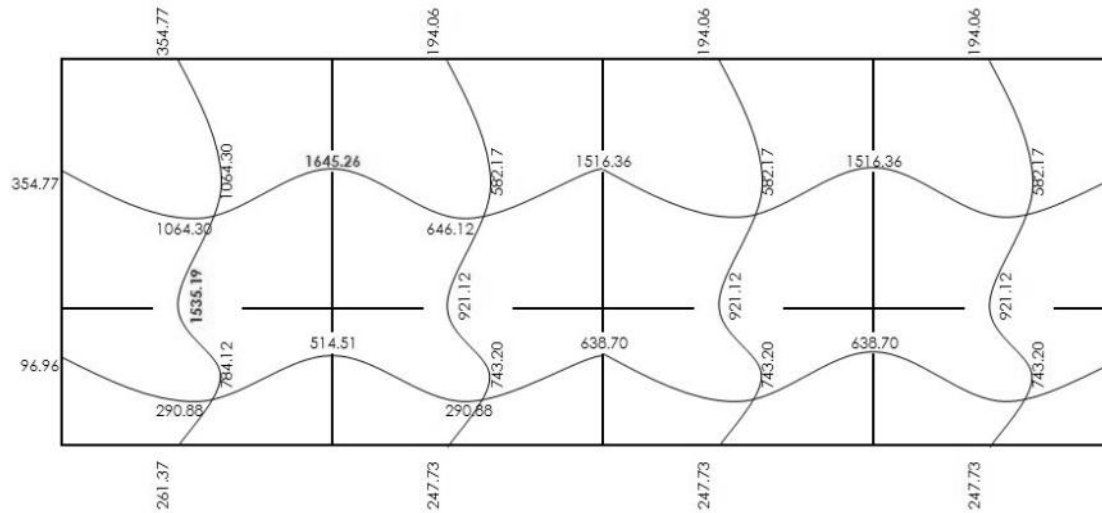
$$MB = 390.32 + (638.7 - 390.32) * 0.5 = 514.51 \text{ kg-m}$$

$$MB = 638.7 - (638.7 - 390.32) * 0.5 = 514.51 \text{ kg-m}$$

El momento balanceado entre las losas 7 y 8 es 514.51 kg-m.

El procedimiento se aplicó para todas las losas, en ambos sentidos.

Figura 37. Momentos balanceados en losas del primer nivel



Diseño del armado de losa:

Se define el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo.

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

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

Espesor de losa = 0.11m

B = 100cm (franja unitaria)

Recubrimiento = 2.5 cm

Ø refuerzo = 3/8"

Acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$\rho_{\text{mín}} = 14.1 / F_y$$

b = franja unitaria.

t = espesor de la losa.

d = peralte efectivo.

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 8.056 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = (14.1 / 2810) * 100 * 8.056 = 4.04 \text{ cm}^2$$

Separación para $A_{s\text{mín}}$ con varillas No. 3

$$4.04 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

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

Aplicando una regla de tres:

$$S = 0.71 * 100 / 4.04 = 17.57 \text{ cm}$$

La separación máxima que permite el ACI es $3t$, para este caso se ha de tomar como parámetro $2t$.

$$S_{\text{max}} = 2 * 0.11 = 22 \text{ cm}$$

Ya que la separación para tener acero mínimo es menor que la separación máxima, se ha de tomar como separación máxima $S = 17 \text{ cm}$

Calculando el momento que resiste $A_{s\text{min}}$:

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

$$M_{A_{s\text{min}}} = 0.9 \left[4.04 * 2810 * \left(8.056 - \frac{4.04 * 2810}{1.7 * 281 * 100} \right) \right] = 79928 \text{ kg-cm}$$

El momento que resiste $A_{s\text{min}} = 799.28 \text{ kg-m}$

Para los momentos menores a M_{Asmin} , se armarán con A_{smin} y $S = 17\text{cm}$, para momentos mayores se armaran según indique el cálculo.

Calculando A_s para el momento negativo entre losa 1 y 2

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

$$A_s = \frac{0.85*281}{2810} \left[100*8.056 - \sqrt{(100*8.056)^2 - \frac{1645.26*100}{0.003825*281}} \right] = 8.62\text{cm}^2$$

Calculando el espaciamiento requerido:

$$S = 0.71*100/8.62 = 8.27\text{cm}.$$

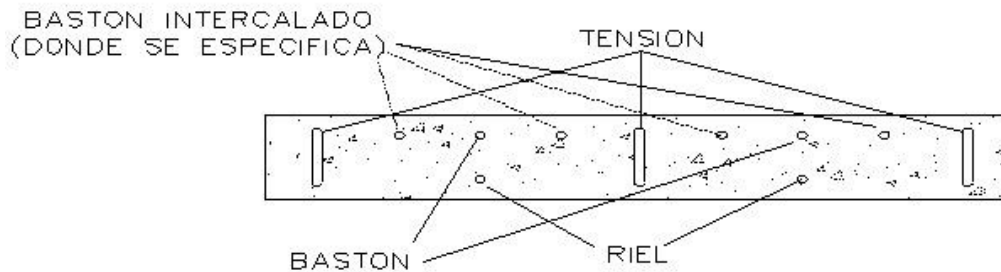
El procedimiento fue el mismo para los demás momentos en todas las losas con momentos mayores al que resiste A_{smin} , a continuación la tabla resumen:

Tabla VII. Espaciamiento en losas del primer nivel

	Momento (kg-m)	A_s (cm ²)	Separación (cm)
MOMENTOS NEGATIVOS	1645.26	8.62	8.24
	1535.19	8.00	8.87
	1516.36	7.90	8.99
	921.12	4.68	15.17
	827.86	4.19	16.94
MOMENTOS POSITIVOS	1064.30	5.44	13.05
	1064.30	5.44	13.05

Para uniformizar el armado se colocaron bastones intercalados entre tensiones y los bastones y rieles (donde van juntos). Ver planos del apéndice1.

Figura 38. Detalle de armado en losas



Revisión por corte:

El esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado

$$V_{max} = \text{CUT} \cdot L/2$$

$$V_{max} = 1419.33 \cdot 5/2 = 3548.33 \text{ kg}$$

Corte máximo resistente:

$$V_{res} = 0.53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_{res} = 0.53 \cdot 0.85 \cdot 100 \cdot 8.056 \cdot \sqrt{281} = 6072 \text{ kg}$$

Como $V_{res} > V_{max}$, el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor.

El diseño de las losas del segundo nivel es similar, ver planos en el apéndice 1.

2.1.5.2 Vigas

Son elementos estructurales que trabajan a flexocompresión y fuerzas cortantes. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman de la envolvente de momentos en las vigas, a manera de ejemplo se diseña la viga crítica en el edificio, esta es la viga 1-2 del marco B en el primer nivel.

Datos:

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

$$f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

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

$$d = H - \text{rec} = 45 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 41 \text{ cm}$$

$$M(-)1 = 13545.08 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(-)2 = 13832.16 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(+) = 6822 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$V_u = 9902 \text{ Kg}$$

Calculando A_{smin} de la sección: en ningún caso el refuerzo a flexión en una viga debe ser menor a este, si en caso todas las vigas demandan un refuerzo menor al mínimo sería adecuado reducir la sección propuesta.

Acero mínimo:

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$\rho_{min} = 14.1 / F_y$$

$$A_{smin} = (14.1 / 2810) * 25 * 45 = 5.14 \text{ cm}^2$$

Calculando A_{smax} de la sección:

Si las secciones demandan un refuerzo mayor al A_{smax} , será necesario rediseñar los elementos, a modo que sean capaces de resistir las cargas actuantes.

$$A_{smax}=0.5*\rho_{bal}*b*d$$

Donde

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

Si $f'_c \leq 281 \text{ kg/cm}^2$, $\beta=0.85$; entonces:

$$\rho_{bal}=\frac{0.85*0.85*281}{2810}*\frac{6115}{6115+2810}=0.049$$

$$A_{smax}=0.5*0.049*25*41=25.34\text{cm}^2$$

Refuerzo longitudinal solicitado:

Se calcula con la siguiente ecuación:

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

Calculando A_s para $M(-)1=13545 \text{ kg-m}$

$$A_s=\frac{0.85*281}{2810}\left[25*41-\sqrt{(25*41)^2-\frac{13545*25}{0.003825*281}}\right]=14.22\text{cm}^2$$

Calculando A_s para $M(-)2 = 13832.16 \text{ Kg - m}$

$$A_s=\frac{0.85*281}{2810}\left[25*41-\sqrt{(25*41)^2-\frac{13832*25}{0.003825*281}}\right]=14.56\text{cm}^2$$

Calculando A_s para $M(+) = 6822 \text{ Kg} - \text{m}$

$$A_s = \frac{0.85 \cdot 281}{2810} \left[25 \cdot 41 - \sqrt{(25 \cdot 41)^2 - \frac{6822 \cdot 25}{0.003825 \cdot 281}} \right] = 6.85 \text{ cm}^2$$

Para el armado final de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cap. 21:

a) Cama superior:

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

1. $A_{s\text{mín}} = 5.14 \text{ cm}^2$
2. $33\% A_s(-)$ mayor = 4.80 cm^2

Para este caso será necesario colocar $A_{s\text{mín}}$, por lo tanto se colocan 2 #6 corridas, $A_s = 5.7 \text{ cm}^2$

Para cubrir los momentos negativos en viga, se completa el A_s requerido colocando bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros entre las barras no puede ser 2 números consecutivos.

$M(-)1 = 13545.08 \text{ Kg} - \text{m}$, demanda 14.22 cm^2 , las barras corridas equivalen a 5.7 cm^2 ; la diferencia es 8.52 cm^2 , por lo tanto se colocan bastones con 3 #6.

$M(-)2 = 13832.16 \text{ Kg} - \text{m}$, demanda 14.56 cm^2 , las barras corridas equivalen a 5.7 cm^2 ; la diferencia es 8.85 cm^2 , por lo tanto se colocan bastones con 3 #6.

b) Cama inferior:

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

1. $A_{s\text{mín}} = 5.7 \text{ cm}^2$.
2. $50\% A_s(+)$ = 3.42 cm^2

3. 50%As(-) mayor = 7.27 cm²

Para este caso será necesario colocar 7.27 cm², utilizando 2 #6 + 1 #5 corridas. El procedimiento fue el mismo para cada viga de la estructura, para las vigas con momentos de magnitud similar se consideró un promedio para diseñar el refuerzo a flexión, a continuación el resumen:

Tabla VIII. Diseño de vigas a flexión

	VIGA	M	MOMENTO	As	Asmin	33% M-	CAMA SUP	50% M-	50% M+	CAMA INF	# varillas		# varillas en bastones			
											#6	#5	As-Ascorrido	#6	#5	#4
SENTIDO X	1y6 n2	M(-)1	-6150.26	6.15	-	2.15	5.14	3.26	1.6	5.14	2	0.45			1	
		M+	3270.94	3.21	SI						2	-2.5				
		M(-)2	-6505.82	6.52	-						2	0.82			1	
	2-5 n2	M(-)1	-5808.78	5.79	-	1.92	5.14	2.91	1.4	5.14	2	0.09				
		M+	2880.64	2.82	SI						2	-2.9				
		M(-)2	-5838.52	5.83	-						2	0.12				
	1 n1	M(-)1	-13545.08	14.2	-	4.8	5.14	7.28	3.4	7.28	2	8.52	3			
		M+	6822.10	6.85	-						2	1	1.15			
		M(-)2	-13832.16	14.6	-						2	8.86	3			
	2-6 n1	M(-)1	-12315.13	12.8	-	4.34	5.14	6.57	2.6	6.57	2	7.12	2	1		
		M+	5209.42	5.18	-						2	1	-0.5			
		M(-)2	-12595.00	13.1	-						2	7.44	2	1		
SENTIDO Y	1 n2	M(-)1	-6476.71	6.49	-	2.14	5.14	3.24	0.3	5.14	2	0.79			1	
		M+	538.34	0.52	SI						2	-5.2				
		M(-)2	-6116.75	6.11	-						2	0.41			1	
	2 n2	M(-)1	-6323.34	6.33	-	2.16	5.14	3.27	1.8	5.14	2	0.63			1	
		M+	3674.89	3.62	SI						2	-2.1				
		M(-)2	-6530.29	6.54	-						2	0.84			1	
	1 n1	M(-)1	-13782.15	14.5	-	4.78	5.14	7.25	0.7	7.25	2	8.8	3			
		M+	1508.19	1.47	SI						2	1	-4.2			
		M(-)2	-13562.77	14.2	-						2	8.54	3			
	2 n1	M(-)1	-13047.20	13.7	-	4.76	5.14	7.21	3.1	7.21	2	7.95	2	1		
		M+	6124.56	6.12	-						2	1	0.42			
		M(-)2	-13716.22	14.4	-						2	8.72	3			

Diseño a corte:

Comparar corte resistente con corte último, el código ACI establece que si el aporte del cortante por sismo es mayor o igual al 50% del corte total la resistencia del concreto se desprecia:

Si $V_{res} > V_u$, la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30\text{cm}$

Si $V_{res} < V_u$, se diseñan estribos por corte

$$V_{res} = 0.53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_{res} = 0.53 \cdot 0.85 \cdot 25 \cdot 41 \cdot \sqrt{280} = 7740.55$$

$$V_u = 9902 \text{ Kg}$$

Como $V_u > V_{res}$, se deben diseñar los estribos por corte:

$$S = \frac{2A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u} = \frac{2 \cdot 0.71 \cdot 2810 \cdot 41}{9902} = 16.5 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 41/2 = 20.5 \text{ cm}$$

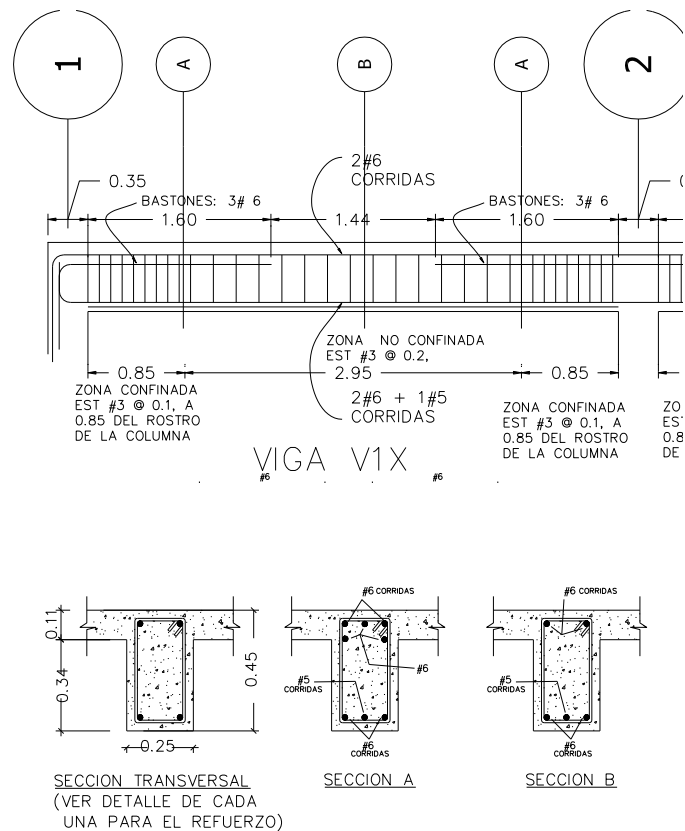
Según ACI artículo 21.3.3.2, deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$ (82cm para este caso), la longitud a confinar para el diseño es 85 cm medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento máximo de los estribos en la zona de confinamiento no debe exceder de:

1. $d/4 = 10.25 \text{ cm}$
2. $8 \text{ } \varnothing \text{ var longitudinal} = 10.16 \text{ cm}$
3. $24 \text{ } \varnothing \text{ var transversal} = 22.95 \text{ cm}$
4. 30 cm

Separación de estribos en zona confinada: 10 cm y 20 cm en zona no confinada, con varilla No.3.

Figura 39. Detalle de armado en Viga 1X



2.1.5.3 Columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta. Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio municipal, y, se aplican en la columna del nivel 1.

Datos

Sección de columna = 35cm*35cm

Vy =8806 Kg

Sección de viga 1 = 25cm*45cm

Longitud de columna = 3.00 m

Sección de viga 2 = 25cm*45cm

Longitud de vigas = 8.3 m

Mx = 14299 Kg – m

Área tributaria = 20.00 m²

My = 14656 Kg – m

Espesor de losa = 0.11m

Vx =7423 Kg

Cálculo del factor de carga última:

Se calcula con la siguiente ecuación

$$FCU = \frac{CU}{CM+CV}$$

$$CMU=1.4(W_{acabados}+W_{losa}+W_{sobrecarga}+W_{muros})$$

$$CMU=1.4(80+266.67+60+406.67)=1.4(616.66)=862.4$$

La carga viva a utilizar es proporcional a las cargas aplicadas y el área correspondiente, 7.5 m² para uso de pasillos y 12.5 m² para uso de oficina dando como resultado 343.5 kg/m²

$$CVU=1.7(W_{viva})$$

$$CVU=1.7*(343.5)=584.38$$

$$CU=CMU+CVU=862.4+584.38=1447.70$$

$$FCU=\frac{1447.7}{862.4+584.38}=1.51$$

Cálculo de la carga axial:

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

$$P_u=(20*1447.7)+(2400*0.25*0.45*8.3*1.51)$$

$$P_u=50339\text{kg}$$

Esbeltez (E): las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas En un rango, para determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarlas en base esto.

- Columnas cortas ($E < 22$): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural.
- Columnas intermedias ($22 > E > 100$): diseñarlas magnificando los momentos actuantes.

- Columnas largas ($E > 100$): no construirlas.

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

Extremo superior: $\Psi = \Sigma K_{col} / \Sigma K_{vigas}$

Sentido X

$$I_{col} = 0.35 \cdot 0.35^3 / 12 = 0.00125$$

$$I_{vig} = 0.25 \cdot 0.45^3 / 12 = 0.0019$$

$$K_{col} = 0.00125 / 3 = 0.000417$$

$$K_{vig} \text{ izquierda} = 0.0019 / 5.00 = 0.00038$$

$$K_{vig} \text{ derecha} = 0.0019 / 5 = 0.00038$$

$$\Psi_a = 0.000417 / (0.00038 + 0.00038) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 1.097$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

$$\Psi_p = (1.097 + 0) / 2$$

$$\Psi_p = 0.55$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva)

$$K = \frac{(20 - \Psi_p)}{20} \cdot \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0.9 \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p > 2$$

Como $\Psi_p < 2$:

$$K = \frac{(20 - 0.55)}{20} * \sqrt{1 + 0.55} = 1.21$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}, \text{ donde } \sigma = 0.3 * \text{lado}$$

$$\sigma = 0.3 * 0.35 = 0.105$$

$$E = \frac{1.21 * 2.55}{0.105} = 29.4$$

29.4 > 22 y < 100; Se clasifica como columna intermedia

Esbeltez de columna, sentido Y:

$$\Psi_p = 0.41$$

$$K = 1.16$$

$$E = 28.17 > 22 \text{ y } < 100; \text{ columna intermedia}$$

Según los resultados de esbeltez, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos:

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido

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

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{CMU}{C_u} = \frac{862.4}{1447} = 0.596$$

Cálculo del EI total del material

$$E_c = 15100\sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2.5(1 + \beta_d)} = \frac{15100\sqrt{281} \cdot \left(\frac{1}{12}\right) \cdot 35^4}{2.5(1 + 0.596)} = 752.22 \text{ ton-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kLu)^2} = \frac{3.1415 \cdot 752.22}{(1.16 \cdot 2.55)^2} = 779.3 \text{ ton}$$

Magnificador de momentos

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

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{50.39}{0.7 * 779.3}} = 1.101$$

Momento de diseño sentido X:

$$M_{dx} = \Delta * M_u = 1.101 * 14299 \text{ kg-m} = 15754 \text{ kg-m}$$

Momento de diseño sentido Y:

$$\beta_d = 0.55$$

$$EI = 752.22 \text{ T-m}^2$$

$$P_{cr} = 751.54 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1.09$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1.09 * 14656 \text{ kg-m} = \mathbf{16024 \text{ Kg - m}}$$

Acero longitudinal por el método BRESLER:

Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios. El método Bresler consiste en aproximar el valor $1/P'u$, a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ux$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'uy$).

Límites de acero:

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

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 (35 \times 35) = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0.06 (35 \times 35) = 73.50 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: 8 varillas #8 = 40.6 cm²

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas (ver Anexo 6).

Los valores a utilizar en los diagramas son:

$$\text{Valor de la gráfica } Y = X = d/h = (35 - 2(4))/35 = 0.77$$

Valores de la curva:

$$P_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 f'_c \cdot A_g} = \frac{40.6 \cdot 2810}{0.85 \cdot 281 \cdot 1225} = 0.385$$

Excentricidades:

$$e_x = M_{dx}/P_u = 15754/50388 = 0.312$$

$$e_y = M_{dy}/P_u = 16024/50388 = 0.318$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0.312/0.35 = 0.893$$

$$e_y/h_y = 0.318/0.35 = 0.908$$

De los diagramas de interacción se obtuvieron los siguientes valores:

$$K_x = 0.25, K_y = 0.25$$

Cargas:

Carga resistente de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{ux} = K_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0.25)(281)(35 \cdot 35) = 85750 \text{ Kg.}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0.25)(281)(35 \cdot 35) = 85750 \text{ Kg.}$$

Carga axial resistente de la columna

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

$$P'_o = 0.70 (0.85 \cdot 281(1225 - 40.6) + 40.6 \cdot 2,810)$$

$$P'_o = 276101 \text{ Kg.}$$

Carga resistente de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{85750} + \frac{1}{85750} - \frac{1}{276101}} = 50756 \text{ kg}$$

Como $P_u = 50388 \text{ kg}$, el armado de la columna propuesta es adecuado. Caso contrario sería necesario aumentar el acero por debajo del A_{smax} , en caso de requerir mayor refuerzo que el permitido por A_{smax} será necesario aumentar la sección propuesta.

Cálculo del acero transversal (Estribos):

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

columna. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios:

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

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

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 35 * 32 = 8442.97 \text{ Kg.}$$

$$V_u = 8806 \text{ kg}$$

Es necesario diseñar los estribos a corte:

Colocando estribos con varilla #4:

$$S = \frac{2A_v * f_y * d}{V_u} = \frac{2 * 1.266 * 2810 * 32}{8806} = 25.85 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = d/2 = 32/2 = 16.5 \text{ cm}$$

Dado que la separación solicitada por V_u es mayor al máximo se considera 15 cm de separación para facilidad de armado en obra.

Refuerzo por confinamiento:

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

1. $L_u / 6 = 2.55 / 6 = 0.425 \text{ m}$
2. Lado mayor de la columna = 0.35 m
3. 45 cm

La longitud de confinamiento propuesta es 0.65m, en ambos extremos.

Cálculo de la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0.45((A_g / A_{ch}) - 1)(0.85 * f'_c / F_y)$$

$$\rho_s = 0.45((35^2 / 29^2) - 1)(0.85 * 281 / 2,810) = 0.017$$

Es necesario chequear que $\rho_s > 0.12 f'_c / f_y$

$$\rho_s > 0.12 * 281 / 2810 = 0.0119, \text{ chequea}$$

Calculando el espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas #4:

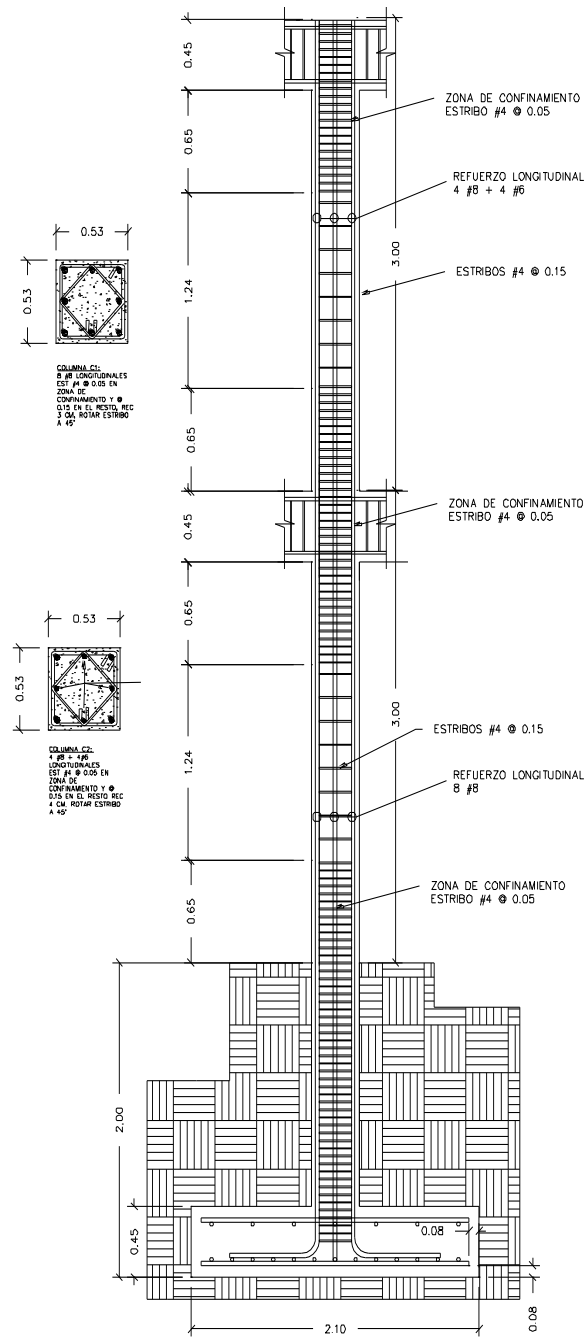
$$S = \frac{2A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{2 * 1.266}{0.017 * 29} = 5.017 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos #4 @ 5cm en la zona de confinamiento.

Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45°, según ACI. Por tener doble estribo en zona confinada, el espaciamiento se adopta de 5 cm.

El procedimiento fue el mismo para las columnas del segundo nivel, dando como resultado un refuerzo longitudinal de 4 #8 + 4 #6 y un refuerzo transversal #4 @ 5 cm en la zona de confinamiento y @ 15cm en el resto.

Figura 40. Detalle de columnas



2.1.5.4 Zapata y cimiento corrido

Son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores, transmitiéndolo al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo. En este caso se diseñan zapatas concéntricas de forma cuadrada. Los datos para diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Datos:

$$M_x = 14.30 \text{ ton-m}$$

$$\text{Desplante} = 2 \text{ m}$$

$$M_y = 14.66 \text{ ton-m}$$

$$F_{cu} = 1.51$$

$$P_u = 50.31 \text{ ton}$$

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

$$V_s = 26.92 \text{ ton/m}^2$$

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

$$\rho_{\text{suelo}} = 1.82 \text{ ton/m}^3$$

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

Cargas de trabajo:

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{50.31}{1.51} = 33.43 \text{ ton}$$

$$M't_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{14.31}{1.51} = 9.48 \text{ ton-m}$$

$$M't_y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{14.66}{1.51} = 9.72 \text{ ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5P't}{V_s} = \frac{1.5 \cdot 33.43}{26.92} = 1.86 \text{ m}^2$$

Se considera una zapata de 2.1m X 2.1m, para un área de zapata de 4.41 m², ya que según las características del suelo de la región son malas, se procede a chequear este valor.

Revisión de presión sobre el suelo: la zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}, \text{ donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

Se debe tomar en cuenta que **q** no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (Vs), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{2.1 \cdot 2.1^2}{6} = 1.54$$

$$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 33.43 + (0.35 \cdot 0.35 \cdot 3 \cdot 2.4) + (4.41 \cdot 2.0 \cdot 1.82) + (4.41 \cdot 0.45 \cdot 2.40) = 55.12 \text{ ton}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{55.12}{4.41} + \frac{9.48}{1.54} + \frac{9.72}{1.54} = 24.94 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{min}} = \frac{55.12}{4.41} - \frac{9.48}{1.54} - \frac{9.72}{1.54} = 0.055 \text{ ton/m}^2$$

$q_{\text{máx}} = 24.94 \text{ Ton/m}^2$ cumple, no excede el V_s
 $q_{\text{mín}} = 0.055 \text{ Ton/m}^2$ cumple, sólo compresiones

La presión del suelo, en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{\text{máx}} = 1.51 * 24.94 = 37.6 \text{ ton/m}^2$$

Espesor de zapata:

Dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0.075 m, y que el peralte efectivo sea mayor de 0.15 m mas el recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte y para este caso será de 45cm.

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2 \text{ con un } t \text{ asumido} = 0.45\text{m}$$

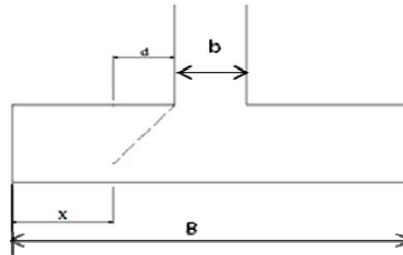
$$d = 45 - 7.5 - 2.54/2$$

$$d = 36.23 \text{ cm}$$

Corte simple:

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

Figura 41. Corte simple en zapata



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

$$x = 2.10/2 - 0.35/2 - 0.3623 = 0.5127\text{m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 2.1 \cdot 0.5127 \cdot 37.6 = 40.48 \text{ Ton.}$$

Corte resistente:

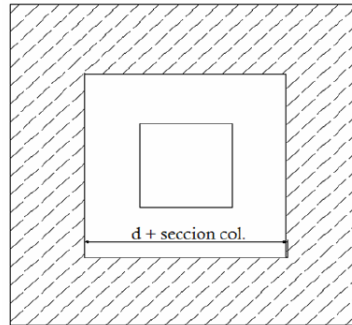
$$V_{res} = 0.53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = 0.53 \cdot 0.85 \cdot 210 \cdot 36.23 \cdot \sqrt{281} = 57350 \text{ kg}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante:

La columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte producidos en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla está a una distancia $d/2$, del perímetro de la columna.

Figura 42. Corte punzonante en zapata



Corte actuante por punzonamiento

$$d + \text{sección de columna} = 36.23 + 35.00 = 71.23 \text{ cm}$$

$$V_{\text{act pun}} = \text{Área} \cdot q_u = (2.1 \cdot 2.1 - 0.7123 \cdot 0.7123) \cdot 37.6$$

$$V_{\text{act pun}} = 146.75 \text{ Ton.}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_{r\text{pun}} = 1.06 \cdot \phi \cdot b_o \cdot d \cdot \sqrt{f'_c}, \quad b_o = 4(b_{\text{col}} + d)$$

$$b_o = 4(35 + 36.23) = 284.92 \text{ cm}$$

$$V_{r\text{pun}} = 1.06 \cdot 0.85 \cdot 284.92 \cdot 36.23 \cdot \sqrt{281} = 155.63$$

$V_{r\text{es}} > V_{\text{act}}$, el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Diseño del refuerzo

La zapata se diseña a flexión. La zapata actúa como una losa en voladizo.

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{37600 * \left(\frac{2.1}{2} - \frac{0.35}{2}\right)^2}{2} = 14394 \text{ kg-m}$$

El área de acero se calcula con la misma ecuación para el refuerzo de una viga:

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

$$A_s = \frac{0.85*281}{2810} \left[100*36.23 - \sqrt{(100*36.23)^2 - \frac{14394*100}{0.003825*281}} \right] = 16.13 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = 14.1*b*d/f_y = 14.1*100*36.23/2810$$

$A_{smin} = 18.17\text{cm}^2$, Por tanto colocar A_{smin} .

$A_s \text{ temperatura} = 0.002*b*t = 0.002*100*45 = 9\text{cm}^2$, utilizando varillas #6 el espaciamiento es de 30cm en ambos sentidos.

Separación para A_{smin} con varillas No. 6

$$18.17\text{cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$$

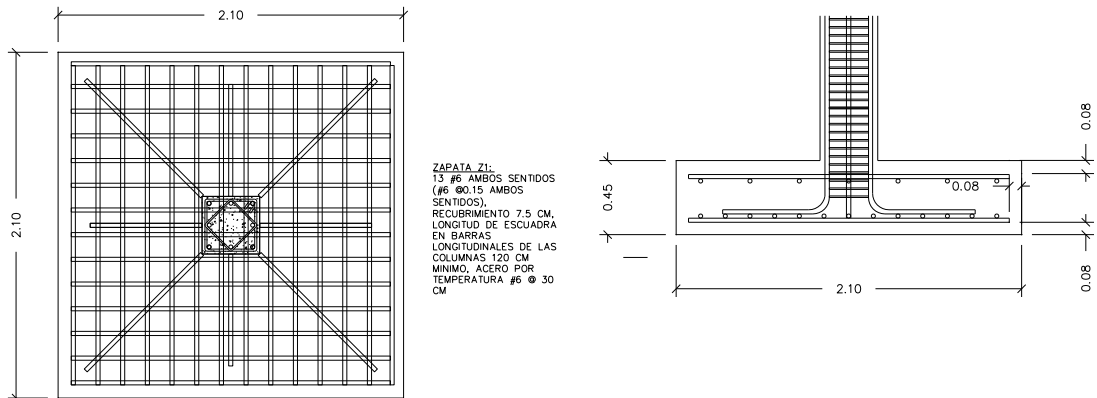
$$2.85\text{cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 2.85*100/18.17 = 15.67\text{cm}$$

Colocar varillas No. 6 @ 15 cm en ambos sentidos de la zapata.

Figura 43. Detalle de armado de zapata



Cimiento corrido:

Es el cimiento que se le coloca a los muros, este se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se ha propuesto el diseño de los cimientos corridos de acuerdo al FHA, considerando que los muros del primer nivel tendrán una altura aproximada de 3 metros y que en un modulo independiente las losas de las gradas serán apoyadas en ellos se considera lo siguiente:

Las dimensiones mínimas para cimientos corridos son:

Viviendas de un nivel 15 cmX30 cm

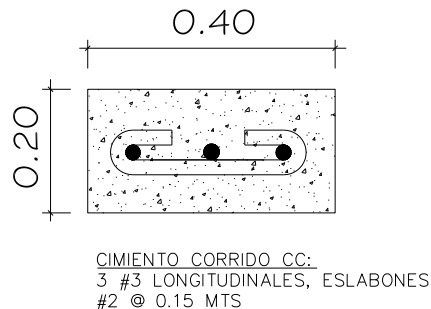
Viviendas de dos niveles 20 cmX40 cm

El refuerzo mínimo para cimientos corridos es el siguiente:

1. Viviendas de un nivel 2 \emptyset No. 3 con eslabones \emptyset No. 3 @ 30 cm o \emptyset No. 2 @ 15 cm
2. Viviendas de dos niveles 3 \emptyset No. 3 con eslabones \emptyset No. 3 @ 30 cm o \emptyset No. 2 @ 15 cm

Para este caso se colocarán 3 \emptyset No. 3 con eslabones \emptyset No. 2 @ 15 cm

Figura 44. Detalle de cimiento corrido.



2.1.5.5 Gradass

El módulo de gradass se diseñó como una estructura independiente de los marcos, esto con el fin de que al momento de que ocurra un sismo, esta no se vea afectada por las acciones de la estructura completa evitando que colapsen, dando tiempo para que los usuarios del segundo nivel evacuen el edificio, en caso de terremoto. Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella y si $C =$ huella y $H =$ contrahuella se deben cumplir los siguientes criterios:

$$c < 20 \text{ cm}$$

$$H > c$$

$$2c + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$c + H = 45$ a 48 cm; $c \times H = 480$ a 500 cm²

Donde: c = contrahuella H = huella

Cargas de diseño para una escalera

$CM = PP$ (escalera) + PP (acabados); PP (escalera) = $Wc = (t + c / 2)$

Número de escalones mínimo

$h/c_{max} = 3.2 / 0.18 = 18$ escalones.

Se tomarán 9 contrahuellas antes del descanso

Número de huellas = $9 - 1 = 8$ huellas

Chequeo

$c = 18$ cm < 20 cm; $H = 28$ cm

$2c + H = 2(18) + 28 = 64 \leq 64$ cm; $c + H = 18 + 28 = 46$ cm

$c \times H = 18 \times 28 = 504$

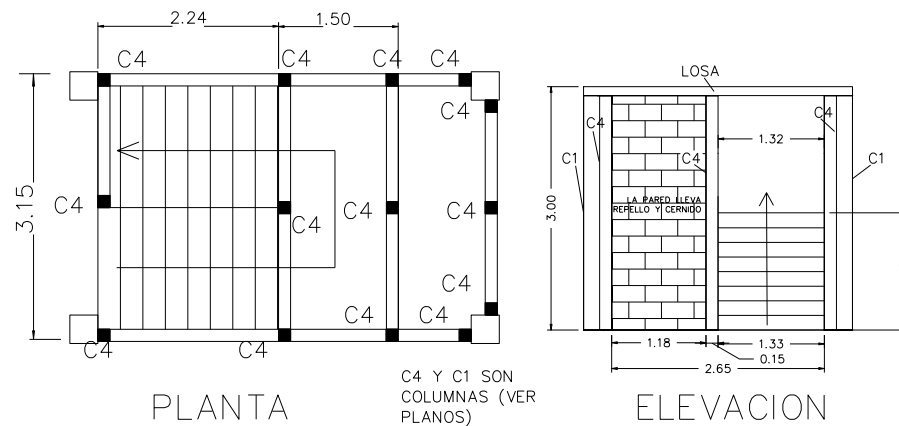
Por lo tanto, se tienen 9 contrahuellas de 18 cm y 8 huellas de 28 cm.

Espesor de la losa

$t = \text{perímetro} / 180 = (3.15 \times 2 + 1.50 \times 2 + 2.40 \times 4) / 180 = 0.105$ m

$t = 11$ cm

Figura 45. Planta-elevación módulo de gradas



Integración de cargas

Peso propio de la escalera = $\gamma_c \cdot (t + c/2)$

Peso propio de la escalera = $2,400 (0.11 + 0.18 / 2) = 468.00 \text{ Kg/m}^2$

Acabados = 80.00 Kg/m^2

Total = 548.00 Kg/m^2

Carga viva = 500.00 Kg/m^2

$C_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.40 (548.00) + 1.70 (500.00) = 1,617.20 \text{ Kg/m}^2$

Tomando en cuenta que la longitud de la losa es inclinada se calcula la longitud:

Longitud de la losa = $\sqrt{2.4^2 + 1.65^2} = 2.91\text{m}$

Cálculo de los momentos actuantes en la losa:

Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, por lo tanto:

$$M(+)=\frac{WL^2}{9}=\frac{1617.20 \cdot 2.9^2}{9}=1511\text{kg-m}$$

$$M(-)=\frac{WL^2}{14}=\frac{1617.20 \cdot 2.9^2}{14}=971.35\text{kg-m}$$

Acero mínimo:

$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} \cdot b \cdot d$

$\rho_{\text{mín}} = 14.1 / F_y$

b = franja unitaria.

t = espesor de la losa.

d = peralte efectivo.

$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 8.056 \text{ cm}$

$A_{s\text{mín}} = (14.1 / 2810) \cdot 100 \cdot 8.056 = 4.04 \text{ cm}^2$

$$AsM(-) = \frac{0.85 \cdot 281}{2810} \left[100 \cdot 8.05 - \sqrt{(100 \cdot 8.05)^2 - \frac{971.35 \cdot 100}{0.003825 \cdot 281}} \right] = 4.75 \text{ cm}^2$$

Separación para Asmín con varillas No. 4

$$4.75 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 1.27 \cdot 100 / 4.75 = 26.73 \text{ cm}$$

$$AsM(+) = \frac{0.85 \cdot 281}{2810} \left[100 \cdot 8.05 - \sqrt{(100 \cdot 8.05)^2 - \frac{1511 \cdot 100}{0.003825 \cdot 281}} \right] = 7.54 \text{ cm}^2$$

Separación para Asmín con varillas No. 4

$$7.54 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

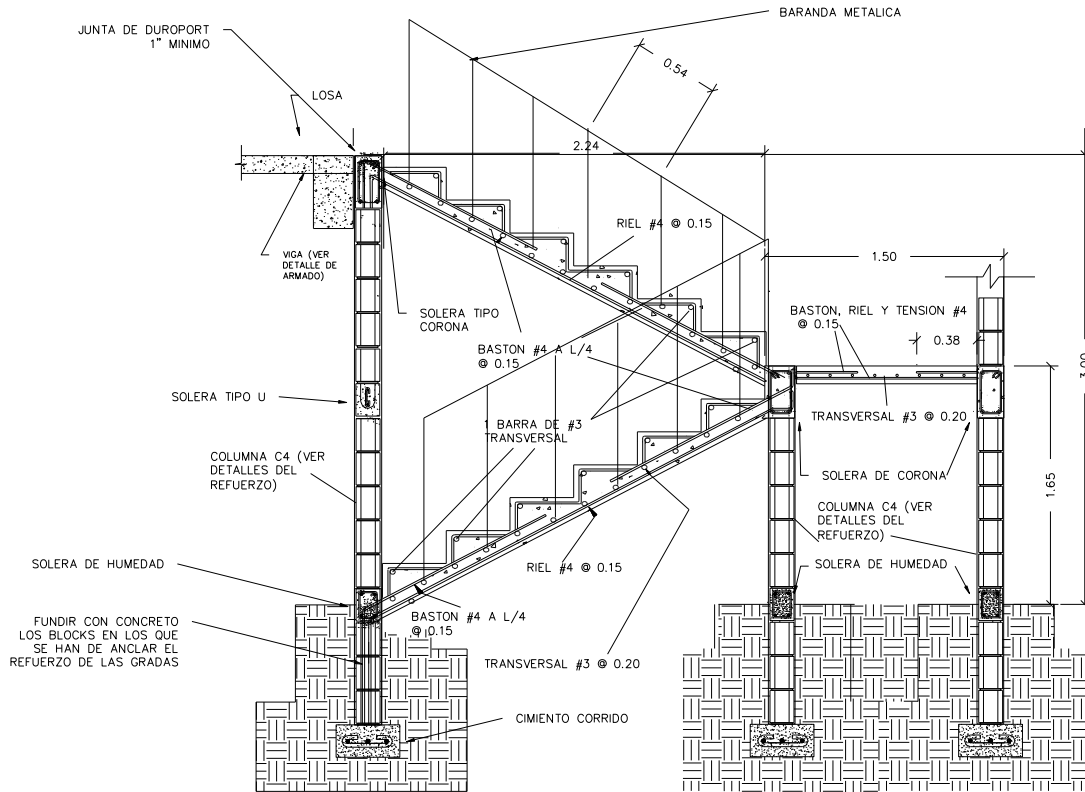
$$S = 1.27 \cdot 100 / 7.54 = 16.84 \text{ cm}$$

Se escoge una separación de 15 cm.

$$\text{Acero por temperatura} = As = 0.002 \cdot b \cdot t = 0.002 (100) \cdot (11) = 2.10 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{máx}} = 2 \cdot t = 2 \cdot 11 = 22 \text{ cm}; \text{ Varilla No. 3 @ 0.20 m.}$$

Figura 46. Sección transversal módulo de gradas



2.1.6 Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica para iluminación cuenta con dos circuitos en el primer nivel y dos en el segundo, cada circuito tiene un máximo de doce unidades (lámparas 2x40 tipo industrial). La instalación eléctrica de fuerza, cuenta con dos circuitos en el primer nivel y dos en el segundo, con un máximo de diez unidades por circuito. (Ver planos del apéndice 1 para los detalles)

2.1.7 Instalaciones hidráulicas

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, con tubería PVC $\varnothing \frac{3}{4}$ ", y los abastos por medio de tubería PVC $\varnothing \frac{1}{2}$ ". Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales, se trabajaron en sistemas separativos, con tubería PVC de $\varnothing 4$ " y $\varnothing 3$ ". La descarga del drenaje a la red municipal, con tubería PVC de $\varnothing 4$ ". (Ver planos del apéndice 1)

2.1.8 Planos constructivos:

Se elaboraron 10 planos, los cuales son:

- Planta amueblada
- Planta acotada
- Planta de cimentación y columnas
- Planta de losas y detalles de vigas
- Corte de muros y detalles estructurales
- Planta de acabados
- Planta instalación hidráulica y de drenajes
- Planta de instalación eléctrica fuerza
- Planta de instalación eléctrica iluminación
- Fachadas y secciones

2.1.9 Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 30% de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región y la mano de obra se cálculo de acuerdo a los renglones establecidos por la municipalidad.

Tabla IX. Presupuesto edificio municipal

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ PETÉN; PRESUPUESTO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES					
No	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN	ML	216	Q 14.99	Q 3,237.61
2	CIMENTACIÓN				
2.1	ZAPATAS TIPO Z1	UNIDAD	21	Q 9,553.00	Q 200,612.97
2.2	CIMIENTO CORRIDO	ML	188.2	Q 294.40	Q 55,406.86
3	COLUMNAS				
3.1	COLUMNA TIPO C1	ML	105	Q 2,141.47	Q 224,854.79
3.2	COLUMNA TIPO C2	ML	63	Q 1,758.43	Q 110,781.03
3.3	COLUMNA TIPO C3	ML	105	Q 158.73	Q 16,666.37
3.4	COLUMNA TIPO C4	ML	453	Q 204.63	Q 92,696.12
4	SOLERAS				
4.1	SOLERA HIDRÓFUGA	ML	168.2	Q 213.69	Q 35,941.94
4.2	SOLERA TIPO DINTEL	ML	75	Q 182.58	Q 13,693.87
4.3	SOLERA DE SILLAR	ML	75	Q 170.28	Q 12,770.67
4.4	SOLERA DE TIPO U	ML	491.4	Q 141.79	Q 69,676.38
5	VIGAS				
5.1	VIGA TIPO V1X	ML	30	Q 1,096.16	Q 32,884.84
5.2	VIGA TIPO V2X	ML	60	Q 1,110.50	Q 66,629.81
5.3	VIGA TIPO V3X	ML	30	Q 956.87	Q 28,706.12
5.4	VIGA TIPO V4X	ML	60	Q 937.12	Q 56,227.21
5.5	VIGA TIPO V1Y	ML	35	Q 1,154.90	Q 40,421.66
5.6	VIGA TIPO V3Y	ML	35	Q 1,021.59	Q 35,755.60
5.7	VIGA TIPO V2Y	ML	21	Q 1,082.54	Q 22,733.44
5.8	VIGA TIPO V4Y	ML	21	Q 965.49	Q 20,275.36
6	LOSAS	M2	480	Q 808.95	Q 388,296.93
7	MUROS				
7.1	LEVANTADO DE BLOCK	M2	565	Q 273.71	Q 154,646.96
7.2	PARED PREFABRICADA	M2	26	Q 264.92	Q 6,887.91
8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	GLOBAL	1	Q 4,419.19	Q 4,419.19
9	CIRCUITO FUERZA	GLOBAL	1	Q28,190.02	Q 28,190.02
10	CIRCUITO ILUMINACIÓN	GLOBAL	1	Q84,218.67	Q 84,218.67
11	MÓDULO DE GRADAS	GLOBAL	1	Q14,039.08	Q 14,039.08
12	INSTALACIÓN PUERTAS	UNIDAD	27	Q 422.22	Q 11,400.00
13	INSTALACIÓN VENTANAS	M2	50	Q 164.00	Q 8,200.00
14	ACABADOS				
14.1	REPELLO	M2	1610	Q 25.05	Q 40,331.33
14.2	CERNIDO	M2	1130	Q 44.78	Q 50,602.09
14.3	BLANQUEADO	M2	240	Q 124.64	Q 29,912.62
14.4	PINTURA	M2	1130	Q 54.83	Q 61,963.25
14.5	COLOCACIÓN PISO	M2	480	Q 258.98	Q 124,308.69

Continuación tabla IX.

15	INSTALACIÓN HIDRAÚLICA	GLOBAL	1	Q 4,923.90	Q 4,923.90
16	ARTEFACTOS SANITARIOS				
16.1	INODOROS	UNIDAD	8	Q 500.00	Q 4,000.00
16.2	PILA 1	UNIDAD	2	Q 350.00	Q 700.00
16.3	LAVAMANOS	UNIDAD	6	Q 400.00	Q 2,400.00
17	INSTALACIÓN DRENAJES	GLOBAL	1	Q14,325.97	Q 14,325.97
18	LIMPIEZA GENERAL	GLOBAL	1	Q 5,000.00	Q 5,000.00
TOTAL					Q 2,178,739.26

COSTO POR METRO
CUADRADO

Q 4,539.04

2.1.10 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del riesgo de impacto ambiental, se realizó mediante una boleta de riesgo utilizada en la municipalidad para la gestión de evaluación en el ministerio de medio ambiente. Esta evaluación dio como resultado un punteo de 136 puntos, una calificación superior a los 400 puntos, significa que sería necesario reformular el proyecto, y una calificación superior a 1000 rechaza por completo el proyecto.

Tabla X. Boleta de riesgo edificio municipal

Sistema Nacional de Inversión Pública, SNIP.															
Boleta de Identificación y Evaluación de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública.															
Proyecto:		Edificación de dos niveles para oficinas municipales													
Localización:		BARRIO LA ESPERANZA, MUNICIPIO SAYAXCHE PETEN													
Identificación y Evaluación de Riesgo Programas / Proyectos	Factor	Tipo de Evento	N.A.	Exposición al evento	Genera el evento	Amenaza				Vulnerabilidad				R = amenaza * vulner.	
						Nula	Mínima	Moderada	Severa	Baja	Media	Alta	Extrem. Alta		
Origen del Evento	Factor	Tipo de Evento				0	4	8	10	2	4	8	10	Total = A * V	
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones			X					X				0	
		Tornados (vientos fuertes)			X					X				0	
		Tormenta tropical			X					X				0	
		Onda térmica fría			X					X				0	
		Onda térmica cálida			X						X			0	
		Inundaciones				X					X			16	
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas					X				X			16	
	Otros: Especifique														
	Topográficos ó Geotécnicos	Derrumbes				X					X				0
		Deslizamientos					X				X				8
		Lahares				X					X				0
		Fujos de lodo y agua					X				X				16
	Otros													0	

Continuación tabla X.

Antropico - Social	Tectónicos o Geológicos	Terremotos (sismos)		X			X			0
		Erupciones volcánicas		X			X			0
		Maremotos (tsunamis)		X			X			0
		Otros								
	Derechos humanos	Violación de derechos humanos		X			X			0
		Genera pobreza y exclusión social		X			X			0
		Genera discriminación (género, étnia, discapacidad)		X			X			0
		Ocurrencia de epidemias			X		X			8
	Seguridad ciudadana	Otros								
		Delincuencia organizada		X			X			0
		Delincuencia común		X			X			0
		Conflictos limítrofes		X			X			0
		Ocurrencia de guerra		X			X			0
		Ocurrencia de terrorismo		X			X			0
	Entorno político económico-social	Otros								
		Crisis política (pérdida democracia)		X			X			0
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)		X			X			0
		Crisis económica (empobrecimiento)			X		X			8
		Crisis social (conflictos entre pobladores)			X		X			8
	Manejo del ambiente	Otros								
		Destrucción de hábitats naturales.			X		X			8
		Radiación solar intensa			X		X			8
		Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua			X		X			8
		Descarga de partículas sólidas al aire			X		X			8
		Contaminación por ruido superior a 90 DB			X		X			0
		Contaminación de suelos			X		X			0
		Sobreexplotación de recursos naturales			X		X			0
		Desertificación			X		X			0
		Incendios forestales			X		X			8
		Accidentes	Otros							
	Fallas industriales y tecnológicas				X		X			0
	De 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			16	
Edificios, ruinas, monumentos abandonados				X		X			0	
TOTAL 136										
Factor	Escala	Descripción								
Amenaza	Nula	No apreciable								
	Minima	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 mitigación)								
	Medio	mayor de 401 hasta 1000 (Reformular el proyecto)								
	Alto	mayor de 1000 (Se rechaza el proyecto, reformularlo)								

2.2 Diseño de la carretera hacia las comunidades El Escarbado y La Reforma

2.2.1 Descripción del proyecto y criterios de diseño

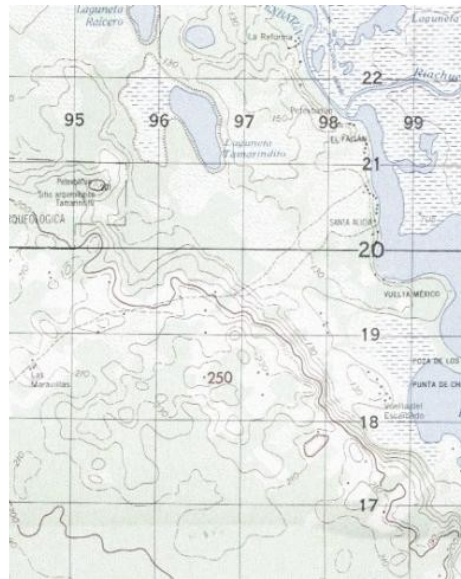
EL proyecto consiste en el diseño de la carretera que mide aproximadamente siete kilómetros, tipo F, con balasto de espesor de quince centímetros, la carretera unirá a tres comunidades. Se tomaron como parámetros de diseño las normas de la Dirección General de Caminos, así como criterios del manual de la SIECA.

2.2.2 Preliminar de campo

2.2.2.1 Reconocimiento

Previo al levantamiento topográfico, se realizó una visita previa con el fin de establecer una posible ruta a elegir, dentro de las limitantes se tuvieron los posibles derechos de paso, evitar pasar por zonas con vegetación abundante y posibles zonas arqueológicas. Durante el reconocimiento se pudo establecer una posible ruta, evitando las pendientes que exceden de lo permisible. Como ayuda también se utilizó la hoja cartográfica Laguna Petexbatun 2165-II.

Figura 47. Hoja cartográfica Laguna Petexbatun



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, hoja 2165-I

2.2.2.2 Levantamiento topográfico preliminar

Para el trazo de la línea preliminar se generan curvas de nivel del modelo digital y se ubican en el plano los puntos obligados de paso, dos puntos obligados son el inicio y el final del camino, los cuales ya fueron ubicados y referenciados en el reconocimiento preliminar de campo, luego de los pasos, que en la preliminar de campo se chequearon y permiten el paso evitando pendientes altas, una buena combinación entre alineamiento horizontal y vertical, pasos por quebradas, estructuras existentes o suelos difíciles de trabajar. Cuando se realiza un levantamiento topográfico tradicional de campo se anotan tres libretas: libreta de tránsito, libreta de niveles de línea central y libreta de secciones transversales, en el caso de utilizar una estación total, se plotean puntos x, y, z de la ruta. El objetivo es tener una superficie del mayor ancho posible sobre toda la longitud de la ruta seleccionada. Para el

levantamiento se utilizó un teodolito digital marca Wild T1. Se utilizó en método de conservación de azimut.

Tabla XI. Libreta topográfica-linea central

est	po	AZIMUT			DH	Hi	ÁNGULO VERTICAL			LECTURA DE HILOS			COTA
		°	'	"			°	'	"	hi	hm	hs	
	0												100.0000
0.0	1	223	10	50	95.9300	1.420	88	27	10	1.020	1.50	1.980	102.5111
0.0	2	42	42	40	135.7441	1.420	87	30	50	1.320	2.00	2.680	105.3137
2.0	3	43	42	50	98.9946	1.520	90	25	20	1.550	2.05	2.540	104.0542
3.0	4	43	9	50	125.6236	1.490	93	8	0	0.070	0.72	1.330	97.9474
4.0	5	43	14	50	65.9996	1.540	89	51	30	0.670	1.00	1.330	98.6506
5.0	6	42	55	30	183.9987	1.420	90	9	0	1.000	1.92	2.840	97.6689
6.0	7	43	44	30	102.5526	1.540	83	13	30	1.180	1.70	2.220	109.6922
7.0	8.1	44	44	40	25.8366	1.500	94	32	50	1.300	1.43	1.560	107.7073
7.0	8.2	43	0	30	103.9835	1.500	89	16	40	0.980	1.50	2.020	111.0030
8.2	9	43	14	10	131.9925	1.520	89	34	10	0.340	1.00	1.660	112.5148
9.0	10	43	2	20	121.0453	1.610	84	55	30	1.000	1.60	2.220	123.2746
10.0	11	43	32	40	82.8270	1.620	87	23	0	0.590	1.00	1.420	127.6799
11.0	12	42	35	50	73.9987	1.610	90	14	30	1.430	1.80	2.170	127.1778
12.0	13	40	21	10	79.8830	1.640	92	11	30	2.590	3.00	3.390	122.7606
13.0	14	94	0	0	107.9989	1.680	90	11	10	0.460	1.00	1.540	123.0898
14.0	15	95	9	50	23.9558	1.640	92	27	30	1.380	1.00	1.620	122.7013
15.0	16.1	94	43	50	95.7514	1.550	92	55	0	1.520	2.00	2.480	117.3729
15.0	16.2	94	55	40	169.9808	1.550	90	36	30	1.100	2.00	2.800	120.4465
16.2	17	43	27	40	155.6106	1.560	92	51	50	1.220	2.00	2.780	112.2220
17.0	18	43	11	0	149.9980	1.550	90	12	30	1.250	2.00	2.750	111.2265
18.0	19	43	16	40	149.9980	1.530	89	47	30	2.500	3.30	4.000	110.0020
19.0	20	43	8	30	51.4096	1.560	83	53	0	1.340	1.60	1.860	115.4712
20.0	21	46	46	30	39.8264	1.600	93	46	40	1.000	1.20	1.400	113.2414
21.0	22	21	0	40	77.7559	1.630	99	38	30	0.700	1.00	1.500	100.6618
22.0	23	27	29	20	39.9724	1.600	91	30	20	0.600	0.80	1.000	100.4112
23.0	24	351	54	50	19.5225	1.490	98	53	20	0.100	0.20	0.300	98.6480
24.0	25	73	20	50	33.1773	1.660	106	15	40	1.020	1.20	1.380	89.4307
25.0	26	95	4	50	35.9100	1.670	92	52	0	1.220	1.40	1.580	87.9025
26.0	27	96	43	30	43.8262	1.480	102	33	20	1.070	1.30	1.530	78.3219
27.0	28	22	22	50	43.4047	1.480	100	51	10	1.070	1.30	1.520	70.1806
28.0	29	329	47	10	32.8667	1.580	100	31	10	1.430	1.60	1.770	64.0575
29.0	30	317	17	40	66.2054	1.540	106	28	50	1.340	1.70	2.060	44.3110
30.0	31	84	24	30	59.3052	1.610	96	10	40	1.300	1.60	1.900	37.9017
31.0	32	84	16	0	61.0929	1.680	96	56	50	0.880	1.20	1.500	30.9376
31.0	33	72	46	40	79.3699	1.680	95	5	30	1.100	1.50	1.900	31.0098
33.0	34	43	51	50	101.9952	1.500	90	23	30	0.760	1.30	1.780	30.5125
34.0	35	43	51	50	107.9463	1.530	88	43	20	0.660	1.20	1.740	33.2503
35.0	36	44	19	50	67.9735	1.540	88	52	10	0.860	1.20	1.540	34.9317
36.0	37	123	12	30	58.9965	1.600	90	26	20	0.400	0.70	0.990	35.3798
37.0	38	105	35	10	79.9988	1.500	89	46	40	0.800	1.20	1.600	35.9901
38.0	39	123	37	50	79.9856	1.580	90	46	10	0.800	1.20	1.600	35.2958
39.0	40	129	7	40	107.7599	1.530	92	42	10	0.660	1.20	1.740	30.5388
40.0	41	125	13	20	44.9159	1.500	92	28	40	1.050	1.30	1.500	28.7952
41.0	42	87	2	0	45.9099	1.530	92	32	10	1.070	1.30	1.530	26.9917
42.0	43	105	32	50	135.9201	1.570	91	23	20	0.820	1.50	2.180	23.7663
43.0	44	105	17	30	51.9232	1.550	92	12	10	1.140	1.40	1.660	21.9191
36.0	45	317	41	10	139.9982	1.540	90	12	10	1.000	1.70	2.400	34.2762
45.0	46	328	2	10	109.9458	1.530	91	16	20	1.450	2.00	2.550	31.3645
46.0	47	331	44	20	121.9641	1.570	90	59	0	1.420	2.00	2.640	28.8411
47.0	48	329	52	30	63.9439	1.600	91	41	50	0.680	1.00	1.320	27.5464
48.0	49	325	9	10	61.9189	1.530	92	4	20	1.390	1.70	2.010	25.1360
49.0	50	323	47	30	54.9222	1.600	92	9	20	0.450	0.73	1.000	23.9388
50.0	51	339	3	10	38.8631	1.620	86	36	10	1.000	1.20	1.390	26.6658
51.0	52	347	11	30	74.9624	1.620	91	17	0	0.680	1.00	1.430	25.6065
52.0	53	338	40	20	49.9197	1.620	92	17	50	0.750	1.00	1.250	24.2239
53.0	54	323	23	10	55.9496	1.620	88	16	50	1.000	1.28	1.560	26.2435
54.0	55	315	58	40	79.9396	1.540	88	25	30	1.150	1.50	1.950	28.4815

La información topográfica necesaria para el diseño de una carretera consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo uso de un teodolito y de una cinta métrica, con los cuales definiremos los valores de: estación, punto observado, azimut o ángulo horizontal y distancia horizontal. El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte el cual es planteado desde el principio si será real o uno arbitrario que después se corregirá; y se proseguirá tomando las distancias entre las estaciones intermedias a cada 20 metros como máximo.

Para obtener la libreta de secciones transversales se pasa una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, fijando bancos de marca a cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes, en los que deberá anotarse la estación, elevación y las distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria, entera, la cual se recomienda que sea más de 1000 metros para no encontrarse ninguna cota negativa al final del levantamiento, para este caso dicha cota se tomo a partir de la referencia de un GPS.

2.2.3 Dibujo preliminar

Este servirá para establecer la ruta final de la carretera, en este se observarán las deflexiones y cambios de altura entre estaciones, proporcionando la información necesaria para el diseño final.

2.2.2.3.1 Planimétrico

Los datos se ingresaron al programa Civil 3D para realizar el dibujo planimétrico. En este se grafican las curvas de nivel, el eje central de la carretera, los obstáculos naturales y obras de infraestructura.

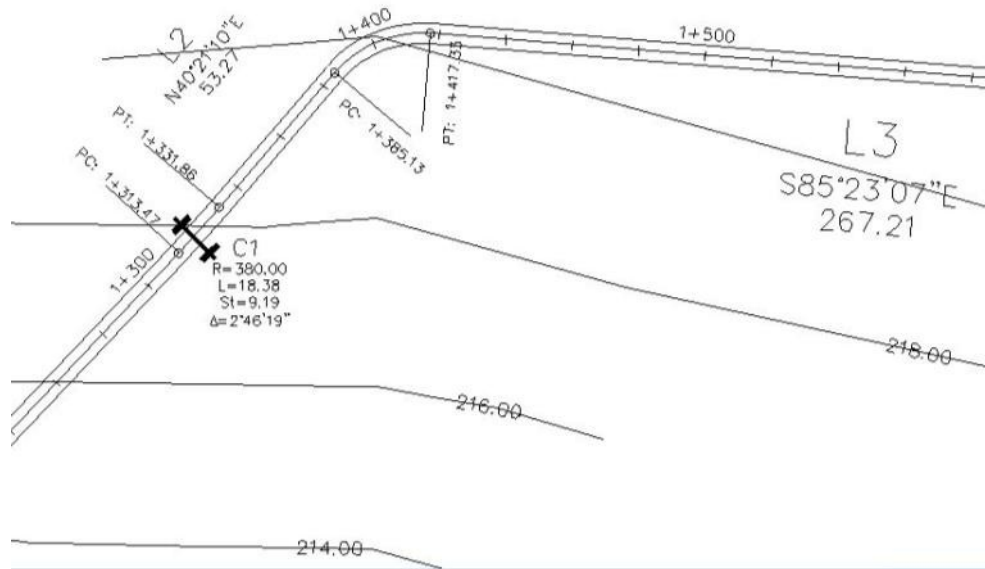
2.2.2.3.2 Altimétrico

En este se grafica la relación de la altura respecto a la longitud en una relación de 1 a 10 respectivamente, para que puedan ser apreciadas las diferencias de pendientes. Se recomienda dibujar el perfil que se ha levantado durante el día, con el objeto de apreciar se tiene una forma congruente con la realidad y si cumple con las especificaciones máximas permisibles.

2.2.2.3.3 Curvas de nivel

Para el dibujo de las curvas de nivel se utilizó el programa Civil 3D, este interpola la información de cada coordenada, tejiendo una red con los puntos ingresados a partir de los datos obtenidos de las secciones transversales y del eje central. Se procede a ubicar, en el dibujo en planta, cada punto de las secciones a partir del punto que le corresponda el caminamiento en la línea central. Las curvas de nivel del levantamiento sirven para determinar las pendientes del terreno.

Figura 48. Curvas de nivel



2.2.4 Diseño de localización

Consiste en diseñar la línea final o la línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto, se realiza con toda la información que se recabe en campo por la brigada de topografía. Para la realización del diseño de la línea de localización se deben considerar los parámetros de diseño, para este caso se eligieron los parámetros de la dirección general de caminos. Se eligió una típica tipo F, en función de la población. Se diseñara con un radio mínimo de 18 metros, una pendiente máxima de 14% y un ancho de calzada de 5.5 metros. La velocidad de diseño máxima será de 40 km/h en las regiones llanas, 30 Km/h en las regiones onduladas y 20 km/h en las regiones montañosas. En el diseño de localización se deben contemplar las longitudes de transición entre las curvas.

Tabla XII. Características geométricas

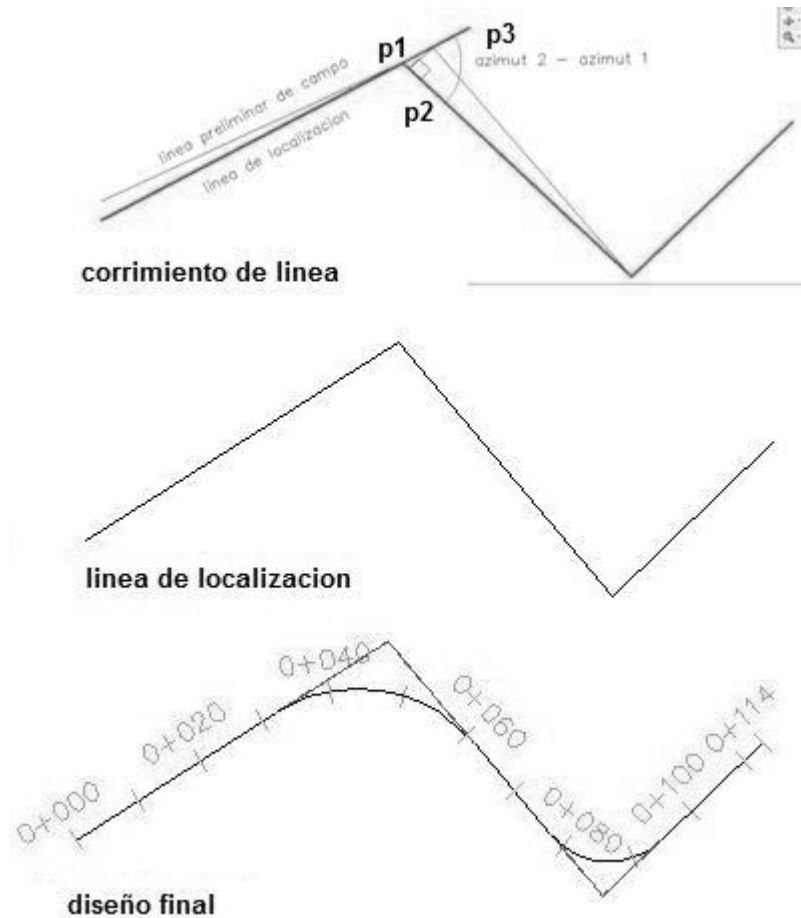
T.P.D.A.	CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H.)	ANCHO DE CALZADA (MTS)	ANCHO DE TERRACERIA		DERECHO DE VIA (MTS)	RADIO MINIMO (MTS)	PENDIENTE MAXIMA (%)	DISTANCIA VISIBILIDAD PARADA	
				CORTE (M3)	RELLENO (M3)				MINIMA (MTS)	RECOMENDADA
10 A 100	TIPO F		5.5	9.5	8.5	15				
	REGIONES									
	LLANAS	40					47	10	40	50
	ONDULADAS	30					30	12	30	35
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25

El diseño se realiza utilizando el software Civil 3D, ingresando manualmente los parámetros de diseño y chequeando que se cumplan las especificaciones. Las curvas de diseño deben adaptarse lo mejor posible a las características del terreno y a la curva de la subrasante, las curvas se unen por medio de tangentes, verificando que se cumplan las especificaciones de las longitudes de transición, este es un proceso de ensayo y error hasta llegar a la línea definitiva, que será la que cumpla todos los parámetros.

2.2.4.1 Corrimiento de línea

Se realiza este procedimiento cuando la topografía del terreno impide que la ruta preliminar sea adecuada para el diseño, ya sea porque no se cumplen las longitudes de transición, las pendientes son mayores a las permisibles o no se cumplen con los radios mínimos. Para este caso fue necesario hacer corrimientos de líneas para no sobrepasar las pendientes máximas.

Figura 49. Corrimiento de línea



La línea preliminar es la línea central del camino existente. Las coordenadas totales de los puntos de intersección (PI) de la línea de localización, se obtienen por medio de las coordenadas totales de la línea preliminar. Los cálculos de PI se realizan de la siguiente manera:

Dibujar una línea perpendicular a la línea preliminar en el punto P2 hasta interceptarla con el PI de la línea de localización, que es el punto P3, medir la distancia entre los puntos P3 y P2 y entre los puntos P1, que es el PI de la línea preliminar y P2.

Con la coordenadas totales ya calculadas del PI de la línea preliminar (P1), el azimut invertido y la distancia de P1 a P2, calcular las coordenadas del punto P2, ubicados en el punto P2, con el azimut invertido restar 90° para el nuevo azimut de la línea P2 –P3.

Con la coordenadas del punto P2, el azimut de la línea P2-P3 y la distancia P2 - P3 se calculan las coordenadas del punto P3, PI de la línea de localización.

Las distancias entre P1-P2 y P2-P3 se denominan puntos de control, estas amarran las líneas de preliminar y localización y son importantes pues se pueden verificar en campo. Este procedimiento se aplica en todos los puntos de la línea de localización usando relación de triángulos y ley de senos y cosenos, se calculan coordenadas totales.

Distancia entre P1 y P2 = D (1-2)	Coordenadas de P2 = (X2, Y2)
Distancia entre P3 (PI) y P2 = D (2-3)	Coordenadas de PI = (XI, YI)
Coordenadas de P1 = (X1, Y1)	Azimut 2 – Azimut 1 = Δ

Cálculo:

Azimut invertido = Δ + 180°

Coordenadas totales de P2 (X2, Y2):

$$X2 = X1 + D(1-2) * \text{sen}(\Delta + 180^\circ) \quad Y2 = Y1 + D(1-2) * \text{cos}(\Delta + 180^\circ)$$

Nuevo azimut = Δ + 90°

Coordenadas totales del PI (XI, YI):

$$XI = X2 + [D(2-3) * \text{sen}(\Delta + 90^\circ)] \quad YI = Y2 + [D(2-3) * \text{cos}(\Delta + 90^\circ)]$$

El programa Civil 3d realiza las operaciones para el corrimiento de línea a partir del trazo del nuevo punto que definirá la línea de localización y la

ubicación de coordenadas, obteniendo toda la información necesaria para el cálculo de los elementos geométricos de la carretera.

2.2.4.1 Cálculo de elementos de curva horizontal.

Consiste en el diseño de la línea final de localización en planimetría, mediante el cálculo de las curvas horizontales, las cuales definirán la ruta a seguir y constituyen la guía fundamental para la cuadrilla de topografía en el trazo de la carretera, en el proceso de diseño y cálculo se deben considerar varios aspectos técnicos, los cuales se enumeran a continuación:

- Todo el diseño debe ir basado en el principio de seguridad y comodidad en carretera.
- Una carretera diseñada para seguir las ondulaciones de las curvas a nivel es preferible a una con tangentes, pero con repetidos cortes y rellenos, ya que esto disminuye los costos.
- Para una velocidad de diseño dada, debe evitarse, dentro de lo razonable, el uso de radios mínimos en el cálculo de las curvas horizontales.
- En carreteras del área rural es conveniente evaluar si se usa un radio menor al mínimo permitido por la velocidad de diseño a cambio de incrementar considerablemente el costo de la obra al utilizar radios menores. En estos casos el criterio del diseñador es importante para que puedan circular sin necesidad de hacer maniobras de retroceso.
- Se debe procurar, en todo lo posible, aumentar la longitud de las tangentes.
- Se deben evitar curvas en donde se localicen puentes, ya que estos deberán ubicarse preferiblemente en tangentes, pero en situaciones especiales se ampliará la curva con un sobreebanco. No deberán diseñarse curvas con radios mínimos antes de entrar a un puente.

- En terrenos llanos es conveniente evitar el diseño de tangentes demasiado largas.
- Debe chequearse en cada cálculo la longitud de la tangente, ya que ésta no podrá ser jamás negativa, esto indicaría quedos curvas horizontales se están traslapando.

Para el diseño es necesario establecer un radio de curva en función de las deflexiones, para este caso se obtuvieron del anexo 7. Después de considerar los anteriores incisos y la experiencia del ingeniero diseñador, se procede al cálculo de las curvas horizontales, con la ayuda de dos escuadras, un compás, un juego de curvas de diseño y las especificaciones respectivas. El diseño geométrico de carreteras es un proceso de tanteos hasta que se consigue el óptimo. En los siguientes incisos se calculará cada elemento de la curva 2, a manera de ejemplo.

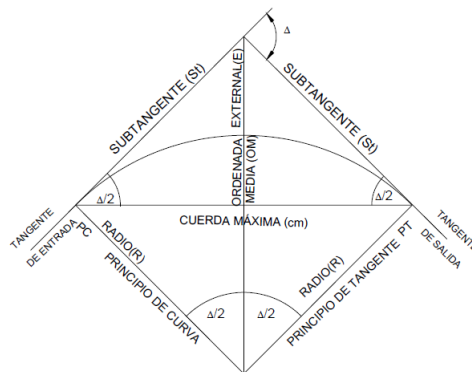
Datos:

Deflexión=54.26°

Radio elegido=34m (en función de la deflexión)

Estación de inicio= 1+380

Figura 50. Elementos de curva horizontal



Grado de curvatura (G):

En Guatemala se define como el ángulo central que sobre una circunferencia define un arco de 20 metros de longitud. En otra forma, se dice que (G) es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros.

$$G=1145.9156/R=1145.9156/34=33.7^\circ$$

Longitud de curva (Lc):

La longitud de curva es la distancia, siguiendo la curva, desde el PC hasta el PT.

Donde:

Lc = Longitud de curva.

G = Grado de curvatura.

Δ = Diferencia de azimut de entrada menos azimut de salida.

Los radios fueron tomados a partir de la lectura de las deflexiones

$$Lc = \frac{20\Delta}{G} = \frac{20 \cdot 54.26}{33.7} = 32.20m$$

Sub-Tangente (St):

Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT, en curvas circulares simples forman un ángulo de 90° con el radio.

$$St=R*\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)=34*\tan(54.26^\circ/2)=17.42m$$

Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$Cm=2R*\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)=2*34*\sin\left(\frac{54.26^\circ}{2}\right)=31.01m$$

External (E)

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$E=R*\left(\sec\frac{\Delta}{2}-1\right)=34*\left(\sec\frac{54.26^\circ}{2}-1\right)=4.20m$$

Tabla XIII. Resumen diseño geométrico

tramo 1													
No.	TIPO	LONG	DIR	EST INI	EST FIN	PI EST	Δ	RADIO	G	CUER	OM	St	EXT
1	tan	1313.47	N43° 09' 05"E	0+000.00	1+313.47								
2	curva	18.39		1+313.47	1+331.86	1+322.67	2.77	380.00	3.02	18.38	0.11	9.19	0.11
3	tan	53.27	N40° 21' 10"E	1+331.86	1+385.13								
4	curva	32.20		1+385.13	1+417.33	1+402.55	54.26	34.00	33.70	31.01	3.74	17.42	4.20
5	tan	267.22	S85° 23' 07"E	1+417.33	1+684.54								
6	curva	32.24		1+684.54	1+716.78	1+701.83	51.31	36.00	31.83	31.17	3.55	17.29	3.94
7	tan	429.73	N43° 18' 33"E	1+716.78	2+146.51								
8	curva	17.17		2+146.51	2+163.68	2+155.09	1.41	700.00	1.64	17.17	0.05	8.59	0.05
9	tan	74.30	N44° 42' 54"E	2+163.68	2+237.97								
10	curva	15.31		2+237.97	2+253.29	2+245.72	21.40	41.00	27.95	15.22	0.71	7.75	0.73
11	tan	106.87	N23° 18' 58"E	2+253.29	2+360.16								
12	curva	17.19		2+360.16	2+377.34	2+368.90	25.91	38.00	30.16	17.04	0.97	8.74	0.99
13	tan	48.65	N2° 53' 06"W	2+377.34	2+425.99								
14	curva	38.50		2+425.99	2+464.49	2+458.84	122.56	18.00	63.66	31.57	9.35	32.85	19.46
15	tan	97.59	S60° 19' 38"E	2+464.49	2+562.08								
16	curva	45.23		2+562.08	2+607.32	2+617.44	143.97	18.00	63.66	34.24	12.43	55.36	40.21
17	tan	45.31	N24° 18' 05"W	2+607.32	2+652.63								
18	curva	46.46		2+652.63	2+699.09	2+715.15	147.88	18.00	63.66	34.60	13.02	62.52	47.06
19	tan	30.57	S56° 25' 23"E	2+699.09	2+729.65								
20	curva	47.13		2+729.65	2+776.78	2+796.83	150.00	18.00	63.66	34.77	13.34	67.18	51.55
21	tan	56.08	N27° 10' 42"W	2+776.78	2+832.85								
22	curva	25.48		2+832.85	2+858.34	2+848.26	81.12	18.00	63.66	23.41	4.33	15.41	5.69
23	tan	284.68	N53° 57' 50"E	2+858.34	3+143.02								

tramo 2													
No.	TIPO	LONG	DIRECCION	EST INI	EST FIN	PI EST	Δ	RADIO	GRADO DE	CUERDA	OM	St	EXTERNAL
1	tan	43.81	S56° 47' 30"E	0+000.00	0+043.81								
2	curva	30.14		0+043.81	0+073.95	0+059.00	17.62	98.00	11.69	30.02	1.16	15.19	1.17
3	tan	50.04	S74° 24' 50"E	0+073.95	0+123.99				ma				
4	curva	29.29		0+123.99	0+153.28	0+138.76	18.04	93.00	12.32	29.17	1.15	14.77	1.17
5	tan	54.23	S56° 22' 10"E	0+153.28	0+207.50								
6	curva	21.97		0+207.50	0+229.47	0+218.50	5.50	229.00	5.00	21.96	0.26	10.99	0.26
7	tan	56.69	S48° 18' 23"E	0+229.47	0+286.17								
8	curva	4.48		0+286.17	0+290.65	0+288.41	6.42	40.00	28.65	4.48	0.06	2.24	0.06
9	tan	61.61	S54° 46' 40"E	0+290.65	0+352.26								
10	curva	36.66		0+352.26	0+388.92	0+371.30	38.19	55.00	20.83	35.98	3.03	19.04	3.20
11	tan	30.04	N86° 34' 14"E	0+388.92	0+418.95								
12	curva	29.94		0+418.95	0+448.89	0+434.05	18.44	93.00	12.32	29.81	1.20	15.10	1.22
13	tan	154.00	S74° 27' 59"E	0+448.89	0+602.89								
tramo 3													
No.	TIPO	LONG	DIRECCION	EST INI	EST FIN	PI EST	Δ	RADIO	GRADO	CUERDA	OM	St	EXTERNAL
1	tan	128.47	N42° 18' 50"V	0+000.00	0+128.47								
2	curva	23.00		0+128.47	0+151.47	0+140.00	10.35	127.32	9.00	22.97	0.52	11.53	0.52
3	tan	89.83	N31° 57' 50"V	0+151.47	0+241.29								
4	curva	17.17		0+241.29	0+258.47	0+249.88	3.43	287.00	3.99	17.17	0.13	8.59	0.13
5	tan	168.48	N28° 32' 08"V	0+258.47	0+426.95								
6	curva	21.96		0+426.95	0+448.91	0+437.95	7.67	164.00	6.99	21.95	0.37	11.00	0.37
7	tan	88.36	N36° 12' 30"V	0+448.91	0+537.27								
8	curva	30.63		0+537.27	0+567.90	0+552.73	18.87	93.00	12.32	30.49	1.26	15.46	1.28
9	tan	132.91	N17° 20' 16"V	0+567.90	0+700.82								
10	curva	29.61		0+700.82	0+730.42	0+715.76	19.28	88.00	13.02	29.47	1.24	14.94	1.26
11	tan	30.89	N36° 36' 50"V	0+730.42	0+761.31								
12	curva	20.22		0+761.31	0+781.52	0+771.43	7.06	164.00	6.99	20.20	0.31	10.12	0.31
13	tan	225.66	N43° 40' 35"V	0+781.52	1+007.18								
14	curva	28.09		1+007.18	1+035.28	1+021.31	15.33	105.00	10.91	28.01	0.94	14.13	0.95
15	tan	270.46	N59° 00' 20"V	1+035.28	1+305.73								
16	curva	33.58		1+305.73	1+339.31	1+330.00	106.88	18.00	63.66	28.92	7.28	24.27	12.22
17	tan	257.84	N47° 52' 33"E	1+339.31	1+597.15								
18	curva	24.66		1+597.15	1+621.81	1+609.48	1.23	1146.00	1.00	24.66	0.07	12.33	0.07
19	tan	1054.37	N46° 38' 34"E	1+621.81	2+676.19								
20	curva	32.03		2+676.19	2+708.21	2+693.34	50.97	36.00	31.83	30.98	3.50	17.16	3.88
21	tan	262.84	N4° 19' 33"W	2+708.21	2+971.05								

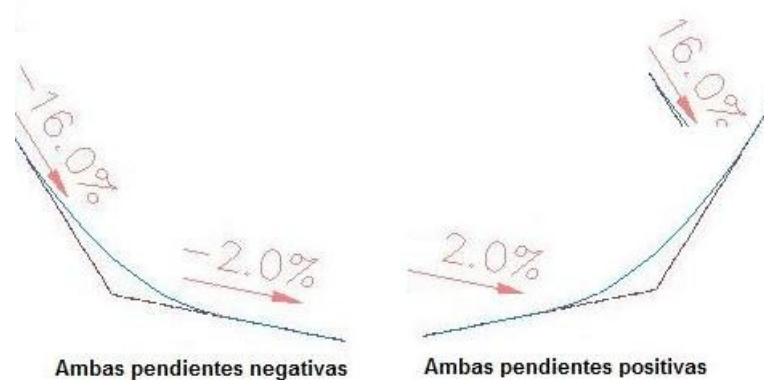
2.2.4.1 Determinación de curva vertical

Las carreteras no sólo están conformadas por curvas horizontales, sino también por curvas verticales, lo anterior significa que se está trabajando en tres dimensiones, para su diseño y simplificación de trabajo las carreteras se desglosan en planimetría y altimetría. En la parte de la altimetría se estudian las curvas verticales, que pueden ser cóncavas o convexas, también existen curvas

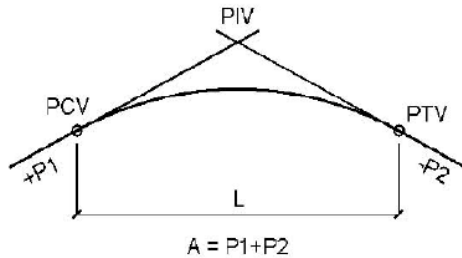
en ascenso con ambas pendientes positivas (convexas) y curvas en descenso con ambas pendientes negativas (cóncavas).

La finalidad de las curvas verticales es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas aunque la más usada en el país por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones de terreno. Las especificaciones para curvas verticales dadas por la Dirección General de caminos están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. En el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de éstas para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. En diseños de carreteras para áreas rurales se ha normalizado entre los diseñadores usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño.

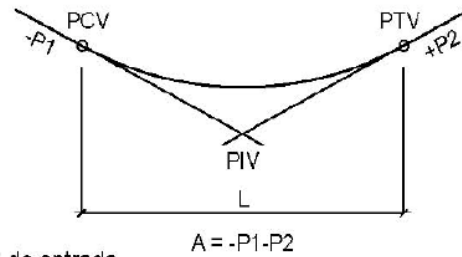
Figura 51. Componentes de curva vertical



CURVA VERTICAL CONVEXA O EN CRESTA



CURVA VERTICAL CÓNCAVA O EN COLUMPIO



P1 = Pendiente de entrada
 P2 = Pendiente de salida
 L = Longitud de curva
 A = Diferencia de pendientes

$$K = \frac{L}{A}$$

Donde:

Lcv= Longitud de curva vertical

K = Constante que depende de las velocidades de diseño

A% = Diferencia algebraica de pendientes.

Los valores de K para el diseño se tomaron de las graficas del anexo 8.

Para la curva dos se tienen los siguientes datos

P1%=2.37%, P2%=5.14%

A%=2.77%

K=50.1

Lcv=30 (mínimo establecido para el diseño según graficas)

Tabla XIV. Resumen diseño de curvas verticales

TRAMO 1									
No	PVI EST	PVI ELE	P1	P2	A	TIPO DE CURVA	LONG CURVA	K	
1	0+000.00	198.184		2.37%					
2	0+157.57	201.916	2.37%	5.14%	2.77%	CONCAVA	30	10.832	
3	0+406.63	214.712	5.14%	4.54%	0.60%	CONVEXA	30	50.089	
4	0+610.00	223.944	4.54%	0.03%	4.50%	CONVEXA	30	6.66	
5	0+684.69	223.97	0.03%	-2.62%	2.65%	CONVEXA	30	11.321	
6	0+760.00	222	-2.62%	-5.74%	3.12%	CONVEXA	30	9.605	
7	0+835.66	217.658	-5.74%	-7.60%	1.86%	CONVEXA	30	16.159	
8	0+936.42	210.005	-7.60%	0.22%	7.82%	CONCAVA	32	4.094	
9	1+099.81	210.366	0.22%	2.18%	1.96%	CONCAVA	30	15.339	
10	1+140.00	211.241	2.18%	3.96%	1.79%	CONCAVA	30	16.789	
11	1+260.00	215.998	3.96%	2.75%	1.21%	CONVEXA	30	24.754	
12	1+414.11	220.238	2.75%	0.29%	2.47%	CONVEXA	30	12.165	
13	1+550.00	220.627	0.29%	-0.55%	0.84%	CONVEXA	30	35.906	
14	1+663.96	220	-0.55%	-4.79%	4.24%	CONVEXA	30	7.073	
15	1+717.67	217.427	-4.79%	-1.76%	3.03%	CONCAVA	30	9.912	
16	1+806.88	215.852	-1.76%	-6.61%	4.84%	CONVEXA	30	6.194	
17	1+985.50	204.048	-6.61%	0.85%	7.45%	CONCAVA	30	4.025	
18	2+169.35	205.602	0.85%	-3.45%	4.30%	CONVEXA	30	6.977	
19	2+347.88	199.434	-3.45%	-12.50%	9.05%	CONVEXA	30	3.31	
20	2+690.00	155.929	-12.50%	-9.71%	2.79%	CONCAVA	30	10.74	
21	2+921.10	129.389	-9.71%	-1.20%	8.51%	CONCAVA	35	4.11	
22	3+173.41	126.071	-1.32%						
TRAMO 2									
No	PVI EST	PVI ELE	P1	P2	A	TIPO DE CURVA	LONG CURVA	K	
1	0+000.00	126.071		-1.38%					
2	0+153.28	123.958	-1.38%	-0.90%	0.48%	CONCAVA	40	83.821	
3	0+261.05	122.986	-0.90%	-1.69%	0.79%	CONVEXA	40	50.497	
4	0+437.35	120	-1.69%	-2.89%	1.19%	CONVEXA	40	33.564	
5	0+506.66	118	-2.89%	-2.07%	0.82%	CONCAVA	40	48.756	
6	0+603.22	116.006	-2.07%						
TRAMO 3									
No	PVI EST	PVI ELE	P1	P2	A	TIPO DE CURVA	LONG CURVA	K	
1	0+000.00	126.071		-0.98%					
2	0+224.77	123.859	-0.98%	0.42%	1.40%	CONCAVA	40.44	28.80	
3	0+337.47	124.332	0.42%	1.81%	1.39%	CONCAVA	40.00	28.77	
4	0+430.11	126.008	1.81%	-6.64%	8.45%	CONVEXA	40.00	4.73	
5	0+490.45	122	-6.64%	0.01%	6.65%	CONCAVA	40.00	6.01	
6	0+530.00	122.005	0.01%	1.26%	1.25%	CONCAVA	30.00	23.98	
7	0+580.00	122.636	1.26%	-0.02%	1.29%	CONVEXA	40.00	31.13	
8	0+760.00	122.596	-0.02%	0.44%	0.46%	CONCAVA	40.00	86.73	
9	1+000.00	123.65	0.44%	0.90%	0.46%	CONCAVA	40.00	86.21	
10	1+080.00	124.372	0.90%	0.10%	0.81%	CONVEXA	40.00	49.61	
11	1+130.50	124.421	0.10%	0.74%	0.64%	CONCAVA	40.00	62.42	
12	1+240.80	125.234	0.74%	0.22%	0.52%	CONVEXA	40.00	77.20	
13	1+310.53	125.387	0.22%	-1.21%	1.43%	CONVEXA	40.00	28.00	
14	1+440.00	123.822	-1.21%	0.43%	1.64%	CONCAVA	40.00	24.40	
15	1+481.47	124	0.43%	1.66%	1.23%	CONCAVA	40.00	32.48	
16	1+565.75	125.4	1.66%	5.48%	3.82%	CONCAVA	40.00	10.47	
17	1+650.00	130.019	5.48%	3.15%	2.33%	CONVEXA	40.00	17.14	
18	1+840.00	136	3.15%	0.99%	2.16%	CONVEXA	40.00	18.49	
19	2+043.04	138	0.99%	2.17%	1.19%	CONCAVA	40.00	33.64	
20	2+225.77	141.973	2.17%	0.05%	2.12%	CONVEXA	40.00	18.83	
21	2+285.62	142	0.02%	-2.48%	2.50%	CONVEXA	40.00	16.00	
22	2+380.00	139.657	-2.48%	-4.01%	1.53%	CONVEXA	40.00	26.11	
23	2+520.00	134.036	-4.01%	-6.60%	2.58%	CONVEXA	40.00	15.50	

2.2.5 Movimientos de tierra

2.2.5.1 Área de secciones transversales

La topografía del terreno, en el sentido perpendicular a la línea central de la carretera, determina el volumen del movimiento de tierras necesario en la construcción de un proyecto carretero. Al tomar en cuenta la sección topográfica transversal, se localiza el punto central de la carretera, el cual puede quedar ubicado sobre el terreno natural, se marca con esta área de relleno y debajo del terreno natural, el área de corte, a partir de la cual se habrá de trazar la sección típica. Se estimarán el ancho de rodadura, con su pendiente de bombeo de 3% o el peralte que sea apropiado si corresponde a un caminamiento en curva horizontal; el ancho del hombro de la carretera, con su pendiente, taludes de corte y relleno según se presente el caso, determinando su pendiente en razón al tipo de material del terreno y la altura que precisen. Es de hacer notar que cuando es necesario se marca un espacio de remoción de capa vegetal en que se cortará en una profundidad aproximada de 30 cm.

Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar con un planímetro polar, si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de los determinantes para encontrar el área. Para el diseño se utilizó el programa Civil 3D para la obtención de las áreas de las secciones transversales.

$$Area = \sum \left[\frac{\sum (X_i * Y_{i+1}) - \sum (Y_i * X_{i+1})}{2} \right]$$

Tabla XV. Calculo de área

X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2
X3	Y3
X4	Y4
X5	Y5
X6	Y6
X7	Y7
X0	Y0

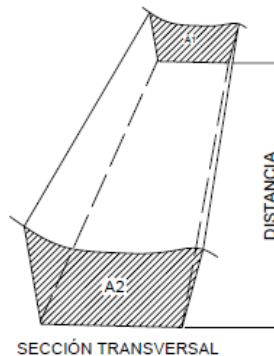
$$a = \sum (X \cdot Y)$$

$$AREA = \frac{(a-b)}{2}$$

$$b = \sum (Y \cdot X)$$

2.2.5.1 Volúmenes de tierra

Cada una de las áreas calculadas anteriormente, constituye en un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse, suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, se obtiene así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo. De igual manera que la obtención de áreas el programa Civil 3D proporciona los datos de los volúmenes de corte y de relleno.



Donde:

$$\text{Vol} = \frac{A1+A1}{2} * \text{Distancia}$$

Tanto para el cálculo del áreas como de volúmenes, se utilizó el programa Civil 3D, ver planos del apéndice 2.

2.2.6 Determinación de la calidad del suelo

2.2.6.1 Pruebas de laboratorio

Los ensayos de laboratorio de suelos son de gran importancia para el inicio de cualquier tipo de construcción, tomando en cuenta la importancia del sustento de toda construcción. Dichos ensayos darán a conocer las características más importantes de la estructura del suelo en donde se apoyará la estructura. Ver anexos del 9 al 13 para ver los resultados de laboratorio de los ensayos realizados al balasto propuesto para la carpeta de rodadura.

Límites de Atterberg:

Las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o bien por el ensayo de límites de Atterberg o límites de consistencia como también se le conoce. Dentro de los primeros, se pueden citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos; dilatación, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Este ensayo sirve para determinar la interacción del material al estar en estado de saturación. Para el caso del balasto para el diseño de la carretera se obtuvo un límite líquido de 25.7 y un índice de plasticidad de 6%, por lo que es adecuado.

Límite líquido: es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico; a este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso. Está expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra utilizada para el ensayo.

Límite plástico: es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como un material no plástico, estado semisólido. Está expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra utilizada para el ensayo.

El material debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.

Granulometría:

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso, sirve para diferenciar sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad, en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituye el suelo. La porción del balasto retenida en el tamiz 4.75 mm (N° 4), debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso. Para este caso se obtuvo un porcentaje de 53.47 de grava.

Proctor

El ensayo de compactación se entiende como el incremento artificial de su peso específico seco, por medios mecánicos. Se deben fijar los detalles del

proceso de compactación, para obtener la combinación óptima de propiedades ingenieriles deseables para el problema con el mínimo costo. Para hacer esta selección necesita conocer las relaciones entre el comportamiento del suelo y los detalles de puesta en obra del suelo que se trate. Esta información se deduce de los principios de la compactación, de pruebas de laboratorio y pruebas de campo. Con este ensayo se determinó una humedad óptima de 10.7% y una densidad máxima de 132.7 lb/pe3

CBR:

Normado por la AASHTO T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua. El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas. El valor de CBR para una compactación de 95% debe estar dentro del rango entre 13 y 22. Para este caso específicamente el valor de CBR al 95% de compactación se encuentra dentro de dicho rango.

Abrasión (máquina de los Ángeles):

Este ensayo sirve para determinar el desgaste del material ante el impacto de las llantas de los vehículos y la fricción entre ambos, la norma de la dirección general de caminos establece que debe tener un porcentaje de abrasi3n no mayor de 60%, determinado por el método AASHTO T 96. Para este caso el porcentaje de desgaste es 25.80%, por lo que el material es

adecuado, este debe ser el primer parámetro a evaluar por el constructor, ya que de este depende la vida útil de la carpeta de rodadura.

2.2.6.1 Criterios para definir la capa de rodadura

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante actual son fundamentales, ya que por medio de ellas y otros factores como el tránsito, el clima y los materiales disponibles en el lugar, conociendo los resultados de laboratorio se puede definir la composición de la capa de rodadura, si los parámetros del índice de plasticidad o el límite líquido no satisfacen los valores establecidos se debe agregar arena o pedrín a fin de modificar estos valores, si el valor del % de abrasión es mayor al establecido se debe buscar otro banco de materiales. Para este caso en específico los resultados demuestran que el banco de material seleccionado es adecuado para la carpeta de rodadura (ver anexos).

2.2.7 Diseño de la carpeta de rodadura.

Conociendo los resultados de laboratorio y tomando en cuenta que satisfacen los parámetros establecidos por la Dirección General de Caminos, se propone colocar una carpeta de rodadura de 0.15 m de espesor, compactada al 95% de la densidad máxima, establecida en el ensayo de Proctor (132.7lb/pie³).

2.2.8 Cálculo de localización

2.2.8.1 Cálculo de PI de localización:

Se realizan mediante el corrimiento de línea. Ver sección tabla XIII.

2.2.8.2 Cálculo de elementos de curva y estacionamientos:

Los estacionamientos son a cada 20 m, también se calcularon para los principios de curva y principios de tangente como se muestra en la tabla XIII y tabla XIV, los cálculos de elementos de curva horizontal también se desarrollaron en esa sección.

2.2.9 Drenajes

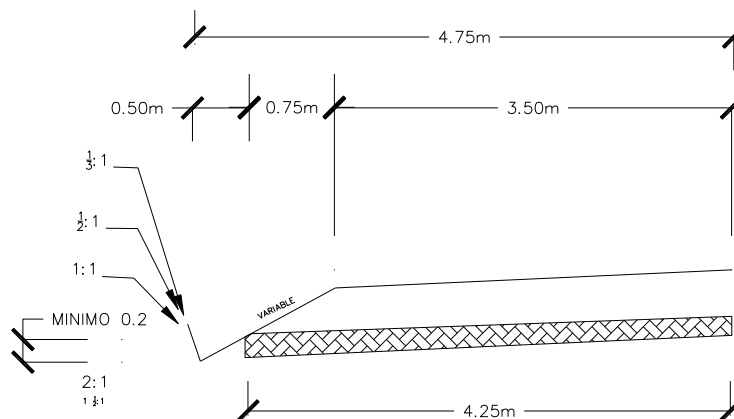
Los drenajes son colocados en la carretera para evitar que el agua se filtre en la carpeta de rodadura, ya que al filtrarse dañará el material existente en la subrasante provocándole daños. Las acumulaciones de agua son perjudiciales, la forma de que no afecten a la carretera es evacuándola o conduciéndola por medio de drenajes. La vida útil de la carretera depende mucho de los drenajes, estos evitan derrumbes o deslizamientos, para que funcionen eficientemente deben de tener mantenimiento constante.

2.2.9.1 Drenaje longitudinal

Diseño de cunetas: son canales abiertos que se calculan por el método de Manning, se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera, en pendientes fuertes se deben proteger del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía. Las cunetas pueden tener diferentes formas dimensiones, para este proyecto se utilizarán cunetas con las dimensiones establecidas por la sección típica Tipo "F". Ver detalle de sección en planos de detalles.

Contra cunetas: son canales destinados a evitar que el agua llegue a los taludes y cauce deslizamientos o derrumbes en los cortes de la carretera. La contra cuneta deberá colocarse en la parte más alta del talud, a una distancia no menor de 2 metros de la orilla, tomando en cuenta el tipo de suelo existente en el área para evitar derrumbes. Este tipo de drenaje longitudinal sirve para mantener lejos el agua del camino o bien que el agua escurrida no llegue a él.

Figura 52. Detalle de cuneta



2.2.9.2 Drenaje transversal

Son tuberías que se colocan para desalojar el agua que viene de las cunetas o de arroyos. Se encuentran a lo largo de la carretera, son necesarias en tramos de corte y sirven para conducir agua al otro lado de la carretera. Se compone de las siguientes partes: caja recolectora de caudal, que recibe el agua proveniente de la ladera de la carretera para trasladarla a la tubería; muro cabezal de salida, protege la tubería y el relleno de la carretera para que no se erosione y si la pendiente del terreno en corte es muy fuerte, se colocan, adicionalmente, disipadores de energía al final de la tubería que servirán para que el agua que desfoga no erosione el suelo y provoque hundimientos. En los planos se encuentran las secciones típicas de los drenajes transversales a utilizar. Para el cálculo del caudal con el que se diseñan los drenajes transversales se utilizó el método racional, donde se asume que el caudal máximo, para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima. Para lograr esto, la tormenta máxima (de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana, para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración)

Determinación del diámetro para el drenaje transversal:

Tiempo de concentración de la cuenca:

Se trabajaron segmentos de las carretera para calcular un caudal, ya que el tramo es grande, para el este ejemplo se obtuvieron los siguientes datos.

Figura 53. Área de influencia de la cuenca



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, hoja 2165-I

Según la ecuación de Kiprich:

$$L=840\text{m}$$

$$H=76\text{m}$$

$$t_c = \frac{3L^{1.15}}{154H^{0.38}} = \frac{3 \cdot 840^{1.15}}{154 \cdot 76^{0.38}}$$

$$t_c = 8.6659$$

Intensidad de lluvia para un periodo de diseño de 30 años, los valores se obtienen de los parámetros para la cuenca La Pasión, que es la que drena a la laguna Petexbatun.

Tabla XVI. Parámetros hidrológicos cuenca La Pasión. (Estación El Porvenir)

EL PORVENIR								
A	8,045	4,890	1,500	1,093	1,083	1,075	1,065	1,060
B	25	20	8	5	5	5	5	5
n	1.132	0.997	0.742	0.673	0.668	0.664	0.659	0.655
R2	0.994	0.996	0.991	0.99	0.99	0.99	0.989	0.989

$$I = \frac{A}{(B+t)^N} = \frac{10755}{(5+8.6659)^{0.664}}$$

$$I = 189.38$$

Caudal de la cuenca

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0.2*189.38*10.94}{360}$$

$$Q = 1.151$$

Diámetro de la tubería

Utilizando $n=0.013$ (tubería de concreto)

$$D = \left[\frac{Q*4^{5/3}*n}{s^{1/2}*π} \right]^{3/8} = \left[\frac{1.151*4^{5/3}*0.013}{\left(\frac{76}{840}\right)^{1/2}*π} \right]^{3/8} = 0.50\text{m} = 20''$$

La dirección general de caminos recomienda utilizar un diámetro mínimo de 30" para efectos de mantenimiento.

2.2.10 Elaboración de planos del proyecto

El proyecto consta de 7 planos:

- Planta de conjunto general con resumen de geometría
- Planta-perfil
- Secciones transversales y tablas de volúmenes
- Detalles de drenajes y sección transversal, especificaciones.

2.2.11 Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 30% de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades.

Tabla XVII. Presupuesto carretera hacia El Escarbado y La Reforma

PRESUPUESTO CARRETERA HACIA EL ESCARBADO Y LA REFORMA					
COMUNIDADES:			EL ESCARBADO Y LA REFORMA		
MUNICIPIO:			SAYAXCHE PETEN		
FECHA:			01/03/2010		
No	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	6.38	Ha	Q4,457.90	Q28,441.37
1.2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	6.72	KM	Q2,846.92	Q19,131.32
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	31144.7	M3	Q21.44	Q667,742.37
2.2	ACARREO	19383	M3-KM	Q20.55	Q398,320.65
2.3	RELLENO	1133.23	M3	Q44.68	Q50,632.72
3	CONFORMACION DE LA SUBRASANTE	47019	M2	Q10.17	Q477,995.15
4	DRENAJES TRANSVERSALES				
4.1	TRANSVERSALES DE 30" CONCRETO REFORZADO	104	ML	Q891.88	Q92,755.31
4.2	TRANSVERSALES DE 36" CONCRETO REFORZADO	72	ML	Q1,082.06	Q77,907.96
5	CABEZALES Y CAJAS DE CONCRETO CICLÓPEO	284.07	M3	Q1,139.81	Q323,786.96
6	CARPETA DE RODADURA				
6.1	CAPA DE BALASO 0.15M	7053.85	M3	Q141.83	Q1,000,475.06
6.2	CUNETAS NATURALES	13434.00	ML	Q4.06	Q54,488.30
7	TRANSPORTE DE MAQUINARIA				
7.1	TRANSPORTE DE CONVOY	8	Viajes	Q1,950.00	Q15,600.00
TOTAL					Q3,207,277.17
COSTO POR KILOMETRO					Q477,486.55

CONCLUSIONES

1. La construcción del edificio para oficinas municipales contribuirá a que los servicios prestados por la municipalidad puedan agilizarse, ya que se podrán contratar más personal e implementar oficinas nuevas como la oficina de acceso a la información pública y la oficina para atención al adulto mayor. Con la nueva sede municipal construida en la ubicación establecida se tendrá un mejor acceso, además de estar cerca de un complejo de edificios nuevos que están en proceso de construcción, mejorando el ornamento de la cabecera municipal. El costo de la construcción es de Q2,178,739.26.
2. La construcción de la carretera hacia las comunidades de El Escarbado y La Reforma beneficiará directamente a más de cien familias e indirectamente a la comunidad de Las Maravillas, ya que actualmente se encuentran desprovistas de servicios básicos como electricidad y agua potable. La carretera dará paso al acceso a nuevas alternativas de comercio con las comunidades aledañas, además de dar acceso a la laguna Petexbatun, atrayendo la visita de turistas. El costo de la construcción es de Q3,207,277.17.
3. La realización del EPS complementa la formación académica del estudiante de ingeniería, en la parte práctica, complementando los conocimientos adquiridos en la facultad. Realizar reconocimientos hacia las comunidades más pobres del país, hace tomar conciencia de la realidad nacional, además con la elaboración de los proyectos se pretende beneficiar directamente a las comunidades en cuestión aportando los estudios necesarios para la ejecución de los mismos.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad se le recomienda cumplir estrictamente las especificaciones contenidas en los planos, sin introducirle modificaciones a los mismos, ya que muchos de los parámetros son mínimos, alterarlos afectará por completo el diseño.
2. La elaboración de los presupuestos de los proyectos se verá afectada de manera directa de la fecha en la que se han de ejecutar los proyectos, por esta razón es necesario actualizar los costos previo a la construcción de los proyectos.
3. Garantizar la adecuada supervisión técnica de los proyectos, para asegurarse de la calidad de obra y resguardar la integridad de los diseños.
4. Promover el turismo en la laguna Petexbatun, posterior a la construcción de la carretera, para beneficiar directamente a la población aledaña a esta.
5. Previo a la construcción de la cimentación, estabilizar el suelo con cal hidratada en una proporción del seis por ciento, (aproximadamente 50 lb. de cal por metro cúbico de suelo), asegurándose que la humedad sea adecuada para la compactación.

BIBLIOGRAFÍA

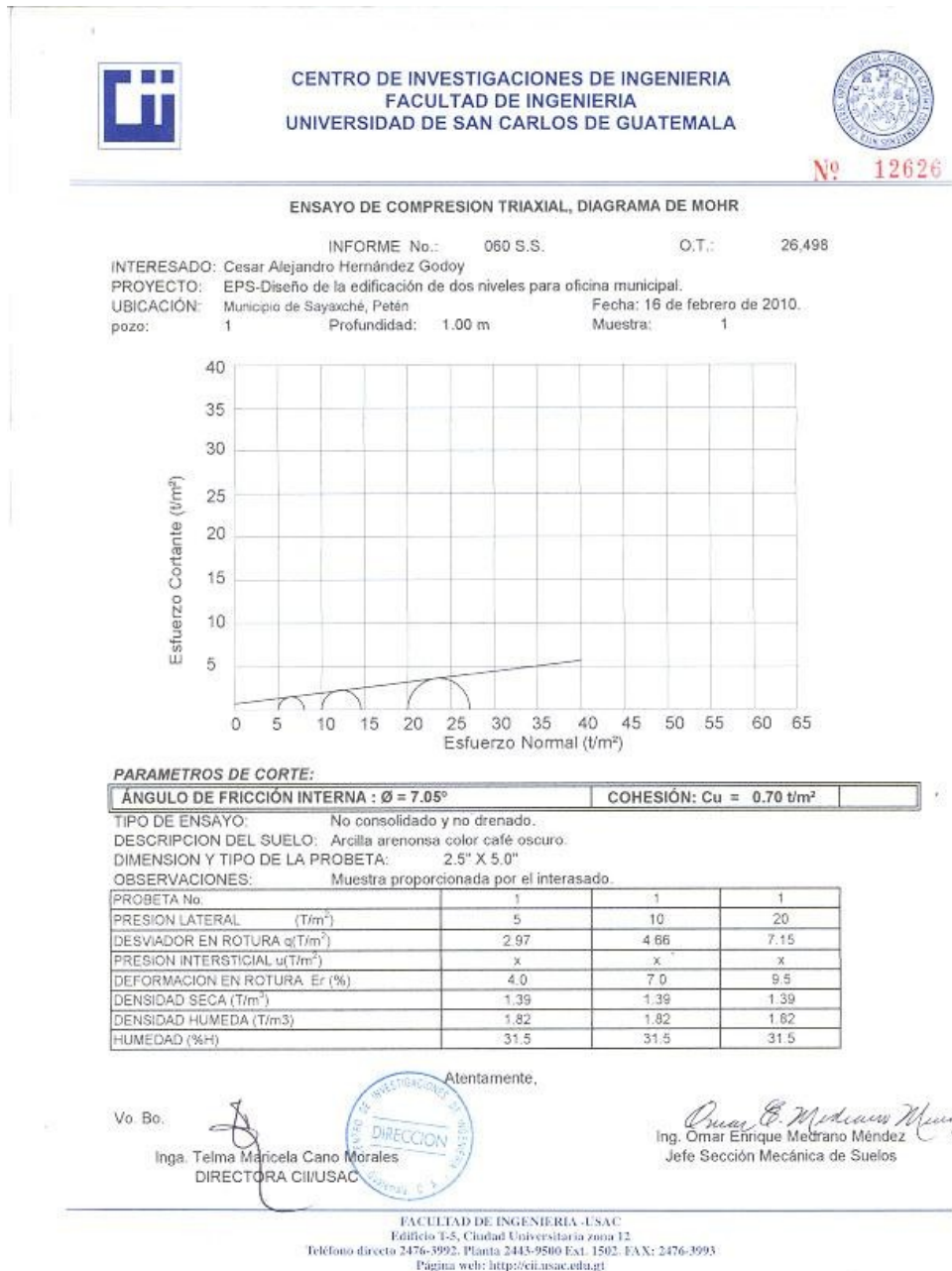
1. Código de Construcción ACI 318-2005.
2. Crespo Villalaz, Carlos. **MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES**. 5ª edición. México: Limusa, 2004
3. Dirección General de Caminos. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes. Guatemala C.A. 2000.
4. Hibbeler, Russel Charles. **ANÁLISIS ESTRUCTURAL**. 3ª edición. México: Prentice Hall, 1997
5. Nilson, Arthur H. **DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**, 12ª edición. Colombia: McGraw Hill, 1999
6. Pastor Caal, Herbert Estuardo. Diseño de la carretera hacia la comunidad Cerro verde y puente vehicular para la comunidad Pampur la Providencia, municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz. Trabajo de graduación de Ing. civil. Guatemala , Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2006.

7. Ronquillo Marroquín, María Soledad. Rehabilitación, mejoramiento y diseño de pavimento del tramo carretero de Guajaqueño, Municipio San Antonio Huista a Tres Caminos, Municipio Unión Cantinil, Huehuetenango. Trabajo de graduación de Ing. civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2008

Anexos

Anexo 1

Figura 54. Ensayo de compresion triaxial



Anexo 2

Tabla XVIII. Factores de capacidad de carga

▼ TABLA 3.4 Factores^a de capacidad de carga

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

^a Según Vesic (1973)

Fuente: Braja M. Das, Principios de ingeniería de cimentaciones 1, Pág. 168

Anexo 3

Figura 55. Zonificación sísmica de Guatemala



Tabla XIX. Coeficientes sísmicos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0.00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0.25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0.50
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1.00

Anexo 4

Tabla XX. Coeficientes para corte basal UBC-97

TABLE 16-R—SEISMIC COEFFICIENT C_v

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, Z				
	Z = 0.075	Z = 0.15	Z = 0.2	Z = 0.3	Z = 0.4
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_v$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_v$
S_C	0.13	0.25	0.32	0.45	$0.56N_v$
S_D	0.18	0.32	0.40	0.54	$0.64N_v$
S_E	0.26	0.50	0.64	0.84	$0.96N_v$
S_F	See Footnote 1				

¹Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type S_F .

TABLE 16-N—STRUCTURAL SYSTEMS¹

BASIC STRUCTURAL SYSTEM ²	LATERAL-FORCE-RESISTING SYSTEM DESCRIPTION	R	Ω_u	HEIGHT LIMIT FOR	
				SEISMIC ZONES 3 AND 4 (feet)	
				< 304.8 for mm	
1. Bearing wall system	1. Light-framed walls with shear panels	5.5	2.8	65	
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	4.5	2.8	65	
	b. All other light-framed walls				
	2. Shear walls	4.5	2.8	160	
	a. Concrete	4.5	2.8	160	
	b. Masonry	2.8	2.2	65	
	3. Light steel-framed bearing walls with tension-only bracing				
	4. Braced frames where bracing carries gravity load	4.4	2.2	160	
	a. Steel	2.8	2.2	—	
	b. Concrete ³	2.8	2.2	65	
c. Heavy timber					
2. Building frame system	1. Steel eccentrically braced frame (EBF)	7.0	2.8	240	
	2. Light-framed walls with shear panels	6.5	2.8	65	
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	5.0	2.8	65	
	b. All other light-framed walls				
	3. Shear walls	5.5	2.8	240	
	a. Concrete	5.5	2.8	160	
	b. Masonry				
	4. Ordinary braced frames	5.6	2.2	160	
	a. Steel	5.6	2.2	—	
	b. Concrete ³	5.6	2.2	65	
c. Heavy timber					
5. Special concentrically braced frames	6.4	2.2	240		
a. Steel					
3. Moment-resisting frame system	1. Special moment-resisting frame (SMRF)	8.5	2.8	N.L.	
	a. Steel	8.5	2.8	N.L.	
	b. Concrete ⁴	6.5	2.8	160	
	2. Masonry moment-resisting wall frame (MMRWF)	5.5	2.8	—	
	3. Concrete intermediate moment-resisting frame (IMRF) ⁵	4.5	2.8	160	
	4. Ordinary moment-resisting frame (OMRF)	3.5	2.8	—	
	a. Steel ⁶	6.5	2.8	240	
b. Concrete ⁷					
5. Special truss moment frames of steel (STMF)					
4. Dual systems	1. Shear walls	8.5	2.8	N.L.	
	a. Concrete with SMRF	4.2	2.8	160	
	b. Concrete with steel OMRF	6.5	2.8	160	
	c. Concrete with concrete IMRF ⁵	5.5	2.8	160	
	d. Masonry with SMRF	4.2	2.8	160	
	e. Masonry with steel OMRF	4.2	2.8	160	
	f. Masonry with concrete IMRF ³	4.2	2.8	—	
	g. Masonry with masonry MMRWF	6.0	2.8	160	
	2. Steel EBF	8.5	2.8	N.L.	
	a. With steel SMRF	4.2	2.8	160	
	b. With steel OMRF				
	3. Ordinary braced frames	6.5	2.8	N.L.	
	a. Steel with steel SMRF	4.2	2.8	160	
	b. Steel with steel OMRF	6.5	2.8	—	
	c. Concrete with concrete SMRF ³	4.2	2.8	—	
	d. Concrete with concrete IMRF ³				
	4. Special concentrically braced frames	7.5	2.8	N.L.	
	a. Steel with steel SMRF	4.2	2.8	160	
	b. Steel with steel OMRF				
	5. Cantilevered column building systems	1. Cantilevered column elements	2.2	2.0	35 ⁷
	6. Shear wall-frame interaction systems	1. Concrete ⁸	5.5	2.8	160
	7. Undefined systems	See Sections 1629.6.7 and 1629.9.2	—	—	—

TABLE 16-K—OCCUPANCY CATEGORY

OCCUPANCY CATEGORY	OCCUPANCY OR FUNCTIONS OF STRUCTURE	SEISMIC IMPORTANCE FACTOR, I	SEISMIC IMPORTANCE ¹ FACTOR, I_p	WIND IMPORTANCE FACTOR, I_w
1. Essential facilities ²	Group I, Division 1 Occupancies having surgery and emergency treatment areas Fire and police stations Garages and shelters for emergency vehicles and emergency aircraft Structures and shelters in emergency-preparedness centers Aviation control towers Structures and equipment in government communication centers and other facilities required for emergency response Standby power-generating equipment for Category 1 facilities Tanks or other structures containing housing or supporting water or other fire-suppression material or equipment required for the protection of Category 1, 2 or 3 structures	1.25	1.50	1.15
2. Hazardous facilities	Group H, Divisions 1, 2, 6 and 7 Occupancies and structures therein housing or supporting toxic or explosive chemicals or substances Nonbuilding structures housing, supporting or containing quantities of toxic or explosive substances that, if contained within a building, would cause that building to be classified as a Group H, Division 1, 2 or 7 Occupancy	1.25	1.50	1.15
3. Special occupancy structures ³	Group A, Divisions 1, 2 and 2.1 Occupancies Buildings housing Group E, Divisions 1 and 3 Occupancies with a capacity greater than 300 students Buildings housing Group B Occupancies used for college or adult education with a capacity greater than 500 students Group I, Divisions 1 and 2 Occupancies with 50 or more resident incapacitated patients, but not included in Category 1 Group I, Division 3 Occupancies All structures with an occupancy greater than 5,000 persons Structures and equipment in power-generating stations, and other public utility facilities not included in Category 1 or Category 2 above, and required for continued operation	1.00	1.00	1.00
4. Standard occupancy structures ³	All structures housing occupancies or having functions not listed in Category 1, 2 or 3 and Group U Occupancy towers	1.00	1.00	1.00
5. Miscellaneous structures	Group U Occupancies except for towers	1.00	1.00	1.00

¹The limitation of I_p for panel connections in Section 1633.2.4 shall be 1.0 for the entire connector.

²Structural observation requirements are given in Section 1702.

³For anchorage of machinery and equipment required for life-safety systems, the value of I_p shall be taken as 1.5.

TABLE 16-Q—SEISMIC COEFFICIENT C_a

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, Z				
	$Z = 0.075$	$Z = 0.15$	$Z = 0.2$	$Z = 0.3$	$Z = 0.4$
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_a$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_a$
S_C	0.09	0.18	0.24	0.33	$0.40N_a$
S_D	0.12	0.22	0.28	0.36	$0.44N_a$
S_E	0.19	0.30	0.34	0.36	$0.36N_a$
S_F	See Footnote 1				

¹Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type S_F .

TABLE 16-T—NEAR-SOURCE FACTOR N_v ¹

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE ^{2,3}			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Anexo 5

Tabla XXI. Coeficientes para losas en dos sentidos

TABLA 12.3

Coeficientes para momentos negativos en losas*

$$M_{x, neg} = C_{x, neg} w l_y^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{y, neg} = C_{y, neg} w l_x^2$$

Relación $m = \frac{l_x}{l_y}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
		0.045	0.076	0.050	0.075	0.071	0.071	0.033	0.061
		0.045		0.050				0.061	0.033
0.95		0.050	0.072	0.055	0.079	0.075	0.067	0.038	0.065
		0.041		0.045				0.056	0.029
0.90		0.055	0.070	0.060	0.080	0.079	0.062	0.043	0.068
		0.037		0.040				0.052	0.025
0.85		0.060	0.065	0.066	0.082	0.083	0.057	0.049	0.072
		0.031		0.034				0.046	0.021
0.80		0.065	0.061	0.071	0.083	0.086	0.051	0.055	0.075
		0.027		0.029				0.041	0.017
0.75		0.069	0.056	0.076	0.085	0.088	0.044	0.061	0.078
		0.022		0.024				0.036	0.014
0.70		0.074	0.050	0.081	0.086	0.091	0.038	0.068	0.081
		0.017		0.019				0.029	0.011
0.65		0.077	0.043	0.085	0.087	0.093	0.031	0.074	0.083
		0.014		0.015				0.024	0.008
0.60		0.081	0.035	0.089	0.088	0.095	0.024	0.080	0.085
		0.010		0.011				0.018	0.006
0.55		0.084	0.028	0.092	0.089	0.096	0.019	0.085	0.086
		0.007		0.008				0.014	0.005
0.50		0.086	0.022	0.094	0.090	0.097	0.014	0.089	0.088
		0.006		0.006				0.010	0.003

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto, pág. 378

TABLA 12.4
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas"

$M_{l,poi,dl} = C_{a,dl} w l_a^2$
 donde $w =$ carga muerta uniforme total
 $M_{b,poi,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
l_b									
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.023
	$C_{b,dl}$ 0.036	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.021	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.024
	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.031	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.026
	$C_{b,dl}$ 0.029	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.028	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.024	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.042	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.028
	$C_{b,dl}$ 0.026	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.026	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.029
	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.043	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031
	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.033
	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.065	$C_{a,dl}$ 0.044	$C_{a,dl}$ 0.034
	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.062	$C_{a,dl}$ 0.053	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.073	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.036
	$C_{b,dl}$ 0.010	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.071	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.052	$C_{a,dl}$ 0.037
	$C_{b,dl}$ 0.008	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.080	$C_{a,dl}$ 0.059	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.089	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038
	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.001	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.002

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto, pág. 379

TABLA 125
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas¹⁾

$$M_{e,posit} = C_{e,posit} w l^2$$

donde w = carga viva uniforme total

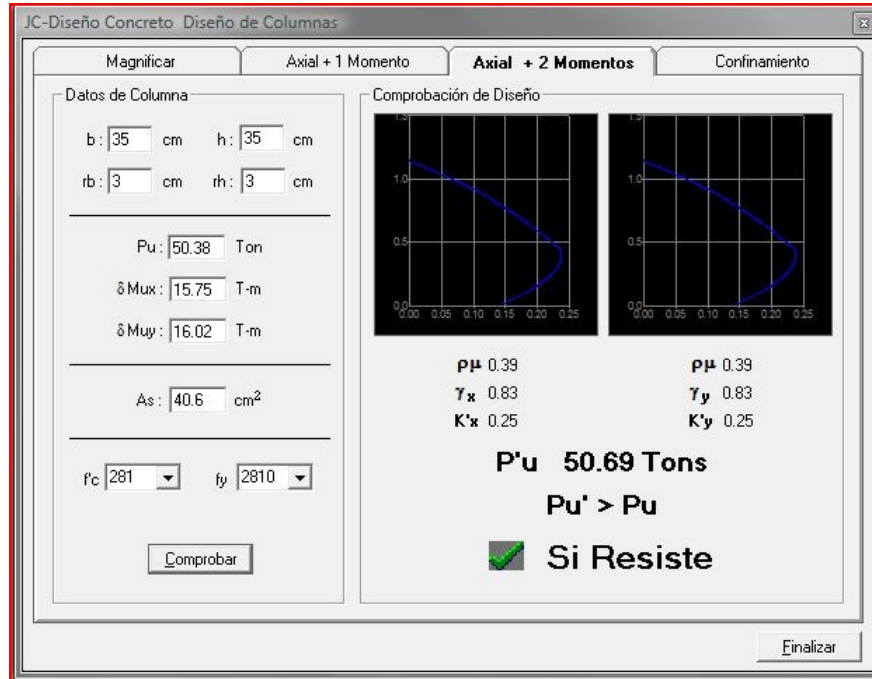
$$M_{b,posit} = C_{b,posit} w l^2$$

Relación $m = \frac{l_y}{l_x}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{e,posit}$ 0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{b,posit}$ 0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{e,posit}$ 0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{b,posit}$ 0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{e,posit}$ 0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{b,posit}$ 0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{e,posit}$ 0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{b,posit}$ 0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{e,posit}$ 0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{b,posit}$ 0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{e,posit}$ 0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{b,posit}$ 0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{e,posit}$ 0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{b,posit}$ 0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{e,posit}$ 0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{b,posit}$ 0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{e,posit}$ 0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{b,posit}$ 0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{e,posit}$ 0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{b,posit}$ 0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{e,posit}$ 0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{b,posit}$ 0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto, pág. 380

Anexo 6

Figura 56. Diagrama de interacción columna del primer nivel



Fuente: Julio Corado Franco, Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño concreto. Facultad de ingeniería USAC 1998.

Anexo 7

Tabla XXII. Tabla de radios para carreteras

ESPECIFICACIONES PARA CAMINOS DE PENETRACION
SECCION TIPICA E - 1

G	RADIO	20 K.P.H.				30 K.P.H.				40 K.P.H.			
		DB = 10				DB = 11				DB = 12			
		e %	L.S	Delta	S.A	e %	L.S	Delta	S.A	e %	L.S	Delta	S.A
1°	1145.9	0.2	11	6°30'	0	0.6	17	6°48'	0	0.8	22	1°0'	0
2°	572.96	0.4	11	1°0'	0	0.9	17	1°42'	0	1.6	22	2°12'	0
3°	381.97	0.6	11	1°42'	0	1.3	17	2°30'	0	2.3	22	3°18'	0.6
4°	286.48	0.8	11	2°12'	0	1.7	17	3°18'	0.6	3	22	4°24'	0.6
5°	226.18	1	11	2°48'	0	2.1	17	4°12'	0.6	3.7	22	5°36'	0.6
6°	190.99	1.2	11	3°18'	0.6	2.5	17	5°	0.6	4.4	22	6°42'	0.6
7°	163.7	1.3	11	3°54'	0.6	2.9	17	5°48'	0.6	5	22	7°48'	0.6
8°	143.24	1.5	11	4°24'	0.6	3.3	17	6°42'	0.6	5.5	22	8°54'	0.6
9°	127.32	1.7	11	5°	0.6	3.7	17	7°30'	0.6	6.1	24	10°36'	0.65
10°	114.59	1.9	11	5°36'	0.6	4	17	8°18'	0.61	6.6	25	12°42'	0.7
11°	104.17	2.1	11	6°6'	0.6	4.4	17	9°12'	0.65	7	27	15°	0.75
12°	96.49	2.2	11	6°42'	0.6	4.7	17	10°0'	0.7	7.5	29	17°42'	0.8
13°	90.15	2.4	11	7°12'	0.64	5	18	11°42'	0.74	7.9	31	19°48'	0.85
14°	81.85	2.6	11	7°48'	0.68	5.4	19	13°24'	0.79	8.2	32	22°24'	0.9
15°	76.39	2.7	11	8°18'	0.72	5.7	20	15°0'	0.83	8.6	33	24°54'	0.95
16°	71.72	2.9	11	8°54'	0.76	6	21	17°	0.87	8.9	34	27°30'	0.99
17°	67.41	3.1	11	9°24'	0.8	6.2	22	18°54'	0.92	9.1	35	30°6'	1.04
18°	63.66	3.2	11	10°	0.84	6.5	23	20°54'	0.96	9.4	36	32°36'	1.09
19°	60.31	3.4	11	10°36'	0.88	6.8	24	22°54'	1	9.5	37	35°12'	1.13
20°	57.3	3.6	12	11°42'	0.92	7	25	25°	1.05	9.7	38	37°36'	1.18
21°	54.57	3.7	12	12°48'	0.95	7.3	26	27°12'	1.09	9.8	38	40°	1.23
22°	52.09	3.9	13	14°	0.99	7.5	27	29°24'	1.13	9.9	38	42°18'	1.27
23°	49.82	4	13	15°12'	1.03	7.7	28	31°42'	1.17	10	38	44°30'	1.32
24°	47.75	4.2	14	16°24'	1.07	7.9	28	33°54'	1.22	10	38	46°30'	1.36
25°	45.84	4.3	14	17°42'	1.11	8.1	29	36°12'	1.26				
26°	44.07	4.5	15	19°0'	1.15	8.3	30	38°36'	1.3				
27°	42.44	4.6	15	20°24'	1.19	8.5	30	40°54'	1.34				
28°	40.93	4.8	16	21°54'	1.23	8.7	31	43°18'	1.38				
29°	39.51	4.9	16	23°18'	1.27	8.8	31	45°42'	1.42				
30°	38.2	5.1	17	24°48'	1.3	9	32	48°	1.47				
31°	36.97	5.2	17	26°18'	1.34	9.1	33	50°34'	1.51				
32°	35.81	5.3	17	27°54'	1.38	9.3	33	52°48'	1.55				
33°	34.73	5.5	18	29°30'	1.4	9.4	33	55°0'	1.59				
34°	33.7	5.6	18	31°6'	1.46	9.6	34	57°24'	1.63				
35°	32.74	5.7	19	32°48'	1.5	9.6	34	59°42'	1.67				
36°	31.83	5.9	19	34°30'	1.53	9.7	34	62°	1.71				
37°	30.97	6	20	36°12'	1.57	9.8	35	64°12'	1.75				
38°	30.16	6.1	20	38°	1.61	9.8	35	66°24'	1.79				
39°	29.38	6.2	20	39°42'	1.65	9.9	35	68°30'	1.83				
40°	28.65	6.4	21	41°30'	1.69	9.9	35	70°36'	1.87				
41°	27.95	6.5	21	43°24'	1.73	10	36	72°36'	1.92				
42°	27.28	6.6	22	45°12'	1.76	10	36	74°36'	1.96				
43°	26.65	6.7	22	47°0'	1.8	10	36	76°30'	2.00				
44°	26.4	6.8	22	49°	1.84								
45°	25.47	6.9	23	51°	1.88								
46°	24.91	7	23	52°54'	1.92								
47°	24.38	7.1	23	54°54'	1.96								
48°	23.87	7.2	24	56°54'	1.99								
49°	23.39	7.3	24	58°54'	2.03								
50°	22.92	7.4	24	60°54'	2.07								
51°	22.47	7.5	25	63°	2.11								
52°	22.04	7.6	25	65°	2.15								
53°	21.62	7.7	25	67°6'	2.19								
54°	21.22	7.8	26	69°12'	2.23								
55°	20.83	7.9	26	71°18'	2.26								
56°	20.46	8	26	73°24'	2.3								
57°	20.1	8.1	26	75°30'	2.34								
58°	19.76	8.2	27	77°42'	2.38								
59°	19.42	8.3	27	79°48'	2.42								
60°	19.1	8.4	27	82°	2.46								
61°	18.79	8.4	28	84°6'	2.5								
62°	18.48	8.5	28	86°18'	2.54								
63°	18.18	8.6	28	88°24'	2.58								
64°	17.91	8.7	28	90°36'	2.61								
65°	17.65	8.7	29	92°48'	2.65								
66°	17.38	8.8	29	95°	2.69								
67°	17.1	8.9	29	97°12'	2.73								
68°	16.85	8.9	29	99°18'	2.77								
69°	16.61	9	29	101°30'	2.81								
70°	16.37	9.1	30	103°42'	2.85								

Fuente: Dirección General de Caminos de Guatemala, normas de diseño geométrico.

Anexo 8

Tabla XXIII. Coeficientes K para curva vertical cóncava
LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL CONCAVA
PARA VISIBILIDAD DE PARADA

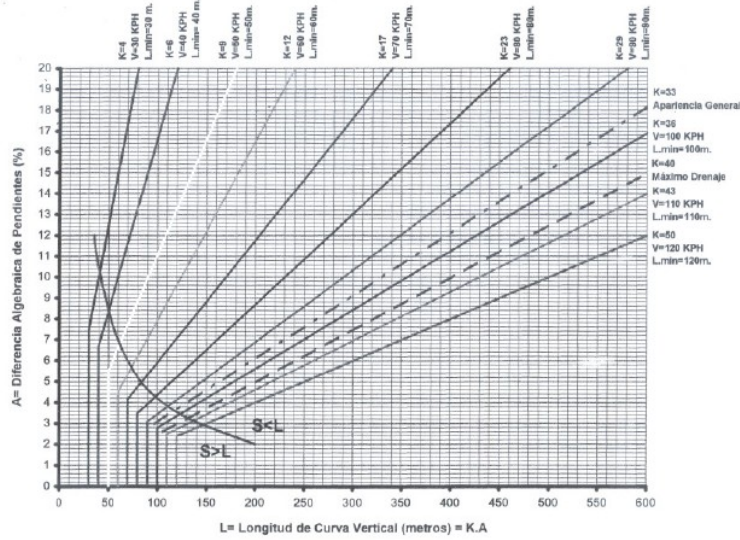
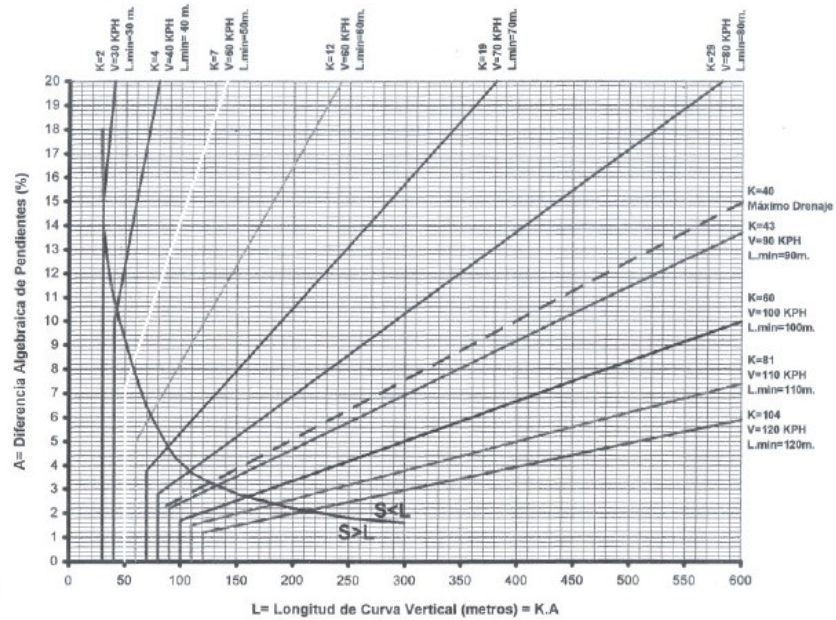


Tabla XXIV. Coeficientes K para curva vertical convexa
LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL CONVEXA
PARA VISIBILIDAD DE PARADA



Fuente: Dirección General de Caminos de Guatemala, normas de diseño geométrico.

Anexo 9
Figura 57. Ensayo de límites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 12684

INFORME No. 088 S. S. O.T.: 26,499

Interesado: César Alejandro Hernández Godoy
 Proyecto: EPS-Carretera hacia Las Comunidades, El Escarbado y La Reforma.
 Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90
 Ubicación: Municipio de Sayaxché, Petén.
 FECHA: 25 de febrero de 2010

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	25.7	6.0	ML	Fragmentos de roca con arena limosa color beige.

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Va. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales
 DIRECTORA CIUSAC



Omar Enrique Medrano Méndez
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

Anexo 10

Figura 58. Ensayo de granulometría



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



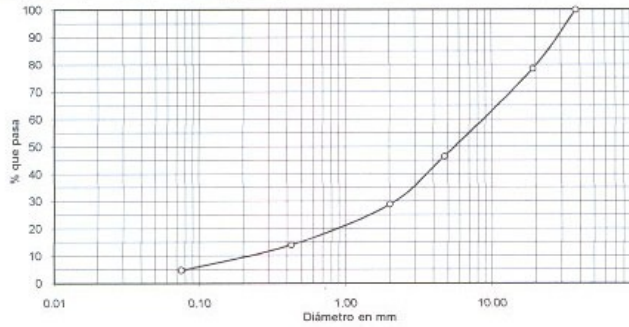
Nº 12683

INFORME No. 087 S.S. O.T. No. 26,499

Interesado: César Alejandro Hernández Godoy
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: EPS-Carretera hacia Las Comunidades, El Escarabajo y La Reforma.
 Ubicación: Municipio de Sayaxché, Petén.
 Fecha: 26 de febrero de 2010

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1 1/2"	38.10	100.00
3/4"	19	78.34
4	4.75	46.53
10	2	28.94
40	0.425	14.05
200	0.075	4.74

% de Grava: 53.47
 % de Arena: 41.79
 % de finos: 4.74



Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color beige.
 Clasificación: S.C.U.: GW P.R.A.: A-1-a
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

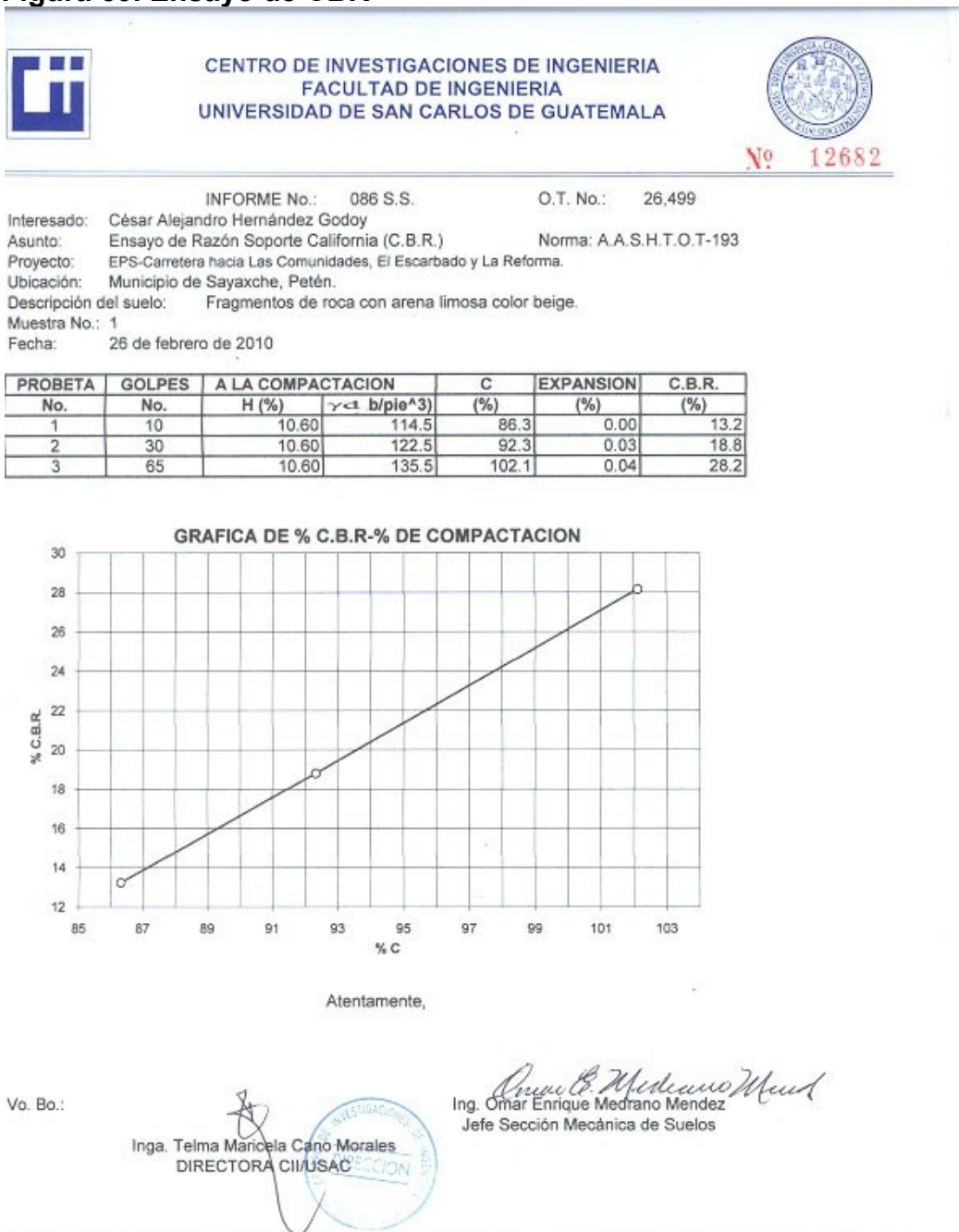
Vo. Bo. 
 Inga. Telma Marcela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC




 Ing. Omar Enrique Méndez Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos


Anexo 11

Figura 59. Ensayo de CBR



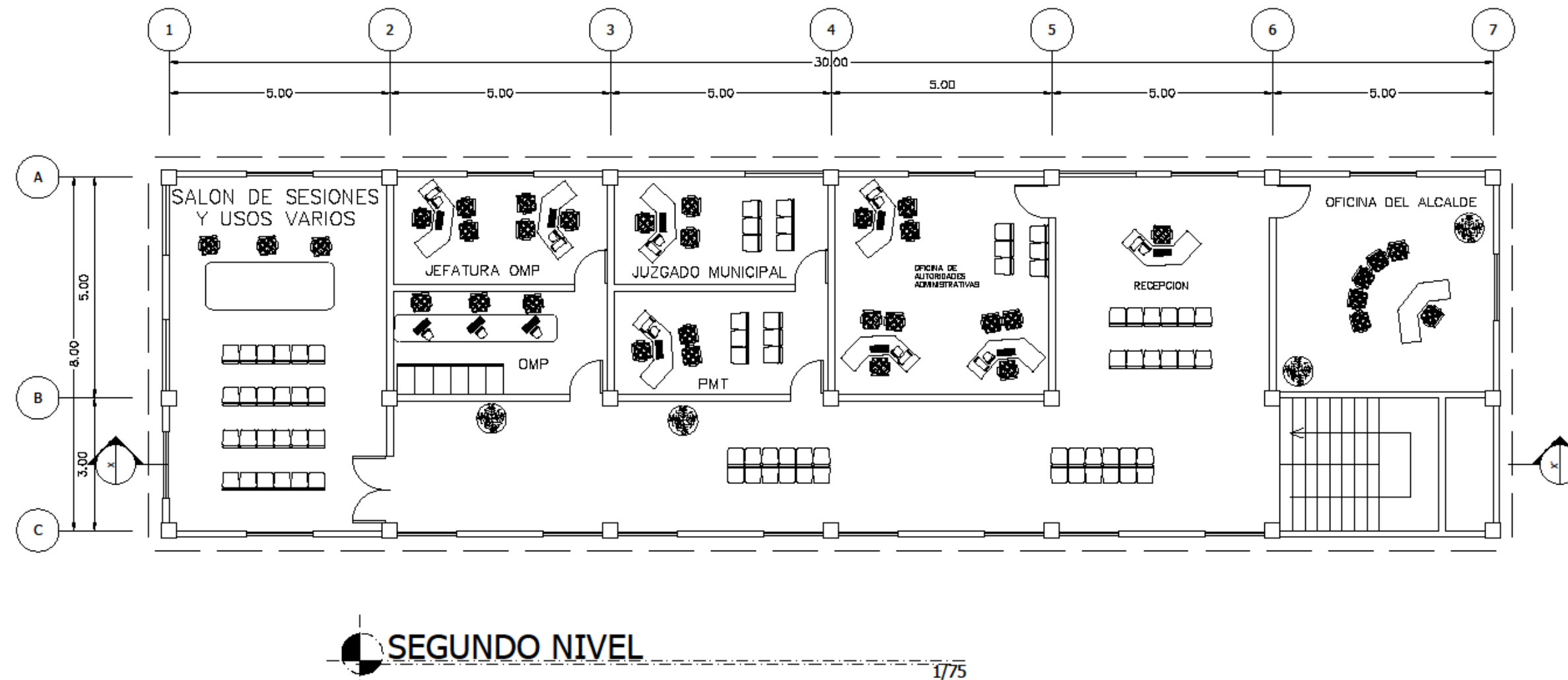
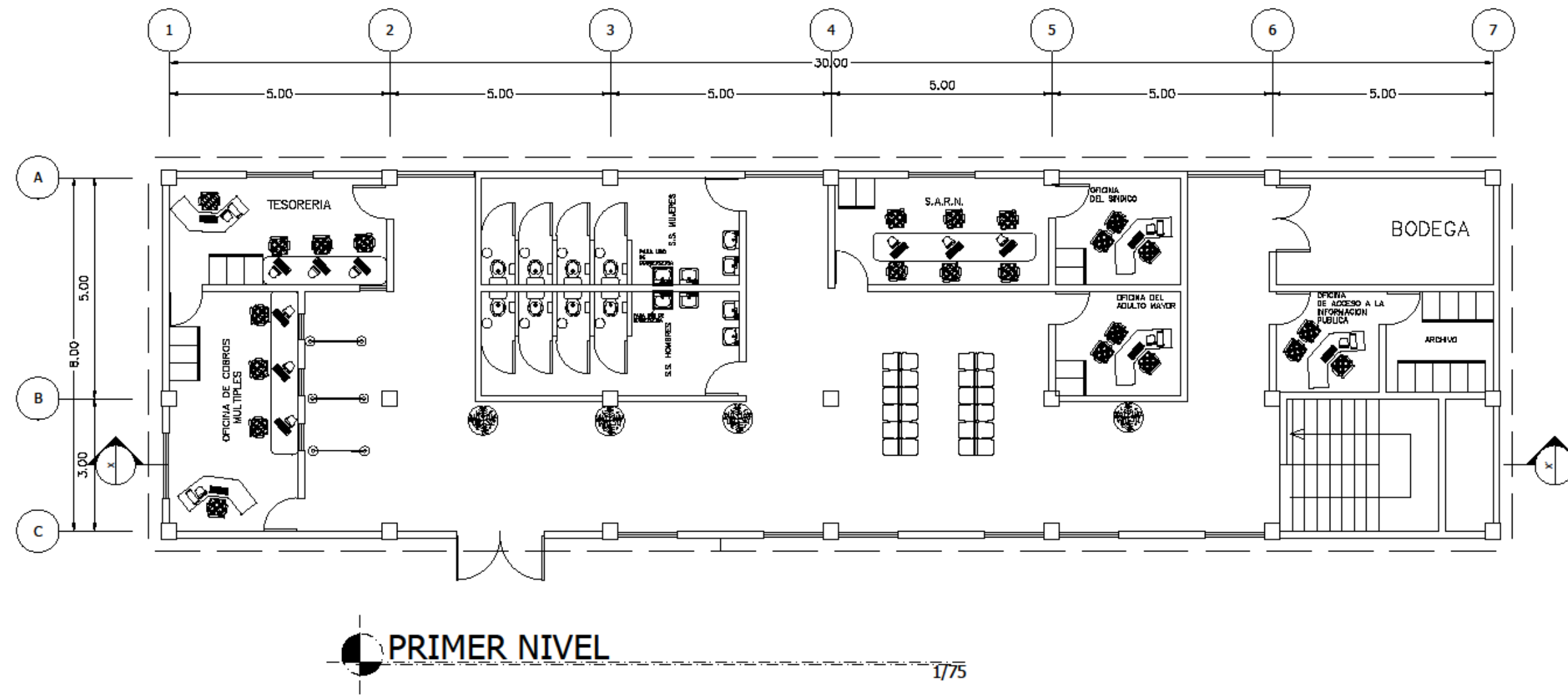
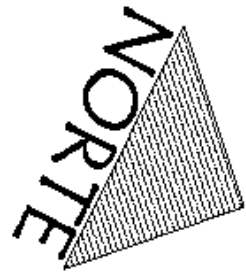
Anexo 13


Figura 61. Ensayo de abrasion

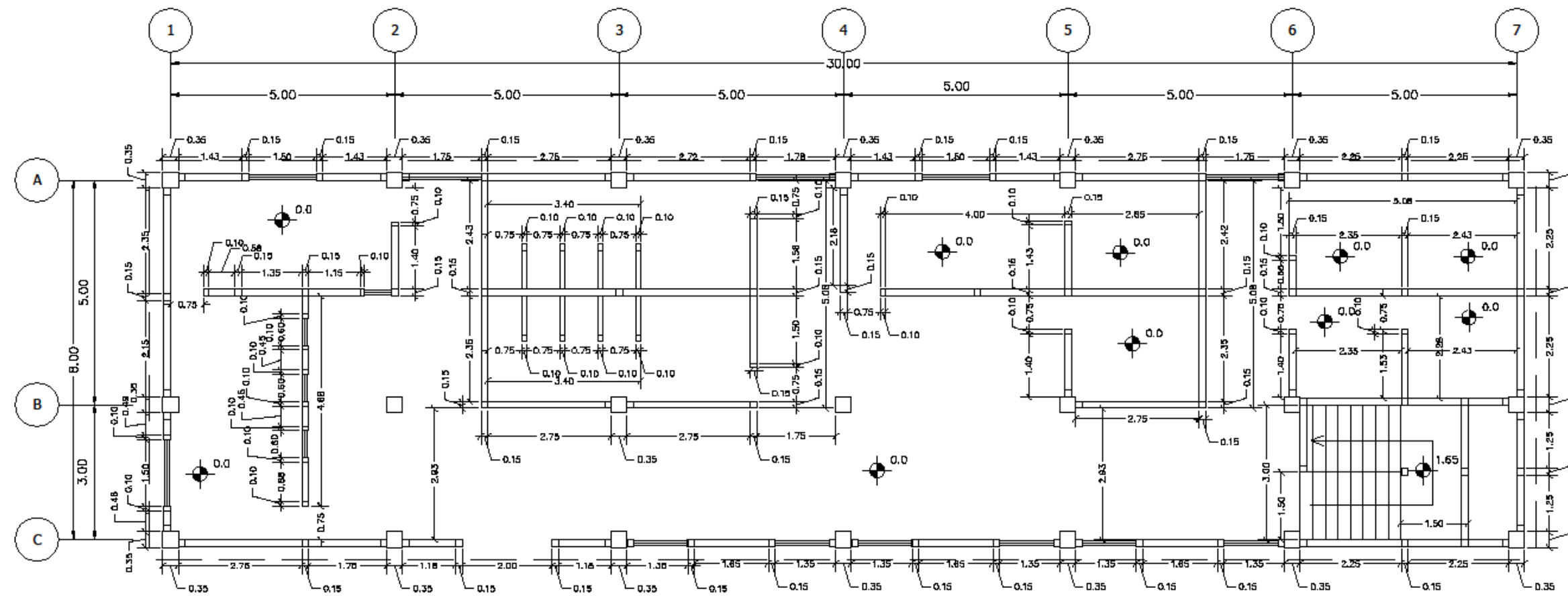
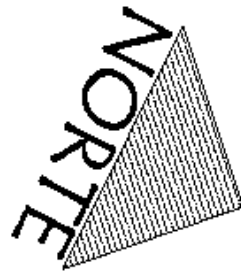
	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA									
		Nº 11882								
	INFORME No. S.C. - 85	O.T. No. 26500								
INTERESADO:	Cesar Alejandro Hernández Godoy Carné No.200614941									
ASUNTO:	ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION EN MAQUINA DE LOS ANGELES PARA AGREGADO GRUESO									
PROYECTO:	EPS "Carretera hacia las comunidades el Escarbado y la reforma, Municipio de Sayaxche"									
PROCEDENCIA:	-----									
FECHA:	22 de Febrero de 2010									
	<table border="1"><thead><tr><th>REFERENCIAS</th><th>MUESTRA</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Norma de Ensayo</td><td>ASTM C-131</td></tr><tr><td>2. Graduación</td><td>"A"</td></tr><tr><td>3. % Desgaste</td><td>25.80</td></tr></tbody></table>	REFERENCIAS	MUESTRA	1. Norma de Ensayo	ASTM C-131	2. Graduación	"A"	3. % Desgaste	25.80	
REFERENCIAS	MUESTRA									
1. Norma de Ensayo	ASTM C-131									
2. Graduación	"A"									
3. % Desgaste	25.80									
OBSERVACIONES:	a) Muestra proporcionada por el interesado.									
	ATENTAMENTE,									
	 Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol Jefa Sección de Concretos									
Vo.Bo.	 Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra Director a.i. CI/USAC									
		S.C.								
	FACULTAD DE INGENIERIA -USAC Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993 Página web: http://ci.usac.edu.gt									

Apéndice

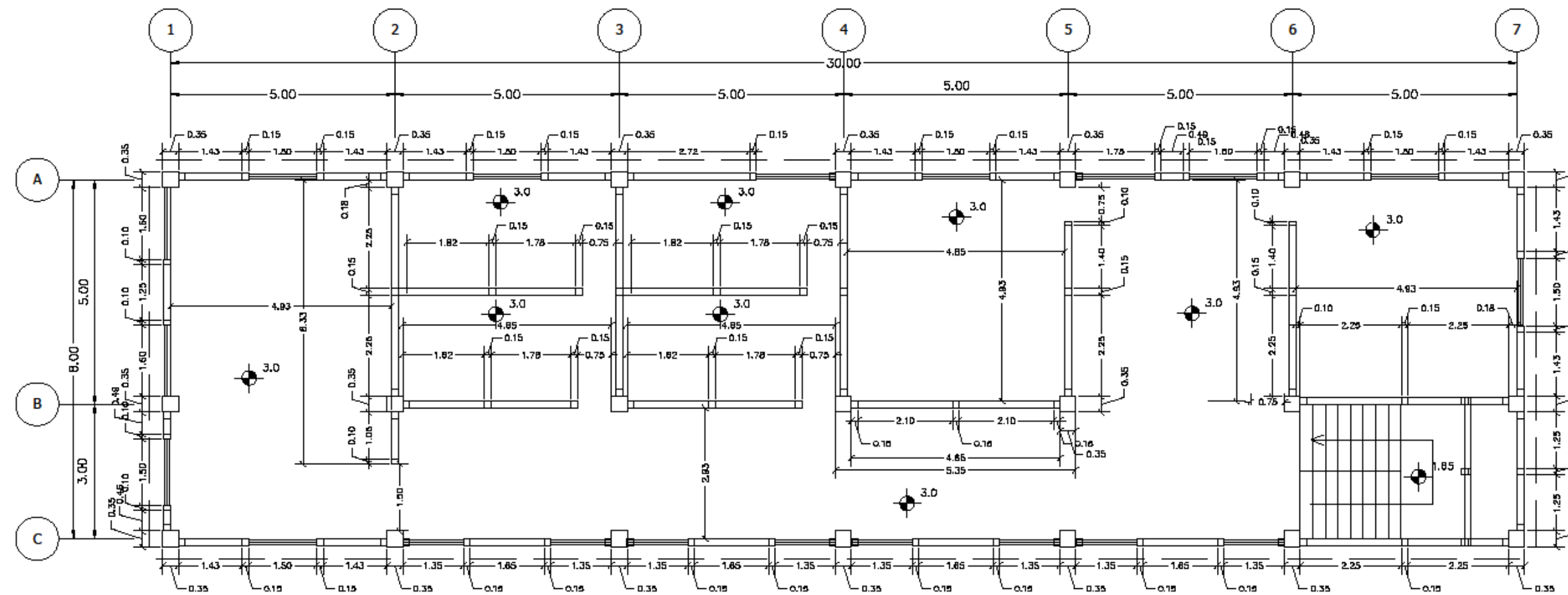
**(Planos constructivos edificio municipal y carretera hacia las comunidades
El Escarbado y La Reforma)**




 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN			
PROYECTO:	DESIGNO DE LA ESTRUCTURA DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	PLANTA ANUEBLADA	FECHA:	MARZO / 2010
ASISOR DE REGION:	ING. JUAN MERCK	DISEÑO:	CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
DIBUJO:	CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALCULO:	CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
		HOJA No.:	1
		10	
Avil Magun C'Estimil C'Estimil Alcalde Municipal		Ing. Juan Merck Gin Autor E.P.S.	

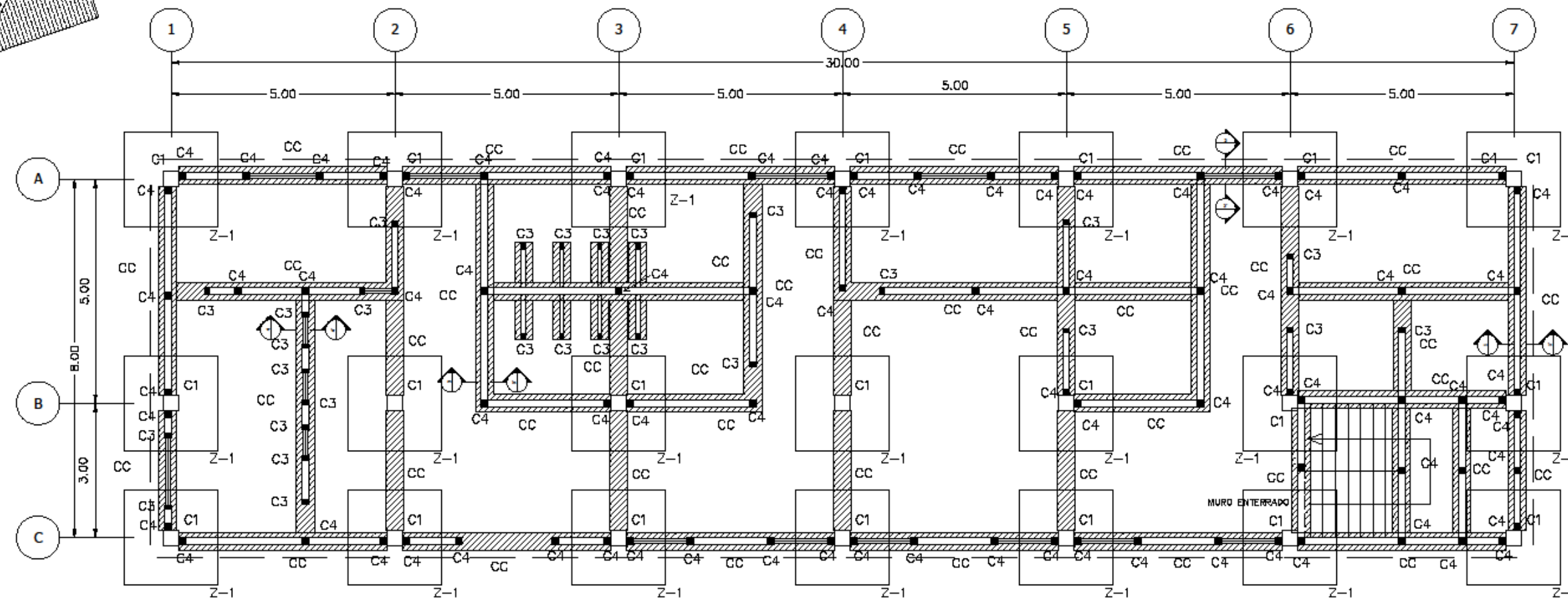
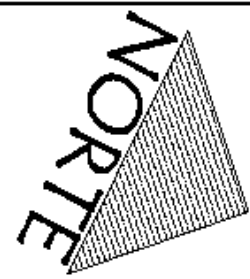


PRIMER NIVEL 1/75

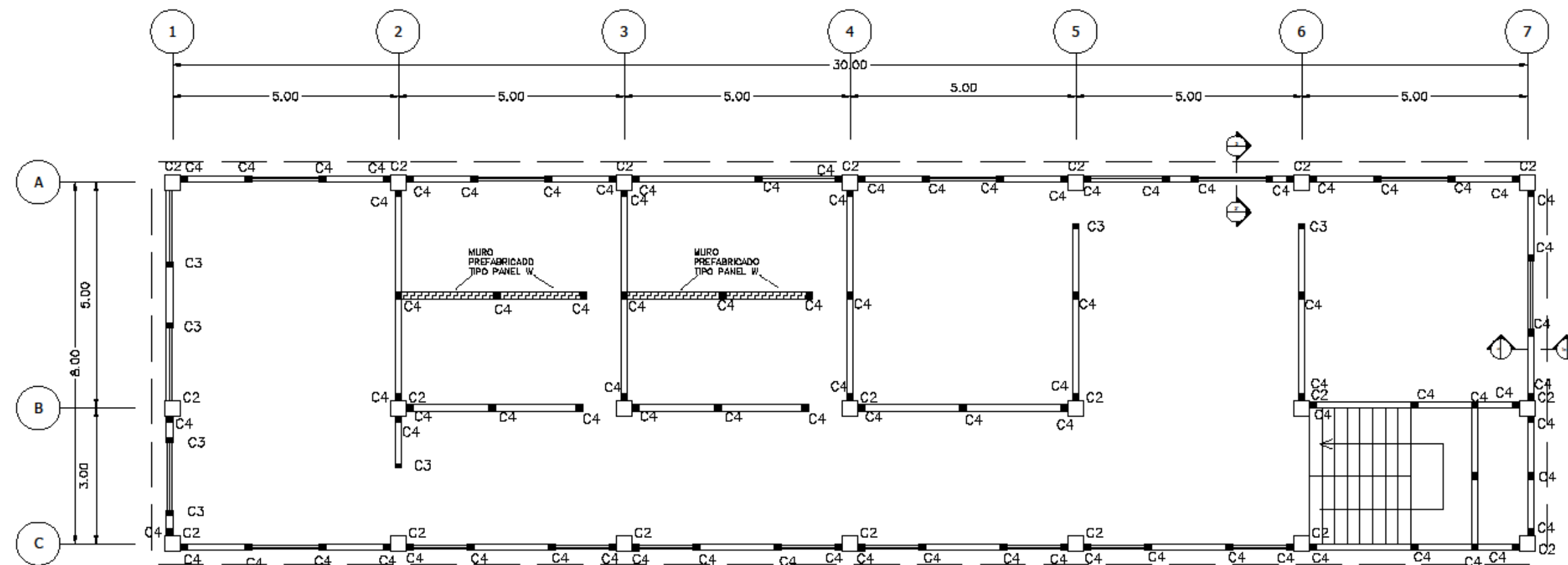


SEGUNDO NIVEL 1/75

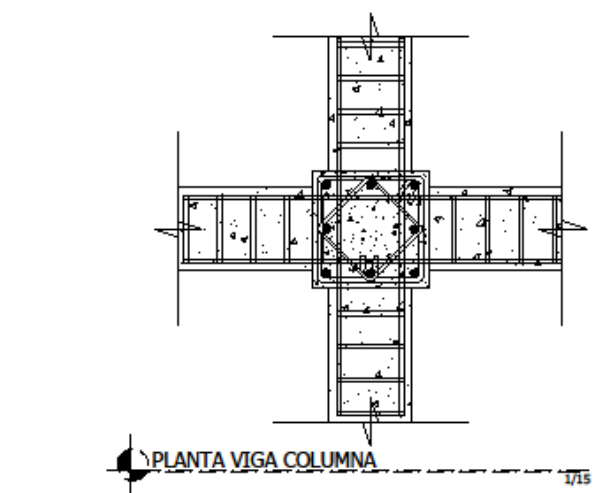
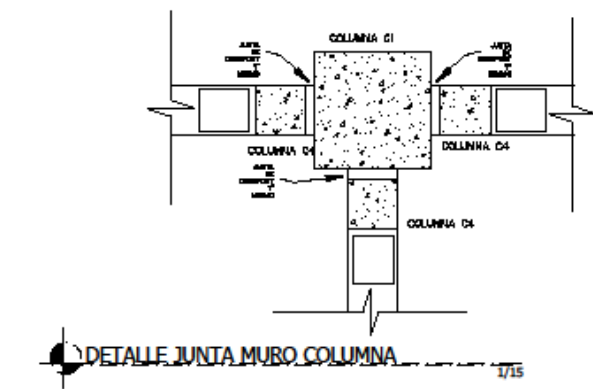
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN	
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA	FECHA: MARZO / 2010
ASesor DE REGIÓN: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALIFICADO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
HOJA No. 2	
10	
Av. Magun C'Enten C'Enten Alcaldía Municipal	
Ing. Juan Merck Cón Asesor E.P.S.	



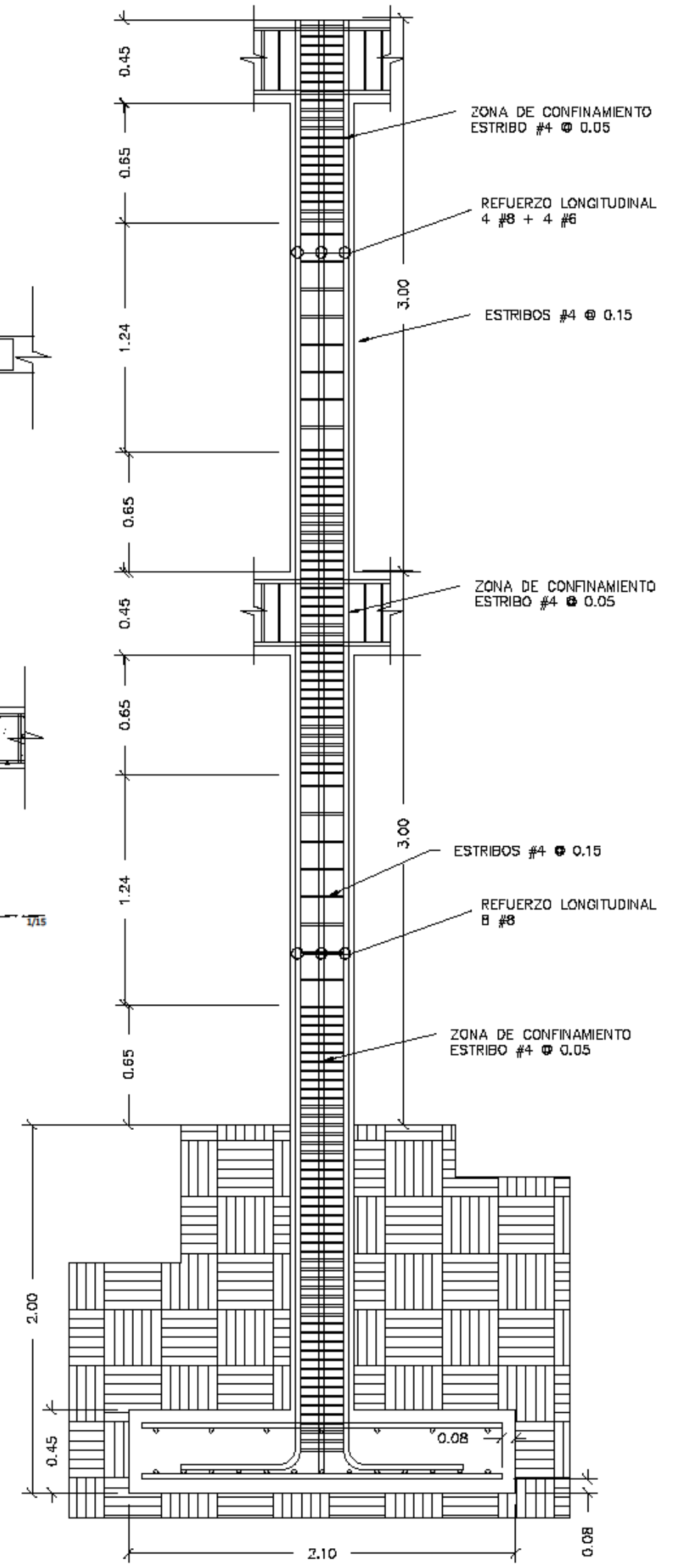
PRIMER NIVEL 1/75



SEGUNDO NIVEL 1/75



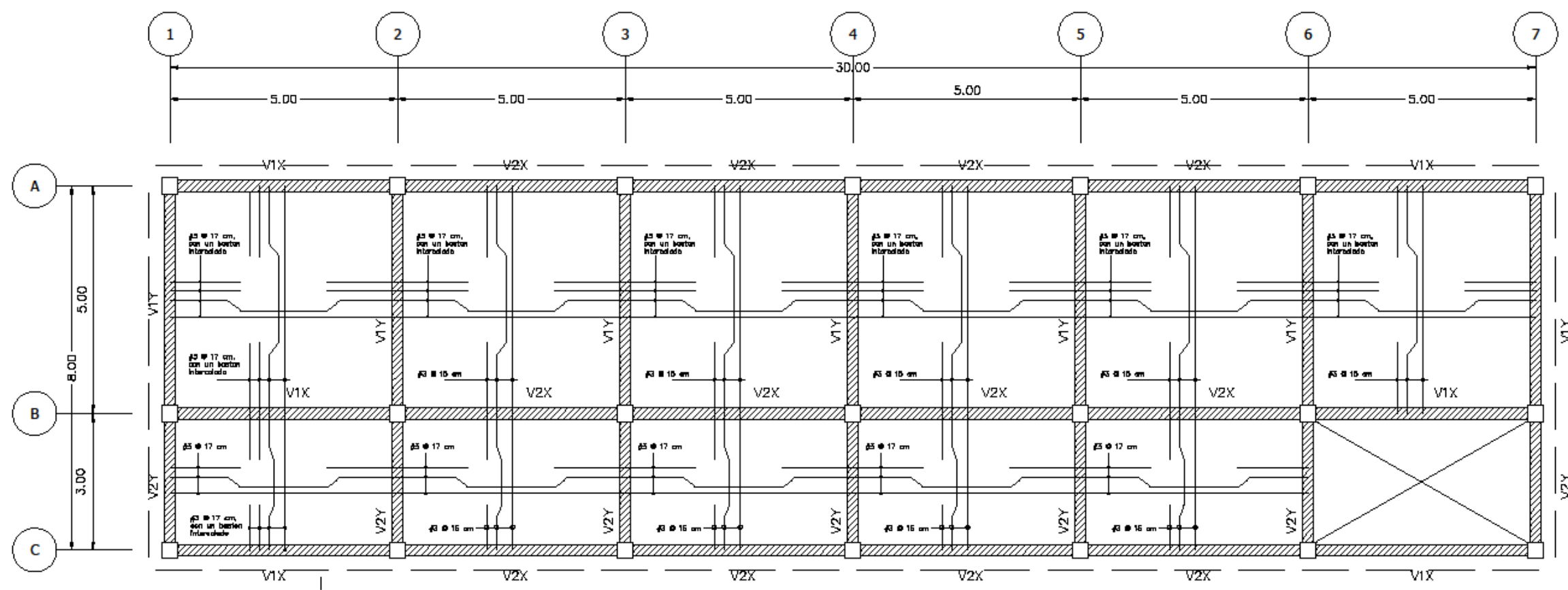
SIMBOLOGIA	
[Symbol]	MURO BLOCK
[Symbol]	COLUMNAS EN MUROS
[Symbol]	CIMIENTO CORRIDO
[Symbol]	COLUMNA PRINCIPAL
[Symbol]	C3 INDICA TIPO DE ELEMENTO
[Symbol]	CIMIENTO CORRIDO
[Symbol]	MURO PREFABRICADO LIGERO



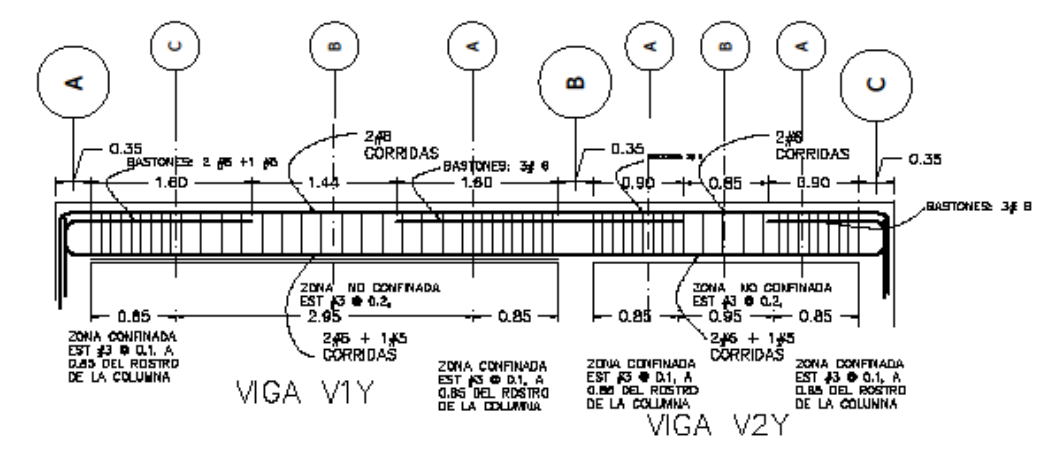
DETALLE DE COLUMNAS 1/20

NOTA:
VER HOJA 5 PARA LOS
DETALLES DE ARMADO
Y ESPECIFICACIONES

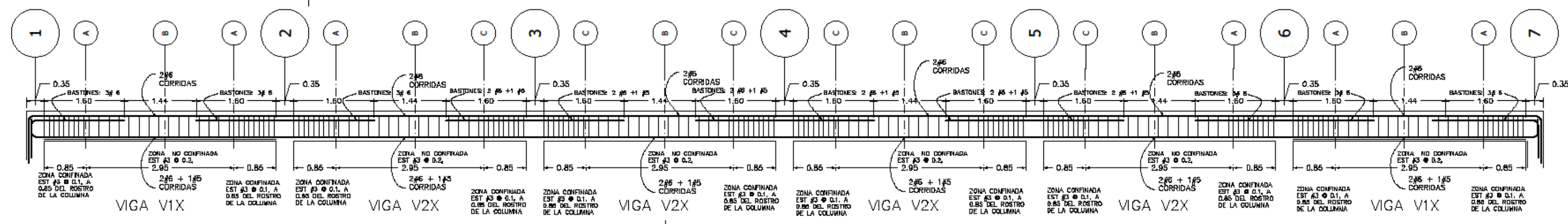
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN		
PROYECTO: DISEÑO DE LA ERRADICACION DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES	ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS	FECHA: MARZO / 2010	
ASesor DE REGION: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	HOJA No. 3 / 10
DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALIFICADO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	
Av. Magun C. Santos C. Santos Alcalde Municipal		Ing. Juan Merck Gin Asesor E.P.S.



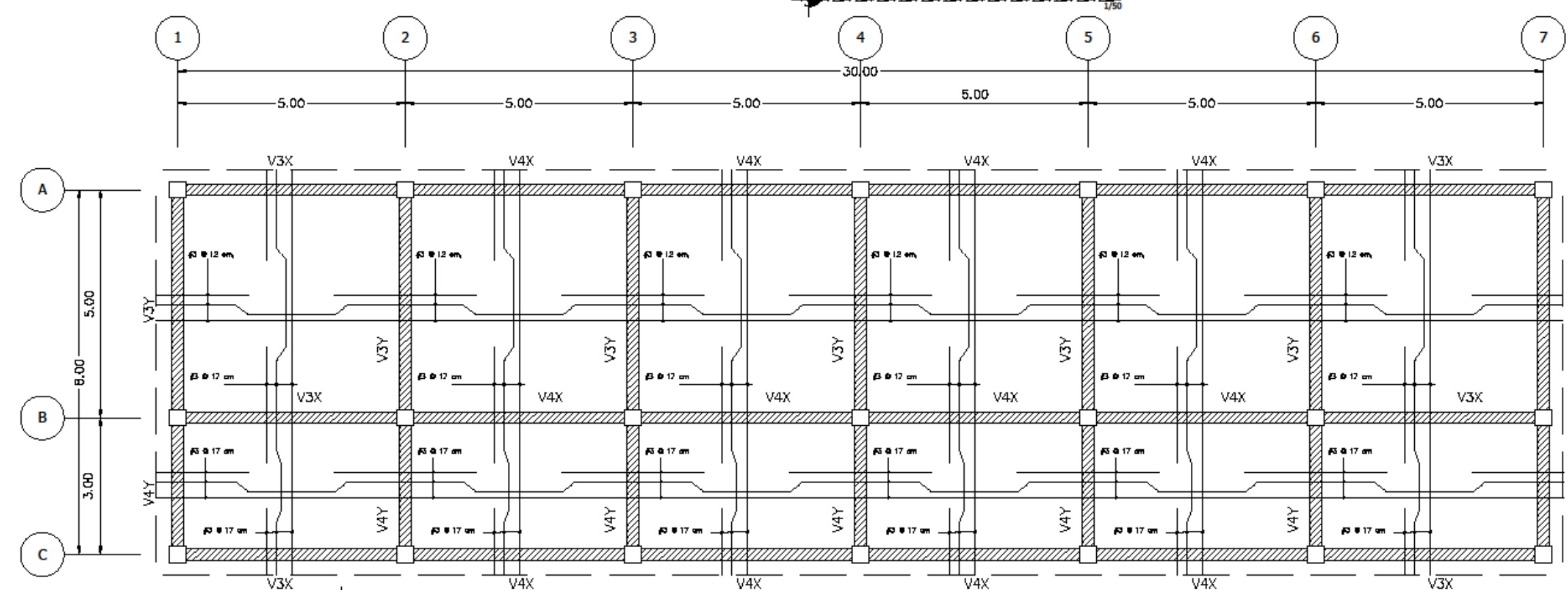
PRIMER NIVEL
1/75



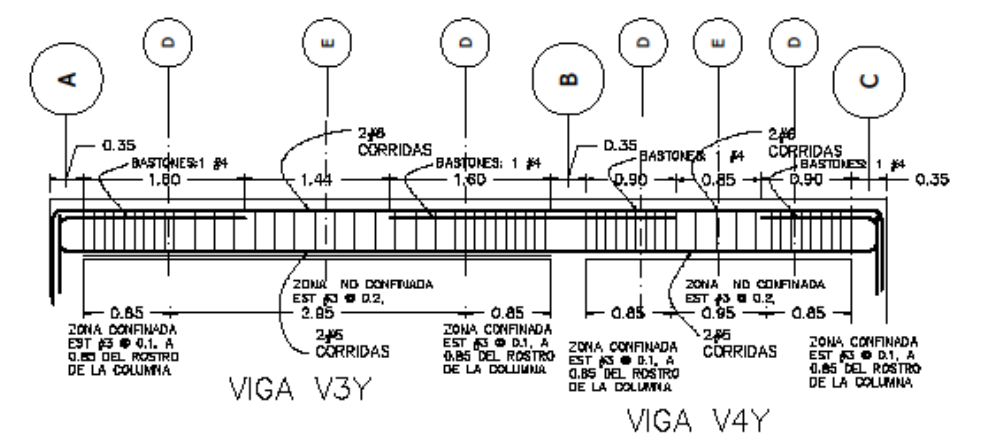
DETALLE DE VIGAS MARCO Y NIVEL 1
1/75



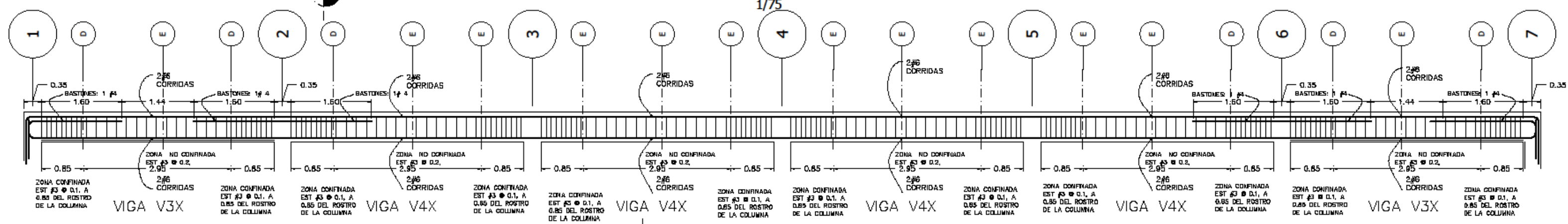
DETALLE DE VIGAS MARCO X NIVEL 1
1/75



SEGUNDO NIVEL
1/75




DETALLE DE VIGAS MARCO Y NIVEL 2
1/75



DETALLE DE VIGAS MARCO X NIVEL 2
1/75

NOTA:
VER HOJA 5 PARA LOS
DETALLES DE ARMADO
Y ESPECIFICACIONES

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN	
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS Y DETALLES DE VIGAS	FECHA: MARZO / 2010
ASISOR DE REGIÓN: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
INGENIERO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CARGO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
HOJA No. 4	TOTAL 10
Av. Magun C. Cuentas Cuentas Alcalde Municipal	
Ing. Juan Merck Cien Autor E.P.S.	

ESPECIFICACIONES:

POR NINGUN MOTIVO DEBEN ANCLARSE LOS MUROS A LAS COLUMNAS NI VIGAS, EL MÓDULO DE GRADAS ES INDEPENDIENTE A LOS MARCOS DE CONCRETO. COLOCAR JUNTAS DE DUROPORT EN DICHAS UNIONES, VER DETALLES.

LAS TUBERIAS NO DEBEN ATRAVESAR LAS COLUMNAS O VIGAS.

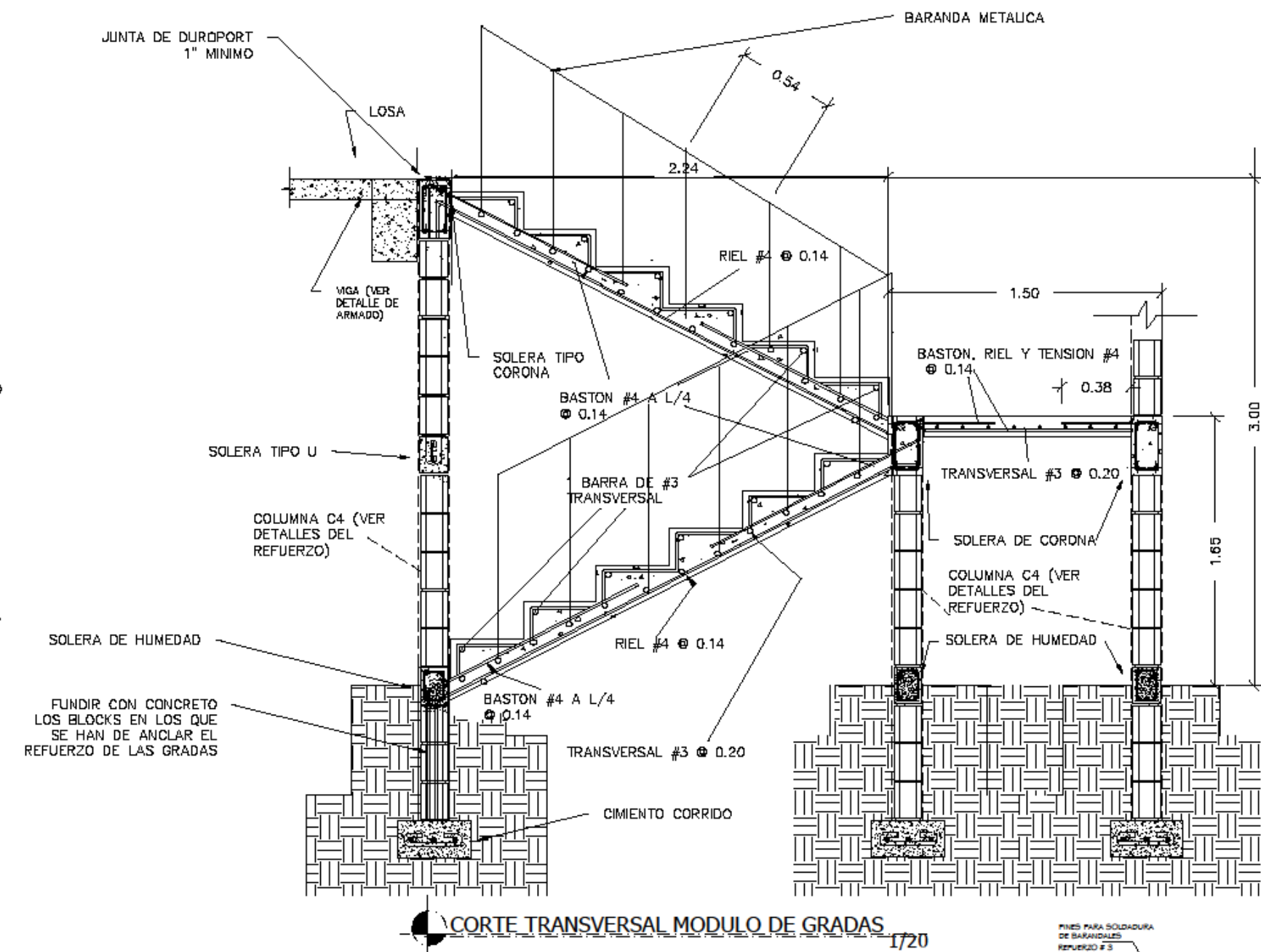
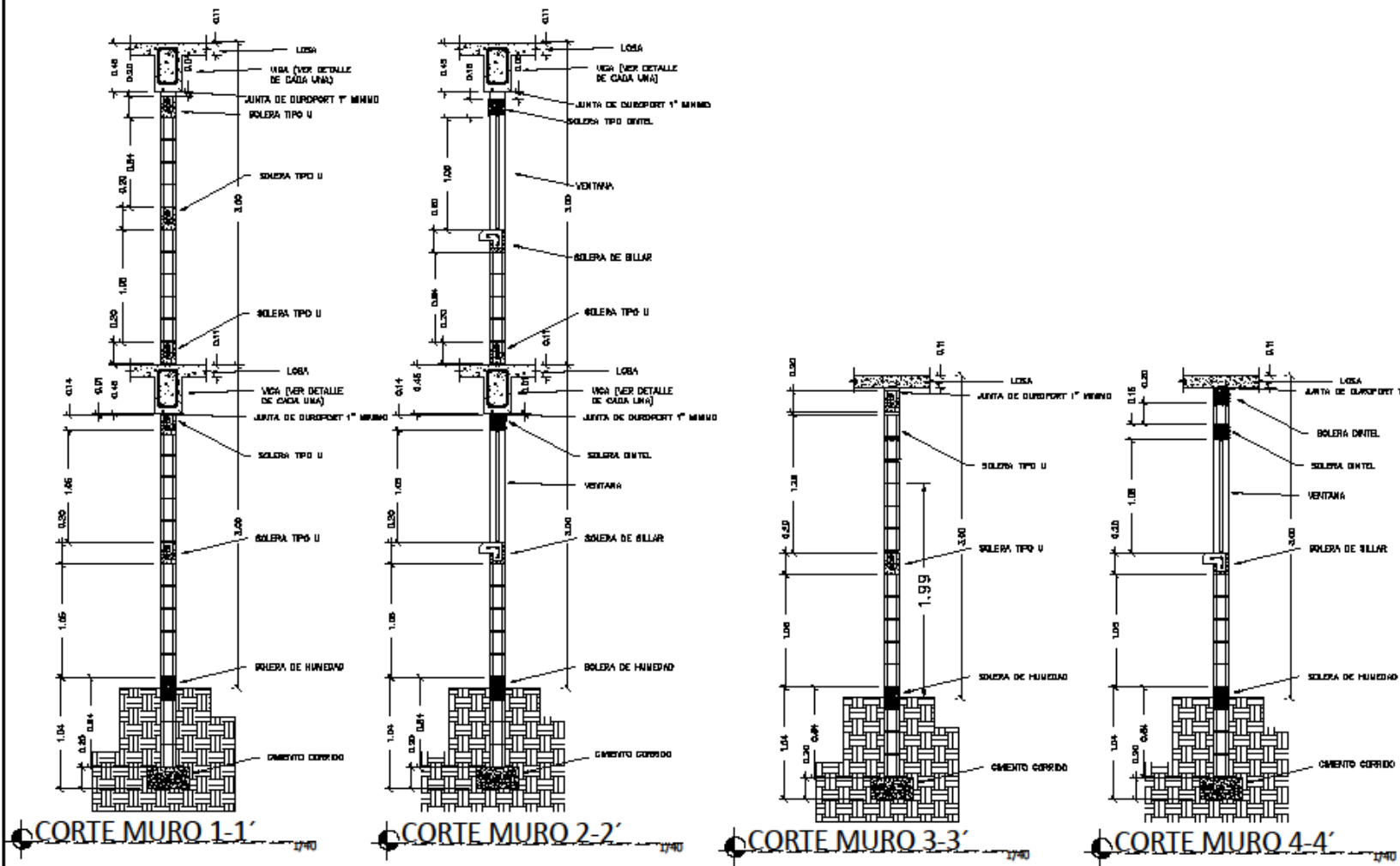
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
 REFUERZOS DE HIERRO: $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (640) LEGÍTIMO
 CONCRETO: 2200 kg/cm^2 (4000 psi)
 MUROS: $1 \text{ m}^3 35 \text{ kg/cm}^2$, $0.10 \times 0.20 \times 0.40$ en balcones y $0.15 \times 0.20 \times 0.40$ en el resto de muros
 AGREGADO GRUESO: $\frac{1}{2}$ TRITURADO
 PROPORCIÓN MORTERO PARA LEVANTADO DE MUROS: 1:3

SE CALCULO UN VALOR SOPORTE DE 26 T/m^2 , MEDIANTE ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL VERIFICAR EL VALOR SOPORTE DEL SUELO PREVIA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO.
 CARGAS VIVAS (TOMADAS DEL CÓDIGO AGES): 100 kg/m^2 EN TECHOS, 250 kg/m^2 EN OFICINAS Y 500 kg/m^2 EN GRADAS Y PASILLOS.

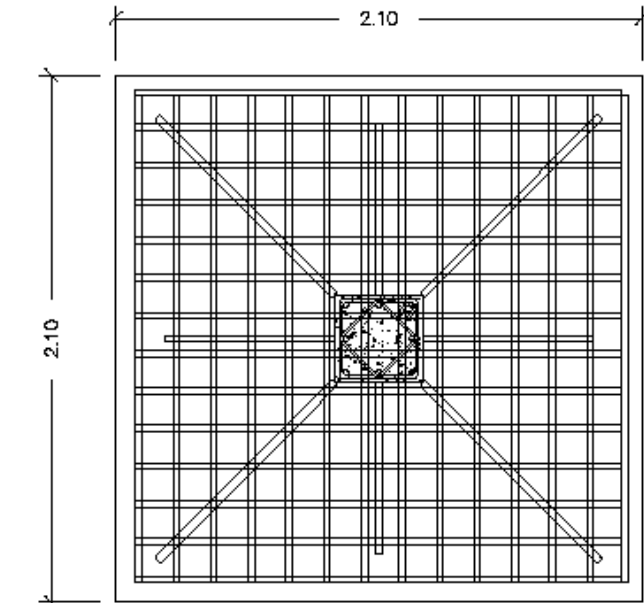
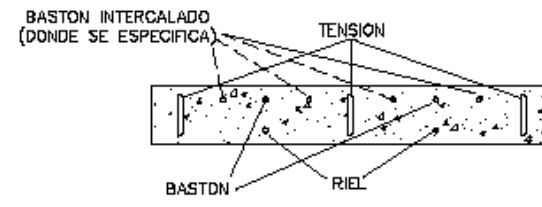
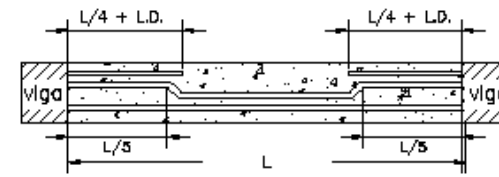
LOS MUROS DIVISORIOS TIPO PANEL W DEBEN SER MUROS DE POLIPROPILENO O SIMILAR DE PESO LIVIANO.

LOS TRASLAPES Y LA LONGITUD DE DESARROLLO (L.D.) HAN DE SER POR LO MENOS 48 VECES EL DIÁMETRO DEL REFUERZO A EMPALMAR PARA #3 35 cm, #4 50 cm, #5 60 cm, #6 75 cm, #8 120 cm, LOS GANCHOS A 90° PARA ELEMENTOS A FLEXIÓN DEBE SER: 11CM PARA #3, 14 CM PARA #4, 18CM PARA #5, 22 CM PARA #6 Y 30 CM PARA #8 O SEGUN SE ESPECIFIQUE EN PLANOS. LOS GANCHOS A 135° DEBEN TENER UNA LONGITUD DE 80CM MÍNIMO DENTRO DEL ELEMENTO.

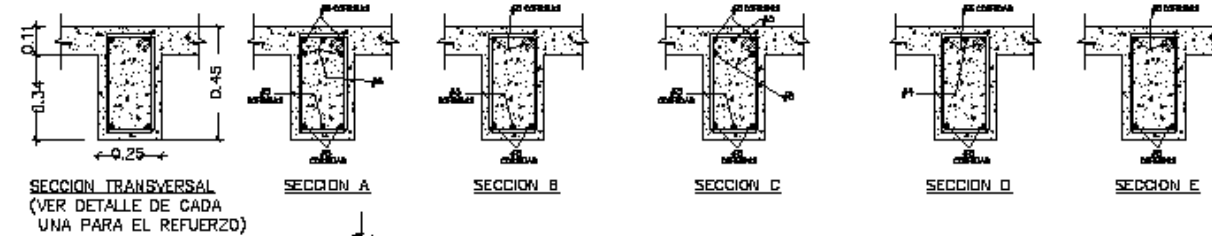
LAS LOSAS DEL SEGUNDO NIVEL NO HAN SIDO DISEÑADAS PARA LA INSTALACIÓN DE TANQUE SISTEMA



L.D.—LONGITUD DE DESARROLLO (VER TABLAS SEGUN DIAMETRO)

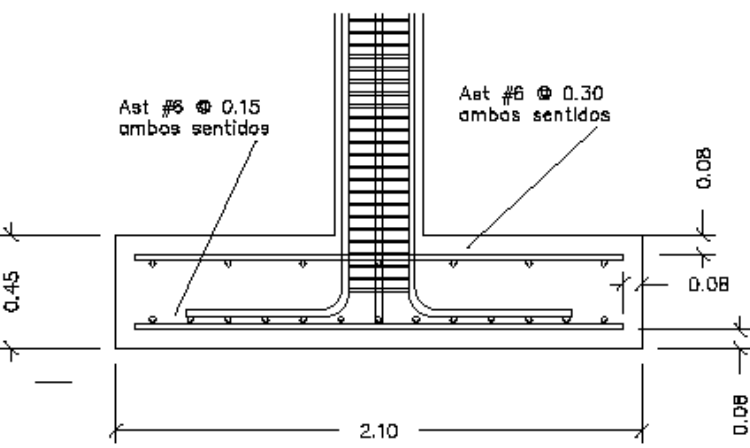


ZAPATA Z1:
 13 #6 AMBOS SENTIDOS (#6 @ 0.15 AMBOS SENTIDOS).
 RECUBRIMIENTO 7.5 CM. LONGITUD DE ESCUADRA EN BARRAS LONGITUDINALES DE LAS COLUMNAS 120 CM MÍNIMO. COLOCAR ACERO POR TEMPERATURA #6 @ 30 CM AMBOS SENTIDOS

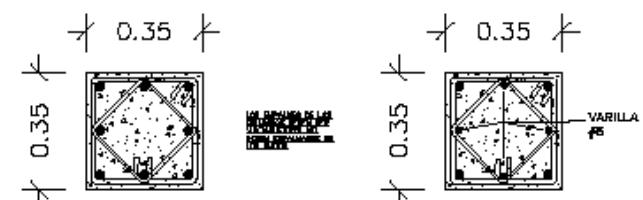


SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS

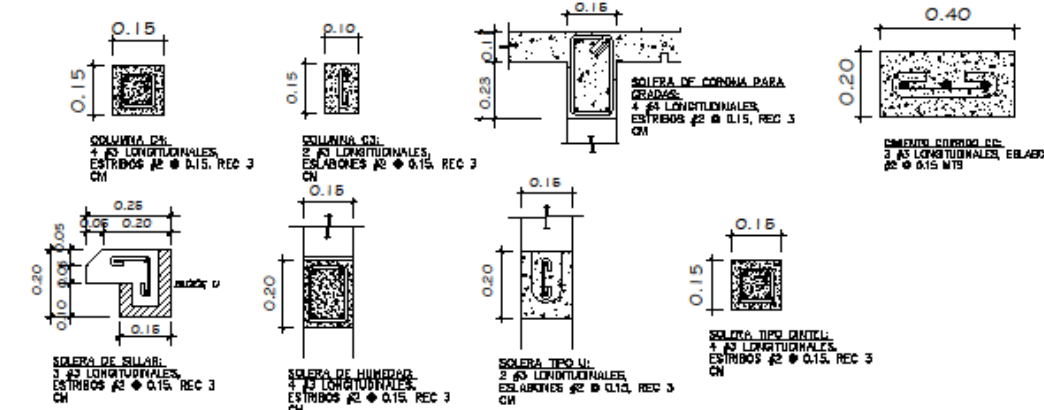
PLANTA DE ZAPATA Z1



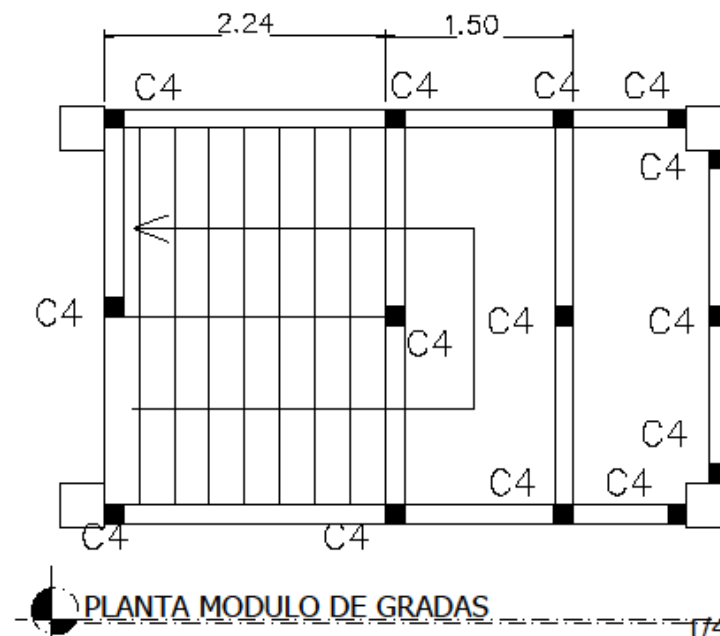
SECCION TRANSVERSAL ZAPATA Z1



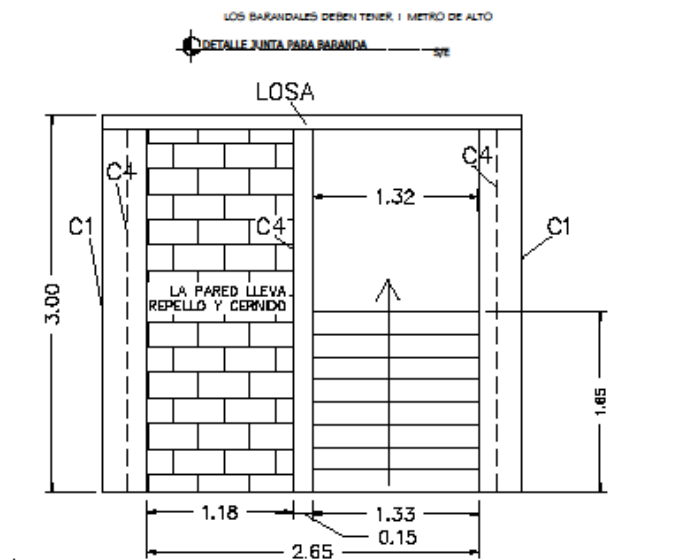
DETALLE DE COLUMNAS PRINCIPALES



DETALLES DE SOLERAS, COLUMNAS EN MUROS Y CIMENTO CORRIDO



PLANTA MODULO DE GRADAS



ELEVACION FRONTAL MODULO DE GRADAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHE, PETEN

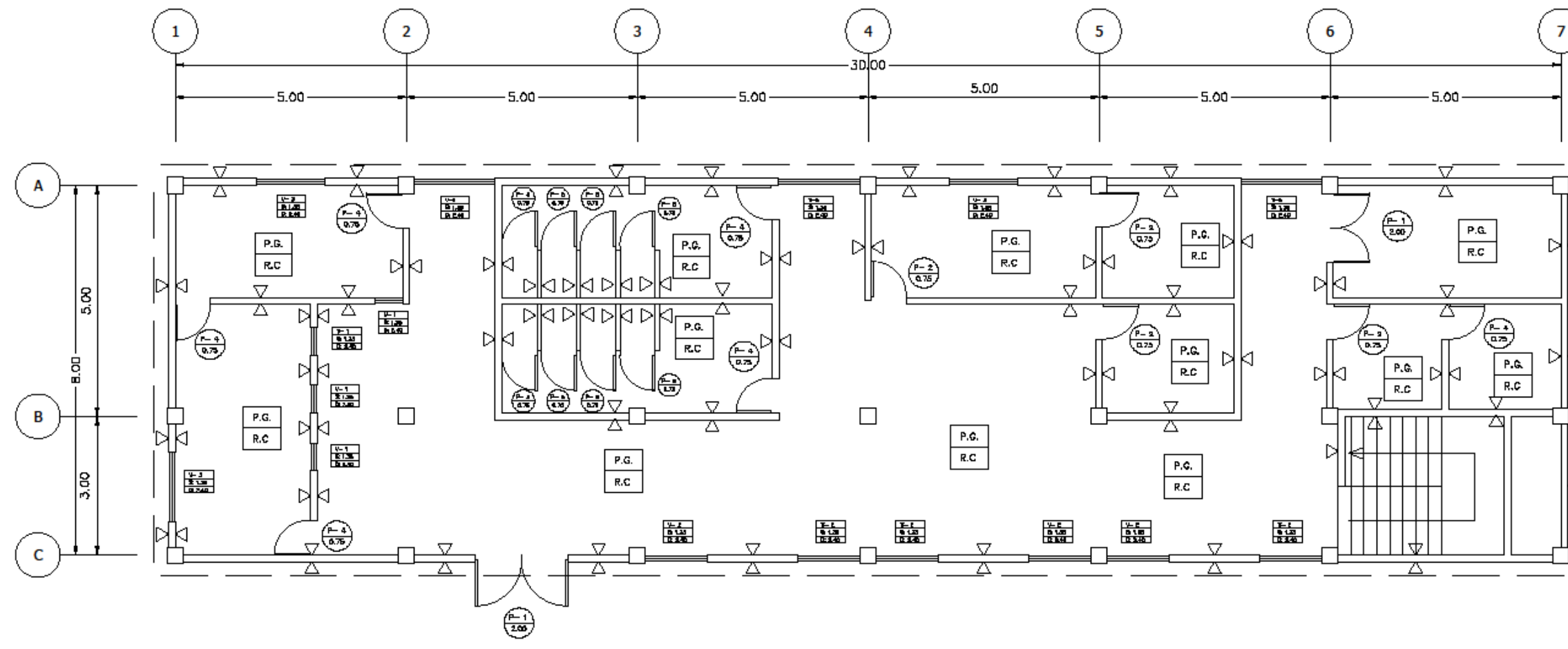
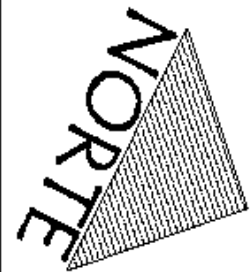
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES
 DISEÑO DE GRADAS Y DETALLES DE ARMADO DE VIGAS Y COLUMNAS

ESCALA: INDICADA
 FECHA: MARZO / 2010

ASISOR DE REGION: ING. JUAN MERCK
 DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
 CALIFICADO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY

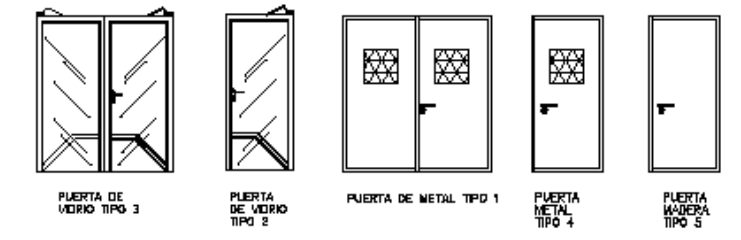
HOJA No. 5 / 10

Aut. Magin C. Guebara C. Gerente Alcaldía Municipal
 Ing. Juan Merck Gm. Asesor E.P.S.



PRIMER NIVEL

1/75

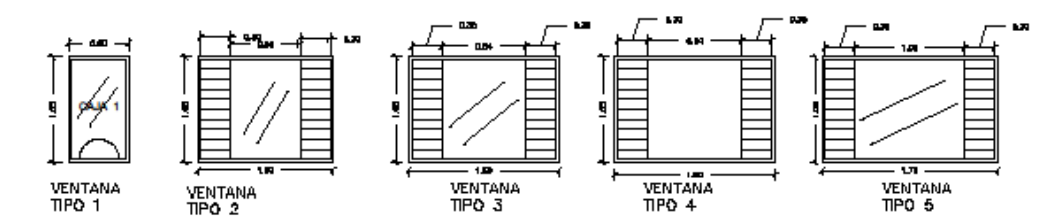


NOTA: DEBE CONSTRUIRSE SOLERA TIPO DINTEL PARA CADA PUERTA (VER DETALLES)

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	2	2	2	METAL
P-2	0.750	2	10	VIDRIO
P-3	2.000	2	1	VIDRIO
P-4	0.750	2	6	METAL
P-5	0.750	SR	5	MADERA

DETALLES DE PUERTAS

S/E

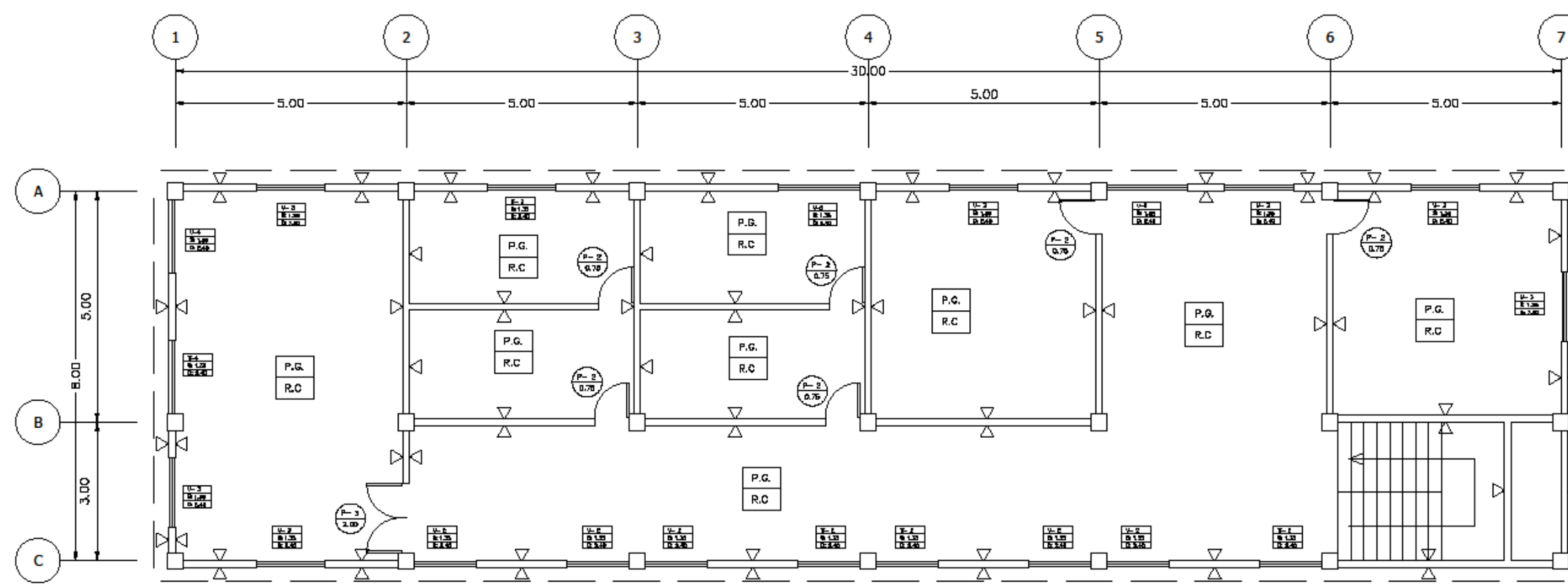


NOTA: DEBE CONSTRUIRSE SOLERA TIPO DINTEL PARA CADA VENTANA (VER DETALLES)

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	SILLAR	DINTEL	ALTO	ANCHO	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	1.350	2.400	1.050	0.800	4	ALUMINIO Y VIDRIO DE 5 mm
V-2	1.350	2.400	1.050	1.200	14	ALUMINIO Y VIDRIO DE 5 mm
V-3	1.350	2.400	1.050	1.500	11	ALUMINIO Y VIDRIO DE 5 mm
V-4	1.350	2.400	1.050	1.600	2	ALUMINIO Y VIDRIO DE 5 mm
V-5	1.350	2.400	1.050	1.750	5	ALUMINIO Y VIDRIO DE 5 mm

DETALLES DE VENTANAS

S/E



SEGUNDO NIVEL

1/75

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	REFERENCIA
[P.G.]	PISO DE GRANITO
[R.C.]	REPELLO EN CIELO
[P-1]	REPELLO + CERNIDO
[P-2]	TIPO DE PUERTA
[V-1]	TIPO DE VENTANA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

PROYECTO: DISEÑO DE LA EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES
 ESCALA: INDICADA

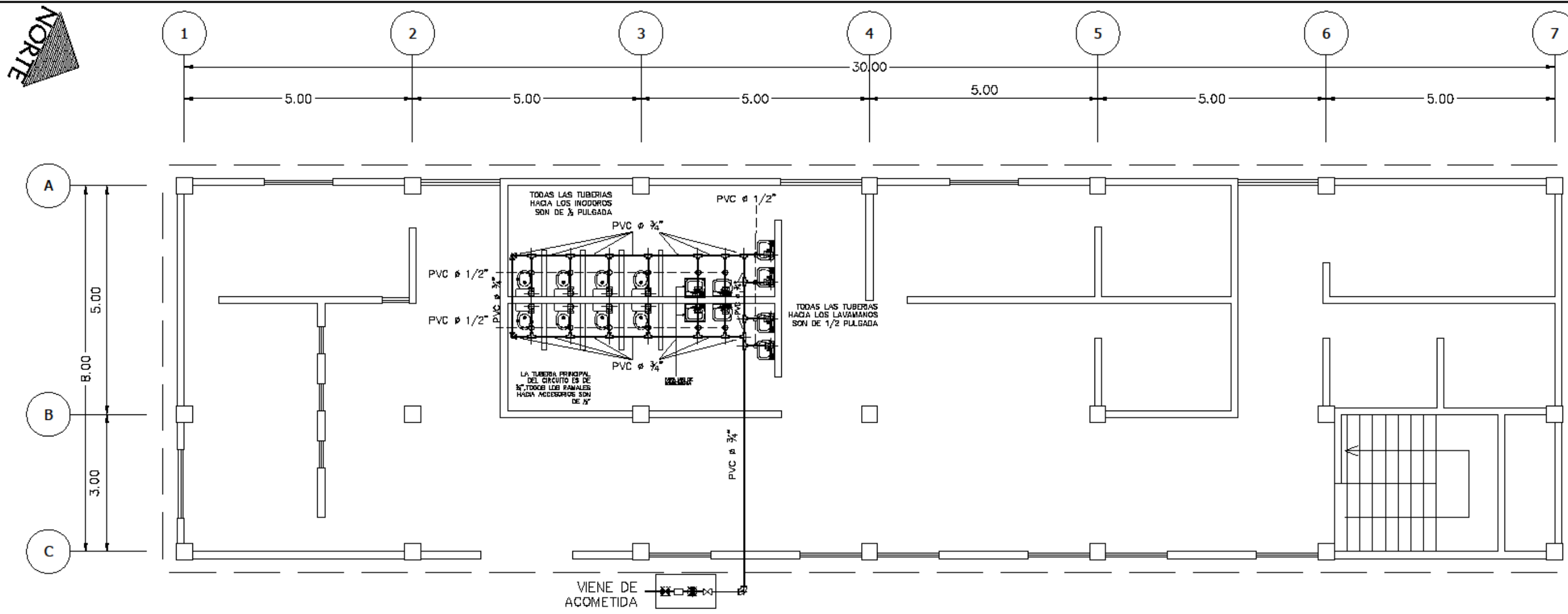
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS
 FECHA: MARZO / 2010

ASESOR DE REGION: ING. JUAN MERCK
 DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
 HOJA No.: 6

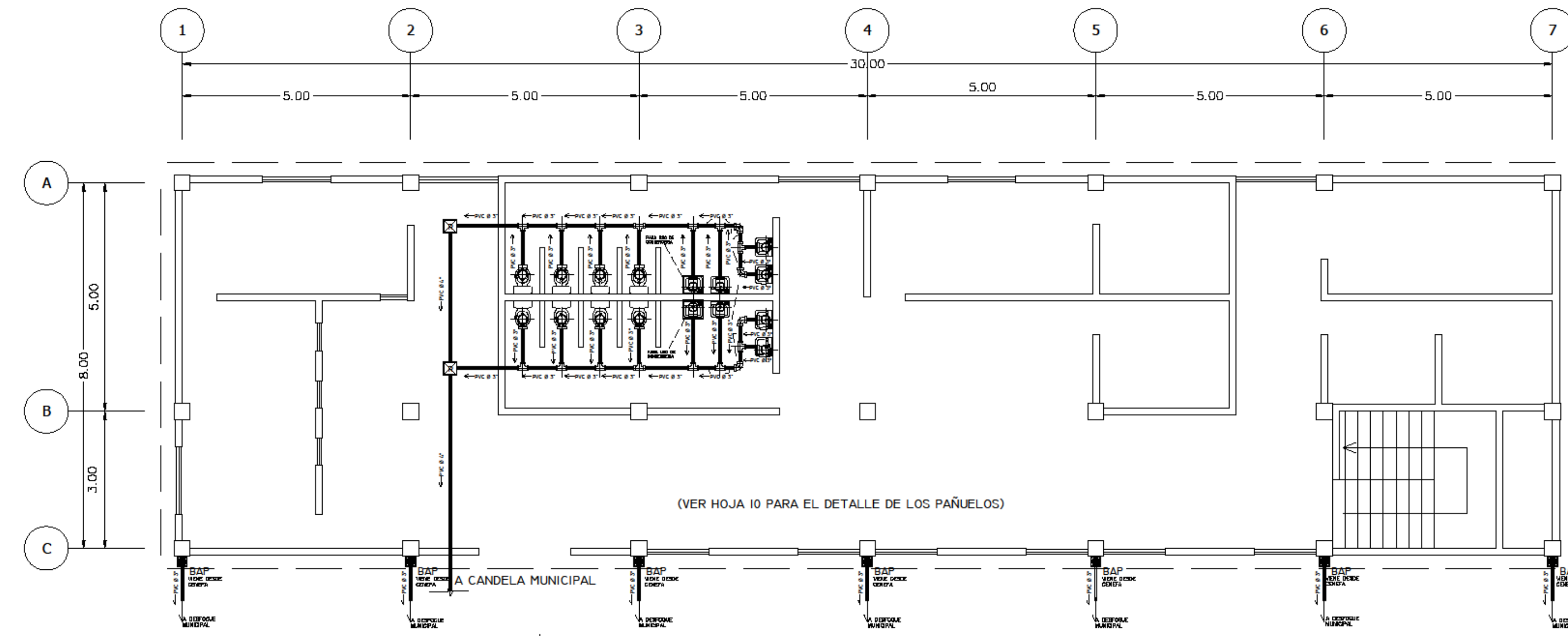
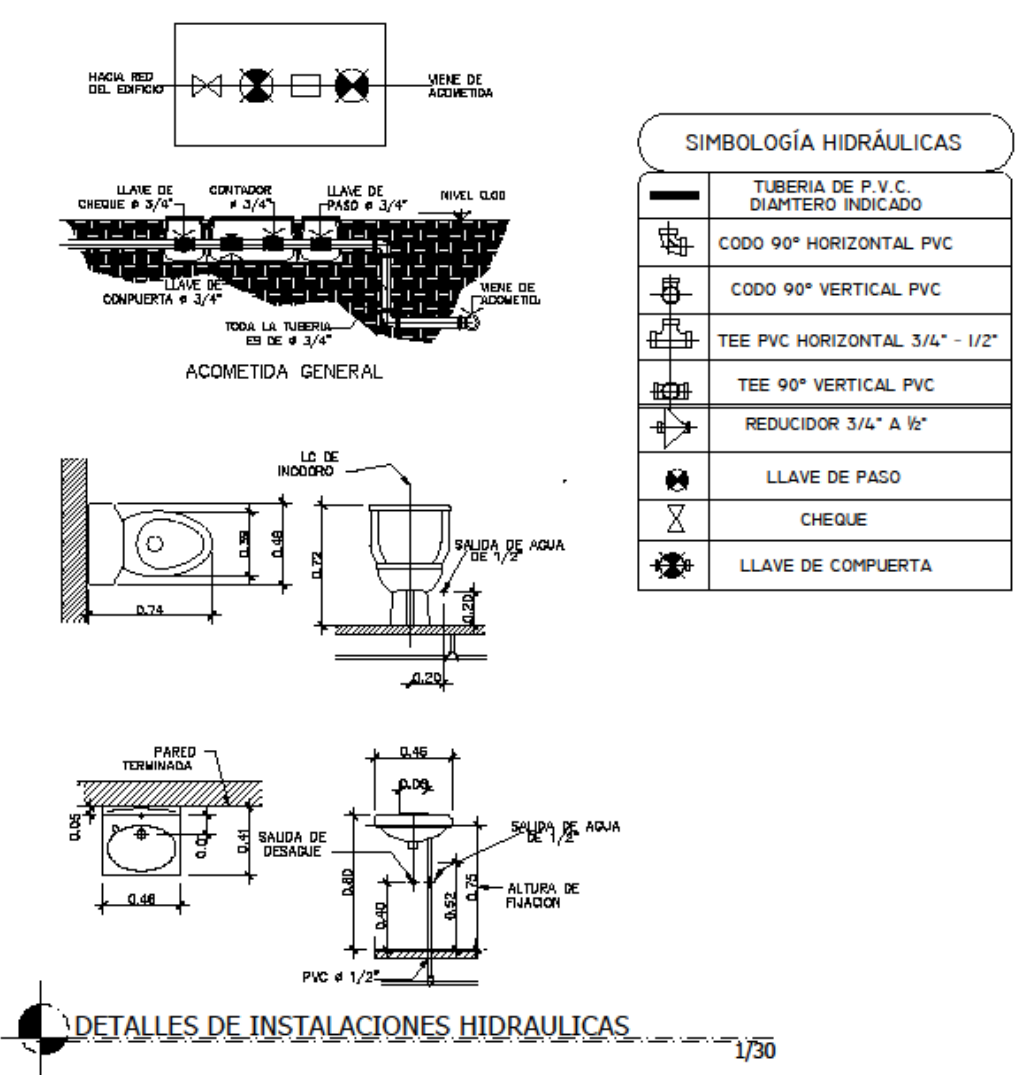
DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
 CALIFICADO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
 10

Av. Juan C. Escobar C. Centro
 Alcalde Municipal

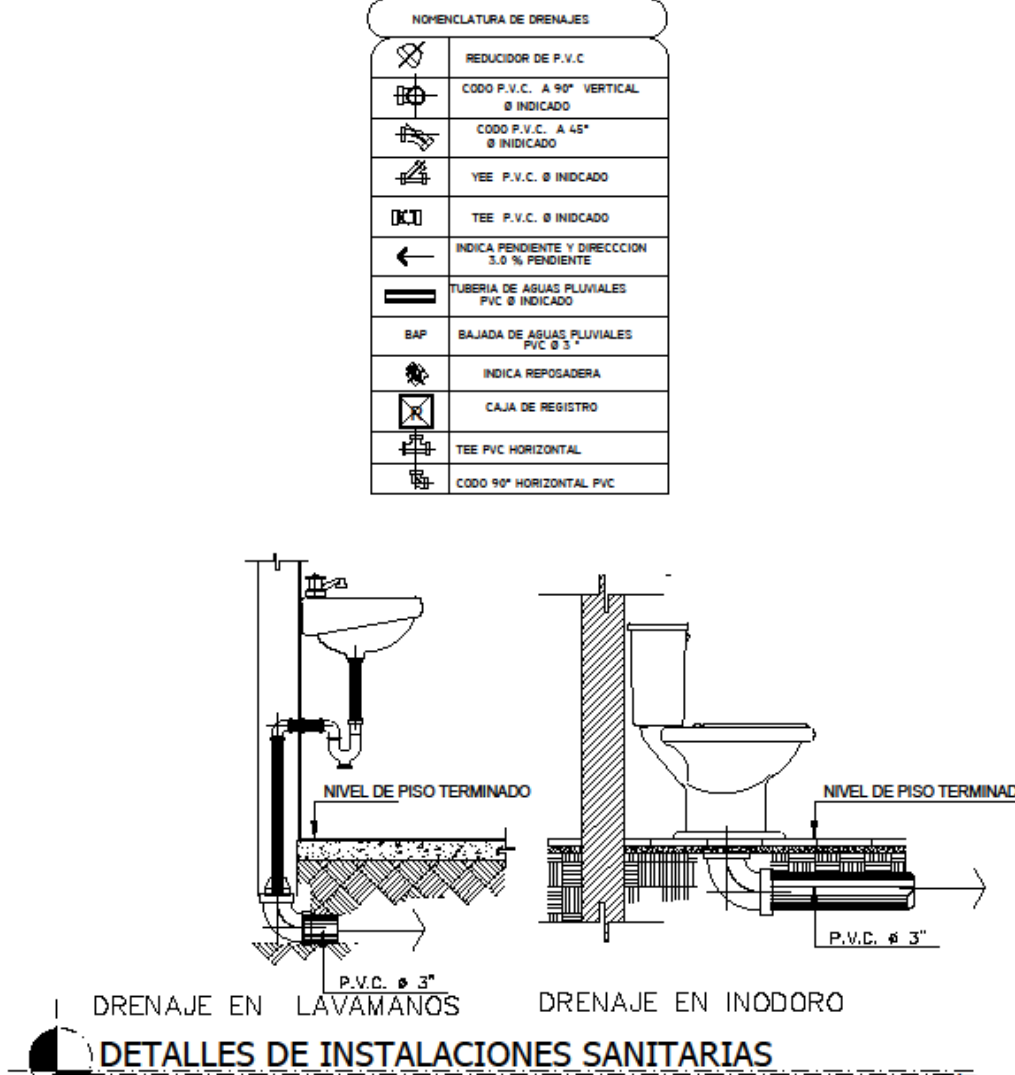
Ing. Juan Merck Gin
 Asesor E.P.S.



PLANTA INSTALACIONES HIDRAULICAS PRIMER NIVEL
1/60



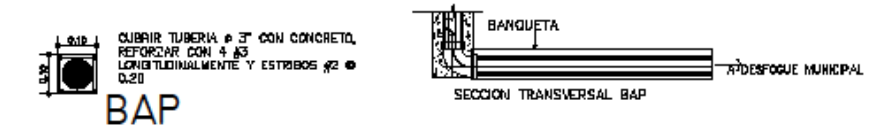
PLANTA INSTALACIONES DE DRENAJES PRIMER NIVEL
1/60



DETALLES DE INSTALACIONES SANITARIAS
S/E



DETALLE CAJA DE REGISTRO
S/E

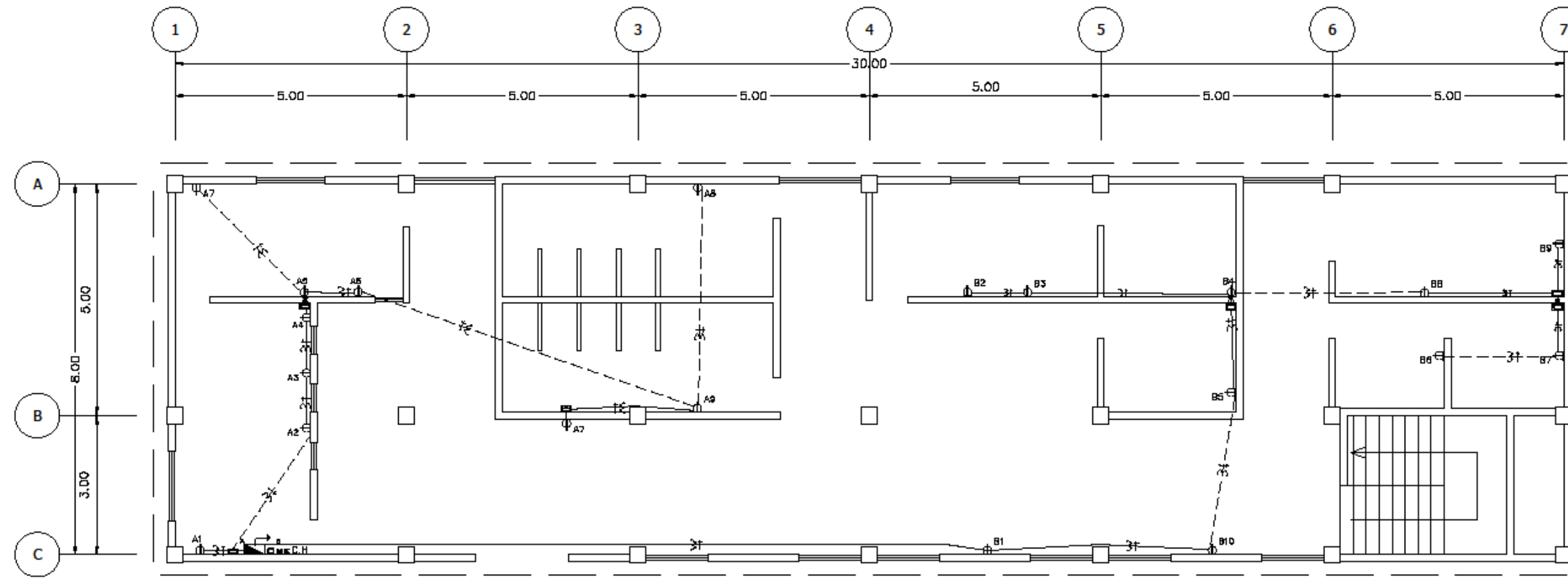
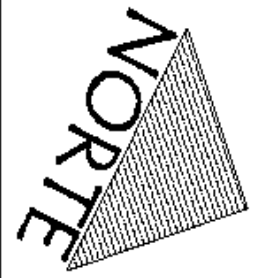


DETALLE BAJADA PLUVIAL
S/E

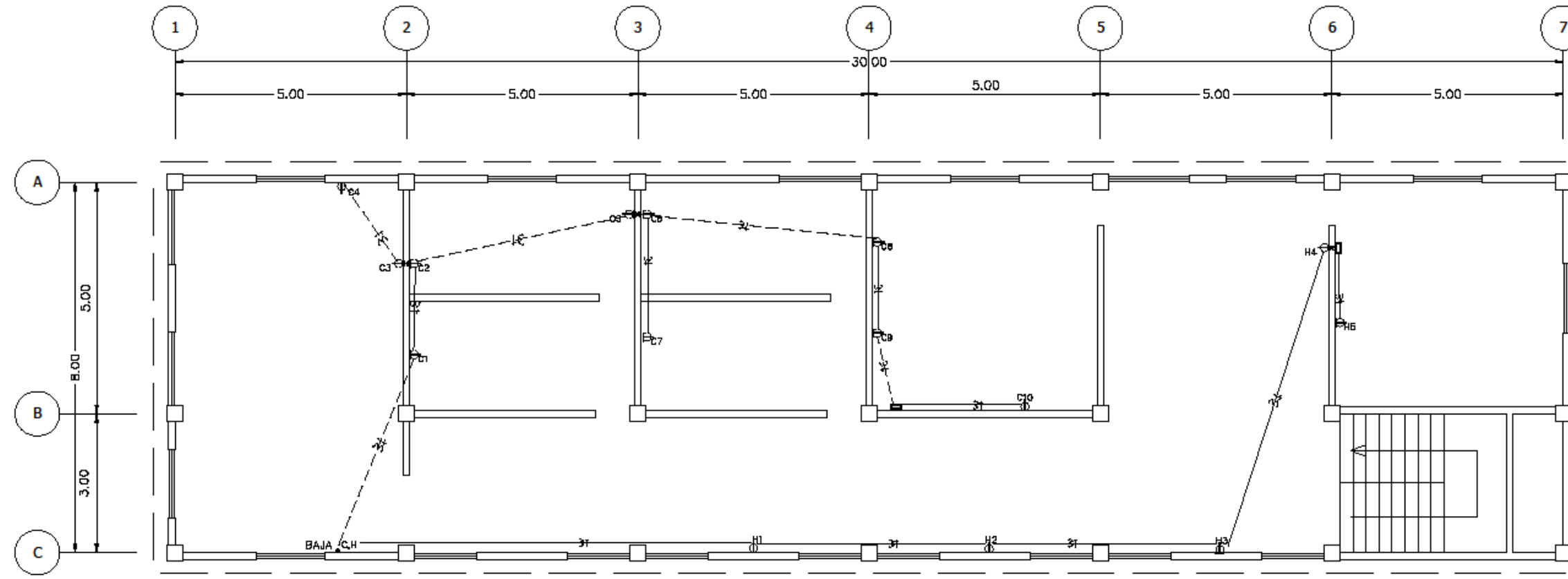
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

PROYECTO: PLANTA INSTALACION HIDRAULICA Y DE DRENAJES	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS	FECHA: MARZO / 2010
ASESOR DE REGION: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALCULO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
	HOJA No. 7 / 10

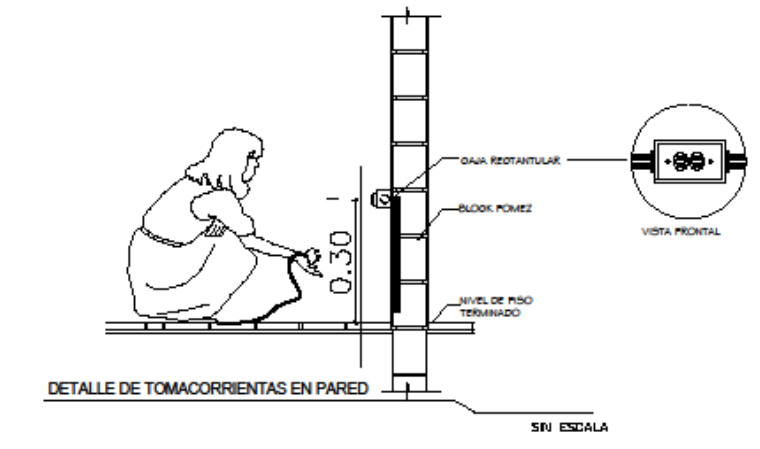
Av. Magun C. Cordero C. Centro Alcalde Municipal
Ing. Juan Merck Cordero Abate E.P.S.



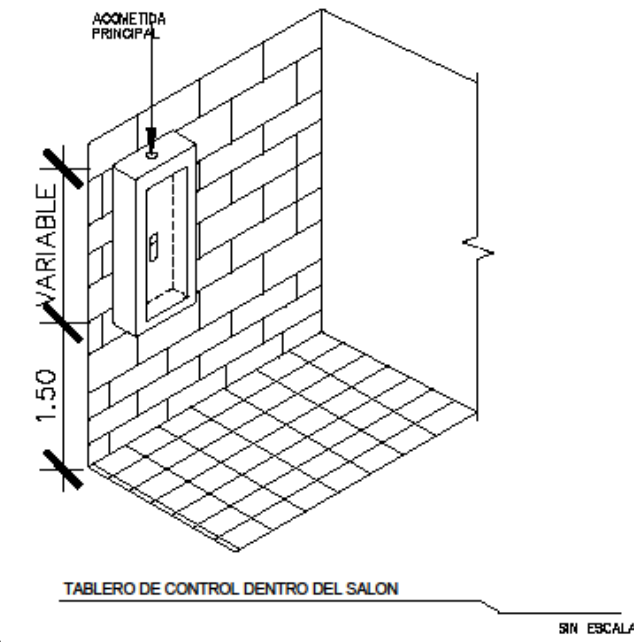
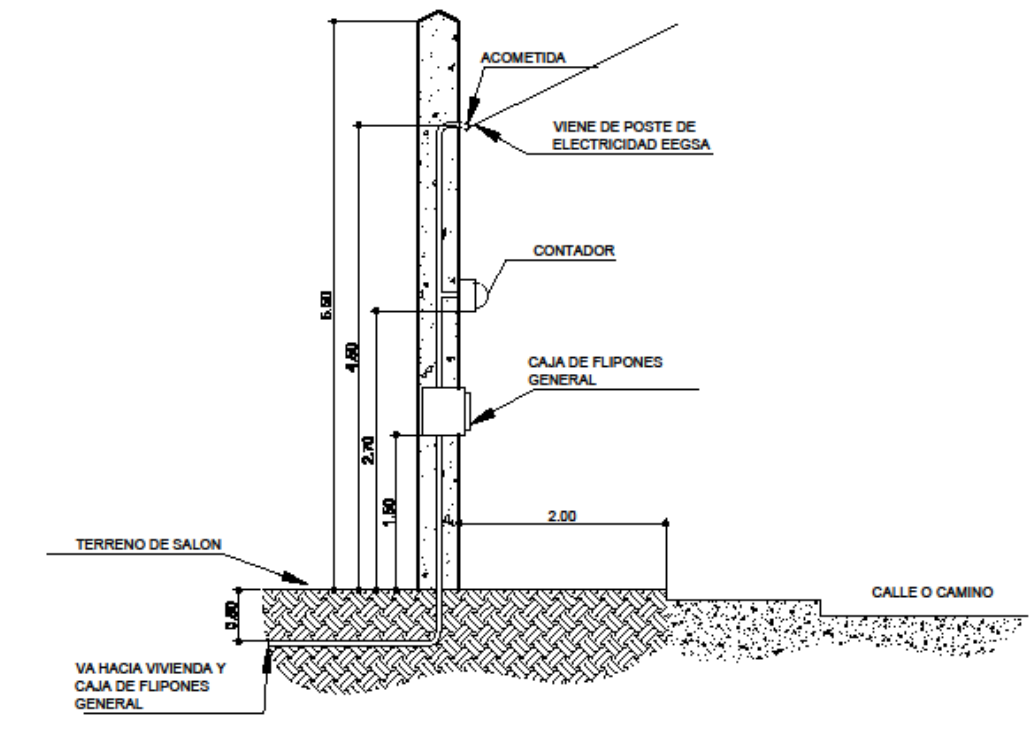
PRIMER NIVEL 1/75



SEGUNDO NIVEL 1/75



DETALLE DE TOMACORRIENTES EN PARED SIN ESCALA



TABLERO DE CONTROL DENTRO DEL SALON SIN ESCALA

SIMBOLOGIA:	
GRAFICA	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE DOBLE DE 115 VOLTIOS
	TOMACORRIENTE SIMPLE EN TECHO DE 115 VOLTIOS
	TOMACORRIENTE SIMPLE EN TECHO DE 220 VOLTIOS
	TABLERO PRINCIPAL
	INDICA CIRCUITO EN TABLERO PRINCIPAL
	NEUTRO CALIBRE 12TW
	INDICA CIRCUITO - LINEA ACTIVA CALIBRE 12TW
	TUBERIA EMPOTRADA EN PARED O PISO 3/4" PVC ELECT.
	TUBERIA EMPOTRADA EN TECHO 3/4" PVC ELECT.
	CAJA DE REGISTRO CUADRADA
	CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL
	SUBIDA O BAJADA DE TUBERIA

EL DISEÑO DEL CIRCUITO FUERZA ESTA DISEÑADO PARA APARATOS DE OFICINA LOS CUALES NO EXCEDEN LA CAPACIDAD DEL DISEÑO. LA IMPLEMENTACION DE AIRE ACONDICIONADO O CUALQUIER OTRO APARATO REQUIERE UN DISEÑO DIFERENTE

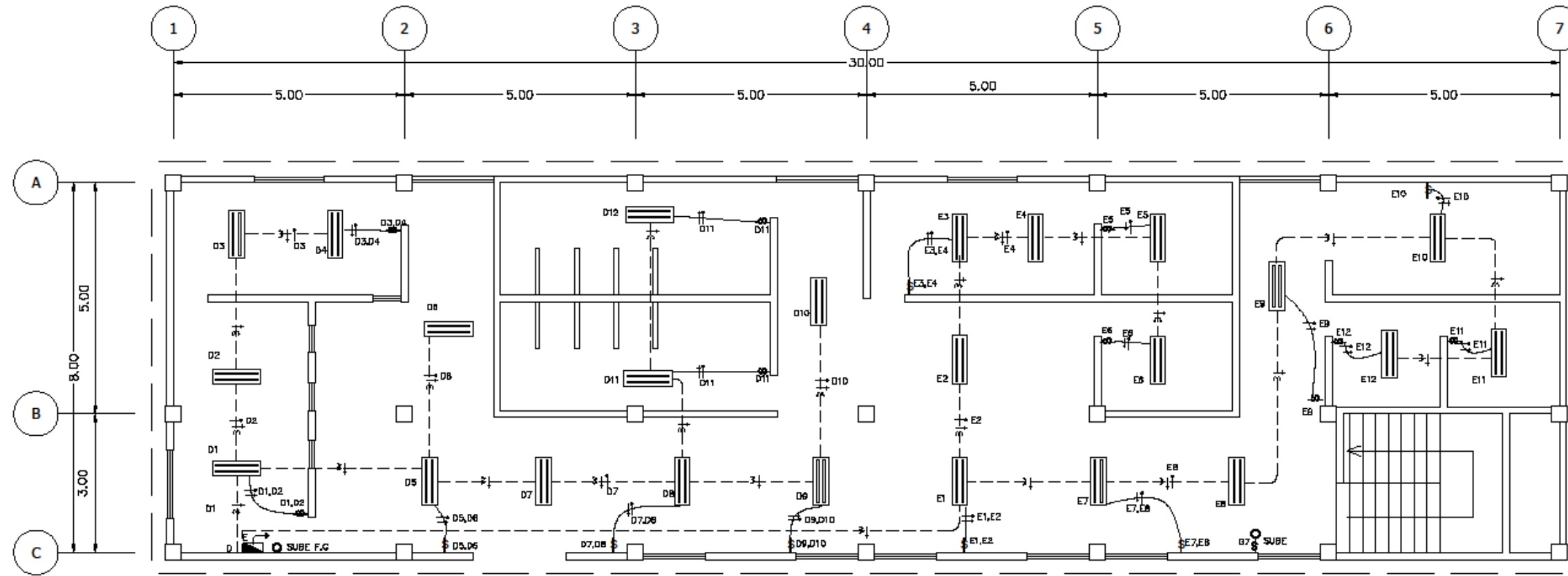
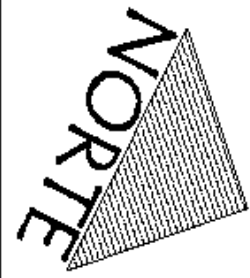
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

PROYECTO: DISEÑO DE LA ERIGACION DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA FUERZA	FECHA: MARZO / 2010

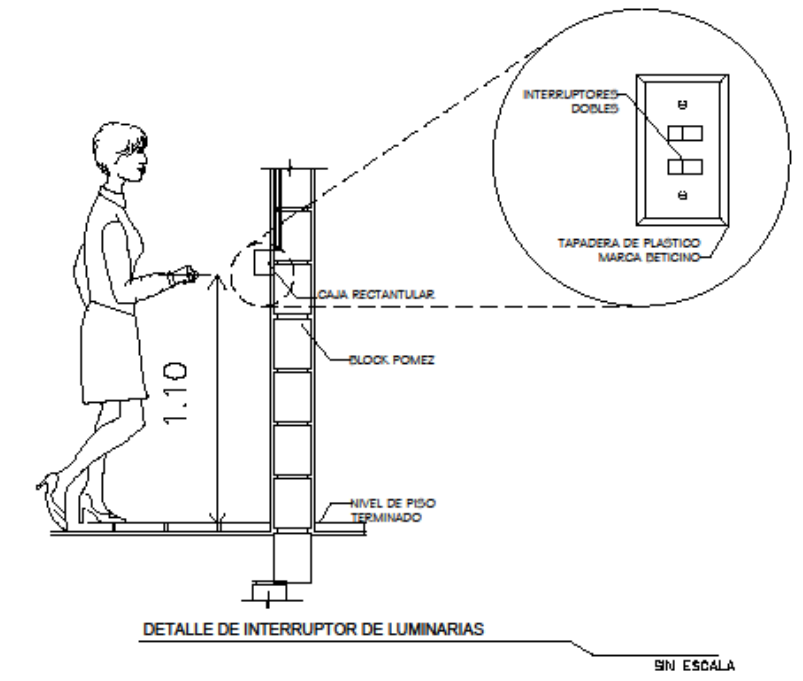
ASESOR DE REGION: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	HOJA No.:
DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALCULO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	8 / 10

Avenida Magón C/Carretera C/Carretera
 Alcalde Municipal

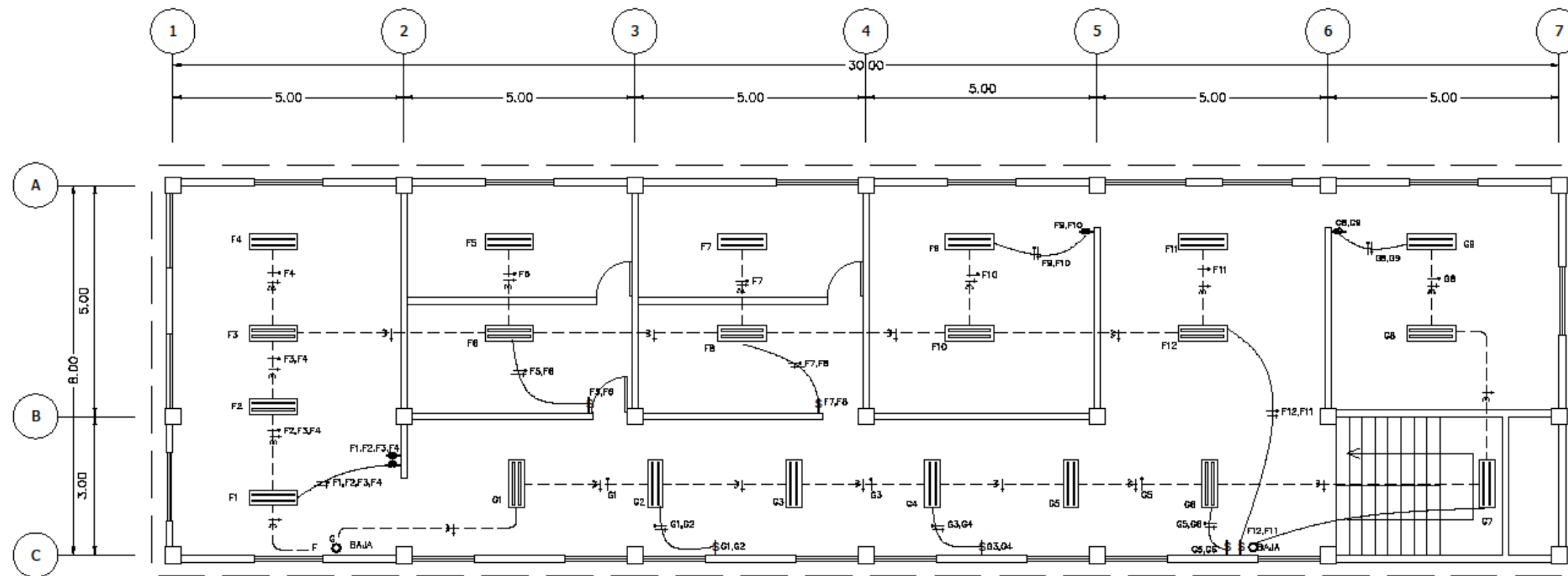
Ing. Juan Merck Gin
 Asesor E.P.S.



PRIMER NIVEL 1/75



DETALLE DE INTERRUPTOR DE LUMINARIAS
80 ESCALA



SEGUNDO NIVEL 1/75

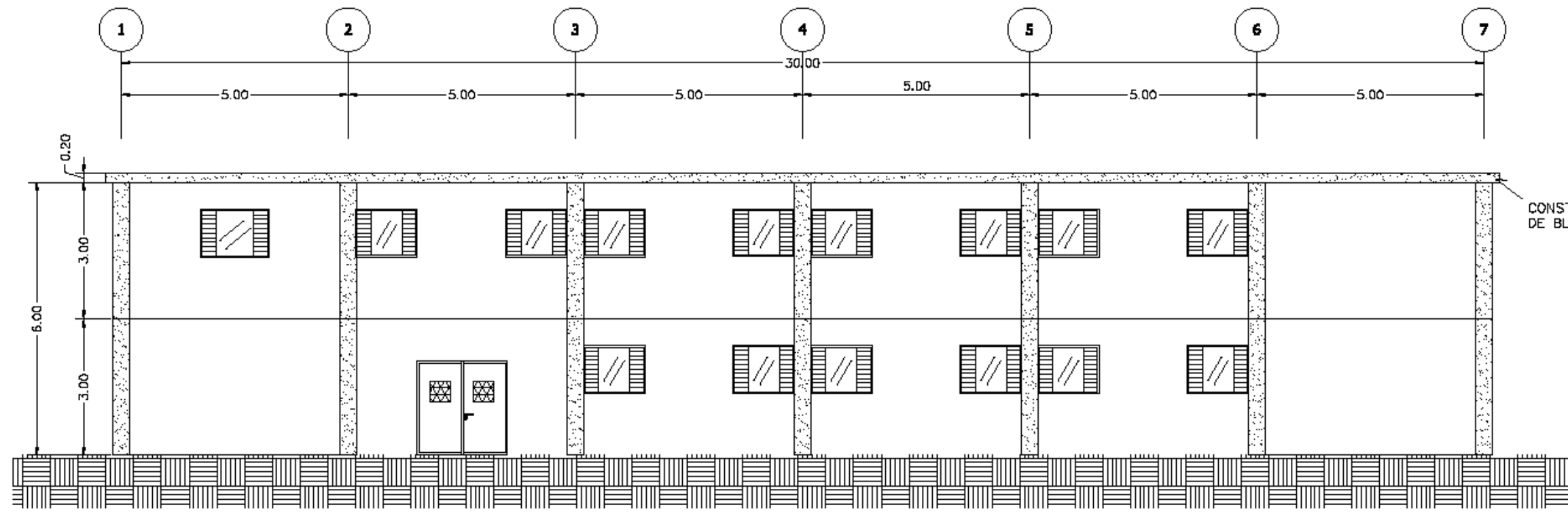
SIMBOLOGIA:	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	POLIDUCTO 3/4", EMPOTRADO EN LOSA
	PVC ELECT. 3/4", EMPOTRADO EN LOSA
	LAMPARA TIPO INDUSTRIAL CON PANTALLA DE 2X40 WATTS
	TABLERO PRINCIPAL
	INDICA UNIDAD DEL CIRCUITO
	INTERRUPTOR DE PULSADOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DE PULSADOR DOBLE
	NEUTRO
	RETORNO
	INDICA CIRCUITO - LINEA ACTIVA
	INDICA CIRCUITO EN TABLERO PRINCIPAL
	SUBIDA O BAJADA DE TUBERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

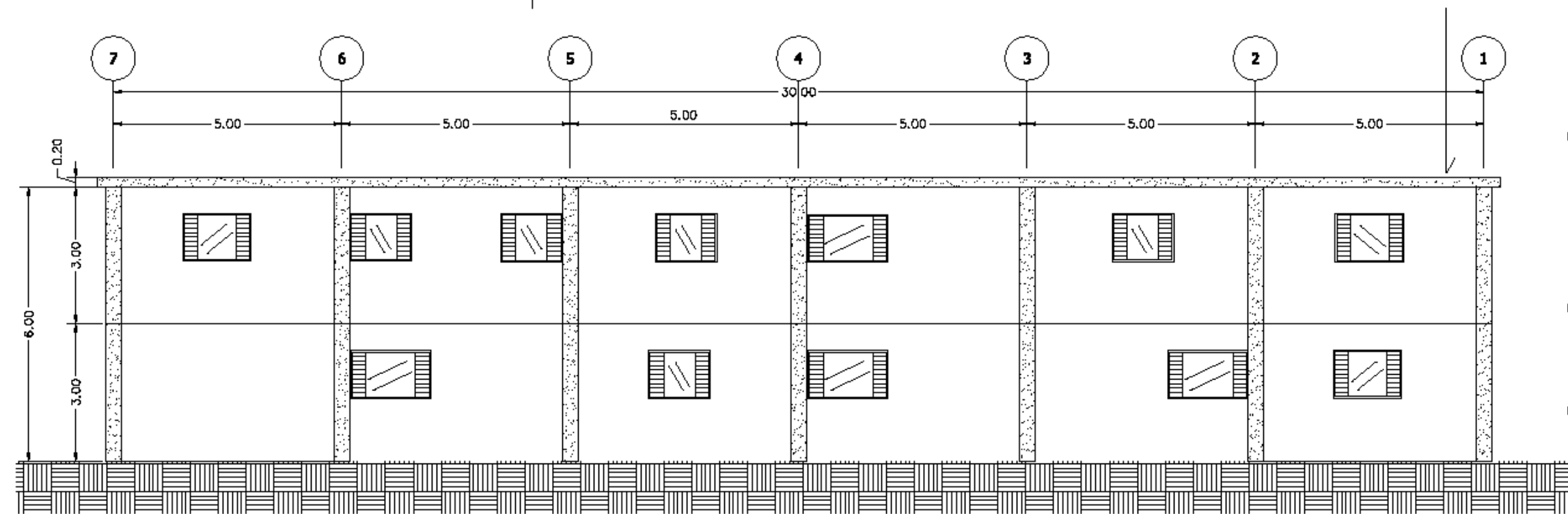
PROYECTO: DISEÑO DE LA ERRADICACION DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA - LAMINACION	FECHA: MARZO / 2010
ASISOR DE REGION: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALCULO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
	HOJA No. 9 / 10

Av. Magun C. Santos C. Santos
Alcalde Municipal

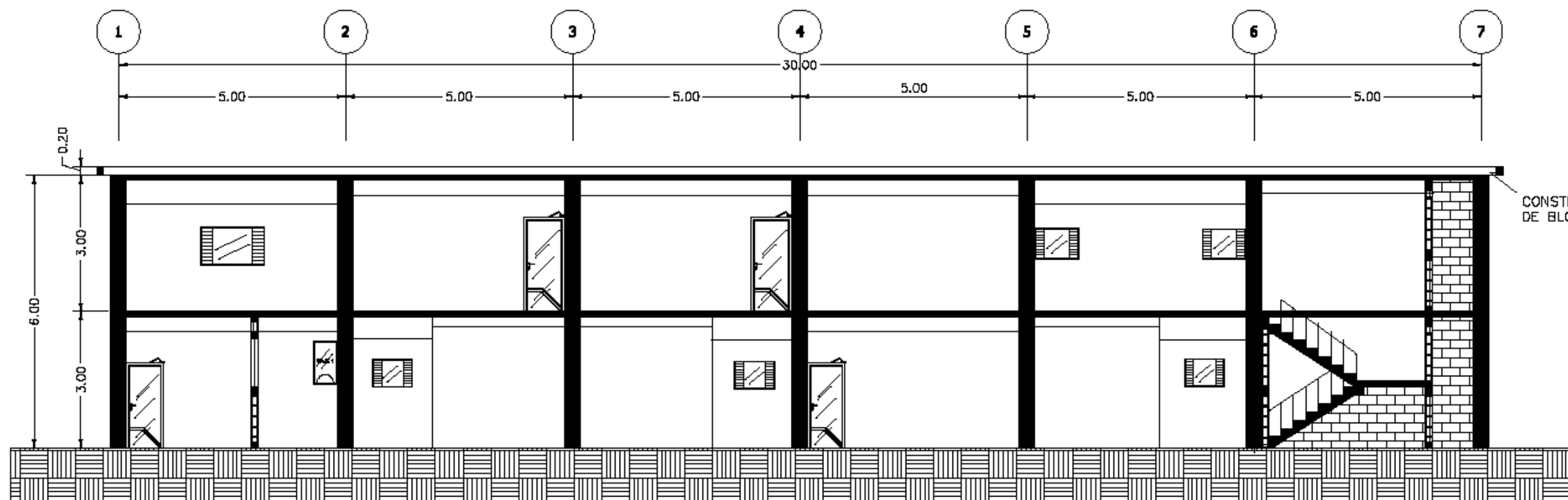
Ing. Juan Merck C. G.
Autor E.P.S.



ELEVACION FRONTAL 1/75

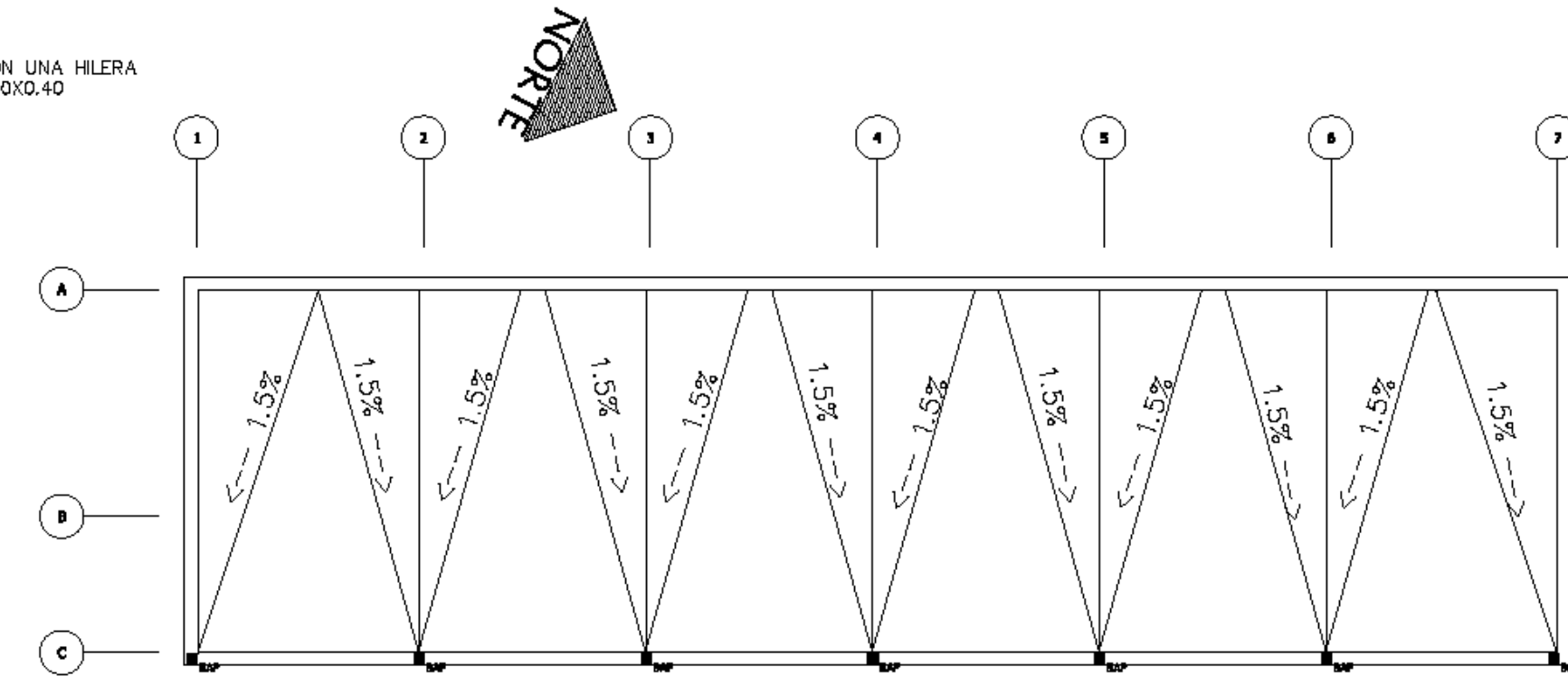


ELEVACION TRASERA 1/75



CORTE SECCION X-X' 1/75

CONSTRUIR CENEFA CON UNA HILERA DE BLOCK DE 0.14X0.20X0.40

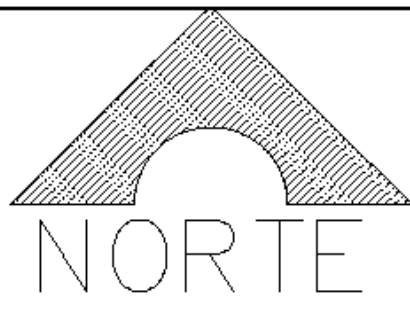


LA TERRAZA DEBE ESTAR CUBIERTA CON MEZCLON Y BLANQUEADO, LAS AGUAS PLUVIALES DEBEN SER CONDUCCIDAS SEGUN LO INDICADO EN LOS PLANOS HACIA LA BAJADA DE AGUAS PLUVIALES (B.A.P.) VER HOJA 7.

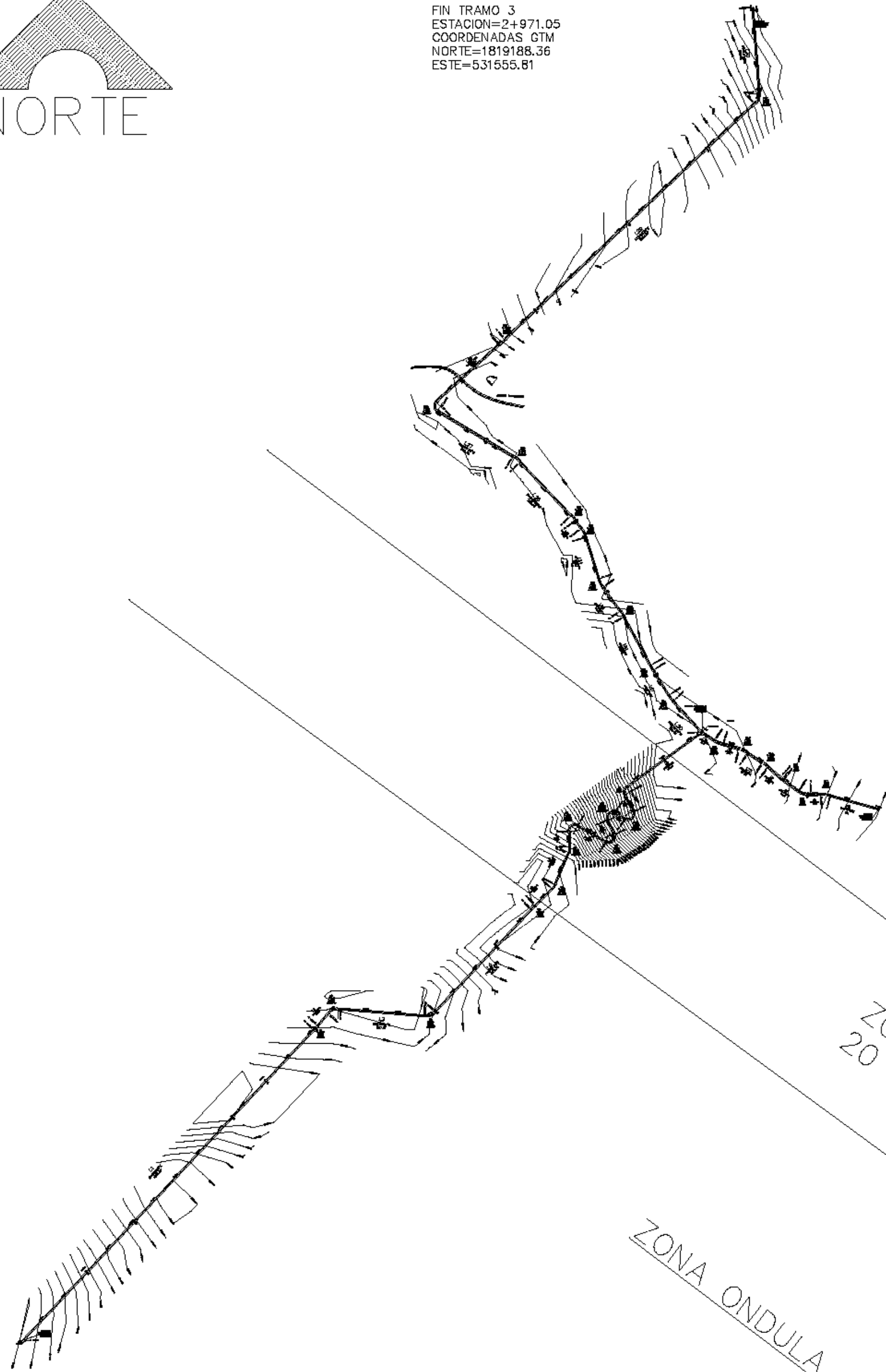
PLANTA DETALLE DE PAÑUELOS 1/100

NOTA: LA LONGITUD DEL VOLADIZO DE LA CENEFA ES DE 30 CM MEDIDOS AL ROSTRO DEL MURO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN		
PROYECTO: DISEÑO DE LA EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA OFICINAS MUNICIPALES	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: ELEVACIONES	CALIFICADO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	FECHA: MARZO / 2010
ASISTENTE DE REGION: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	HOJA No. 10 / 10
Av. Magun C. Fuentes C. Centro Alcalde Municipal		
Ing. Juan Merck Cien Autor E.P.S.		



FIN TRAMO 3
ESTACION=2+971.05
COORDENADAS GTM
NORTE=1819188.36
ESTE=531555.81



ZONA PLANA 40 KPH

EL ESCARBADO

ZONA MONTAÑOSA 20 KPH

ZONA ONDULA 30 KPH

INICIO TRAMO 1
ESTACION=0+000.00
COORDENADAS GTM
NORTE=1815102.91
ESTE=529314.25

FIN TRAMO 2
ESTACION=0+603.22
COORDENADAS GTM
NORTE=1816732.51
ESTE=531940.16

TANGENTES		
# TAN	LONG	RUMBO
L1	1318.47	143°00'00" E
L2	53.27	149°21'10" E
L3	287.21	089°53'07" E
L4	439.33	143°16'54" E
L5	74.30	144°10'54" E
L6	106.87	143°18'58" E
L7	48.80	160°23'28" W
L8	87.88	160°12'00" W
L9	45.31	162°18'30" W
L10	30.97	160°25'37" W
L11	56.12	147°10'00" E
L12	184.88	152°57'00" E
L13	43.81	156°47'30" E
L14	50.04	174°30'00" E
L15	84.22	168°32'10" E
L16	26.88	168°21'24" E
L17	61.61	165°45'00" E
L18	30.04	168°25'14" E
L19	172.74	174°30'00" E
L20	108.47	162°18'30" W
L21	68.83	161°17'50" W
L22	188.48	168°32'28" W
L23	88.38	166°12'20" W
L24	130.81	117°20'18" W
L25	30.89	148°28'50" W
L26	22.88	143°10'20" W
L27	270.48	168°10'20" W
L28	237.84	142°58'33" E
L29	1654.27	148°38'34" E
L30	282.84	164°18'35" W

CURVAS				
# CURVA	LONG	RADIO	DEFLEXION	ST
C1	18.38	300.00	2°48'18"	8.19
C2	32.85	34.00	84°16'54"	17.42
C3	30.24	38.00	81°18'10"	17.39
C4	17.17	700.00	1°24'30"	8.58
C5	16.21	41.00	21°23'46"	7.75
C6	17.19	38.00	20°04'44"	8.74
C7	38.80	18.00	102°32'02"	35.80
C8	45.53	18.00	143°28'27"	55.38
C9	48.48	18.00	147°52'42"	60.52
C10	47.52	18.00	150°03'18"	67.18
C11	28.98	18.00	81°27'08"	16.41
C12	30.14	86.00	172°27'20"	15.19
C13	29.59	83.00	180°02'40"	14.77
C14	51.97	228.00	8°22'20"	10.88
C15	4.88	40.00	87°2'18"	2.54
C16	38.85	55.00	281°12'00"	18.04
C17	28.94	93.00	18°32'36"	15.10
C18	23.85	127.82	10°21'00"	11.83
C19	17.17	287.08	2°24'52"	8.58
C20	51.04	164.00	7°40'22"	11.00
C21	30.93	93.00	18°53'14"	15.45
C22	28.41	86.00	181°1'24"	14.84
C23	28.83	164.00	7°51'50"	10.12
C24	28.98	165.00	181°1'50"	14.13
C25	23.55	18.00	108°25'57"	24.27
C26	24.88	148.00	1°12'58"	12.33
C27	38.88	38.00	20°26'57"	17.16

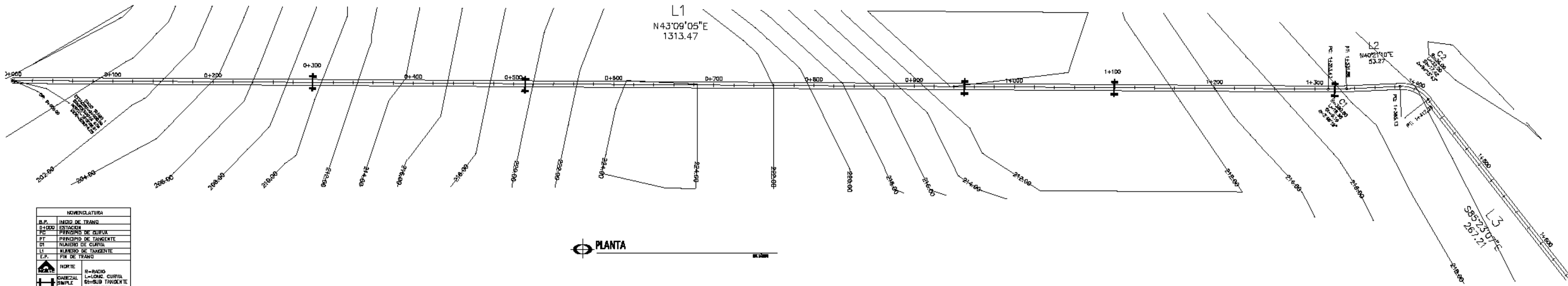
LAS MARAVILLAS

PLANTA GENERAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

PROYECTO: CARRETERA HACIA EL ESCARBADO Y LA REFERIA	ESCALA: INDICADA						
CONTENIDO: PLANTA GENERAL	FECHA: MARZO / 2010						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">AUTOR DE DISEÑO: ING. JUAN MERCK MERCK</td> <td style="width: 50%;">DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY</td> <td style="width: 50%;">CALCULO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY</td> </tr> </table>	AUTOR DE DISEÑO: ING. JUAN MERCK MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALCULO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">HOJA No. 1</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">7</td> </tr> </table>	HOJA No. 1	7
AUTOR DE DISEÑO: ING. JUAN MERCK MERCK	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY						
DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CALCULO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY						
HOJA No. 1	7						

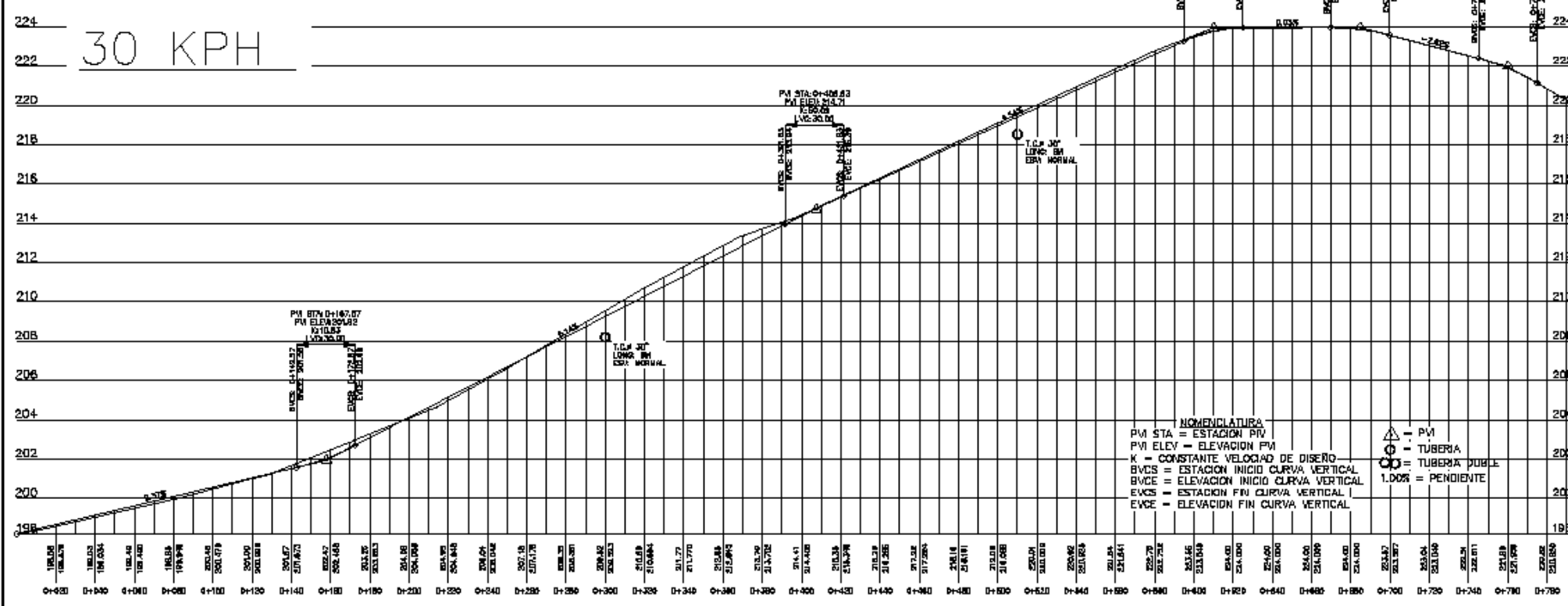
Aut. Maguín Cárdenas
Alcalde Municipal
Ing. Juan Merck Cis
Autor E.P.S.



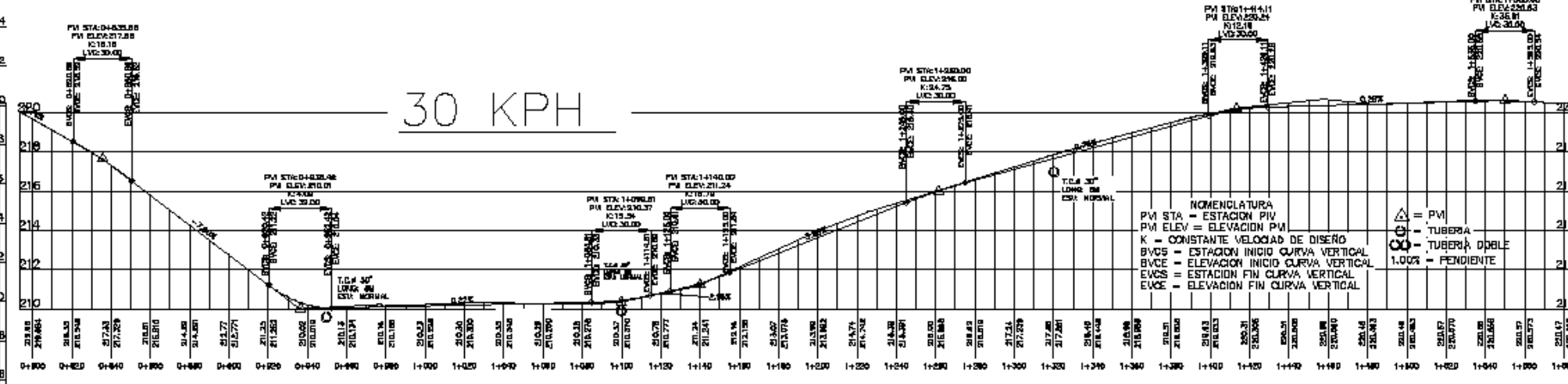
NOMENCLATURA	
S.P.	INICIO DE TRAMO
0+000	ESTACION
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
CV	NUMERO DE CURVA
L1	NUMERO DE TANGENTE
E.P.	FIN DE TRAMO

	NORTE		R=RADIO
	CANALIZACION		L=LONG. CURVA
	CANALIZACION SIMPLE		ST=SUB TANGENTE
	CANALIZACION DOBLE		D=DEFLECCION ANG.

PLANTA



PERFIL TRAMO 1 DE 0+000.00 A 0+793.35

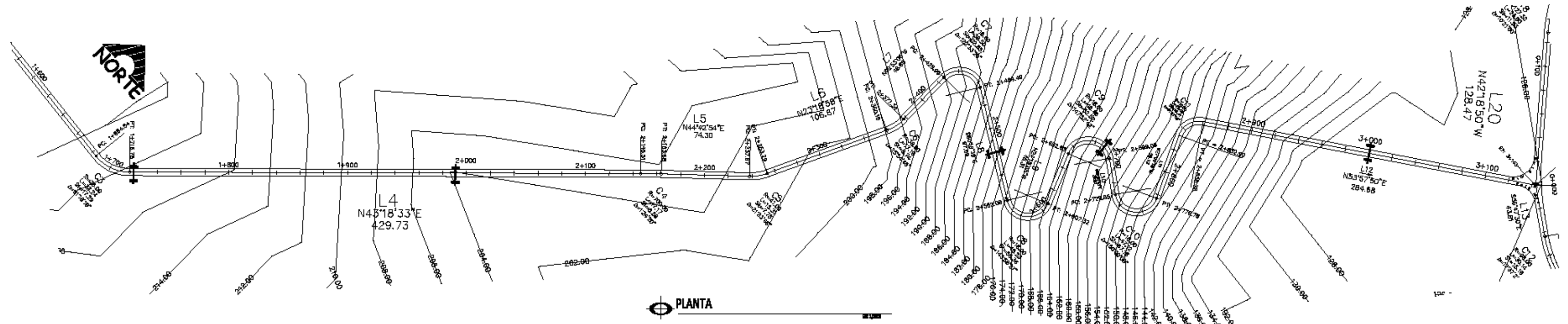


PERFIL TRAMO 1 DE 0+793.35 A 1+586.70

NOMENCLATURA	
PM STA	= ESTACION PIV
PM ELEV	= ELEVACION PIV
K	= CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
BVCS	= ESTACION INICIO CURVA VERTICAL
EVCS	= ESTACION FIN CURVA VERTICAL
EVCE	= ELEVACION FIN CURVA VERTICAL

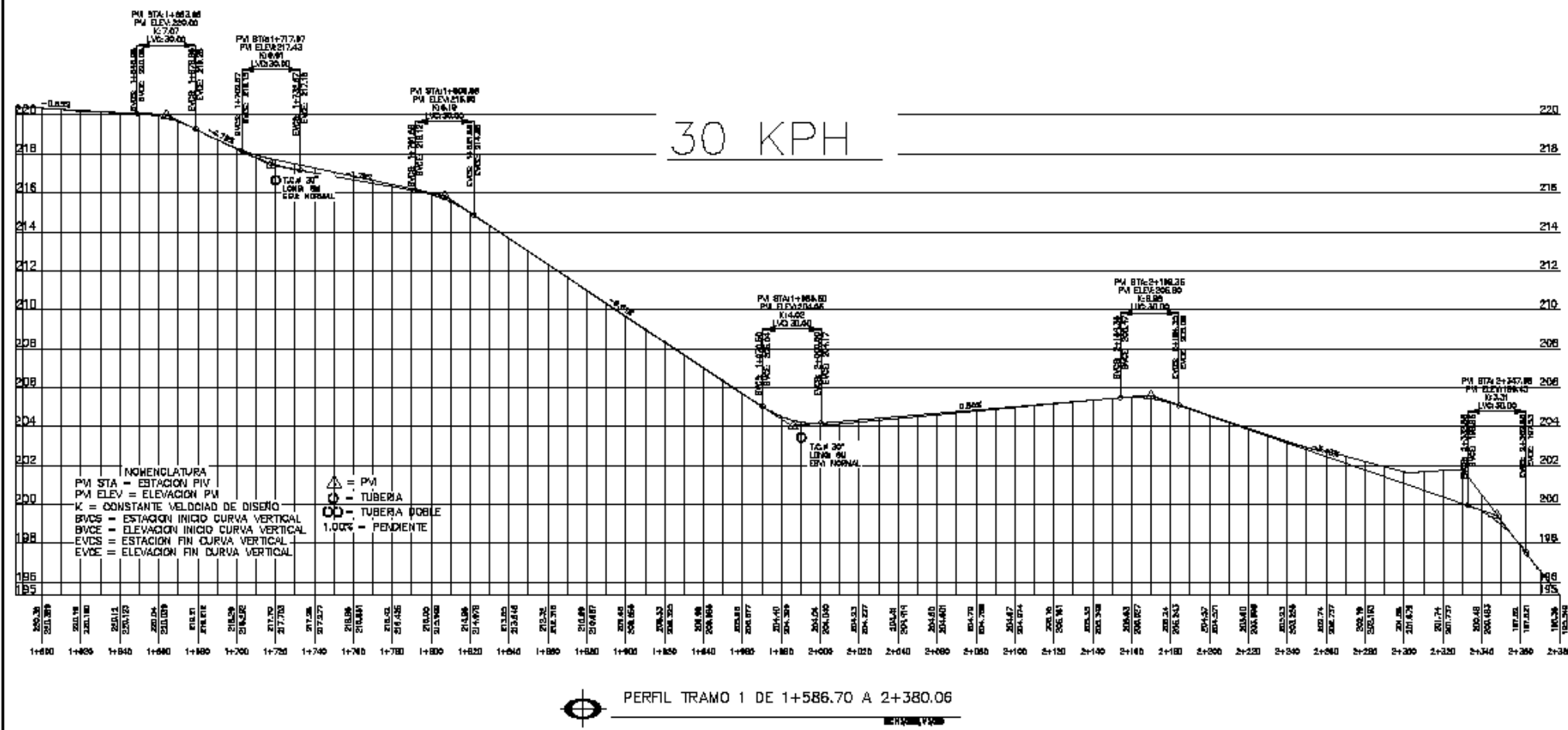
	= PVI
	= TUBERIA
	= TUBERIA DOBLE
1.00%	= PENDIENTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN		PROYECTO:	INDICADA
		CARRETERA HACIA EL ESCORIBADO Y LA REFORMA	FECHA:
DISEÑO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	CALCALO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	HOJA No: 2 / 7	
Avil Magun C. Guzman C. Guzman Alcalde Municipal		Ing. Juan Manuel Cis Asesor E.P.S.	

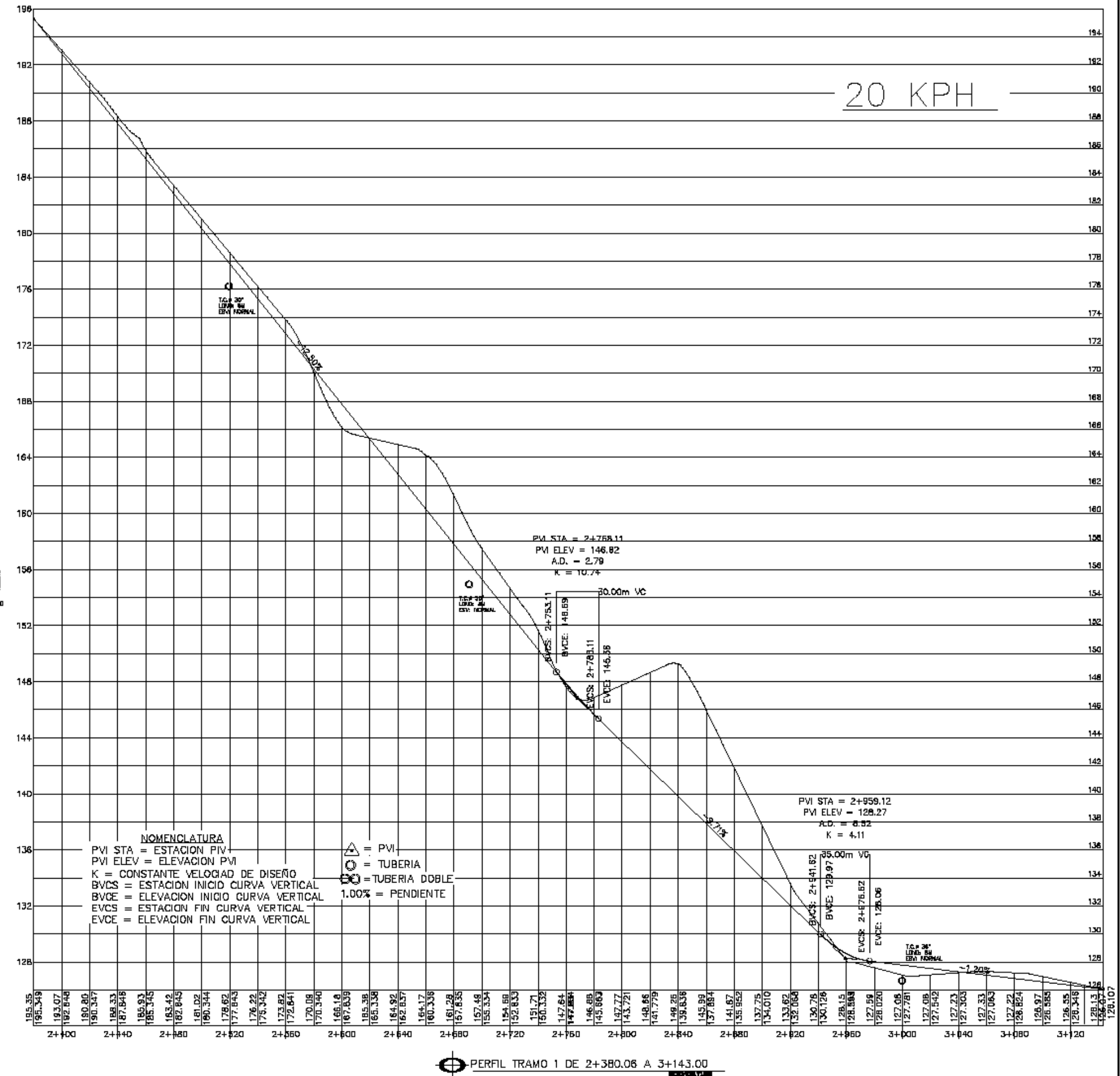


PLANTA

NOMENCLATURA	
BP	INICIO DE TRAMO
0+000	ESTACION
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
CT	NUMERO DE CURVA
CT	NUMERO DE TANGENTE
E.P.	P.M. DE TRAMO
NORTE	
	R-RADIOS
	L-LINEAS CURVA
	T-TANGENTES
	D-DEFLACION ABS.
	C-CABLEZ
	D-DOBLE



PERFIL TRAMO 1 DE 1+586.70 A 2+380.06

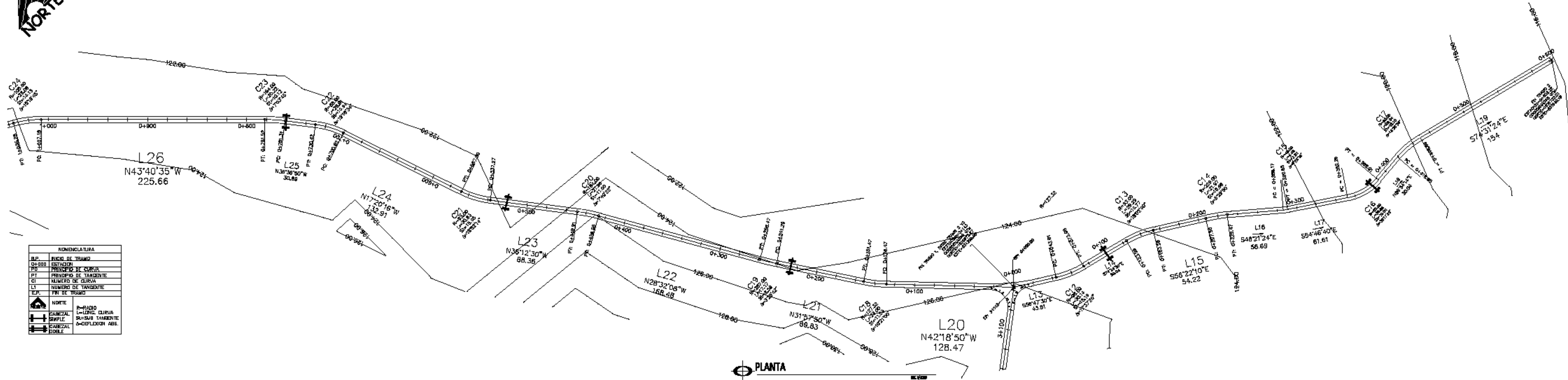


NOMENCLATURA	
PVI STA = ESTACION PVI	
PVI ELEV = ELEVACION PVI	
K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO	
BVCS = ESTACION INICIO CURVA VERTICAL	1.00% = PENDIENTE
BVCE = ELEVACION INICIO CURVA VERTICAL	
EVCS = ESTACION FIN CURVA VERTICAL	
EVCE = ELEVACION FIN CURVA VERTICAL	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

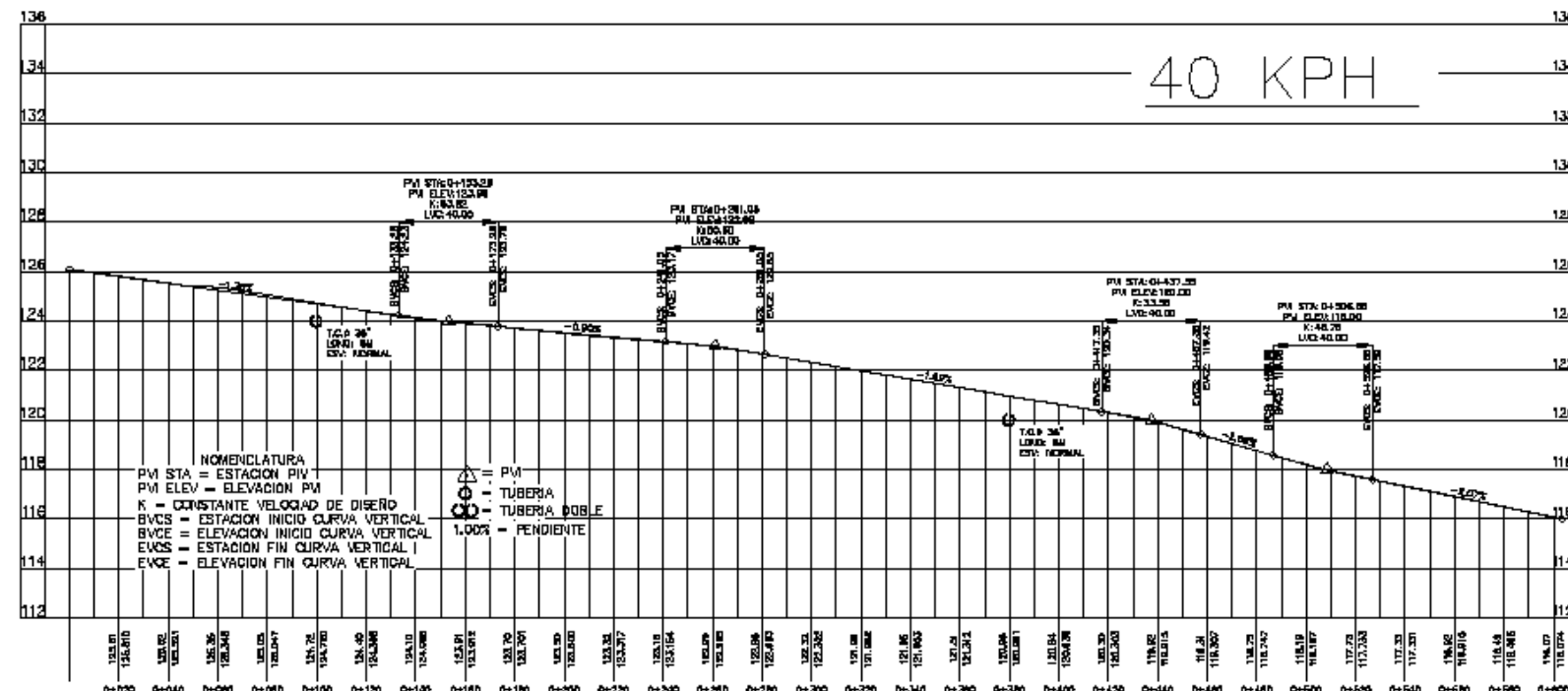
PROYECTO:	DIRECCION:	ESCALA:
DARRETERA HACIA EL ESCARBADO Y LA REFORMA	CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	INDICADA
CONTENIDO:	FECHA:	
PLANTA PERFIL 1+000 A 3+143 TRAMO 1	MARZO / 2010	

ASESOR DE REGION:	DISEÑO:	HOJA No.
ING. JUAN MERCK	CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	3
DIBUJO:	CALCULO:	7
CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	

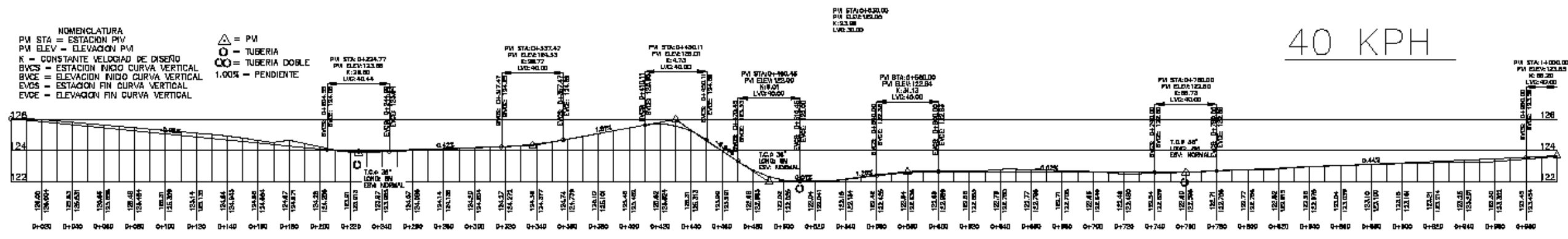


NOMENCLATURA	
P.P.	INICIO DE TRAMO
Q+000	ESTACION
PS	PRINCIPIO DE CARGA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
CI	NUMERO DE CURVA
LI	NUMERO DE TANGENTE
E.P.	FIN DE TRAMO
NORTE	
CARRETERA SIMPLE	
CARRETERA DOBLE	
CARRETERA DOBLE	

PLANTA



PERFIL TRAMO 2 DE -D+020.00 A D+640.00



PERFIL TRAMO 3 DE D+000.00 A 1+000.00

NOMENCLATURA	
PM STA	ESTACION PIV
PM ELEV	ELEVACION PIV
K	CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
BVCS	ESTACION INICIO CURVA VERTICAL
EVCS	ESTACION FIN CURVA VERTICAL
EVCE	ESTACION FIN CURVA VERTICAL
EVCE	ELEVACION FIN CURVA VERTICAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

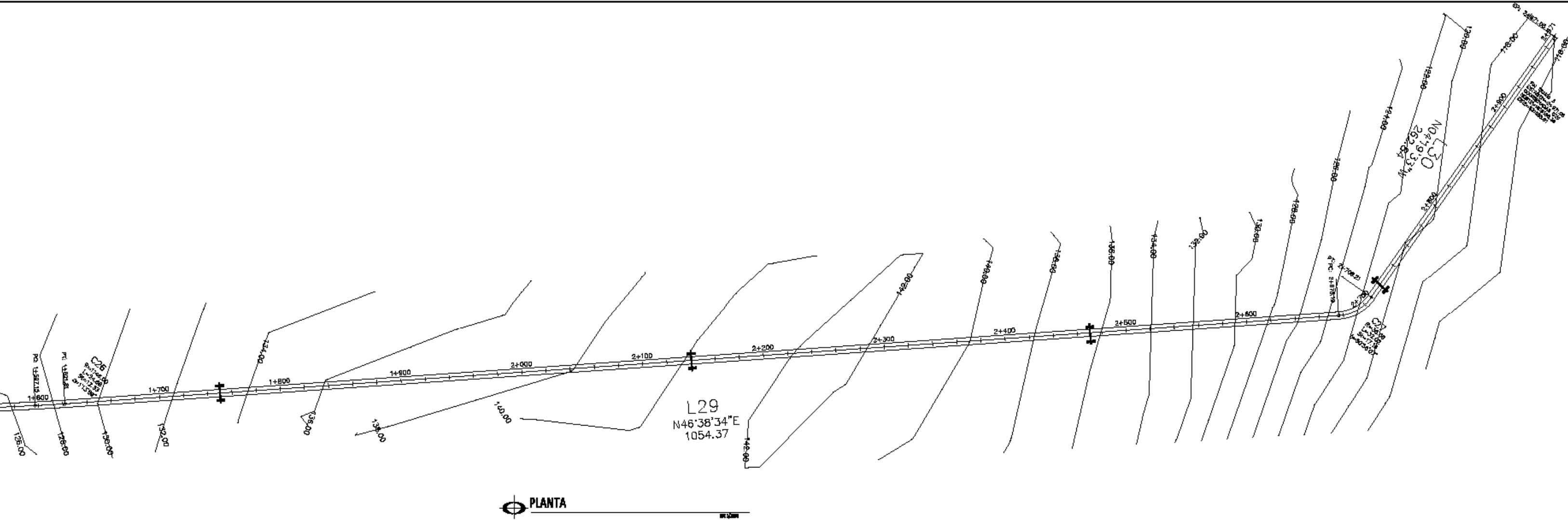
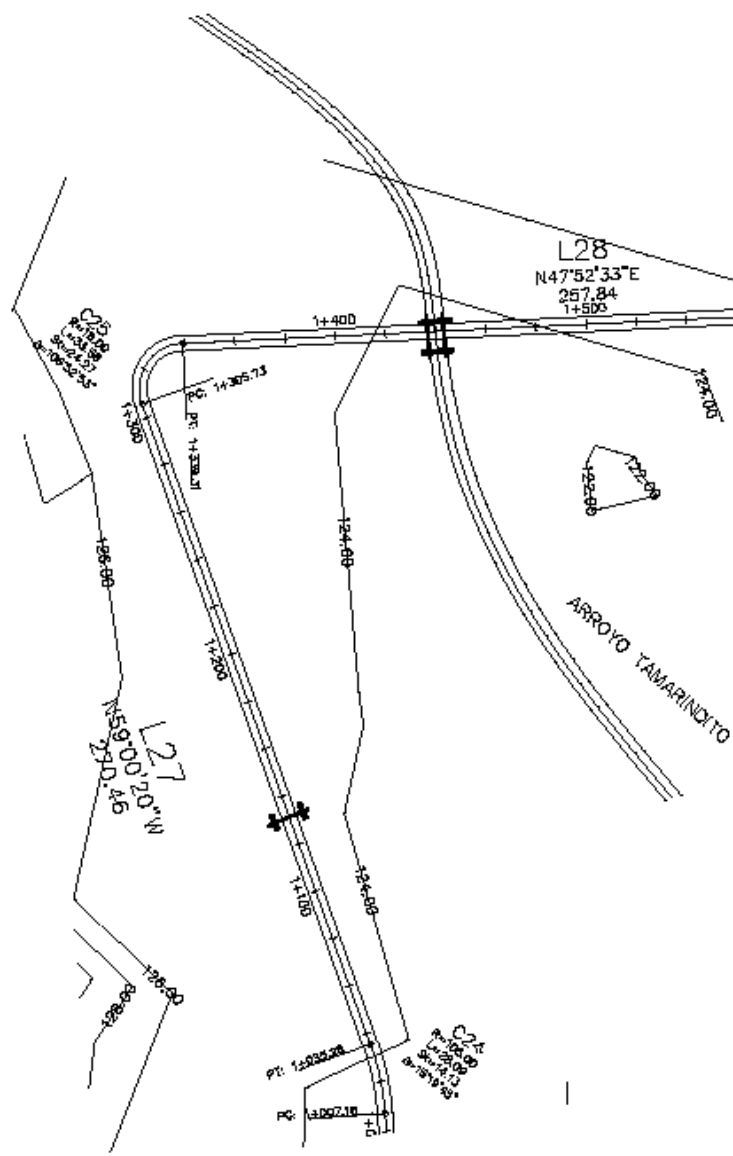
PROYECTO: CARRETERA HACIA EL ESCARABADO Y LA REFERIA	ESCALA: INDICADA				
CONTENIDO: PLANTA PERFIL D+000 A D+640 TRAMO 2 Y D+000 A 1+000 TRAMO 3	FECHA: MARZO / 2010				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> AUTOR DE REDACCION: ING. JUAN MERCK </td> <td style="width: 50%;"> DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY </td> </tr> <tr> <td> DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY </td> <td> CALCALO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY </td> </tr> </table>	AUTOR DE REDACCION: ING. JUAN MERCK 	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY 	DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY 	CALCALO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY 	HOJA No. 4 / 7
AUTOR DE REDACCION: ING. JUAN MERCK 	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY 				
DIBUJO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY 	CALCALO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY 				

Av. Miguel C. Asturias, Ciudad de Guatemala, Guatemala
 Ing. Juan Merck Cien, Autor E.P.S.

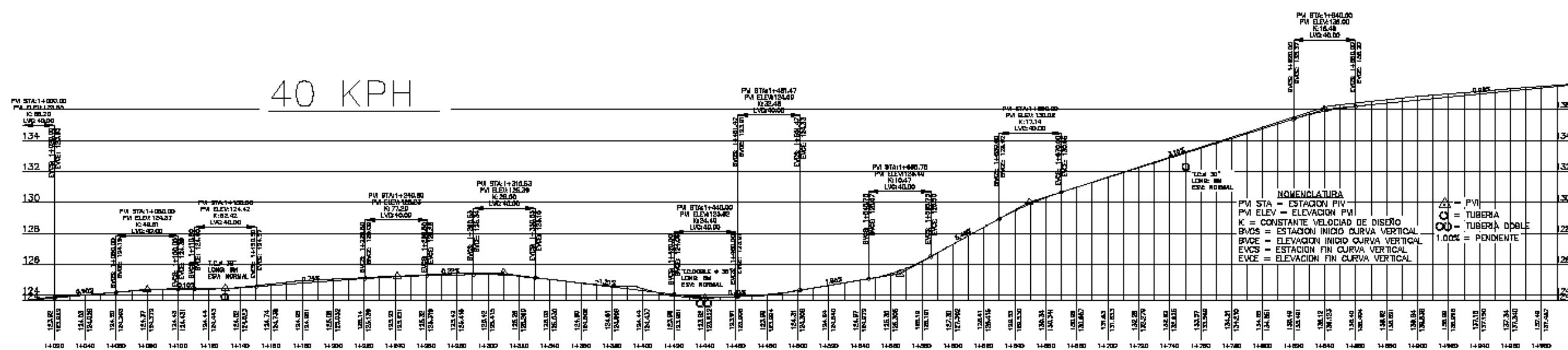
NORTE

NOMENCLATURA	
BP	BRANCO DE TRAMO
ES	ESTACION
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
CT	NUMERO DE CURVA
LT	NUMERO DE TANGENTE
PK	PK DE TRAMO

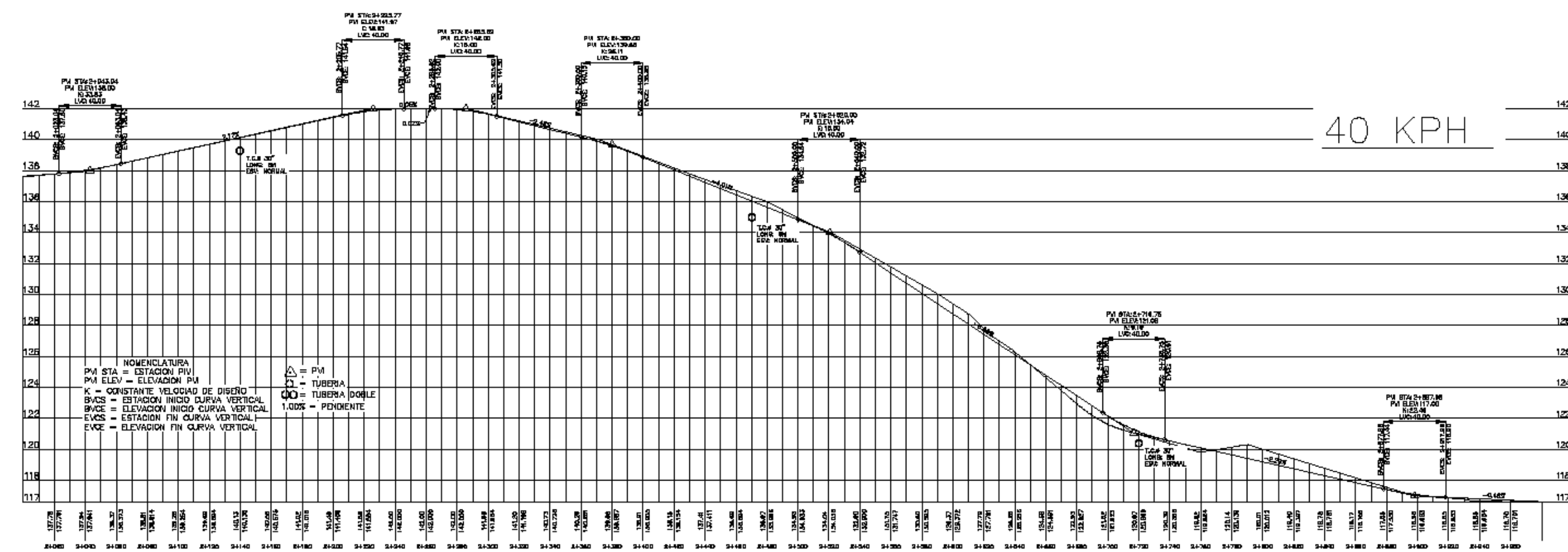
NORTE	
	R-RADIO CURVA
	L-LONG. CURVA
	S-SUB TANGENTE
	A-DEFLEXION ABS.



PLANTA



PERFIL TRAMO 3 DE 1+000.00 A 2+000.00



PERFIL TRAMO 3 DE 2+000.00 A 3+000.00

NOMENCLATURA	
PM STA	ESTACION PIV
PM ELEV	ELEVACION PIV
K	CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
BVCS	ESTACION INICIO CURVA VERTICAL
EVCS	ESTACION FIN CURVA VERTICAL
EVCE	ELEVACION FIN CURVA VERTICAL

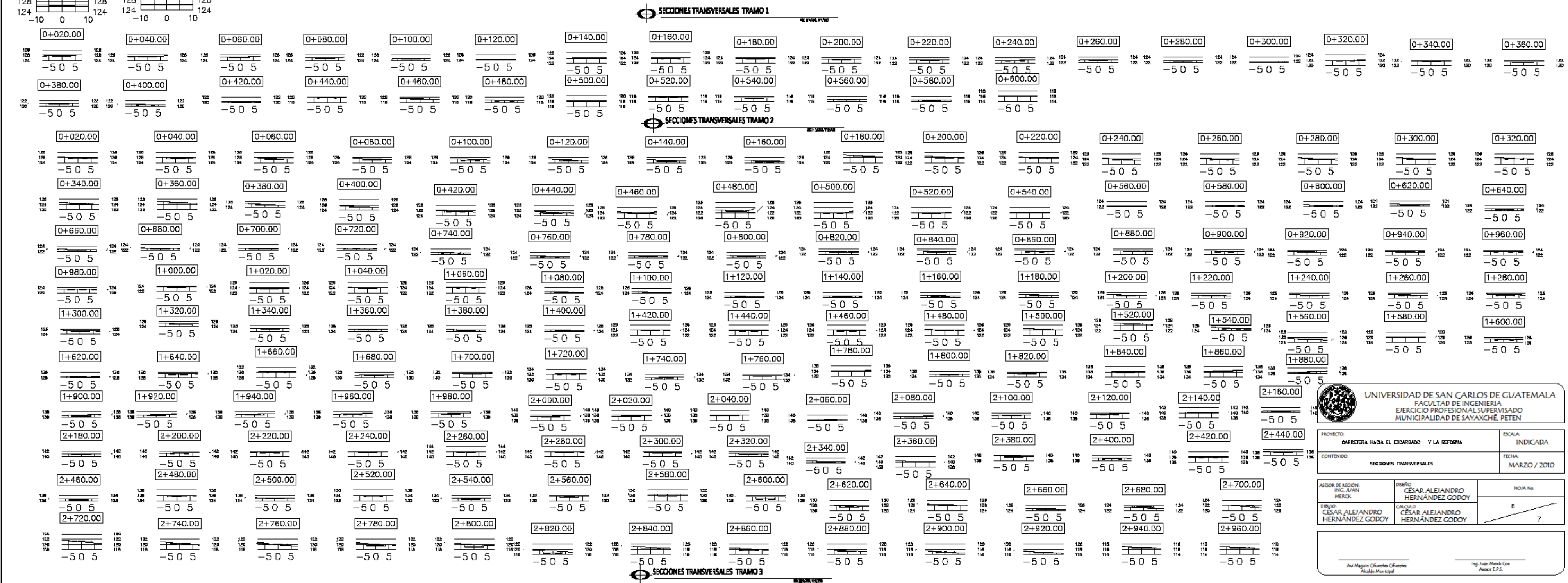
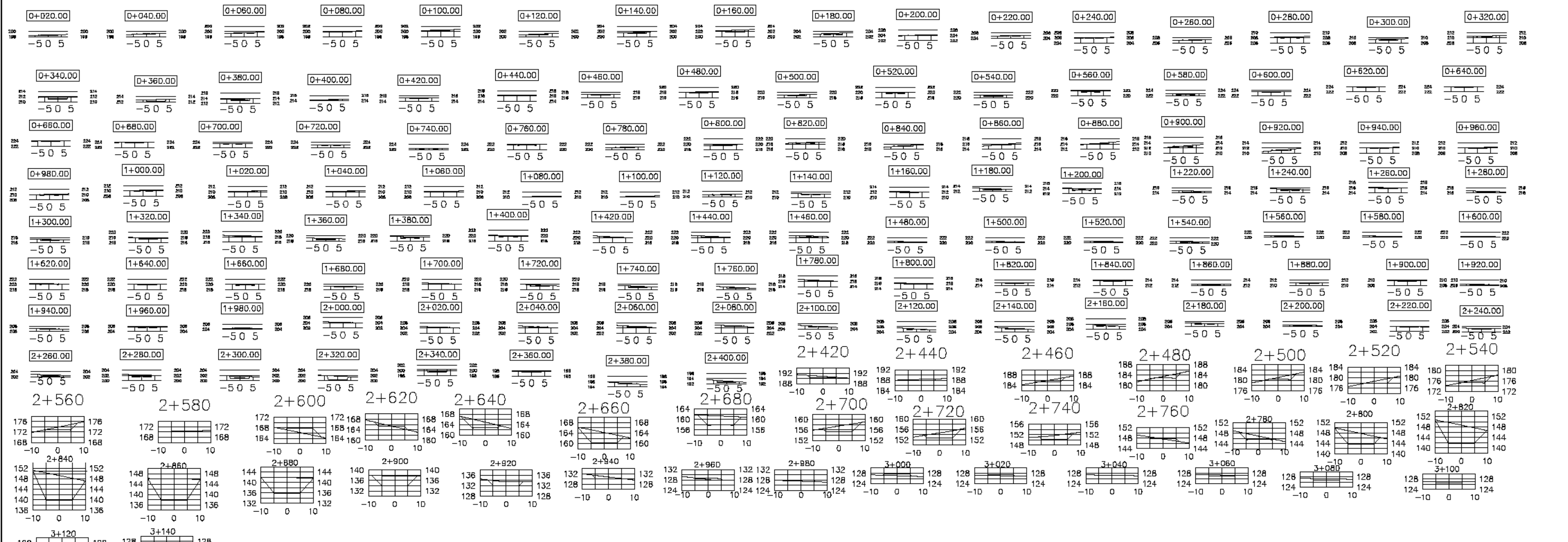
	PIV
	TUBERIA
	TUBERIA DOBLE
1.00%	PENDIENTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN

PROYECTO: CARRETERA HACIA EL ESCAMBIO Y LA REFORMA	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA PERFIL 1+000 A 2+071 TRAMO 3	FECHA: MARZO / 2010

DISEÑO DE SECCION: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	DISEÑO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	HOJA No: 5
DISEÑO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	CALCULO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	7

Av. Miguel Cárdenas Fuentes
Alcalde Municipal
Ing. Juan Manuel Cón
Autor E.P.S.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHE, PETEN

PROYECTO: CARRETERA HACIA EL ESTADADO Y LA REFORMA
 INDICADA

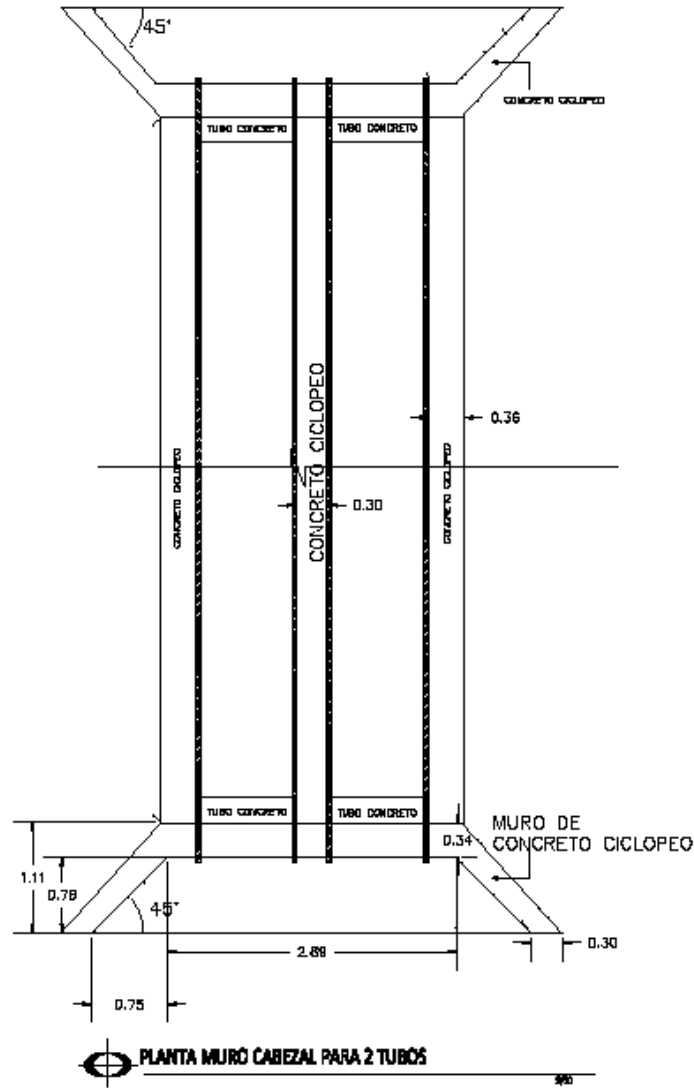
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES
 FECHA: MARZO / 2010

AUTOR DE SECCION: ING. JUAN MERCK	DISEÑO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	HOJA No: 5 / 7
DISEÑO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	CALCALO: CESAR ALEJANDRO HERNANDEZ GODOY	Ing. Juan Merck Cien Asesor E.P.S.

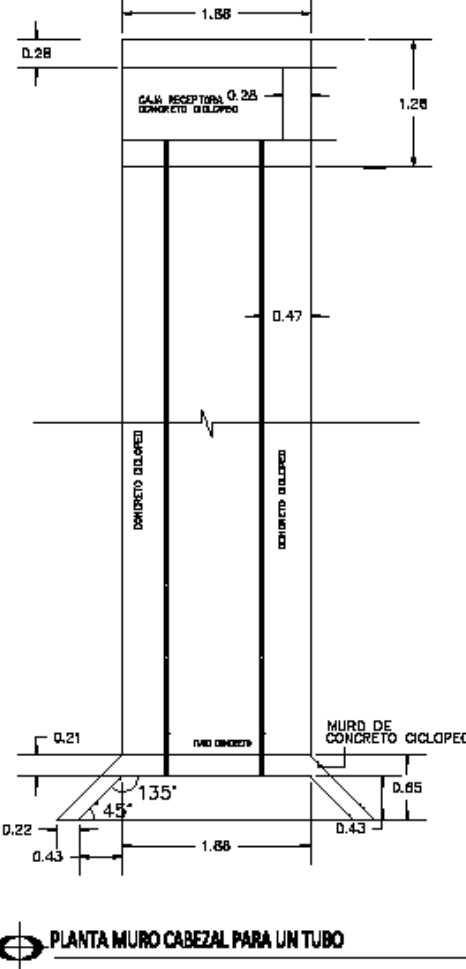
Av. Maguin O'García O'García
 Alcalde Municipal

TABLA DE VOLUMENES TRAMO 1 (OPCIONAL DE CH-020 A 24-020)												TABLA DE VOLUMENES TRAMO 1 DE 24-020 A 31-020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ESTACION	AREA C	AREA B	AREA A	AREA D	AREA E	AREA F	AREA G	AREA H	AREA I	AREA J	AREA K	AREA L	AREA M	AREA N	AREA O	AREA P	AREA Q	AREA R	AREA S	AREA T	AREA U	AREA V	AREA W	AREA X	AREA Y	AREA Z	AREA AA	AREA AB	AREA AC	AREA AD	AREA AE	AREA AF	AREA AG	AREA AH	AREA AI	AREA AJ	AREA AK	AREA AL	AREA AM	AREA AN	AREA AO	AREA AP	AREA AQ	AREA AR	AREA AS	AREA AT	AREA AU	AREA AV	AREA AW	AREA AX	AREA AY	AREA AZ	AREA BA	AREA BB	AREA BC	AREA BD	AREA BE	AREA BF	AREA BG	AREA BH	AREA BI	AREA BJ	AREA BK	AREA BL	AREA BM	AREA BN	AREA BO	AREA BP	AREA BQ	AREA BR	AREA BS	AREA BT	AREA BU	AREA BV	AREA BW	AREA BX	AREA BY	AREA BZ	AREA CA	AREA CB	AREA CC	AREA CD	AREA CE	AREA CF	AREA CG	AREA CH	AREA CI	AREA CJ	AREA CK	AREA CL	AREA CM	AREA CN	AREA CO	AREA CP	AREA CQ	AREA CR	AREA CS	AREA CT	AREA CU	AREA CV	AREA CW	AREA CX	AREA CY	AREA CZ	AREA DA	AREA DB	AREA DC	AREA DD	AREA DE	AREA DF	AREA DG	AREA DH	AREA DI	AREA DJ	AREA DK	AREA DL	AREA DM	AREA DN	AREA DO	AREA DP	AREA DQ	AREA DR	AREA DS	AREA DT	AREA DU	AREA DV	AREA DW	AREA DX	AREA DY	AREA DZ	AREA EA	AREA EB	AREA EC	AREA ED	AREA EE	AREA EF	AREA EG	AREA EH	AREA EI	AREA EJ	AREA EK	AREA EL	AREA EM	AREA EN	AREA EO	AREA EP	AREA EQ	AREA ER	AREA ES	AREA ET	AREA EU	AREA EV	AREA EW	AREA EX	AREA EY	AREA EZ	AREA FA	AREA FB	AREA FC	AREA FD	AREA FE	AREA FF	AREA FG	AREA FH	AREA FI	AREA FJ	AREA FK	AREA FL	AREA FM	AREA FN	AREA FO	AREA FP	AREA FQ	AREA FR	AREA FS	AREA FT	AREA FU	AREA FV	AREA FW	AREA FX	AREA FY	AREA FZ	AREA GA	AREA GB	AREA GC	AREA GD	AREA GE	AREA GF	AREA GG	AREA GH	AREA GI	AREA GJ	AREA GK	AREA GL	AREA GM	AREA GN	AREA GO	AREA GP	AREA GQ	AREA GR	AREA GS	AREA GT	AREA GU	AREA GV	AREA GW	AREA GX	AREA GY	AREA GZ	AREA HA	AREA HB	AREA HC	AREA HD	AREA HE	AREA HF	AREA HG	AREA HH	AREA HI	AREA HJ	AREA HK	AREA HL	AREA HM	AREA HN	AREA HO	AREA HP	AREA HQ	AREA HR	AREA HS	AREA HT	AREA HU	AREA HV	AREA HW	AREA HX	AREA HY	AREA HZ	AREA IA	AREA IB	AREA IC	AREA ID	AREA IE	AREA IF	AREA IG	AREA IH	AREA II	AREA IJ	AREA IK	AREA IL	AREA IM	AREA IN	AREA IO	AREA IP	AREA IQ	AREA IR	AREA IS	AREA IT	AREA IU	AREA IV	AREA IW	AREA IX	AREA IY	AREA IZ	AREA JA	AREA JB	AREA JC	AREA JD	AREA JE	AREA JF	AREA JG	AREA JH	AREA JI	AREA JJ	AREA JK	AREA JL	AREA JM	AREA JN	AREA JO	AREA JP	AREA JQ	AREA JR	AREA JS	AREA JT	AREA JU	AREA JV	AREA JW	AREA JX	AREA JY	AREA JZ	AREA KA	AREA KB	AREA KC	AREA KD	AREA KE	AREA KF	AREA KG	AREA KH	AREA KI	AREA KJ	AREA KL	AREA KM	AREA KN	AREA KO	AREA KP	AREA KQ	AREA KR	AREA KS	AREA KT	AREA KU	AREA KV	AREA KW	AREA KX	AREA KY	AREA KZ	AREA LA	AREA LB	AREA LC	AREA LD	AREA LE	AREA LF	AREA LG	AREA LH	AREA LI	AREA LJ	AREA LK	AREA LL	AREA LM	AREA LN	AREA LO	AREA LP	AREA LQ	AREA LR	AREA LS	AREA LT	AREA LU	AREA LV	AREA LW	AREA LX	AREA LY	AREA LZ	AREA MA	AREA MB	AREA MC	AREA MD	AREA ME	AREA MF	AREA MG	AREA MH	AREA MI	AREA MJ	AREA MK	AREA ML	AREA MM	AREA MN	AREA MO	AREA MP	AREA MQ	AREA MR	AREA MS	AREA MT	AREA MU	AREA MV	AREA MW	AREA MX	AREA MY	AREA MZ	AREA NA	AREA NB	AREA NC	AREA ND	AREA NE	AREA NF	AREA NG	AREA NH	AREA NI	AREA NJ	AREA NK	AREA NL	AREA NM	AREA NN	AREA NO	AREA NP	AREA NQ	AREA NR	AREA NS	AREA NT	AREA NU	AREA NV	AREA NW	AREA NX	AREA NY	AREA NZ	AREA OA	AREA OB	AREA OC	AREA OD	AREA OE	AREA OF	AREA OG	AREA OH	AREA OI	AREA OJ	AREA OK	AREA OL	AREA OM	AREA ON	AREA OO	AREA OP	AREA OQ	AREA OR	AREA OS	AREA OT	AREA OU	AREA OV	AREA OW	AREA OX	AREA OY	AREA OZ	AREA PA	AREA PB	AREA PC	AREA PD	AREA PE	AREA PF	AREA PG	AREA PH	AREA PI	AREA PJ	AREA PK	AREA PL	AREA PM	AREA PN	AREA PO	AREA PP	AREA PQ	AREA PR	AREA PS	AREA PT	AREA PU	AREA PV	AREA PW	AREA PX	AREA PY	AREA PZ	AREA QA	AREA QB	AREA QC	AREA QD	AREA QE	AREA QF	AREA QG	AREA QH	AREA QI	AREA QJ	AREA QK	AREA QL	AREA QM	AREA QN	AREA QO	AREA QP	AREA QQ	AREA QR	AREA QS	AREA QT	AREA QU	AREA QV	AREA QW	AREA QX	AREA QY	AREA QZ	AREA RA	AREA RB	AREA RC	AREA RD	AREA RE	AREA RF	AREA RG	AREA RH	AREA RI	AREA RJ	AREA RK	AREA RL	AREA RM	AREA RN	AREA RO	AREA RP	AREA RQ	AREA RR	AREA RS	AREA RT	AREA RU	AREA RV	AREA RW	AREA RX	AREA RY	AREA RZ	AREA SA	AREA SB	AREA SC	AREA SD	AREA SE	AREA SF	AREA SG	AREA SH	AREA SI	AREA SJ	AREA SK	AREA SL	AREA SM	AREA SN	AREA SO	AREA SP	AREA SQ	AREA SR	AREA SS	AREA ST	AREA SU	AREA SV	AREA SW	AREA SX	AREA SY	AREA SZ	AREA TA	AREA TB	AREA TC	AREA TD	AREA TE	AREA TF	AREA TG	AREA TH	AREA TI	AREA TJ	AREA TK	AREA TL	AREA TM	AREA TN	AREA TO	AREA TP	AREA TQ	AREA TR	AREA TS	AREA TT	AREA TU	AREA TV	AREA TW	AREA TX	AREA TY	AREA TZ	AREA UA	AREA UB	AREA UC	AREA UD	AREA UE	AREA UF	AREA UG	AREA UH	AREA UI	AREA UJ	AREA UK	AREA UL	AREA UM	AREA UN	AREA UO	AREA UP	AREA UQ	AREA UR	AREA US	AREA UT	AREA UY	AREA UZ	AREA VA	AREA VB	AREA VC	AREA VD	AREA VE	AREA VF	AREA VG	AREA VH	AREA VI	AREA VJ	AREA VK	AREA VL	AREA VM	AREA VN	AREA VO	AREA VP	AREA VQ	AREA VR	AREA VS	AREA VT	AREA VU	AREA VV	AREA VW	AREA VX	AREA VY	AREA VZ	AREA WA	AREA WB	AREA WC	AREA WD	AREA WE	AREA WF	AREA WG	AREA WH	AREA WI	AREA WJ	AREA WK	AREA WL	AREA WM	AREA WN	AREA WO	AREA WP	AREA WQ	AREA WR	AREA WS	AREA WT	AREA WU	AREA WV	AREA WW	AREA WX	AREA WY	AREA WZ	AREA XA	AREA XB	AREA XC	AREA XD	AREA XE	AREA XF	AREA XG	AREA XH	AREA XI	AREA XJ	AREA XK	AREA XL	AREA XM	AREA XN	AREA XO	AREA XP	AREA XQ	AREA XR	AREA XS	AREA XT	AREA XU	AREA XV	AREA XW	AREA XX	AREA XY	AREA XZ	AREA YA	AREA YB	AREA YC	AREA YD	AREA YE	AREA YF	AREA YG	AREA YH	AREA YI	AREA YJ	AREA YK	AREA YL	AREA YM	AREA YN	AREA YO	AREA YP	AREA YQ	AREA YR	AREA YS	AREA YT	AREA YU	AREA YV	AREA YW	AREA YX	AREA YY	AREA YZ	AREA ZA	AREA ZB	AREA ZC	AREA ZD	AREA ZE	AREA ZF	AREA ZG	AREA ZH	AREA ZI	AREA ZJ	AREA ZK	AREA ZL	AREA ZM	AREA ZN	AREA ZO	AREA ZP	AREA ZQ	AREA ZR	AREA ZS	AREA ZT	AREA ZU	AREA ZV	AREA ZW	AREA ZX	AREA ZY	AREA ZZ

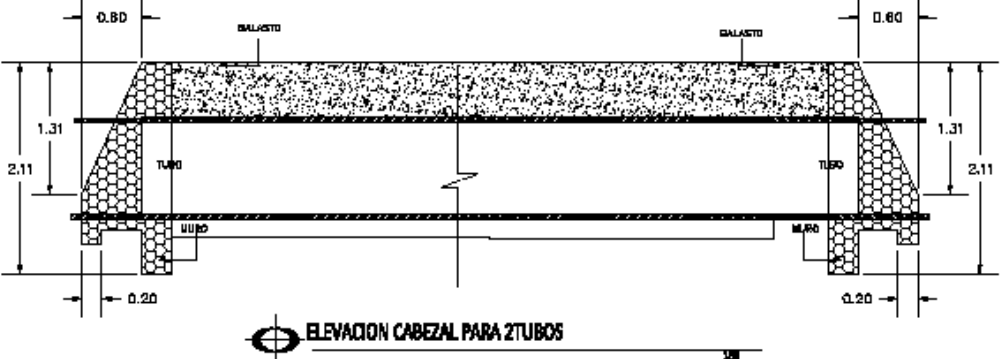
TABLAS DE VOLUMEN



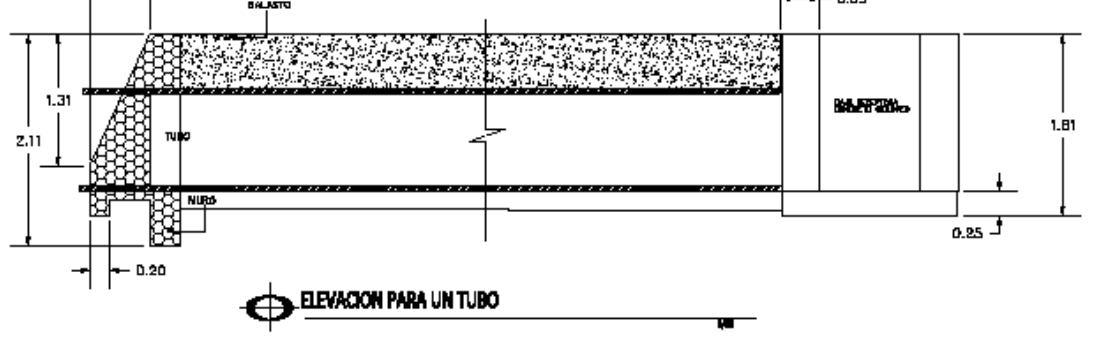
proporcion del concreto ciclopeo de 1/3 de piedra bola de 4" maximo + 2/3 de CONCRETO 1:2:3



PLANTA MURO CABEZAL PARA UN TUBO



ELEVACION CABEZAL PARA 2 TUBOS



ELEVACION PARA UN TUBO

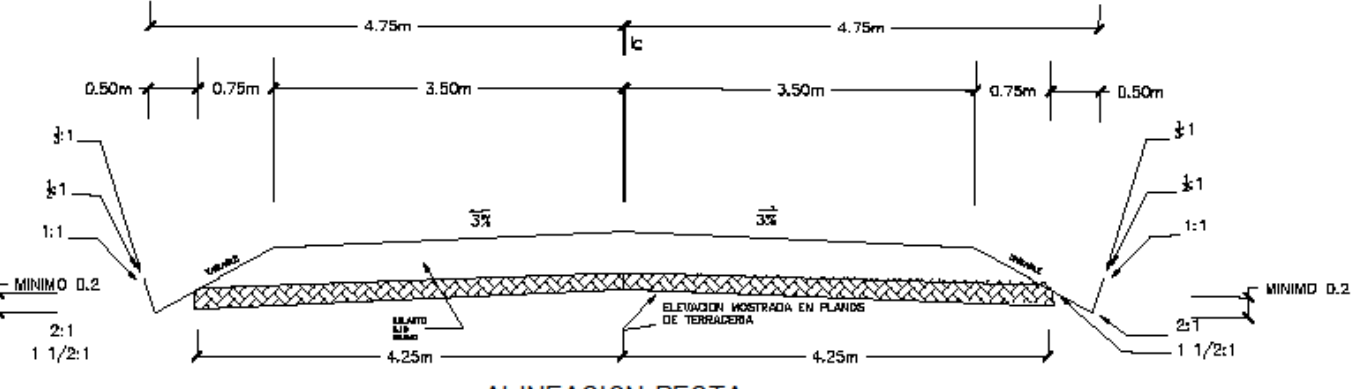
BALASTO. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raices o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg./metro³ (90 lb./pie³) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material u otro método.

La porción del balasto referida en la tabla 4.75 mm (Nº 4), debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abstración mayor de 60, determinado por el método AASHTO T 96. La porción que pase el tamiz 0.425 mm (Nº 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el método AASHTO T 90. La porción que pase el tamiz 0.075 mm (Nº 200), no debe exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T 11.

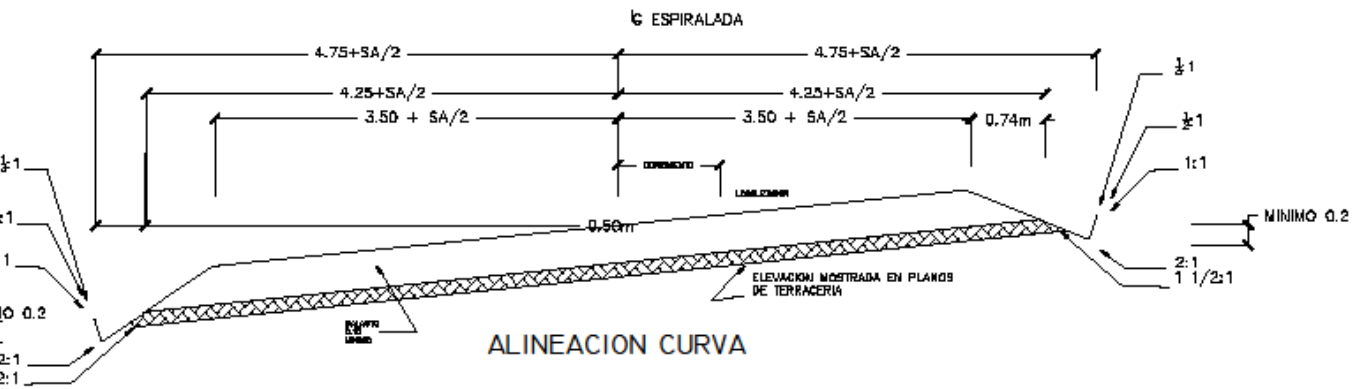
COLOCACION. Conforme se vaya terminando de construir la sub-rasante de acuerdo con lo indicado, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la sub-rasante, en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros.

Cuando la capa de balasto se deba colocar sobre una sub-rasante existente, ésta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, respetando las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, según lo definido, éstos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado. Todas las raíces o piedras grandes que se encuentren en el lecho de la carretera, se deben excavar hasta los límites laterales de la misma, mostrados en los planos y a una profundidad por lo menos de 300 milímetros debajo de la sub-rasante.

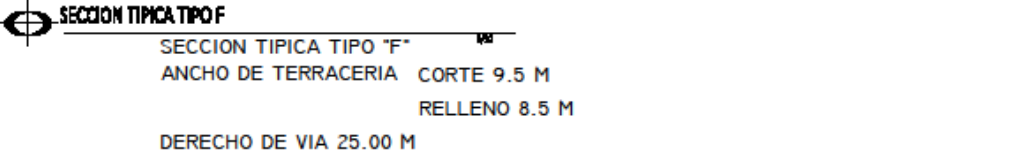
COMPACTACION. Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método proctor modificado, norma AASHTO T-180



ALINEACION RECTA



ALINEACION CURVA



SECCION TIPICA TIPO F

SECCION TIPICA TIPO "F"
ANCHO DE TERRACERIA CORTE 9.5 M
RELLENO 8.5 M
DERECHO DE VIA 25.00 M

VOLUMEN TOTAL DE CORTE 31144.70 M³
VOLUMEN TOTAL DE RELLENO 1133.23 M³

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ, PETEN	
PROYECTO: CARRETERA HACIA EL ESCOMBRO Y LA REFORMA	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: CARRILES, TABLAS DE VOLUMEN Y DETALLES DE DRENAJES	FECHA: MARZO / 2010
AUTOR DE SECCION: ING. JUAN MARCH CO MERCE	DISEÑO: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY
CALIFICACION: CÉSAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GODOY	HOJA No.: 7 / 7
Aut. Mag. Cuentas Cuentas Alcalde Municipal	
Ing. Juan March Co Autor E.P.S.	