



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

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN
GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA
EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

María Imelda Arias Martínez

Asesorada por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, abril de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN
GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA
EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA IMELDA ARIAS MARTÍNEZ

ASESORADA POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz 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 Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 11 agosto de 2009.

MARÍA IMELDA ARIAS MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 04 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1106.10.10.

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.), de la estudiante universitaria **María Imelda Arias Martínez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412344**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.

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

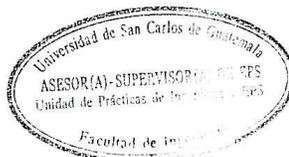
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”.

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

c.c. Archivo
OAH/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.D.811.11.10

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

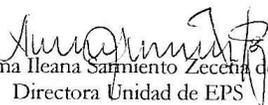
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **María Imelda Arias Martínez**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ./ra





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



Guatemala,
24 de noviembre de 2010

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil María Imelda Arias Martínez, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jorge Alejandro Arévalo Valdez
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.

Más de **130** Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



Guatemala,
21 de enero de 2011

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil María Imelda Arias Martínez, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua

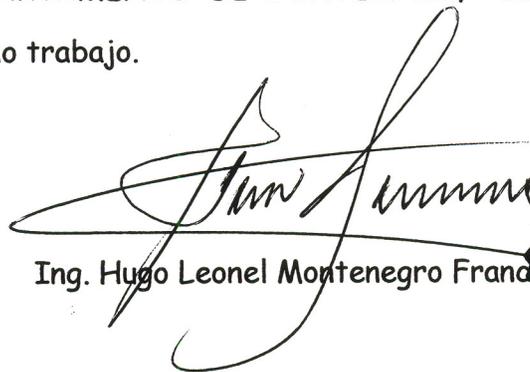




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante María Imelda Arias Martínez, titulado DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril de 2011

/bbdeb.



DTG. 111.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PLAN GRANDE Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL PARAISO, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,** presentado por la estudiante universitaria **María Imelda Arias Martínez,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 12 de abril de 2011

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haber estado siempre a lo largo de mi vida
- Mis padres** Manuel Arias y Elizabeth Martínez de Arias, por su amor, apoyo, esfuerzo, sacrificio, dedicación y confianza, he aprendido para la vida, estoy logrando una meta más gracias al apoyo incondicional. Gracias por creer en mí.
- Mis hermanas** Evelyn, Aura, especialmente Lourdes, por el apoyo, la confianza brindada y ayuda en cada una de mis circunstancias.
- Mis sobrinos** Con cariño y que les pueda servir de ejemplo que pueden realizar lo que se propongan, si en verdad lo quieren.
- Mis abuelos** Marcelo Arias (q.d.e.p.), Marta Santos (q.d.e.p.) y Dina Martínez por su cariño, mi abuelo gracias porque un cimiento nunca será igual.
- Mis tíos** Por el cariño y apoyo brindado durante toda mi vida.

Mis amigos

Por compartir su amistad Juan (q.e.d.p.), Cynthia, Dalia, Denise, Diana, Elida, Ettie, Arcadia gracias por su amistad y por haber estado siempre todos estos años, róbense una base.

A los 3 fantásticos

Ángel, Celso y Omar.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad
de San Carlos
de Guatemala**

**Facultad
de Ingeniería**

**Municipalidad
de Palencia,
Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de realizar mi E.P.S., al Sr. Guadalupe Reyes alcalde municipal y al Ing. Selvin Galeano por creer en mí y haberme dado una oportunidad. Especialmente a quienes fueron mis compañeros de trabajo, la oficina de planificación municipal (OMP), gracias por su apoyo y amistad brindada.

**Ing. Hugo
Contreras**

Por compartir sus conocimientos, experiencias y el apoyo brindado a mí persona.

**Mi familia en
general**

**Todos mis amigos
en general**

A todas las personas que de alguna manera
colaboraron en mi formación profesional y personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XIX
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos monográficos del municipio de Palencia, departamento de Guatemala	1
1.2. Aspectos monográficos de la Aldea Plan Grande, municipio de Palencia, departamento de Guatemala	3
1.2.1. Generalidades	3
1.2.1.1. Ubicación geográfica	3
1.2.1.2. Descripción del lugar	3
1.2.1.3. Topografía	4
1.2.1.4. Características de la infraestructura	4
1.2.1.5. Vías de comunicación y acceso	4
1.2.1.6. Aspectos climáticos	4
1.2.1.7. Actividades económicas y productivas	4
1.2.1.8. Población	5
1.2.1.9. Educación	5
1.3. Aspectos monográficos de la Aldea El Paraíso, municipio de Palencia, departamento de Guatemala	6

1.3.1.	Generalidades	6
1.3.1.1.	Ubicación geográfica	6
1.3.1.2.	Descripción del lugar	6
1.3.1.3.	Topografía	6
1.3.1.4.	Características de la infraestructura	6
1.3.1.5.	Vías de comunicación y acceso	7
1.3.1.6.	Aspectos climáticos	7
1.3.1.7.	Actividades económicas y productivas	7
1.3.1.8.	Población	7
1.3.1.9.	Educación	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño y planificación del instituto tecnológico de capacitación, de dos niveles en la aldea Plan Grande, municipio de Palencia, departamento de Guatemala	9
2.1.1.	Investigación preliminar	9
2.1.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.1.2.	Descripción del espacio disponible	10
2.1.1.2.1.	Localización del terreno	10
2.1.1.2.2.	Ubicación del terreno	10
2.1.1.2.3.	Estudio topográfico	11
2.1.1.3.	Estudio de suelos	11
2.1.2.	Normas utilizadas para el diseño de edificios educativos, salones, talleres o centros de capacitación	12
2.1.2.1.	Criterios de conjunto	13
2.1.2.2.	Capacidad de área por alumno	14
2.1.2.3.	Iluminación y ventilación	16

	2.1.2.3.1.	Iluminación	16
	2.1.2.3.2.	Ventilación	17
	2.1.2.4.	Instalaciones	17
	2.1.2.5.	Espacios educativos	17
	2.1.2.6.	Otros criterios	17
2.1.3.		Distribución arquitectónica	18
	2.1.3.1.	Pre dimensionamiento arquitectónico del edificio	18
	2.1.3.1.1.	Distribución de ambientes	18
	2.1.3.1.2.	Altura de edificio	19
	2.1.3.2.	Descripción del sistema estructural a utilizar	19
2.1.4.		Tipo de Estructura a utilizar	20
2.1.5.		Pre dimensionamiento de elementos estructurales	22
	2.1.5.1.	Columnas	22
	2.1.5.2.	Vigas	24
	2.1.5.3.	Losas	25
	2.1.5.4.	Cimentación	28
	2.1.5.5.	Techo (cubierta de estructura metálica)	28
2.1.6.		Cargas aplicadas a los marcos	28
	2.1.6.1.	Cargas verticales	29
	2.1.6.1.1.	Cargas vivas	29
	2.1.6.1.2.	Cargas muertas	29
	2.1.6.2.	Cargas horizontales	30
	2.1.6.2.1.	Carga sísmica	30
2.1.7.		Integración de cargas	31
	2.1.7.1.	Integración de carga vertical	31
	2.1.7.2.	Integración de carga horizontal	36
2.1.8.		Análisis estructural	50
	2.1.8.1.	Análisis de módulo de aulas y talleres	51

2.1.8.2.	Análisis por el método de Kani	51
2.1.8.3.	Análisis estructural comparativo utilizando el programa etab's	58
2.1.8.4.	Resultados del análisis estructural del marco típico	59
2.1.9.	Envolventes de momentos	65
2.1.9.1.	Cálculo de la envolvente de momentos	65
2.1.10.	Cálculo de fuerzas de corte	68
2.1.11.	Diagramas de corte y momentos	71
2.1.12.	Resultados de análisis estructural para marco típico	72
2.1.13.	Diseño Estructural	73
2.1.13.1.	Diseño de techo de estructura metálica	74
2.1.13.2.	Diseño de losas	78
2.1.13.3.	Diseño de vigas	89
2.1.13.4.	Diseño de columnas	98
2.1.13.5.	Diseño de cimientos	110
2.1.13.6.	Diseño de elementos de mampostería reforzada	123
2.1.13.7.	Diseño de gradas de estructura metálica	124
2.1.13.8.	Diseño de rampas de comunicación entre módulos	127
2.1.14.	Diseño de instalaciones	131
2.1.14.1.	Hidráulica	131
2.1.14.2.	Drenajes	133
2.1.14.3.	Eléctrica	134
2.1.14.4.	Especiales	135
2.1.15.	Cuantificación y presupuesto	136
2.1.16.	Cronograma de actividades y ejecución	140

2.2.	Diseño y planificación del pavimento rígido para La Aldea El Paraíso, municipio de Palencia, departamento de Guatemala	
2.2.1.	Investigación preliminar	143
2.2.1.1.	Descripción del proyecto a desarrollar	143
2.2.1.2.1.	Localización del terreno	143
2.2.1.2.2.	Ubicación del terreno	143
2.2.2.	Normas utilizadas para el diseño de pavimentos	144
2.2.3.	Definición de pavimentos	144
2.2.4.	Tipos de pavimentos	144
2.2.4.1.	Pavimentos flexibles	145
2.2.4.2.	Pavimentos rígidos	145
2.2.5.	Estudios preliminares de campo	146
2.2.5.1.	Topografía	146
2.2.5.1.1.	Planimetría	146
2.2.5.1.2.	Altimetría	147
2.2.6.	Ensayos de laboratorio de suelos	147
2.2.6.1.	Ensayo de granulometría	148
2.2.6.2.	Ensayo de límites de Atterberg	148
2.2.6.2.1.	Límite líquido	148
2.2.6.2.2.	Límite plástico	149
2.2.6.2.3.	Índice plástico	149
2.2.7.	Ensayo de compactación o proctor modificado	149
2.2.8.	Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)	150
2.2.9.	Análisis de resultados de laboratorio de suelos	150
2.2.10.	Diseño geométrico de la carretera	151
2.2.10.1.	Elementos geométricos del alineamiento transversal	151
2.2.10.2.	Alineamiento horizontal	153

	2.2.10.2.1.	Diseño de curvas horizontales	153
	2.2.10.3.	Alineamiento vertical	158
	2.2.10.3.1.	Diseño de curvas verticales	159
2.2.11.		Consideraciones para el diseño geométrico	162
2.2.12.		Capas de pavimentos	162
	2.2.12.1.	Sub-rasante	163
	2.2.12.2.	Sub-base	163
	2.2.12.3.	Base	164
	2.2.12.4.	Carpeta de rodadura	165
2.2.13.		Factores de diseño	167
	2.2.13.1.	Módulo de ruptura del concreto (MR)	167
	2.2.13.2.	Módulo de reacción del suelo (k)	167
	2.2.13.3.	Tráfico y cargas de diseño	167
	2.2.13.4.	Tipos de juntas	168
	2.2.13.4.1.	Juntas en el pavimento de concreto	168
	2.2.13.4.2.	Juntas transversales de expansión	168
	2.2.13.4.3.	Juntas transversales de contracción	169
	2.2.13.4.4.	Juntas longitudinales	169
	2.2.13.4.5.	Juntas de construcción	169
2.2.14.		Diseño de pavimento rígido	170
2.2.15.		Drenajes menores en vías de pavimentación	177
2.2.16.		Consideraciones para el diseño del pavimento rígido	179
2.2.17.		Cuantificación y presupuesto	180
2.2.18.		Cronograma de actividades y ejecución	182

CONCLUSIONES	183
RECOMENDACIONES	185
BIBLIOGRAFÍA	187
APÉNDICES	189
ANEXOS	201

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vista aérea de la Aldea Plan Grande. (Ubicación)	3
2.	Vista de una parte de La Aldea Plan Grande	10
3.	Panorama de todo el terreno	11
4.	Instalación de equipo para toma de muestras	12
5.	Módulo administrativo, y módulos de aulas y talleres	20
6.	Ejes típicos a diseñar	21
7.	Área tributaria de la columna más crítica	22
8.	Tipos de viga por módulo	24
9.	Tipos y números de losas según dimensiones	26
10.	Área tributaria de la sección típica de losa	31
11.	Áreas tributarias de los ejes críticos a ser analizados	32
12.	Integración de carga vertical en Y en eje G	34
13.	Integración de carga vertical en X en eje 4	35
14.	Módulo asimétrico a analizar según el sentido X y Y	38
15.	Ubicación del centro de masa, centro de rigidez y la excentricidad del módulo	42
16.	Fuerzas en marco en sentido X	43
17.	Fuerzas en marco en sentido Y	44
18.	Fuerzas en marco en sentido X, considerando factores de rigidez	46
19.	Fuerzas en marco en sentido Y, considerando factores de rigidez	46
20.	Fuerzas últimas aplicadas al marco en el sentido X	49
21.	Fuerzas últimas aplicadas al marco en el sentido Y	49

22.	Carga vertical muerta aplicada al marco en el sentido Y, con la ubicación de los nodos con literales	54
23.	Resultados de la iteración por el método de Kani	57
24.	Vista en 3D de los 4 módulos analizados	58
25.	Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco	59
26.	Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje Y (G) carga muerta	59
27.	Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje Y (G) carga viva	60
28.	Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje Y (G) carga viva	60
29.	Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje Y (G) carga de sismo	61
30.	Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje Y (G) carga de sismo	61
31.	Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje X (4) carga muerta	62
32.	Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje X (4) carga muerta	62
33.	Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje X(4) carga viva	63
34.	Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje X (4) carga viva	63
35.	Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje X (4) carga de sismo	64
36.	Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico Eje X (4) carga de sismo	64
37.	Diagrama de cuerpo libre para el momento positivo de la viga	67

38.	Diagrama de momentos últimos (kg-m) marco típico eje Y (G) para vigas	67
39.	Diagrama de momentos últimos (kg-m) marco típico eje Y (G) para columnas	68
40.	Diagrama de cuerpo libre para fuerzas de corte en vigas	68
41.	Diagrama de fuerzas de corte marco eje Y en vigas	71
42.	Diagrama de fuerzas de corte marco eje Y en columnas	71
43.	Diagrama de momentos últimos (kg-m) en vigas marco típico eje X (4)	72
44.	Diagrama de momentos últimos (kg-m) en columnas marco típico eje X (4)	72
45.	Sección de estructura metálica y detalle de cercha	76
46.	Separación de costaneras	77
47.	Número de losas y ubicación para módulo No.1	78
48.	Diagrama de losa No.1 y losa No.6	81
49.	Diagrama de losa No.2 con continuidad en tres lados	82
50.	Diagrama de voladizo para cálculo de momento	82
51.	Diagrama de momentos de la losa	81
52.	Diagrama de momentos balanceados	86
53.	Diagrama de armado de losa	89
54.	Diagrama de momentos para diseño de viga a flexión	90
55.	Diagrama de corte de viga	93
56.	Armado final de la viga para el momento positivo y negativo	97
57.	Vista en planta de la columna con su armado	109
58.	Elevación de la columna con armado de confinamiento	109
59.	Área de corte simple	115
60.	Área de corte punzonamiento	116
61.	Armado de la zapata en planta	120

62.	Armado de sección de la zapata y viga conectora con el confinamiento	120
63.	Pineado en muros de block	123
64.	Módulo de gradas tipo 1 para aulas y talleres	124
65.	Módulo de gradas tipo 2 del módulo administrativo	124
66.	Planta de rampas tipo 2, tipo 3 y tipo 4	128
67.	Elementos geométricos de la carretera	151
68.	Grado de curva	153
69.	Elementos que conforman una curva horizontal	155
70.	Ejemplo de curvas horizontales	158
71.	Ejemplo de curva vertical	159
72.	Volumen de relleno	161
73.	Distancia de paso	161
74.	Curvas de granulometría para bases	166

TABLAS

I.	Población de Aldea Plan Grande	5
II.	Población de Aldea El Paraíso	8
III.	Capacidades por aula según tipo de alumnos	15
IV.	Capacidad por aula, por medio de área teórica	15
V.	Cargas a utilizar para los cálculos según el diseño	29
VI.	Pesos a utilizar	30
VII.	Valores de K	37
VIII.	Dotación para escuelas	131
IX.	Unidades de gasto	132
X.	Diámetros de tubería según accesorio	132
XI.	Resumen con el costo total del proyecto	136

XII.	Resumen con el costo directo del proyecto	138
XIII.	Cronograma de actividades y ejecución	140
XIV.	Velocidad de diseño, según tipo de sección	154
XV.	Clasificación de vehículos según su categoría	172
XVI.	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de k	173
XVII.	Determinación de la reacción K por medio del CBR con la interrelación aproximada de las clasificaciones de los suelos y valores de soporte.	174
XVIII.	Valores de K para diseño sobre bases granulares (PCA)	175
XIX.	Valores de soporte para subrasante y sub-base	176
XX.	Resumen de los parámetros de diseño	177
XXI.	Resumen con el costo directo del proyecto	180
XXII.	Resumen con el costo total del proyecto	181
XXIII.	Cronograma de actividades y ejecución	182

LISTA DE SÍMBOLOS

h	Altura
h_i	Altura por nivel
A	Área
$A_{s(+)}$	Área de acero a compresión en vigas (momento positivo)
$A_{s(-)}$	Área de acero a tensión en vigas (momento negativo)
As	Área de acero de refuerzo
As_{max}	Área de acero máximo
As_{min}	Área de acero mínimo
Az	Área de la zapata
Ag	Área gruesa de la sección de la columna
b	Base
$W_{acabados}$	Carga aplicada a acabados
W_{losa}	Carga aplicada a losa
W_{muros}	Carga aplicada a muros
Pu	Carga axial última
Pcr	Carga crítica de pandeo de Euler
W	Carga linealmente distribuida en la estructura
CM	Carga muerta
W_{CM}	Carga muerta aplicada
CMU	Carga muerta última
S	Carga sísmica
CU	Carga última
CV	Carga viva
W_{CV}	Carga viva aplicada

Q	Caudal
CR	Centro de rigidez
C	Coeficiente de escorrentía
V_{act}	Corte actuante
V	Corte basal
Cos	Coseno
Cm	Cuerda máxima
Elev.	Elevación
E	External
FCU	Factor de carga última
G	Grado de curva
I	Inercia en el análisis estructural
INE	Instituto Nacional de Estadística
I	Intensidad de lluvia
km	Kilómetros
Lc	Largo de curva
L	Longitud
LCV	Longitud de curva vertical
Ld	Longitud de desarrollo
m	Metros
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
ml	Metros lineales
$M_{(-)}$	Momento negativo
$M_{(+)}$	Momento positivo
MU	Momento último de diseño
OMP	Oficina Municipal de Planificación
Om	Ordenada media
P	Pendiente

d	Peralte
t	Peralte de losa, zapata
T	Período de vibración de la estructura
W	Peso de la estructura
Pc	Principio de curva
Pt	Principio de tangencia
PI	Puntos de intersección
R	Radio
r	Radio de giro
f_y	Resistencia a la fluencia del acero
f'_c	Resistencia máxima a la compresión del concreto
K	Rigidez del elemento
K_i	Rigidez del nivel
Sec	Secante
Sen	Seno
St	Sub-tangente
Tg	Tangente
T	Tiempo

GLOSARIO

Acarreo	Es el transporte de materiales no clasificados, provenientes del corte y de préstamo, así como el transporte de material de desperdicio, a cualquier distancia que exceda de un kilómetro, menos la distancia de acarreo libre.
Acarreo libre	Se da en una distancia menor o igual a 500 metros.
Acera o banqueteta	Franja destinada a la circulación de peatones, ubicada paralelamente a la línea central, a ambos lados, generalmente a un nivel superior al de la calzada.
Análisis estructural	Proceso realizado para determinar las respuestas de una estructura ante las acciones exteriores que puedan afectar a la misma.
Betún	Mezcla de hidrocarburo natural o pirogenado, o combinación de los dos, que puede ser: gaseoso, líquido, semisólido o sólido y que es completamente soluble en bisulfuro de carbono.

Bombeo	Pendiente transversal descendente de la corona o sub corona, a partir de su eje o línea central, hacia ambos lados en tangente horizontal.
Calzada	Parte de la corona destinada al tráfico vehicular.
Concreto	Mezcla estructural, utilizada en la construcción de obras de ingeniería, constituyéndola básicamente: agregado fino, arena, agregado grueso, pedrín o grava, material ligante y cemento Portland.
Concreto ciclópeo	Masa de concreto simple con esfuerzo de ruptura a la compresión, a la que se le incorporan piedras de diferentes tamaños, utilizado en construcciones masivas, muros de retención, etc.
Contra cuneta	Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.
Corona	Superficie final de la carretera, comprendida entre sus hombros.

Derecho de vía	Superficie de terreno, en el cual las dimensiones las fija la Dirección General de Caminos, requerido para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección en general para el uso adecuado de la carretera y servicios auxiliares.
Dúctil	Capacidad de un material de admitir deformaciones sin llegar a romperse.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Excentricidad	Es la distancia del centro de masa al centro de rigideces.
Grado de curvatura	Ángulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte metros de longitud.
Momento	Esfuerzo al que esta sometido un cuerpo.
Pendiente	Relación entre la diferencia de cotas y la distancia horizontal, contemplada entre dos puntos.
Rasante	Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.

Rigidez	Capacidad de resistencia de un elemento estructural, a la deformación.
Sección transversal	Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.
Superficie de rodadura	Área destinada a la circulación de vehículos, donde se aplican directamente las cargas de tránsito.
Talud	Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.
Tangente horizontal	Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera.
Tangente vertical	Tramo recto del alineamiento vertical de una carretera.

RESUMEN

Para el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se dispuso la realización de dos proyectos que forman el presente trabajo de graduación siendo estos; diseño y planificación de un instituto tecnológico de capacitación, y de un pavimento rígido para diferentes aldeas del municipio de Palencia, con base en la priorización de los proyectos importantes en cada aldea.

El instituto se ubica en la aldea Plan Grande, consiste en un diseño por medio de marcos, de amplias dimensiones. Por el hecho que se trata de un instituto tecnológico de capacitación, se integran en el primer nivel los salones para talleres debido a las vibraciones que generan las máquinas; en el segundo nivel se diseñaron los salones de clases, con 4 módulos gemelos y un módulo administrativo que contempla; dirección, salón de profesores, salón de videoconferencia y biblioteca.

El diseño contempla los marcos de columnas y vigas, losa concreto para el primer nivel y para el segundo nivel cubierta de estructura metálica de dos aguas.

Por las condiciones del terreno, considerando su topografía, las curvas de nivel y la individualidad de los módulos se realizó por medio de plataformas comunicadas con gradas y rampas.

El segundo proyecto se ubica en la aldea El Paraíso y consiste en el diseño y planificación de un pavimento rígido, con sus características según la geometría, transversales y cunetas. El método utilizado para el diseño es el método simplificado PCA.

En el apartado de cada uno de los proyectos se encuentran los códigos, normas y parámetros de diseño utilizados; contando cada uno de ellos con sus presupuestos y planos logrando así poder interpretar la magnitud de cada proyecto y sus características.

OBJETIVOS

General

Contribuir con el desarrollo de la población de las aldeas del municipio de Palencia en el diseño de obras de infraestructura, siendo estos un instituto y pavimento.

Específicos

1. Diseñar un instituto tecnológico de capacitación para la aldea Plan Grande, con capacidad para 480 alumnos por jornada y el pavimento rígido para la aldea El Paraíso, ambos del municipio de Palencia.
2. Desarrollar dos proyectos completos que contengan un juego de Planos constructivos que detallen la cantidad y dimensiones del mismo así como sus características.
3. Hacer uso de las diferentes normas aplicables para proyectos estructurales, en el caso del instituto y de carreteras, para el pavimento.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación se integra por dos proyectos: el primero es el diseño y planificación de un instituto tecnológico de capacitación, de dos niveles para la aldea Plan Grande y el segundo es el diseño de la pavimentación de las calles que se comunican entre la iglesia católica y la escuela, para la aldea El Paraíso.

Teniendo como propósito beneficiar en gran medida a la aldea Plan Grande con un instituto, contando con aulas y talleres de capacitación para que puedan aprender una carrera técnica que en un futuro les llegue a ser de utilidad. Se presenta una propuesta real y objetiva en base a su topografía, contemplando en su totalidad 5 módulos, 4 de ellos gemelos y uno administrativo, este último contará con biblioteca y salón de audiovisuales entre otras áreas.

Para el análisis estructural de dicho edificio, es de destacar que el mismo se diseña por medio de un sistema estructural de marcos de nudos rígidos y marcos dúctiles, describiéndose las secciones de los elementos estructurales como el tipo de armado, luego de realizados los análisis comparativos según esfuerzos inducidos en los elementos, entre estos el de corte, tomando en cuenta los momentos máximos inducidos a la estructura.

En el segundo proyecto es el diseño de un pavimento rígido, que dará a la aldea mayor posibilidad de comercio y accesibilidad a la misma.

El diseño cuenta con sus características de geometría, con sus respectivas cunetas, pendientes, según la topografía del terreno; diseñándose por medio del método simplificado de la PCA, con el que se diseña por medio de tablas, conociendo, la típica en estudio, la velocidad de diseño y el tipo de suelo al igual que sus características.

En el informe se describen los datos de antecedentes del municipio y del proyecto que se utilizaron para su realización. Cada proyecto cuenta con la descripción del procedimiento de cálculo, especificando los métodos utilizados, los códigos de diseño y normas establecidas según el caso.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos monográficos del municipio de Palencia departamento de Guatemala

- **Aspectos históricos**

Escenario de varios hechos importantes, Palencia se origina en el año 1624 cuando la hacienda denominada Hacienda de San José pasa a ser propiedad del señor Matías de Palencia, y luego se le dio a conocer como Hacienda de Palencia, quedando finalmente el nombre de Palencia.

Feria titular: se celebra en la tercera semana de abril en honor a San Benito de Palermo.

- **Descripción del ambiente físico**

La extensión territorial del municipio de Palencia es de 196 km.² esta ubicado en las coordenadas:

Altitud: 1 502 metros sobre el nivel del mar

Latitud: 14° 38' 00"

Longitud: 90° 1' 00"

La distancia de la ciudad capital a la cabecera municipal es de: 28 kilómetros.

- **Formación del municipio**

Antes de ser municipio, Palencia era una gran hacienda de los dominicos, la disposición del Gobierno del 13 enero 1845, fijó que Palencia perteneciera al distrito de la Corte (capital).

- **Información demográfica del municipio**

En 1955 en la cabecera municipal residían 2 593 habitantes, y en todo el municipio 13 409 habitantes, que componían 2 485 familias. Siendo el 2,6% indígenas y el 75% de analfabetas. Se contaba con servicio de agua potable sólo en la cabecera, así como con un dispensario. No había servicio de luz eléctrica, existían escuelas. Los cultivos eran: maíz, frijol y verduras.

El municipio cuenta con 1 pueblo, 14 aldeas y 62 caseríos. La cabecera municipal de Palencia, con categoría de pueblo, tiene entre sus barrios Agua Tibia y Rincón de La Piedra, así como los caseríos Chuajercoc, Jocotales, Lo de Silva, El Cangrejito, La Piedrona, Ojo de Agua, El Tabacal, Las Lajas y Pueblo Nuevo.

- **Centros educativos:**

- 17 escuelas del nivel pre primario.
- 48 escuelas del nivel primario.
- 5 institutos básicos por cooperativa del nivel medio
- 3 academias de mecanografía.
- 1 colegio diversificado del nivel medio.
- 6 colegios privados.
- 2 institutos Fe y Alegría.

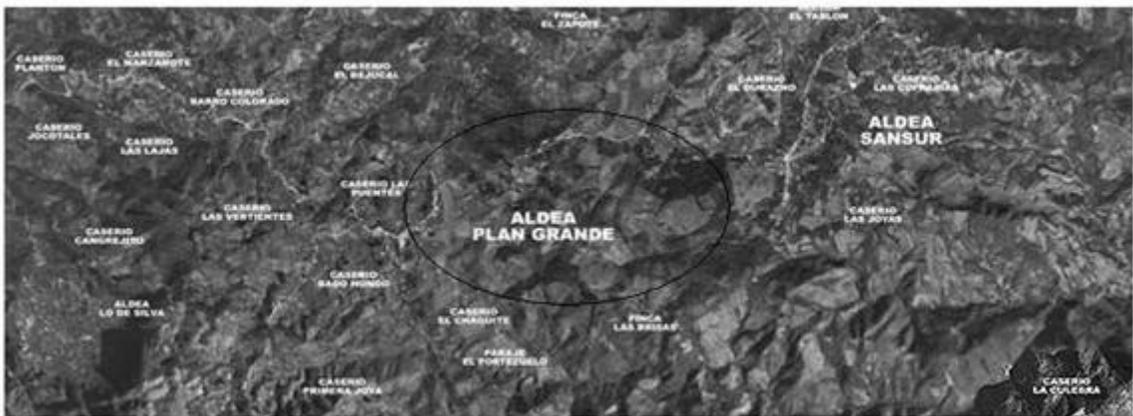
1.2. Aspectos monográficos de la Aldea Plan Grande, municipio de Palencia, departamento de Guatemala

1.2.1. Generalidades

1.2.1.1. Ubicación geográfica

La Aldea Plan Grande se ubica a 16 kilómetros aproximadamente del área del municipio de Palencia, se llega a través de la carretera que conduce a la Aldea de San Sur la cual tiene un tramo de dos vías que está siendo asfaltado, y el resto del tramo es de terracería. Durante el invierno es transitable con vehículos de doble tracción.

Figura 1. Vista aérea de la Aldea Plan Grande. (Ubicación)



Fuente: planos de ubicación de la municipalidad de Palencia, 2009.

1.2.1.2. Descripción del lugar

La Aldea presenta un clima frío por su altura y su posición montañosa, presentado mucha vegetación. El acceso al lugar es bueno en su mayoría.

1.2.1.3. Topografía

La topografía del terreno en una parte es plana y otra parte es quebrada, por ser en su mayoría montañosa.

1.2.1.4. Características de la infraestructura

Principalmente se compone de paredes de block y techos de lámina, hay viviendas construidas con paredes de adobe. La mayoría de las viviendas cuentan actualmente con electricidad domiciliar y la forma de comunicación telefónica es únicamente por celulares.

1.2.1.5. Vías de comunicación y acceso

Desde el municipio, existen varias vías de acceso hasta llegar al inicio de la carretera de la Aldea San Sur, solo se sigue por toda la carretera, sin tomar ningún desvío, ya que los mismos conducen a diferentes aldeas aledañas.

1.2.1.6. Aspectos climáticos

El clima en la mayor parte del año es frío por su formación montañosa y la altura que representa al nivel del municipio, y en los meses de invierno se presenta bastante neblina.

1.2.1.7. Actividades económicas y productivas

Se produce principalmente güisquil, papa, güicoy, maíz y frijol. La producción se inicia en el mes de marzo y concluye en el mes de septiembre.

Esta producción se envía y comercializa en la Central de Mayoreo CENMA de la zona 12 y en la terminal de la zona 4 de Guatemala.

Las principales fuentes de trabajo son: la agricultura y el empleo en la capital. Otro de los fenómenos es la creciente migración hacia los Estados Unidos de América. Las mujeres, además del trabajo doméstico, se dedican a procesar guaipe. El trabajo agrícola alcanza un promedio de Q. 40.00 por día.

1.2.1.8. Población

Plan Grande cuenta con una población de 663 habitantes que representan el 1,39% de la población total del municipio, de esta población 313 son hombres y 350 mujeres, distribuidos por edades de la siguiente manera.

Tabla I. **Población de Aldea Plan Grande**

EDAD	TOTAL	PORCENTAJES %
00-60 años	123	18,55
07-14 años	147	22,17
15-64 años	354	53,40
65- y más	39	5,88
TOTALES	663	100

Fuente: Escuela de Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, **Monografía del municipio de Palencia**, noviembre 2006, p. 38.

1.2.1.9. Educación

El sistema educativo ofrece cobertura en los niveles primario y básico. Para llegar a la escuela más cercana los alumnos deben de caminar de 4 a 7 km. A su vez las instalaciones existentes son pequeñas y no llenan las exigencias pedagógicas.

1.3. Aspectos monográficos de la Aldea El Paraíso, municipio de Palencia, departamento de Guatemala

1.3.1. Generalidades

1.3.1.1. Ubicación geográfica

Se encuentra a 12 kilómetros aproximadamente del área urbana del municipio de Palencia y a 11 kilómetros aproximadamente del municipio de San José Pínula, la carretera es de dos vías asfaltada.

1.3.1.2. Descripción del lugar

Cuenta con una iglesia católica, 3 iglesias evangélicas, pero la población en su mayoría es católica. La feria de la aldea es el 12 de mayo en honor a la Virgen de Santa Imelda, para ese día, se realizan diferentes actividades.

1.3.1.3. Topografía

Es poco montañosa, con bastantes curvas poco pronunciadas al igual que las pendientes, el terreno es un poco seco en su mayoría.

1.3.1.4. Características de la infraestructura

Esta compuesta por paredes de block, adobe y madera, pero en su mayoría de block. Los techos de las viviendas son de concreto, lámina y teja. Cuentan con electricidad domiciliar, teléfonos domiciliarios no hay.

1.3.1.5. Vías de comunicación y acceso

Existen dos vías de comunicación por carretera al Atlántico llegando al municipio de Palencia, pasando por las aldeas de Los Mixcos y Los Tecomates. El otro acceso es por la carretera de San José Pínula.

1.3.1.6. Aspectos climáticos

El clima en la mayor parte de la aldea es cálido y un poco frío en época de invierno, con bastante viento por la vegetación que presenta el lugar.

1.3.1.7. Actividades económicas y productivas

La principal producción es el güisquil, ejote, repollo, papa, brócoli, tomate y en menor cantidad el maíz y frijol. La temporada de cosecha es de mayo a agosto y la temporada de maíz de mayo a noviembre. Las verduras son vendidas en el CENMA zona 12 o en la terminal zona 4 de Guatemala.

1.3.1.8. Población

El Paraíso cuenta con una población de 2 818 habitantes que representan el 5,91% de la población total del municipio, de esta población 1 476 son hombres y 1 451 son mujeres, distribuidos de la manera siguiente.

Tabla II. **Población de Aldea El Paraíso**

EDAD	TOTAL	PORCENTAJES %
00-60 años	599	21,26
07-14 años	703	24,95
15-64 años	1 339	49,64
65- y mas	117	4,15
TOTALES	2 818	100

Fuente: Escuela de Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, **Monografía del municipio de Palencia**, noviembre 2006, p. 33.

1.3.1.7. Educación.

Cuenta con una escuela de nivel pre primario y primario y un instituto de nivel medio. A la vez por su cercanía y el acceso por dos vías, da la pauta a estudiar en otros centros aledaños.

La información expuesta fue proporcionada por la Municipalidad de Palencia.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño y planificación del instituto tecnológico de capacitación, de dos niveles en la aldea Plan Grande, municipio de Palencia, departamento de Guatemala

2.1.1. Investigación preliminar

2.1.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un instituto de dos niveles para la aldea Plan Grande del municipio de Palencia, del departamento de Guatemala. La edificación contará con 5 módulos: para 12 aulas, 7 talleres, un laboratorio de computación, dirección, salón de videoconferencia, biblioteca conjuntamente con el salón de estudio, salón de profesores, bodegas, servicios sanitarios y los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable, drenajes e instalaciones especiales (sonido, internet y extinguidores).

La estructura de la edificación estará compuesta de marcos dúctiles con nudos rígidos.

2.1.1.2. Descripción del espacio disponible

2.1.1.2.2. Localización del terreno

El terreno que se va a utilizar para la construcción de la edificación del centro educativo, se encuentra aproximadamente a 16 km del parque central de la cabecera municipal, a unos 30 minutos.

2.1.1.2.2. Ubicación del terreno

La aldea Plan Grande se ubica a orilla de la carretera colindando con las aldeas aledañas de San Sur, San Guayaba, Aldea La Concepción, Caserío Primera Joya y Las Vertientes.

En la figura 2, se muestra la localización de la aldea Plan Grande.

Figura 2. Vista de una parte de la aldea Plan Grande



Fuente: imagen de *google earth*, 2009

2.1.1.2.3. Estudio topográfico

La topografía del terreno es casi rectangular, cuenta con un área total de **30 756,41 m²**, destinada para el instituto un área de **1 950,40 m²**, el resto del área esta dispuesto para un campo de foot-ball, salón de usos múltiples, parqueos, áreas de jardinización y otras.

El terreno posee una gran pendiente del 7% al frente y en los lados (ver figura 3). Los niveles en el terreno son variables, será necesario un trabajo preliminar de nivelación. Aprovechando la topografía, se trabajarán los módulos por medio de plataformas, las cuales variaran una de la otra 1,50 metros. Ver en apéndice plano de topografía, de implantación y curvas de nivel.

Figura 3. **Panorama de todo el terreno**



Fuente: tomada por el autor

2.1.1.3. Estudio de suelos

El estudio de suelos tiene como objetivo describir las características físicas y mecánicas del suelo, en especial la capacidad de carga admisible del suelo.

Para el diseño del instituto se realizaron 3 perforaciones y 4 sondeos, con dichos resultados se determinó que, el terreno esta ubicado sobre una zona de materiales meteorizados, constituidos por arcillas limosas con orgánico y poca arena; no fue encontrado ningún nivel freático aparente a la profundidad máxima de estudio, fue de 9,15 metros.

De los ensayos de suelos mencionados se presentan las figuras de la instalación del equipo, para la toma de muestras.

Figura 4. **Instalación de equipo para toma de muestras**



Fuente: **PALA** (pavimentos y laboratorio de suelos) resultados de laboratorio del estudio de suelos realizado en el lugar, 2009.

2.1.2. Normas utilizadas para el diseño de edificios educativos, salones, talleres o centros de capacitación

Respecto a la distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento de edificios educativos, se aplicaron las normas según el Ministerio de Educación, siendo esta las siguientes.

2.1.2.1. Criterios de conjunto

- a. **Conjunto Arquitectónico:** en este caso, todas las áreas a trabajar son los 7 talleres en el primer nivel, 12 aulas en el segundo nivel, salón de conferencia, biblioteca y salón de estudio, salón de profesores, bodegas y sanitarios. Destacando que el diseño completo del instituto esta integrado por 5 módulos, los cuales no poseen la misma distribución en ambos niveles. (Ver en apéndice planos 4/30 y 5/30, plantas amuebladas.)

- b. **Emplazamiento:** consiste en la correcta distribución de las áreas dentro del terreno, cubriendo áreas de recreación, educación física, estacionamiento, áreas verdes, etc. Logrando que la planta no exceda el 40% del área total del terreno. Lo cual se cumple con la idea de que en el terreno en conjunto existirá también un campo de fut-ball y áreas libres, ya que es un terreno de más de 3 0756, 41 m².

El trabajo se enfoca en la estructura del instituto, más áreas de caminamiento cercanas, se presenta un diseño de ubicación de futuras áreas recreativas para una mejor interpretación. (Ver en apéndice plano de implantación).

- c. **Orientación:** la orientación ideal es la de norte a sur. La orientación está definida en el terreno, tomando en cuenta el sentido del viento, pretendiendo lograr una óptima iluminación y ventilación para todos los ambientes del edificio, ubicándolo de poniente a oeste, y que el área de ventanería quede exactamente de norte a sur.

- d. **Superficie:** las dimensiones del edificio están en función tanto del número de alumnos así como del nivel académico. Las aulas cuentan cada una con una capacidad para 40 alumnos, con base en tablas expuestas más adelante, y considerando áreas amplias para los talleres.
- e. **Altura:** la altura no debe exceder de más de 3 niveles, por lo que se trata de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel, que es precisamente lo que se realizó en este diseño, ubicar todos los talleres en el primer nivel, tanto por altura así como por el equipo que se utilizará y por las vibraciones que estas genera.
- f. La altura depende en gran medida del uso y la edad de los alumnos, siendo este un instituto, se trabaja con alturas de 2,87 m., de piso a cielo, lo que dará un *comfort* necesario para las actividades a realizar.

2.1.2.2. Capacidad de área por alumno

Un adecuado espacio para cada alumno es necesario y colabora a generar un mejor ambiente. Las exigencias van de la mano con el tipo de nivel académico y la magnitud de alumnado.

Son recomendadas las instalaciones de forma rectangular o cuadrada, tomando en cuenta que si es rectangular, la proporción ancho-largo, no deberá exceder de la relación de 1: 1,5.

En este caso se tomarán espacios rectangulares. Por tal las aulas son de 8,10 x 7,20 m, teniendo capacidad para 40 alumnos para un nivel diversificado como se expone en las tablas III y IV.

Tabla III. **Capacidades por aula según tipo de alumnos**

NIVEL	CAPACIDAD ALUMNOS POR AULA	
	ÓPTIMO	MÁXIMO
PRE-PRIMARIO	25	30
PRIMARIO	30	40
MEDIO BÁSICO	30	40
MEDIO DIVERSIFICADO	30	40

Fuente: Ministerio de Educación, División de Infraestructura Física de la Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE). “**Criterios Normativos para el Diseño de Edificios Escolares**”, p. 45.

Tabla IV. **Capacidad por aula, por medio de área teórica**

NIVEL / (CAPACIDAD DE ALUMNOS POR AULA)	ÓPTIMO	MÍNIMO	AULA EXTEIOR
PRE-PRIMARIO	2,4	2	2
PRIMARIO	1,5	1,25	-
MEDIO BÁSICO	1,5	1,30	-
MEDIO DIVERSIFICADO	1,5	1,30	-

Fuente: Ministerio de Educación, División de Infraestructura Física de la Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE). “**Criterios Normativos para el Diseño de Edificios Escolares**”, p. 46.

2.1.2.3. Iluminación y ventilación

2.1.2.3.1. Iluminación

Debe existir una buena iluminación, que se encuentre uniformemente distribuida. La iluminación se divide en los siguientes tipos.

- **Iluminación natural:** el diseño de ventanas para iluminación debe de ser capaz de brindar una luz pareja y a la vez uniforme en todos los puntos del salón. Por este hecho se adopto el uso de ventanas rectangulares en los muros laterales de las aulas, lo que genera el uso de mayor iluminación natural.
- **Iluminación natural unilateral:** el área de ventanas debe ser del 25% al 30% del área de piso; a la vez, el techo y los muros no deben estar a una distancia mayor de 2,5 veces la altura del muro donde están las ventanas. Por criterios se sobrepaso el área de ventanas, en los sentidos laterales.
- **Iluminación natural bilateral:** para los casos donde no existen ventanas en las paredes laterales de las aulas. En las aulas, no fueron consideradas ventanas en el fondo; sólo en el módulo administrativo si son consideradas a los 4 lados, debido a las características del mismo.
- **Iluminación artificial:** debe ser solamente un apoyo a la iluminación natural, en casos de poca luz natural. La distribución se realizó de manera que se cubrieran todas las áreas. El problema de la iluminación se da más en la época del clima frío dado que se presente bastante neblina en la aldea, por su altitud.

2.1.2.3.2. Ventilación

La ventilación debe considerarse sin corrientes de aire, constante y alta. El área que es recomendada para la ventilación es del 50% del área de ventanas. Por el clima que se presenta en la Aldea Plan Grande la ventilación justamente cumple con el 40%.

2.1.2.4. Instalaciones

Las instalaciones necesarias son; hidráulicas, drenajes y eléctricas. Por ser el diseño para un instituto, se diseñan además, instalaciones especiales entre ellas: sonido, internet y sistema contra incendios.

2.1.2.5. Espacios educativos

Los espacios educativos van de acuerdo al tipo de establecimiento y al tipo de alumnos a los que está dirigido, es decir si es nivel básico o diversificado.

Se involucran tanto las dimensiones de los ambientes como las áreas a distribuir en talleres o salones que se necesiten para impartir no solo las clases teóricas sino también las clases prácticas, donde se necesitará más espacio por la maquinaria e inclusive instalaciones especiales de electricidad.

2.1.2.6. Otros criterios

Los criterios básicos son tomados de las normas, pero se pueden cambiar y ser considerados sin afectar los mismos, considerando lo esencial y modificando de acuerdo al terreno del que se disponga, las necesidades del lugar y el tipo de nivel educativo al que se dirija.

2.1.3. Distribución arquitectónica

Lo que se pretende con la distribución arquitectónica es que, por medio de diferentes códigos y criterios, se diseñe de tal forma que los ambientes sean lo más cómodos posibles, brindando la forma adecuada.

2.1.3.1. Pre dimensionamiento arquitectónico del edificio

Según el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Educación se toman los siguientes valores y criterios normativos para el diseño de edificios escolares.

1,35 m² / alumno ----- Área rural

1,50 m² / alumno ----- Área urbana

Ya que el proyecto se encuentra dentro de un área rural, se calculan los metros cuadrados para cada salón de la siguiente manera considerando 40 alumnos por aula.

$$\text{Área del salón} = 1,35 \text{ m}^2 / \text{alumno} * 40 \text{ alumnos} = 54 \text{ m}^2$$

2.1.3.1.1. Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes, se hizo en el primer nivel el diseño de 4 módulos gemelos. En 3 de ellos se impartirán talleres y en el cuarto se ubicará el laboratorio de computación.

En dos de los módulos, en el primer nivel, se incorporará un módulo de servicios sanitarios uno para mujeres y otro para hombres.

En el segundo nivel de los cuadro módulos, existirán solo aulas, 3 por cada uno para lograr un total de 12 aulas y el módulo administrativo, comprende: la dirección, la bodega y los módulos de servicios sanitarios, y en el segundo nivel el salón de video conferencia, el salón de estudio y biblioteca, y el salón de profesores. En lo referente a áreas verdes existirá un campo de fut-ball y áreas de jardines.

2.1.3.1.2. Altura de edificio

La altura mínima es de 2,50 m y la máxima de 3 m, se debe de considerar el *confort* y el nivel académico. Debido al hecho de ser utilizados para talleres en el primer nivel se considera una altura de 2,87 m.

2.1.3.2. Descripción del sistema estructural a utilizar

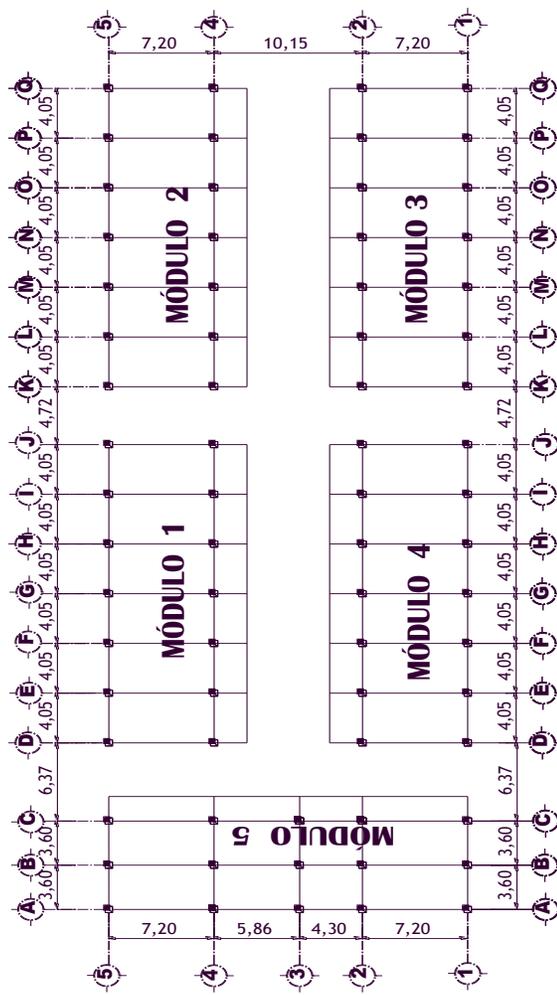
Las estructuras están formadas por todo un arreglo de elementos, para lograr la forma más eficiente de sistema estructural global. Las características más importantes de un sistema estructural son su resistencia, rigidez y ductilidad. Para que el sistema sea capaz de resistir de manera eficiente las diversas condiciones de carga a las que puede estar sometida.

Es necesario que exista ductilidad en la estructura para evitar un colapso brusco de la misma, dando lugar a que ésta posea capacidad para deformarse sosteniendo su carga máxima, da lugar a que posea una reserva de capacidad antes del colapso, evitando el mayor daño posible.

2.1.4. Tipo de estructura a utilizar

El diseño contempla el análisis de marcos dúctiles con nudos rígidos, de 5 módulos de los cuales se analizarán dos marcos típicos, en donde se presente la mayor capacidad de carga. La estructura será analizada por, dos métodos, el del programa etab's y kani, presentándose en todos los marcos dos niveles con losa fundida de concreto en el primer nivel, y estructura metálica para el techo, con el empleo de lámina termo acústica.

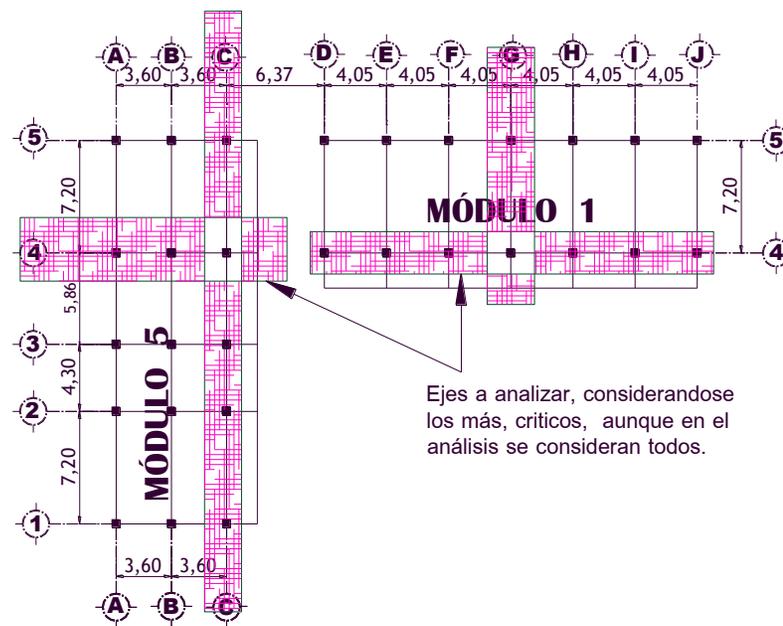
Figura 5. Módulo administrativo y módulos de aulas y talleres



Las gradas y rampas de comunicación entre módulos y niveles están diseñadas de estructura metálica. Siendo el módulo 1 al módulo 4 iguales, se tomara el módulo 1 como ejemplo para los cálculos de diseño.

Por ser los módulos similares y por el hecho de que estructuralmente se analizarán igual, se trabajará para la descripción del presente trabajo, el análisis del módulo 1 los ejes descritos 4 y eje G en la figura 6 y considerando que el patrón de análisis para los cálculos es el mismo, la determinación de la secciones aparece más adelante para ambos módulos.

Figura 6. Ejes típicos a diseñar.



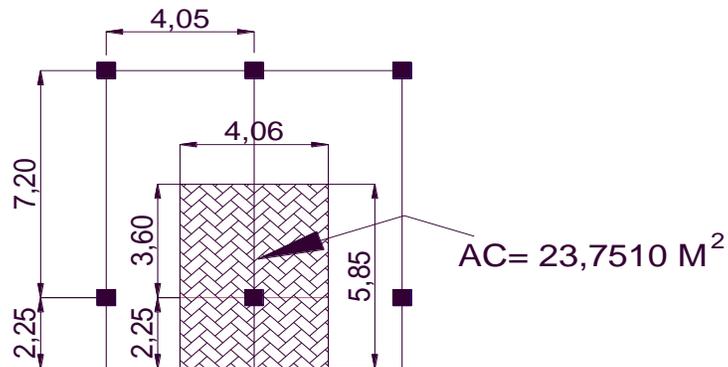
2.1.5. Pre dimensionamiento de elementos estructurales

El pre dimensionamiento sirve para tener un parámetro para poder trabajar, dado que al final se presentarán los diagramas de momentos con los que se corroborará el diseño y dimensiones de los diferentes elementos.

2.1.5.1. Columnas

Se diseña la columna que posee mayor carga crítica que este actuando en la estructura; se calcula la sección de la columna de la siguiente manera: Determinando primero el área crítica de la columna.

Figura 7. Área tributaria de la columna más crítica



Para la determinación del área bruta de la sección de la columna se utiliza la siguiente expresión, donde se necesita conocer la resistencia máxima del concreto. Para este caso se diseñaran las columnas con una resistencia

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

Donde:

$$\mathbf{Ag = Pact / (0,17 \times f'c)}$$

Ag = Área gruesa de la columna

Pact = Carga actuante del área tributaria

$$\text{Pact} = 85\,604,42 \text{ kg.}$$

$$f'c = 4\,000 \text{ psi} = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mathbf{Ag = Pact / (0,17 \times f'c)}$$

$$Ag = 85\,604,8 \text{ kg} / (0,17 \times 280 \text{ kg/cm}^2)$$

$$Ag = 1\,798,42 \text{ cm}^2$$

Se utilizará una columna de sección cuadrada; entonces, encontrando la raíz del área bruta se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Lado de la Columna} &= (1\,798,42)^{1/2} \\ &= \mathbf{42,41 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

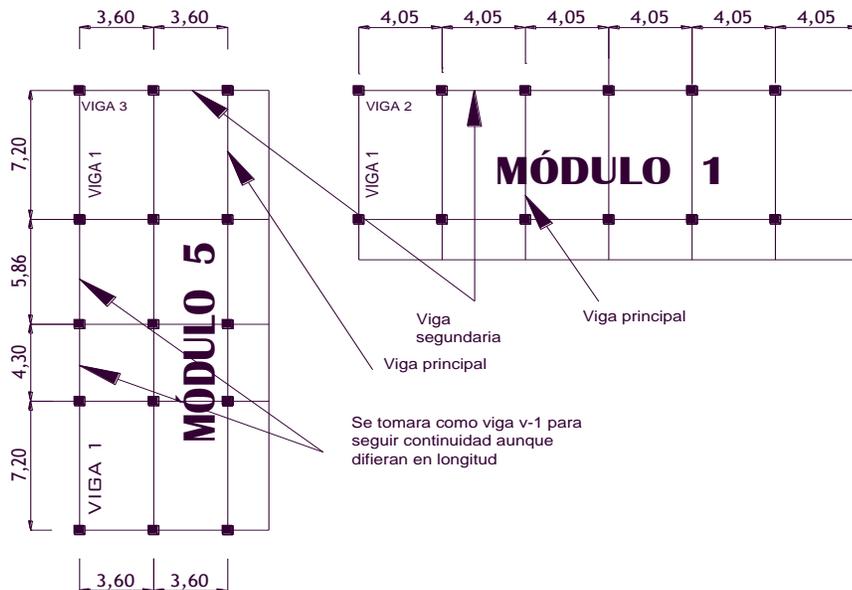
Según el resultado utilizando una columna de 0,45 x 0,45 m se sobrepasa pero se considera la más conveniente por el tipo de estructura, y las características del lugar.

2.1.5.2. Vigas

El método que se utilizará para determinar el peralte de la luz de la viga es el que establece una relación de 6 a 8 cm de peralte (h) por cada metro lineal. Se calculará para las vigas críticas la mayor longitud en ambos sentidos; por ser un diseño rectangular se tienen 2 longitudes distintas máximas, por lo que se consideran ambas. Para la base se considera el criterio de un $\frac{1}{2}$ del peralte.

Se considera para el presente diseño la determinación de las secciones de las vigas principales y secundarias un peralte = $L/12$ el cual genera el mismo valor que utilizar el 8% de la luz, donde L= longitud de la viga.

Figura 8. Tipos de viga por módulo



Secciones resultantes:

VIGA V-1

$$h = 7,20 / 12 = 0,60 \text{ m}$$

$$b = 0,60 / 2 = 0,30 \text{ m}$$

VIGA V-2

$$h = 4,05 / 12 = 0,34 \text{ m}$$

$$b = 0,34 / 2 = 0,17 \text{ m}$$

Se usara por criterio y redondeo $h = 0,40 \text{ m}$ y $b = 0,20 \text{ m}$

VIGA V-3

$$h = 3,60 / 12 = 0,30 \text{ m}$$

$$b = 0,30 / 2 = 0,15 \text{ m}$$

Por la magnitud de la estructura, y consideraciones de diseño, se asumirán las medidas de la sección de la viga v-3 iguales a las v-2, teniendo claro que el armado de las mismas no será igual debido a la ubicación y los momentos que se generen.

2.1.5.3. Losas

La determinación del espesor de la losa conocido como peralte, se realiza por medio de las dimensiones de la superficie de la losa, se considera la losa mas crítica con las mayores dimensiones tomando en cuenta lo siguiente.

$$t = (\text{perímetro de la losa}) / 180$$

$$m = a / b$$

Donde:

t = peralte de la losa

m = relación entre lado corto y largo de la losa

a = lado corto de la losa

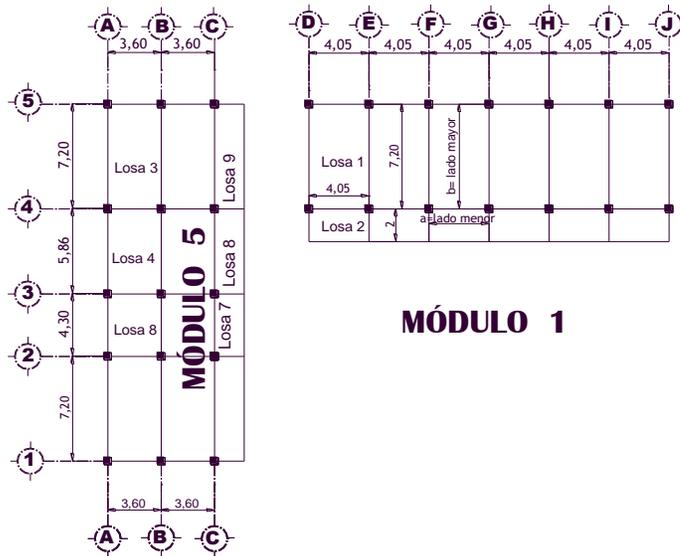
b = lado largo de la losa

Si $m < 0,5$ la losa se arma en un solo sentido

Si $m > 0,5$ la losa se arma en dos sentidos

Como se depende tanto de m como de t se analiza ambos en las losas más críticas, las cuales se muestran a continuación para obtener el valor de t mayor con el que se diseñarán todas las losas.

Figura 9. Tipos y números de losas según dimensiones



MÓDULO 1

Losa 1 $m = 4,05 / 7,20 = 0,56$ »» losa armada en 2 sentidos

Losa 2 $m = 2,25 / 4,05 = 0,56$ »» losa armada en 2 sentidos

MÓDULO 5

Losa 3 $m = 3,60 / 7,20 = 0,50$ »» losa armada en 2 sentidos

Losa 4 $m = 3,60 / 5,86 = 0,61$ »» losa armada en 2 sentidos

Losa 5 $m = 2,00 / 7,20 = 0,28$ »» losa armada en 1 sentidos

Losa 6 $m = 2,00 / 5,86 = 0,34$ »» losa armada en 1 sentidos

Losa 7 $m = 2,00 / 4,30 = 0,47$ »» losa armada en 1 sentidos

Losa 8 $m = 3,60 / 4,30 = 0,84$ »» losa armada en 2 sentidos

MÓDULO 1

Losa 1 $t = ((4,05)(2) + (7,20)(2)) / 180 = 0,13$

Losa 2 $t = ((4,05)(2) + (2,25)(2)) / 180 = 0,07$

Se trabajara con un espesor de 0,13 m en toda losa de salones como la de los pasillos.

MÓDULO 5

Losa 3 $t = ((3,60)(2) + (7,20)(2)) / 180 = 0,12$

Losa 4 $t = ((3,60)(2) + (5,86)(2)) / 180 = 0,04$

Losa 5 $t = ((2,00)(2) + (7,20)(2)) / 180 = 0,10$

Losa 6 $t = ((2,00)(2) + (5,86)(2)) / 180 = 0,09$

Losa 7 $t = ((4,30)(2) + (2,00)(2)) / 180 = 0,07$

Losa 8 $t = ((4,60)(2) + (4,30)(2)) / 180 = 0,06$

El valor con el que se trabaja de peralte para todas las losas será de 0,12 m siendo este el mayor de todos los obtenidos.

2.1.5.4. Cimentación

Para la cimentación, por las características del suelo, se realizará una cimentación con zapatas aisladas, haciendo uso de una viga conectora, más la compactación de un metro debajo de la zapata, de material selecto más cemento, para dar una mayor estabilidad y disminuir la profundidad de la cimentación, logrando resistencia y reduciendo costos.

En el inciso 2.1.13.5 aparece el cálculo de las dimensiones de la zapata y cimentaciones, conjuntamente con el diseño.

2.1.5.5. Techo (cubierta de estructura metálica)

La cubierta de estructura metálica para el segundo nivel se realizará con costaneras y láminas termo acústica, haciendo uso de tensores. Se techará tanto aulas como el patio. En el patio se dispone de la utilización de cerchas debido a que no existen vigas y el mismo solo unirá los módulos entre si. El diseño y dimensiones del mismo aparece más adelante en el inciso 2.1.13.1.

2.1.6. Cargas aplicadas a los marcos

Las cargas de a una estructura, dependen de la manera en la que sean aplicadas, ya que según su ubicación harán reaccionar a la estructura en sus apoyos, tenderán a deformar la misma y sus componentes.

2.1.6.1. Cargas verticales

Son el producto de las fuerzas que ejerce la gravedad sobre la estructura. Según su posición, se dividen en cargas vivas y muertas.

2.1.6.1.1. Cargas Vivas (CV)

Las cargas vivas son las móviles, las que pueden estar o no aplicadas en cierta hora del día, que van generar cierta carga sobre la estructura, de acuerdo al uso del edificio.

Se presentan los valores de las cargas adoptadas para el presente diseño, considerando el tipo de establecimiento, según códigos internacionales como el SEAOC y ASCE de diseño de estructuras (por el tipo de techo, gradas y rampas).

Tabla V. Cargas a utilizar para los cálculos según el diseño

Techo con acceso	250	kg/m ²
Talleres	600	kg/m ²
Aulas	350	kg/m ²
Pasillos	550	kg/m ²
Escaleras	500	kg/m ²

2.1.6.1.2. Cargas muertas (CM)

Son las que estarán presentes durante toda la vida de la estructura, siendo estas el peso propio de la estructura. Los pesos que se utilizarán para el cálculo de la carga total del presente diseño son los siguientes:

Tabla VI. **Pesos a utilizar**

Peso del concreto	2 400	kg/m ²
Peso de acabados	80	kg/m ²
Peso de muros	210	kg/m ²
Barandas	40	kg/m ²
Piso de aulas	50	kg/m ²
Piso de pasillos	45	kg/m ²
Vidrio	39	kg/m ²
Sobre carga	100	kg/m ²
Repello + cernido	25	kg/m ²

Cubierta de estructura metálica

Lámina	8	kg/m ²
Armadura	42	kg/m ²
Instalaciones	50	kg/m ²

2.1.6.2. Cargas horizontales

Son las fuerzas que actúan en forma octogonal a la estructura de forma externa a ella. Entre estas se pueden encontrar; las de viento, sismo y presión (fluidos, tierra y granos).

2.1.6.2.1. Carga sísmica

La fuerza sísmica repercute en gran medida en toda la estructura, es crucial a la hora de diseñar, lo cual se considerará en el diseño de corte basal y los diagramas de momentos del diseño.

2.1.7. Integración de cargas

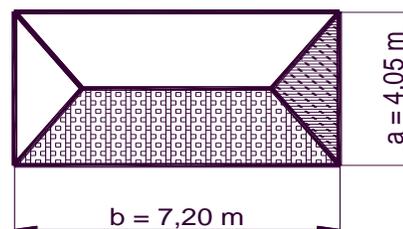
Es útil la determinación de la misma para conocer la carga distribuida a todo el marco, se analizará primero la integración de la carga vertical en sentido **X** y **Y** por medio de áreas tributarias, analizando el módulo 1 y luego las cargas horizontales, que afectan a la estructura por medio del corte basal.

2.1.7.1. Integración de carga vertical

Se utilizará el método de áreas tributarias, el cual incluye la carga del elemento estructural, específicamente sobre las vigas. Se calcula de la siguiente forma:

$$W \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) = \frac{(\text{Area tributaria})(W(\text{kg}/\text{m}))}{\text{longitud}}$$

Figura 10. Área tributaria de la sección típica de losa

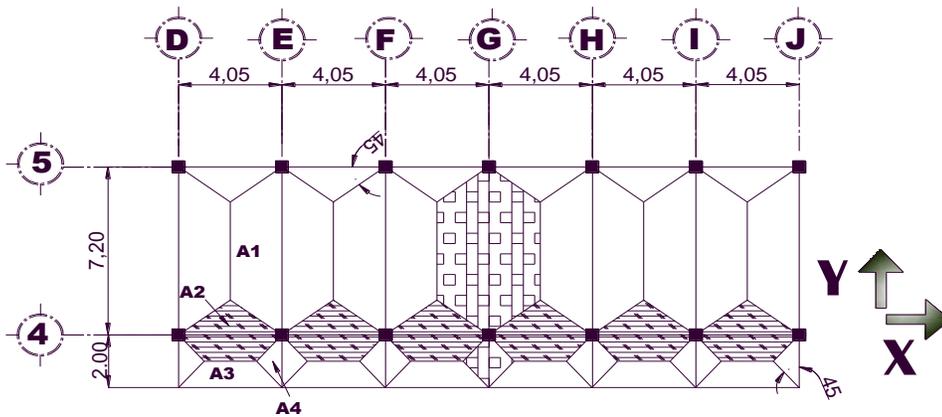


Para la determinación de las áreas tributarias es necesario determinar dos figuras geométricas, en este caso un triángulo y un trapecio, utilizando las siguientes ecuaciones matemáticas que proporcionarán las áreas respectivas, para luego calcular por nivel y eje el peso existente.

$$A_{\text{trapecio}} = \frac{a}{2} (2b - a)$$

$$A_{\text{triangulo}} = \left(\frac{a^2}{2} \right)$$

Figura 11. Áreas tributarias de los ejes críticos a ser analizados



$$A_1 = \frac{4,05}{2} \left(\frac{2(7,20) - 4,05}{2} \right) = 10,48 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{4,05^2}{2} = 4,10 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{2,00}{2} \left(\frac{2(4,05) - 2,00}{2} \right) = 3,05 \text{ m}^2$$

$$A_4 = \frac{2^2}{2} = 2 \text{ m}^2$$

Cálculo de carga distribuida sobre el marco típico en sentido Y, eje G para nivel 1 y 2. (Con los valores de cargas escritos arriba)

Nivel 1.

Carga muerta (CM)

$$W_{\text{losa}} = \left(\frac{(10,48 \text{ m}^2 + 10,48 \text{ m}^2)(0,13 \text{ m})(2\,400 \text{ kg/m}^3)}{7,20 \text{ m}} \right) = 908,27 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{voladizo}} = \left(\frac{(1 \text{ m}^2 + 1 \text{ m}^2)(0,13 \text{ m})(2\,400 \text{ kg/m}^3)}{2,00 \text{ m}} \right) = 312,0 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{muros}} = (7,20 \text{ m})(210 \text{ kg/m}^2) = 1\,512 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{acabados}} = \left(\frac{(10,48 \text{ m}^2 + 1 \text{ m}^2)(80 \text{ kg/m}^2)}{9,20 \text{ m}} \right) = 99,83 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{CM}} = (W_{\text{losas}} + W_{\text{voladizo}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}})$$

$$W_{\text{CM}} = (908,27 + 312 + 1\,512 + 99,83) = 2\,832,10 \text{ kg/m}$$

Carga viva (CV)

$$W_{\text{aulas}} = \left(\frac{(10,48 \text{ m}^2 + 10,48 \text{ m}^2)(350 \text{ kg/m}^2)}{7,20 \text{ m}} \right) = 1\,018,89 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{pasillos}} = \left(\frac{(1 \text{ m}^2 + 1 \text{ m}^2)(550 \text{ kg/m}^2)}{2 \text{ m}} \right) = 550 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{CV}} = (W_{\text{aulas}} + W_{\text{pasillos}})$$

$$W_{\text{CV}} = (1\,018,89 + 550) = 1\,568,89 \text{ kg/m}$$

Nivel 2.

Carga muerta (CM)

$$W_{\text{techo estructura metalica}} = \left(\frac{(22,2 \text{ m}^2)(100 \text{ kg/m}^2)}{7,20 \text{ m}} \right) = 308,33 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{voladizo}} = \left(\frac{(7,72 \text{ m}^2)(100 \text{ kg/m}^3)}{2 \text{ m}} \right) = 386 \text{ kg/m}$$

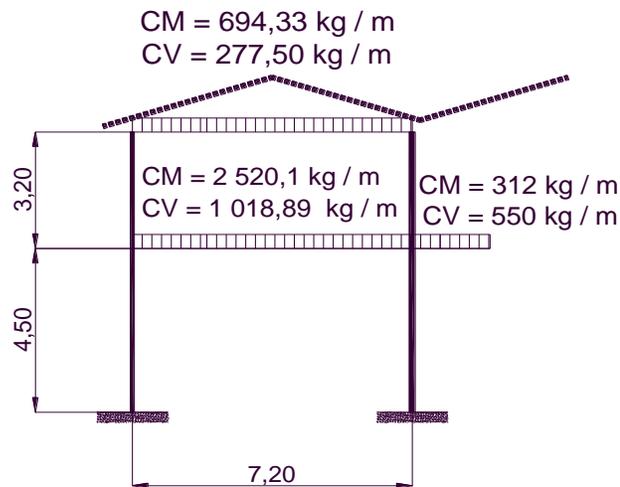
$$W_{\text{CM}} = (W_{\text{techo estructura metalica}} + W_{\text{voladizo}})$$

$$W_{\text{CM}} = (308,33 + 386) = 694,33 \text{ kg/m}$$

Carga viva (CV)

$$W_{\text{techo estructura metalica}} = \left(\frac{(22,2 \text{ m}^2)(90 \text{ kg/m}^2)}{7,20 \text{ m}} \right) = 277,5 \text{ kg/m}$$

Figura 12. Integración de carga vertical en Y en eje G



Cálculo de carga distribuida sobre el marco típico en sentido X, eje 4 para nivel 1 y 2.

Nivel 1.

Carga muerta (CM)

$$W_{\text{losa}} = \left(\frac{(4,10 \text{ m}^2 + 3,05 \text{ m}^2)(0,13\text{m})(2\,400 \text{ kg/m}^3)}{4,05 \text{ m}} \right) = 550,81 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{muros}} = ((4,05\text{m})(210 \text{ kg/m}^2)) = 850,5 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{acabados}} = \left(\frac{(4,10 \text{ m}^2 + 3,05\text{m}^2)(80 \text{ kg/m}^2)}{4,05 \text{ m}} \right) = 141,23 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{CM}} = (W_{\text{losas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}})$$

$$W_{\text{CM}} = (550,81 + 850,5 + 141,23) = 1\,542,54 \text{ kg/m} * 6 = 9\,255,24$$

Carga viva (CV)

$$W_{aulas} = \left(\frac{(4,10 \text{ m}^2 + 3,05 \text{ m}^2)(350 \text{ kg/m}^2)}{4,05 \text{ m}} \right) = 617,90 \text{ kg/m}$$

$$W_{pasillos} = \left(\frac{(4,10 \text{ m}^2 + 3,05 \text{ m}^2)(550 \text{ kg/m}^2)}{4,05 \text{ m}} \right) = 970,99 \text{ kg/m}$$

$$W_{CV} = (W_{aulas} + W_{pasillos})$$

$$W_{CV} = (617,90 + 970,99) = 1\,588,89 \text{ kg/m} * 6 = 9\,533,34$$

Nivel 2.

Carga muerta (CM)

$$W_{techo \text{ estructura metalica}} = \left(\frac{(8,10 \text{ m}^2)(100 \text{ kg/m}^2)}{4,05 \text{ m}} \right) = 200 \text{ kg/m}$$

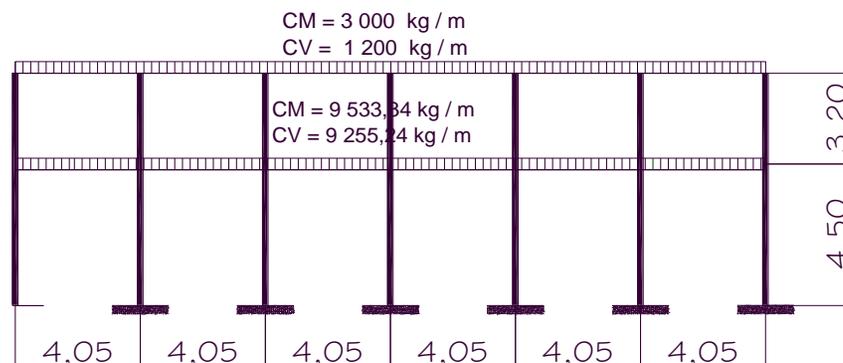
$$W_{CM} = 200 * 6 = 1\,200 \text{ kg/m}$$

Carga viva (CV)

$$W_{techo \text{ estructura metalica}} = \left(\frac{(8,10 \text{ m}^2)(250 \text{ kg/m}^2)}{4,05 \text{ m}} \right) = 500 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM} = 500 * 6 = 3\,000 \text{ kg/m}$$

Figura 13. Integración de carga vertical en X en eje 4



2.1.7.2. Integración de carga horizontal

Tiene como objetivo el diseño sísmico dimensionando las estructuras, para proporcionar elementos sísmos resistentes óptimos, de manera que estas puedan resistir los desplazamientos y las fuerzas inducidas por el movimiento del terreno. A continuación se describe el método a utilizar como los factores a emplear en el mismo, haciendo uso de las tablas V, VI y VII.

Método del corte basal o estático equivalente (SEAOC): se debe reemplazar el efecto que pueda causar un sismo por fuerzas que se apliquen al edificio horizontalmente, las cuales se deben distribuir en toda la altura del edificio. En otras palabras, la utilización del método SEAOC, nos permite encontrar una fuerza en la base del edificio que se está sacudiendo. Para conocer el valor del corte basal se hará uso del código internacional SEAOC, en el cual, el corte se calculó por medio de la siguiente ecuación.

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

V = fuerza dinámica que se representa como el corte basal

Z = coeficiente de riesgo sísmico, varía según la zona sísmica. Para este caso por pertenecer a Guatemala y considerarse en la categoría número 4, se trabajara con $Z= 1$

I = coeficiente que depende del tipo de estructura, su rango estará comprendido entre: $1,0 \leq I \leq 1,50$. Considerando los siguientes parámetros.

$I = 1,5$ Para estructuras fundamentales.

$I = 1,25 - 1,30$ Para estructuras de instituciones educativas.

I = 1,10 Estructuras para usos múltiples.

I = 1 Para el resto de estructuras.

Para el caso en estudio, por ser un instituto de dos niveles, se utilizará para los cálculos I = 1,30.

K = coeficiente que depende del tipo de estructura seleccionada que resiste el 100% del sismo. Puede tomar los siguientes valores según sea el caso de diseño.

Tabla VII. Valores de K

TIPO	ARREGLO RESITENTE	VALOR K
1	Marcos dúctiles sin contraviento	0.67
2	Marcos dúctiles y sistemas de corte (embreizados y muros de corte)	0.8
3	Mampostería	1
4	Diseños especiales (péndulos invertidos)	2.5

Fuente: Fredy Ramírez Figueroa. **Guía Práctica dirigida del curso de diseño estructural**, p. 37.

Se utilizará K = 0,67 según la tabla VIII para marcos dúctiles.

C = Coeficiente ligado al período de vibración de la estructura, dependiendo de la flexibilidad que presente la estructura esta determinado por:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12$$

Para determinar el valor de t se utiliza la siguiente ecuación:

$$T = \frac{0,09 h}{\sqrt{b}}$$

Donde:

T = Período de tiempo que necesita la estructura para completar una vibración.

h = Altura del edificio (metros)

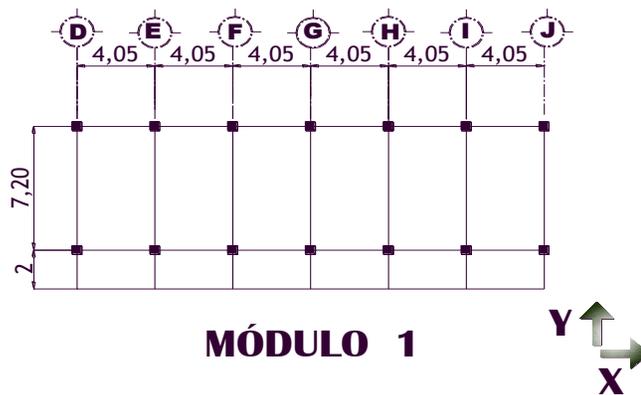
b = Dimensiones del edificio paralelo a la acción del sismo considerado

S = Coeficiente que depende del tipo del suelo de cimentación.
Comprendido entre $1 \leq S \leq 1,50$. Se usará $S= 1,50$.

W = peso propio de la estructura.

$$W_{TOTAL} = W_{losa} + W_{columnas} + W_{vigas} + W_{acabados} + CV$$

Figura 14. **Módulo a simétrico a analizar según el sentido X y Y**



Se tomará el sentido de las X y Y como se muestra en la figura para todos los cálculos según los ejes. Calculando los pesos por nivel:

NIVEL n-1

Carga muerta CM

$$\text{Losa} = (2400 \text{ kg/m}^3)(24,3 \text{ m})(7,20 \text{ m})(0,13 \text{ m}) = 54\,587,52 \text{ kg}$$

$$\text{Voladizo} = (2400 \text{ kg/m}^3)(24,3 \text{ m})(2 \text{ m})(0,13 \text{ m}) = 15\,163,20 \text{ kg}$$

Columnas

$$= (2\,400\text{ kg/m}^3)(14)(0,45\text{ m} * 0,45\text{ m})(4,89\text{ m}) = 33\,271,56\text{ kg}$$

$$\text{Vigas 1} = (2\,400\text{ kg/m}^3)(7)(0,6\text{ m} * 0,30\text{ m})(7,20\text{ m}) = 21\,772,80\text{ kg}$$

$$\text{Vigas 2} = (2\,400\text{ kg/m}^3)(18)(0,4\text{ m} * 0,20\text{ m})(4,05\text{ m}) = 13\,996,80\text{ kg}$$

$$\text{V – voladizo} = (2\,400\text{ kg/m}^3)(7)(0,6\text{ m} * 0,3\text{ m})(2\text{ m}) = 6\,048\text{ kg}$$

$$\text{Pared de mamposteria} = (210\text{ kg/m}^2)(96,90\text{ m}^2) = 20\,349\text{ kg}$$

$$\text{Vidrio} = (39\text{ kg/m}^2)(15\text{ m} * 6\text{ m} * 2) = 1\,216,80\text{ kg}$$

$$\text{Piso de pasillos} = (45\text{ kg/m}^2)(24,3\text{ m} * 2\text{ m}) = 2\,187\text{ kg}$$

Piso de Aulas

$$= (50\text{ kg/m}^2)(24,3\text{ m} * 7,20\text{ m}) = 8\,748\text{ kg}$$

$$\text{Barandas} = (40\text{ kg/m}^2)(25\text{ m}^2) = 810\text{ kg}$$

Sobre carga (incluye rampas de acceso)

$$= (100\text{ kg/m}^2)(223,56\text{ m}^2) = 22\,356\text{ kg.}$$

Total CM

$$= \underline{\underline{200\,506,68\text{ kg}}}$$

Carga viva CV

$$\text{Aulas} = (350\text{ kg/m}^2)(24,3\text{ m} * 7,20\text{ m}) = 810\text{ kg}$$

Corredores (incluye rampas de acceso)

$$= (550\text{ kg/m}^2)(2\text{ m} * 24,3\text{ m}) = 26\,730\text{ kg}$$

Total CV

$$= \underline{\underline{87\,966\text{ kg}}}$$

$$\text{W total n1} = \underline{\underline{288\,472,68\text{ kg}}}$$

NIVEL n- 2

Carga muerta CM

Cubierta de estructura metálica

$$\text{Lámina} = 8\text{ kg/m}^2$$

$$\text{Armadura} = 42\text{ kg/m}^2$$

$$\begin{array}{r} \text{Instalaciones} = 50 \text{ kg/m}^2 \\ \hline + \\ = 100 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

$$\text{Cubierta metálica} = (100 \text{ kg/m}^2)(272,16 \text{ m}^2) = 27\,216 \text{ kg}$$

Columnas

$$= (2\,400 \text{ kg/m}^3)(14)(0,45 \text{ m} * 0,45 \text{ m})(4,10 \text{ m}) = 27\,896,40 \text{ kg}$$

$$\text{Vigas 1} = (2\,400 \text{ kg/m}^3)(7)(0,6 \text{ m} * 0,30 \text{ m})(9,20 \text{ m}) = 27\,820,80 \text{ kg}$$

$$\text{Vigas 2} = (2\,400 \text{ kg/m}^3)(18)(0,4 \text{ m} * 0,20 \text{ m})(4,05 \text{ m}) = 13\,996,80 \text{ kg}$$

$$\text{Pared de mampostería} = (210 \text{ kg/m}^2)(177,70 \text{ m}^2) = 37\,317 \text{ kg}$$

$$\text{Vidrio} = (39 \text{ kg/m}^2)(22,55 \text{ m}^2) = 879,45 \text{ kg}$$

$$\text{Divisiones} = (90,5 \text{ kg/m}^2)(7,20 \text{ m} * 3 \text{ m}) = 1\,954,80 \text{ kg}$$

Sobre carga

$$= (80 \text{ kg/m}^2)(272,16 \text{ m}^2) = 21\,772,80 \text{ kg}$$

Total CM

$$= \mathbf{158\,854,05 \text{ kg}}$$

Carga viva CV

con acceso

$$= (150 \text{ kg/m}^2)(2\,736,16 \text{ m}^2) = 41\,424 \text{ kg}$$

Total CV

$$= \mathbf{41\,424 \text{ kg}}$$

$$W \text{ total } n - 2 = \mathbf{200\,278,05 \text{ kg}}$$

Carga total para trabajar el corte basal

$$W \text{ total} = W \text{ total } n - 1 + W \text{ total } n - 2$$

$$W \text{ total} = 288\,472,68 \text{ kg} + 200\,778,05 \text{ kg} = \mathbf{488\,750,73 \text{ kg}}$$

Centro de rigidez

Nota: Todas las columnas tienen la misma sección 0,45 x 0,45 m y por tal la misma rigidez "K".

Considerando el sentido de X y Y, como se muestra en la figura 19.

Donde:

\bar{X}_{cr} = centro de rigidez en x

\bar{Y}_{cr} = centro de rigidez en y

$$\bar{X}_{cr} = \frac{\sum(k_{y1} * x1)}{\sum k_{y1}}$$

$$\bar{X}_{cr} = \frac{\sum(2k(4,05) + 2k(8,10) + 2k(12,15) + 2k(16,2) + 2k(20,5) + 2k(24,3))}{14 k}$$

$$\bar{X}_{cr} = 10,72 \text{ m}$$

$$\bar{Y}_{cr} = \frac{\sum(k_{x1} * y1)}{\sum k_{x1}}$$

$$\bar{Y}_{cr} = \frac{\sum(6k(2) + 6k(7,20))}{(14k)} = 3,94 \text{ m}$$

Centro de masa.

Donde:

CM_y = centro de masa en y = Y/2

CM_x = centro de masa en x = X /2

$$CM_y = \frac{9,20 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 4,60 \text{ m}$$

$$CM_x = \frac{24,30 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 12,15 \text{ m}$$

Excentricidades.

Donde:

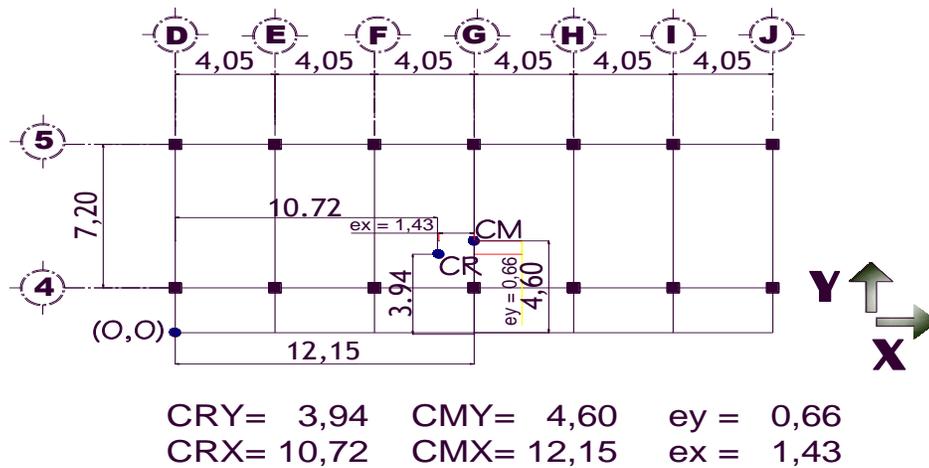
$$e \bar{x} = CM_x - CR_x \text{ (excentricidad en x)}$$

$$e \bar{y} = CM_y - CR_y \text{ (excentricidad en y)}$$

$$e \bar{x} = (12,15 \text{ m} - 10,72 \text{ m}) = 1,43 \text{ m}$$

$$e \bar{y} = (4,60 \text{ m} - 3,94 \text{ m}) = 0,66 \text{ m}$$

Figura 15. Ubicación del centro de masa, centro de rigidez y la excentricidad del módulo



Corte basal.

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

Z = 1 Zona capital

I = 1,30 Estructuras educativas

K = 0,67 Marcos dúctiles resistentes al 100% de la carga sísmica.

S = 1,5 Tipo de suelo

Determinación del corte basal en el sentido X.

$$D = 24,3$$

$$h_n = 9,20$$

$$T = \frac{(0,06)(8,10)}{\sqrt{24,3}} = 0,098$$

$$C = \frac{1}{15 \sqrt{0,098}} = 0,21$$

$$V = (1)(1,30)(0,67)(0,21)(1,5)(488\,759,73 \text{ kg}) = 134\,096,09 \text{ kg}$$

$$f_t = 0 \text{ si } T < 0,7 \text{ s}$$

$$0,098 < 0,7 \text{ s}$$

Entonces:

$$w_1 h_1 = (4,90)(28\,8472,68) = 1\,413\,516,13$$

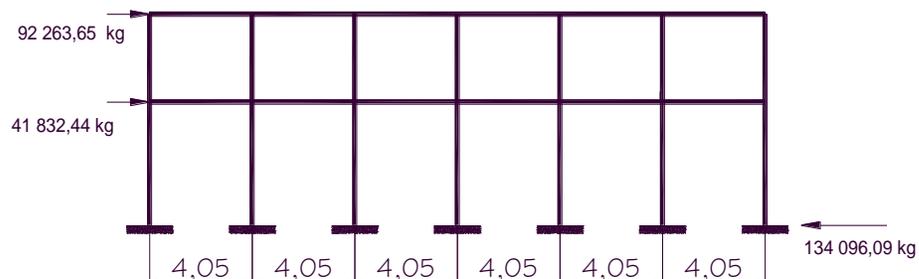
$$w_2 h_2 = (3,20)(200\,278,05) = 640\,889,76$$

$$\text{Total} = 2\,054\,405,89$$

$$F_1 = \frac{(1\,413\,516,13)(134\,096,09)}{(2\,054\,405,89)} = 92\,263,65 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{(640\,889,76)(134\,096,09)}{(2\,054\,405,89)} = 41\,832,44 \text{ kg}$$

Figura 16. Fuerzas en marco en sentido X



Determinación del corte basal en el sentido Y

$$D = 7,20$$

$$h_n = 10,30$$

$$T = \frac{(0,06)(10,30)}{\sqrt{7,20}} = 0,18$$

$$C = \frac{1}{15 \sqrt{0,18}} = 0,16$$

$$V = (1)(1,30)(0,67)(0,16)(1,5)(488\,759,73 \text{ kg}) = 102\,168,45 \text{ kg}$$

$$f_t = 0 \text{ si } T < 0,7 \text{ s}$$

$$0,18 < 0,7 \text{ s}$$

Entonces:

$$w_1 h_1 = (4,90)(102\,168,45) = 1\,413\,516,13$$

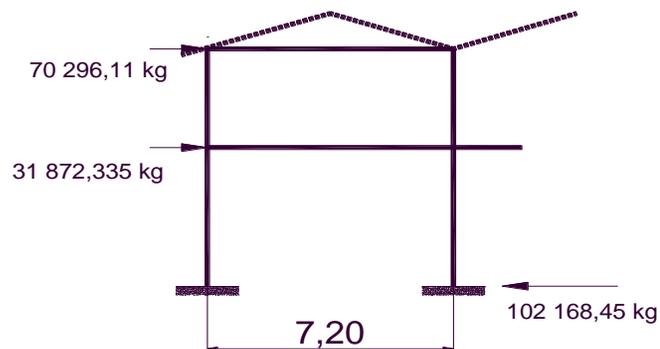
$$w_2 h_2 = (3,20)(200\,278,05) = 640\,889,76$$

$$\text{Total} = 2\,054\,405,89$$

$$F_1 = \frac{(1\,413\,516,13)(102\,168,45)}{(2\,054\,405,89)} = 70\,296,11 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{(640\,889,76)(102\,168,45)}{(2\,054\,405,89)} = 31\,872,335 \text{ kg}$$

Figura 17. Fuerzas en marco en sentido Y



Como todas las columnas tienen secciones iguales asumimos K de rigidez para todas.

Sentido de los ejes numéricos (Y) eje G

$$\sum k_{iy} = 2k(7) = 14 k$$

Corte traslacional que resiste el eje G

$$\text{Eje 1} = \frac{2k}{14k} = 0,143 F_{N2}$$

$$\sum \text{rigidez} = (7)(0,143) = 1,03 F_{N2}$$

Sentido de La Literales (X) eje 4

$$\text{Eje G} = 2k(7) = 14 k$$

Corte traslacional que resiste el eje 4

$$\text{Eje 4} = \frac{2k}{14k} = 0,50 F_{N2}$$

Analizando para eje 4 y G

$$\text{Eje 4} = 0,5 F_N$$

$$\text{Eje G} = 0,14 F_N$$

Figura 18. **Fuerzas en marco en sentido X, considerando Factores de rígidez**

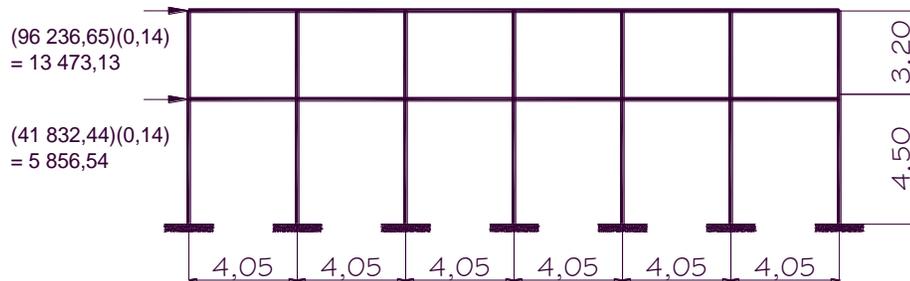
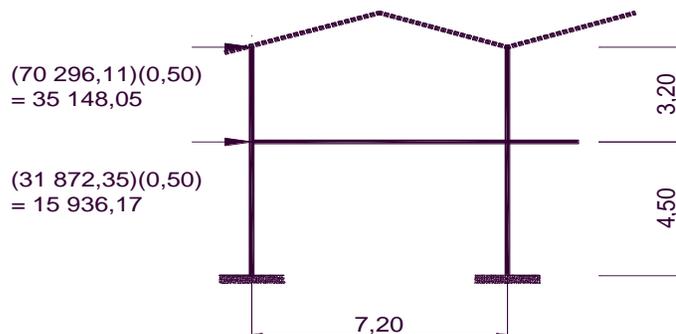


Figura 19. **Fuerzas en marco en sentido Y, considerando factores de rígidez**



- **Excentricidades de diseño**

Eje X

$$ed_x = 1,5 ex + \%b$$

$$ed_x = 1,5 (1,43) + (24,3)(0,1) = 4,58 \text{ m}$$

Eje Y

$$ed_y = 1,5 ey + \%b$$

$$ed_x = 1,5 (0,66) + (9,2)(0,1) = 1,91 \text{ m}$$

- **Torsión sísmica**

2do. Nivel

$$T = -100\% F_x ed_y + 30\% F_y ed_x$$

$$T = -(70\,296,11)(1,91) + (0,3)(96\,236,65)(4,58)$$

$$T = 2\,036,41 \text{ kg} - \text{m}^2$$

$$T = 100\% F_y x - 30\% F_x ed_y$$

$$T = (96\,236,65)(4,58) - (0,3)(70\,296,11)(1,91)$$

$$T = 400\,484,19 \text{ kg} - \text{m}^2$$

$$T = 100\% F_y ed_x + 30\% F_x ed_y$$

$$T = (96\,236,65)(4,58) + (0,3)(70\,296,11)(1,91)$$

$$T = 481\,043,53 \text{ kg} - \text{m}^2 \text{ ok.}$$

$$T = -100\% F_x ed_y - 30\% F_y ed_x$$

$$T = -(96\,236,65)(4,58) - (0,3)(70\,296,11)(1,91)$$

$$T = -481\,043,53 \text{ kg} - \text{m}^2 \text{ ok.}$$

1er. Nivel

$$T = -100\% F_y ed_x + 30\% F_x ed_y$$

$$T = -(96\,236,65)(4,58) + (0,3)(70\,296,11)(1,91)$$

$$T = -400\,484,19 \text{ kg} - \text{m}^2$$

Nota: Como se puede verificar, la ecuación da como resultado la mayor fuerza de torsión debida al sismo, con esto trabajará para los siguientes calculos.

Calculando las fuerzas para el primer nivel

$$F_x = (96\,236,65 + 5\,856,54) = 102\,093,19$$

$$F_y = (70\,296,11 + 15\,936,17) = 86\,232,28$$

$$T = 100\% F_y e_{dx} - 30\% F_x e_{dy}$$

$$T = (102\,093,19)(4,58) + (0,3)(86\,232,28)(1,91)$$

$$T = 516\,997,91 \text{ kg} - \text{m}^2$$

- **Momento polar equivalente**

$$J_r = \sum K_x * Y_{cr}^2 + K_y * X_{cr}^2$$

$$J_r = \sum \left(\frac{7}{14}\right) (3,94)^2 (2) + \left(\frac{7}{14}\right) (1,94)^2 (2) + \left(\frac{2}{14}\right) (10,72)^2 (2) \\ + \left(\frac{2}{14}\right) (6,67)^2 (2) + \left(\frac{2}{14}\right) (2,62)^2 (2)$$

$$J_r = 66,79 \text{ kg} - \text{m}$$

- **Incremento debido al corte**

$$AV_{eje} = \frac{Tr}{J} K_{eje}$$

$$AV_x = \frac{Tr}{J} K_x$$

$$AV_y = \frac{Tr}{J} K_y$$

Eje de las numericos (X) eje 4

2do. Nivel

$$AV_{eje\ 4} = \frac{(481\,043,53)(1,94)\left(\frac{7}{14}\right)}{(66,79)} = 6\,986,26$$

1er. Nivel

$$AV_{eje\ 4} = \frac{(516\,997,91)(1,94)\left(\frac{7}{14}\right)}{(66,79)} = 7\,508,43$$

Eje de las literales (Y) eje G

2do. Nivel

$$AV_{\text{eje G}} = \frac{(481\,043,53)(10,72)(2/14)}{(66,79)} = 11\,029,85$$

1er. Nivel

$$AV_{\text{eje G}} = \frac{(516\,997,91)(10,72)\left(\frac{2}{14}\right)}{(66,79)} = 11\,854,25$$

Figura 20. Fuerzas últimas aplicadas al marco en el sentido X

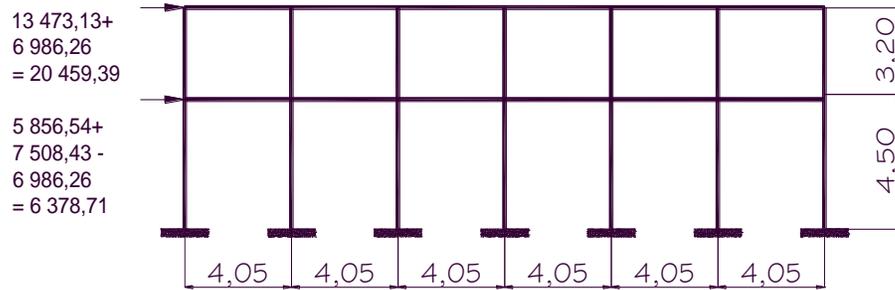
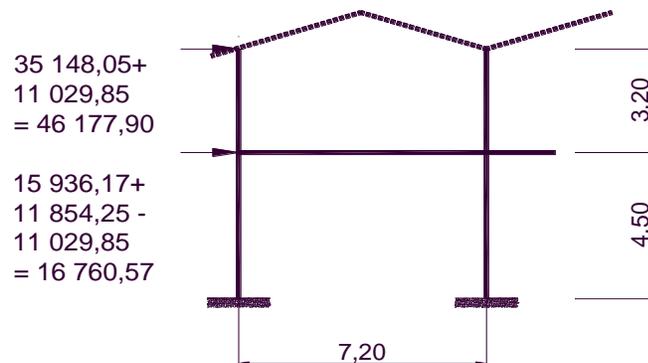


Figura 21. Fuerzas últimas aplicadas al marco en el sentido Y



2.1.8. Análisis estructural

El análisis estructural determina la forma que adquiere una estructura al ser sometida a cargas, y los consecuentes esfuerzos a que se ven sometidos sus miembros. Se puede hacer uso de métodos analíticos, numéricos, gráficos y experimentales.

El análisis estructural tiene como objetivo hacer trabajar la estructura bajo las condiciones más críticas (sismo), y determinar hasta dónde es capaz de soportar los momentos, como también determinar las fuerzas que se puedan aplicar sobre la misma.

Entre la clasificación de los métodos utilizados en el análisis estructural están:

- a. Métodos aproximados: son utilizados para comparaciones rápidas y diseños preliminares, para luego trabajar un método más definido.
- b. Métodos exactos: utilizan una matemática muy refinada, conocidos como métodos de los desplazamientos, haciendo uso de iteraciones. Considerando que estos métodos son los que describen mejor el comportamiento real de la estructura ante la acción de las cargas en ella son los que se utilizarán en el análisis del proyecto. Entre estos métodos se encuentra el método de Cross y Kani.

Para la realización del análisis estructural del proyecto, se utilizará el método de Kani, el cual se resume en 2.1.8.2 (análisis por el método de Kani) donde se dejará descrita la primera iteración del método.

2.1.8.1. Análisis de módulo de aulas y talleres

Se realizará el análisis del módulo denominado de aulas y talleres o modulo 1, donde los ejes más críticos a analizar, como se aprecia en la figura 11, son el eje G en el sentido Y y el eje 4 en el sentido de X. Como se puede observar en la figura 5 los 4 módulos son idénticos, por lo que el diseño estructural determinado para el módulo 1 será el mismo para el resto de los otros 3 módulos. Para analizar la estructura se utilizará un parámetro de comparación por el método de Kani a mano y por un programa asistido por computadora en forma digital llamado Etab`s.

2.1.8.2. Análisis por el método de Kani

Este método se desarrolla a través de aproximaciones sucesivas, haciendo uso de la distribución de momentos. A continuación se expondrá un resumen del procedimiento del método, mismo que se dejará constancia de la primera iteración.

Elementos que componen el método de Kani

- **Momentos fijos (MF_{ik}):** para cargas linealmente distribuidas

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

- **Momentos de sujeción (Ms):** estos se calculan cuando existen cargas verticales aplicadas en los nudos.

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

- **Fuerza de sujeción (H):** se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco, donde H será igual a la fuerza por marco del nivel tomada del análisis sísmico.
- **Fuerza cortante en el piso (Q_n):** se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco.

$$Q_n = \sum H$$

- **Momentos de piso (M_n):** se calculan cuando se hace el análisis con las fuerza horizontales.

$$M_n = \frac{Q_n * h_n}{3} \quad h_n = \text{altura del piso } n$$

- **Rigideces de los elementos (K_{ik}):** la rigidez no es más que la medida de la capacidad de un elemento para oponerse al giro de uno de sus extremos cuando es aplicado en el momento.

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}} \quad ; \quad I = \text{inercia del elemento,}$$

$$L_{ik} = \text{longitud del elemento}$$

- **Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik}):** estos se dan en todos los momentos. Únicamente en las zapatas por definición son iguales a cero.

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

- **Factores de corrimiento (V_{ik})** : se dan cuando existe desplazamiento de los nudos de las columnas, debido a la carga lateral.

$$V_{ik} = -\frac{2}{3} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- **Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})** :

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

$$M''_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \sum M''_{ni} + M'_{ni}) \quad \text{con ladeo}$$

- **Cálculo de iteraciones, influencia de desplazamiento (M''_{ik})**:

$$M' = v_{ik}[\sum M'_{ik} + M'_{ki}] \quad \text{Ladeo por antisimetría}$$

$$M''_{ik} = v_{ik} \left[M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right] \quad \text{Ladeo por fuerza horizontal}$$

- **Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})**:

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

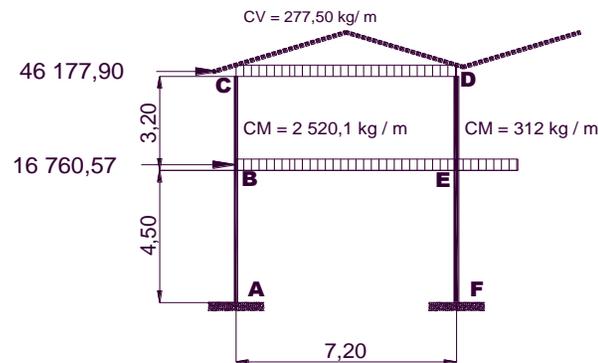
$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M''_{ik} + M''_{ik} \quad \text{con ladeo}$$

Aplicación del método de Kani para carga muerta en el marco del eje típico G en el sentido Y.

Se expondrá el proceso del método para la primera iteración con la carga muerta en el sentido Y, utilizando las fórmulas anteriormente expuestas.

Se definirán los nombres de los nudos para identificar los mismos, conjuntamente con las cargas, en la figura 22.

Figura 22. **Carga vertical muerta aplicada al marco en el sentido Y, con la ubicación de los nudos con literales**



- **Cálculo de momentos fijos (MF_{ik})**

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

$$-MF_{CD} = MF_{CD} = \pm \frac{(277,50) * (7,20)^2}{12} = \pm 1 998,80 \text{ kg} * \text{m}$$

$$-MF_{BE} = MF_{BE} = \pm \frac{(2 520,10) * (7,20)^2}{12} = \pm 130 641,98 \text{ kg} * \text{m}$$

- **Cálculo de momentos de sujeción (M_s)**

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

Nudo C: $M_s = MF_{CD} = -1 998,80 \text{ kg} * \text{m}$

Nudo D: $M_s = MF_{DC} = +1 998,80 \text{ kg} * \text{m}$

Nudo B: $M_s = MF_{BE} = -130 644,98 \text{ kg} * \text{m}$

Nudo E: $M_s = MF_{EB} = +130 644,98 \text{ kg} * \text{m}$

- **Momentos de piso (M_n)**

$$M_n = \frac{Q_n \cdot h_n}{3} \quad h_n = \text{altura del piso } n$$

$$M_1 = \frac{46\,177,90 \cdot 3,20}{3} = 49\,256,43$$

$$M_2 = \frac{16\,750,57 \cdot 4,50}{3} = 26\,625,85$$

- **Rigideces de los elementos (K_{ik})**

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}} \quad ; \quad I = \text{inercia del elemento,}$$

L_{ik} = longitud del elemento

$$K_{AB} = K_{FE} = \frac{(0,45)^4}{\frac{12}{4,50}} = 0,000\,75 \text{ m}^3$$

$$K_{BC} = K_{ED} = \frac{(0,45)^4}{\frac{12}{3,20}} = 0,001\,1 \text{ m}^3$$

$$K_{BE} = K_{CD} = \frac{(0,3)(0,60)^3}{\frac{12}{7,20}} = 0,000\,75 \text{ m}^3$$

- **Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})**

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

Nudo C

$$\mu_{CD} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,000\,75}{0,000\,75 + 0,001\,1} \right) = -0,20$$

$$\mu_{CB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,001\,1}{0,000\,75 + 0,001\,1} \right) = -0,30$$

Nudo D

$$\mu_{DC} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,000\ 75}{0,000\ 75 + 0,001\ 1} \right) = -0,20$$

$$\mu_{DE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,001\ 1}{0,000\ 75 + 0,001\ 1} \right) = -0,30$$

Nudo E

$$\mu_{ED} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,001\ 1}{0,000\ 75 + 0,001\ 1 + 0,000\ 75} \right) = -0,21$$

$$\mu_{EF} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,000\ 75}{0,000\ 75 + 0,001\ 1 + 0,000\ 75} \right) = -0,14$$

$$\mu_{EB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,000\ 75}{0,000\ 75 + 0,001\ 1 + 0,000\ 75} \right) = -0,14$$

Nudo B

$$\mu_{BA} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,000\ 75}{0,000\ 75 + 0,001\ 1 + 0,000\ 75} \right) = -0,14$$

$$\mu_{BE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,000\ 75}{0,000\ 75 + 0,001\ 1 + 0,000\ 75} \right) = -0,14$$

$$\mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,001\ 1}{0,000\ 75 + 0,001\ 1 + 0,000\ 75} \right) = -0,21$$

- Factores de corrimiento (V_{ik}) :

$$V_{ik} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

Nivel 2.

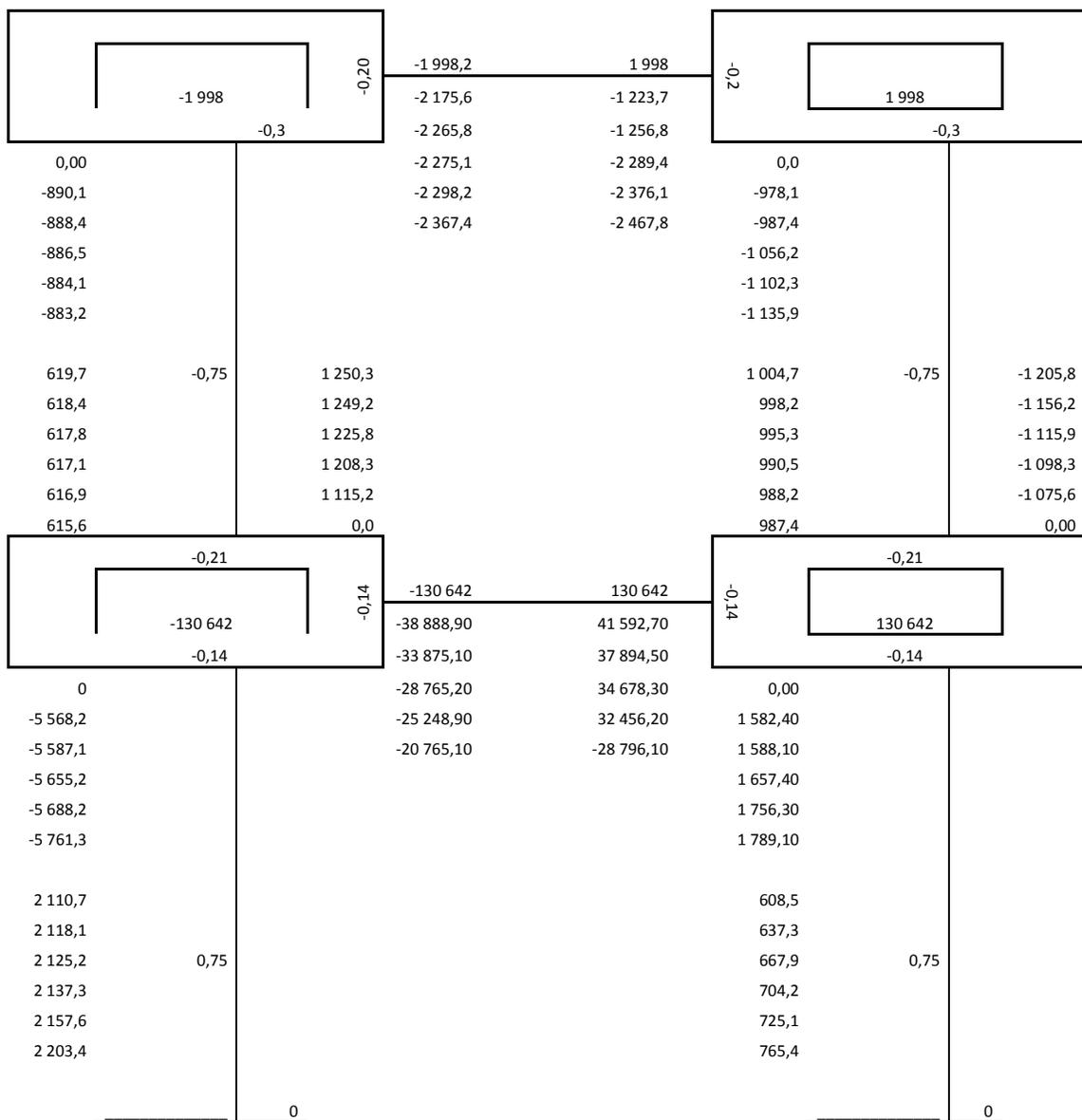
$$V_{BC} = V_{EF} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,001\ 1}{0,001\ 1 + 0,001\ 1} \right) = -0,75$$

Nivel 1.

$$V_{BC} = V_{EF} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,000\ 75}{0,000\ 75 + 0,000\ 75} \right) = -0,75$$

Para la secuencia de las iteraciones según los nudos se realizó de E → D → C → B hasta completar el ciclo con $\cup - \cup +$

Figura 23. Resultados de la iteración por el método de Kani



2.1.8.3. Análisis estructural comparativo utilizando el programa etab´s

Por medio del programa se puede ingresar los 4 módulos para ver la funcionalidad del mismo, considerando la diferencia de alturas de un módulo a otro, la cual, esta más que justificada como se aprecia en los planos anexos de la topografía del área (por medio de las curvas de nivel).

Según el programa, la estructura no presenta ningún problema para su diseño con las dimensiones de elementos propuestos colocado en el pre dimensionamiento de elementos, inciso 2.1.5., y las cargas estipuladas.

Es de considerar las medidas de los módulos que fueron necesarias, considerando que es un instituto. Se generó el área del centro techada, existiendo a la vez la opción de ser eliminada en el diseño de techo con la implementación de bajadas de agua del mismo y rejillas en los extremos del patio. Se anexa la figura 24 la estructura que se ingreso al programa; más adelante aparecerán los resultados obtenidos.

Figura 24. Vista en 3D de los 4 módulos analizados



2.1.8.4 Resultados del análisis estructural del marco típico

Los resultados obtenidos de los momentos tanto en vigas como columnas para carga muerta, carga viva y carga de sismo son los que se presentan a continuación, tanto para el sentido x como el para el sentido Y; con dichos datos se procederá a determinar la envolvente de momentos.

Figura 25. Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje Y (G) carga muerta

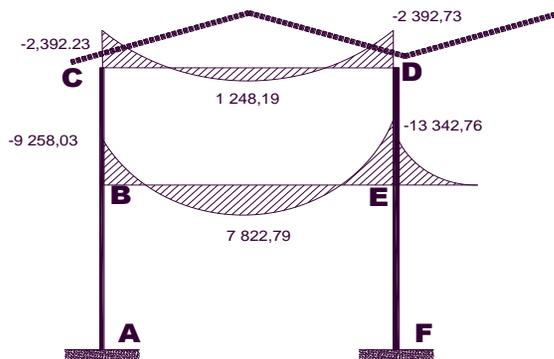


Figura 26. Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje Y (G) carga muerta

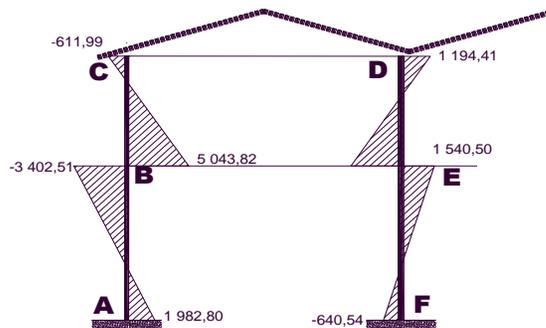


Figura 27. Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje Y (G) carga Viva

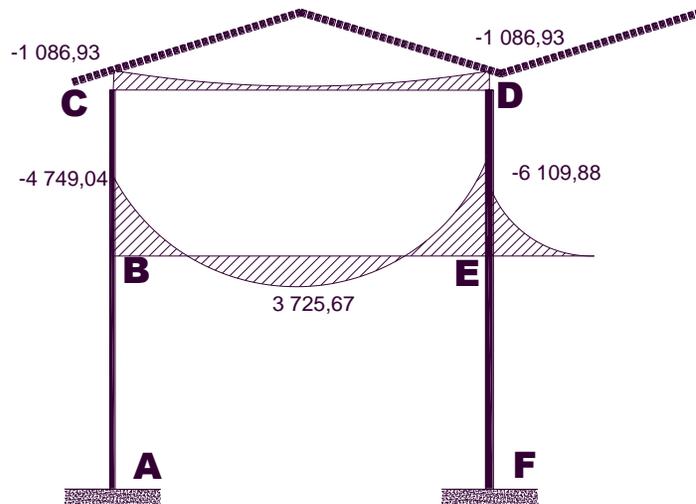


Figura 28. Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje Y (G) carga viva

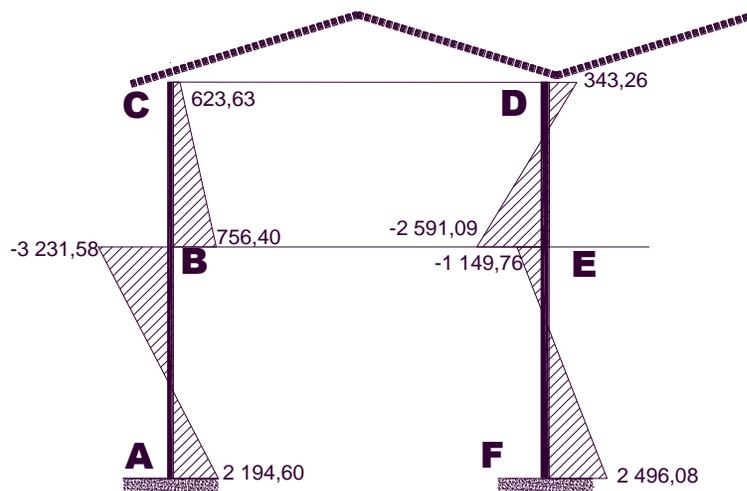


Figura 29. Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje Y (G) carga de sismo

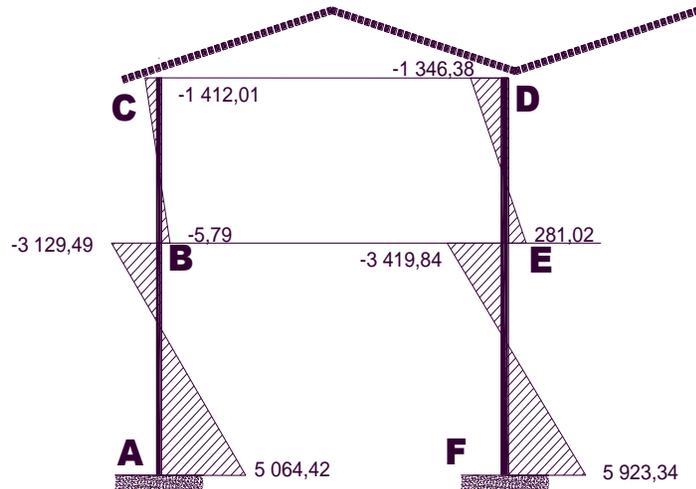


Figura 30. Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje Y (G) carga de sismo

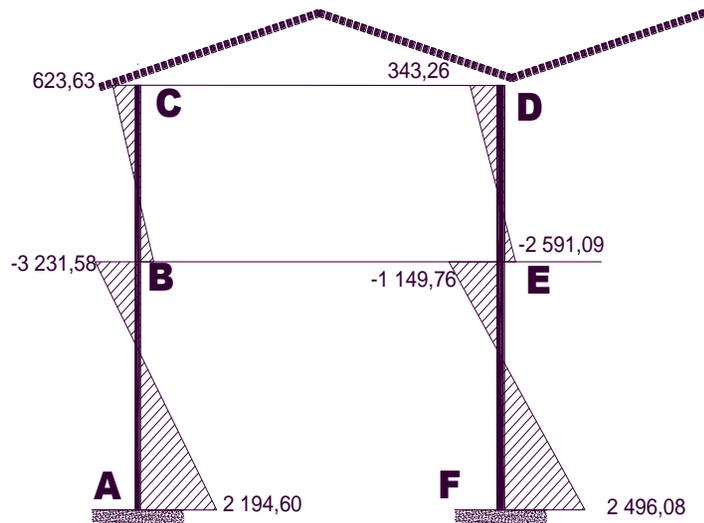


Figura 31. Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje X (4) carga muerta

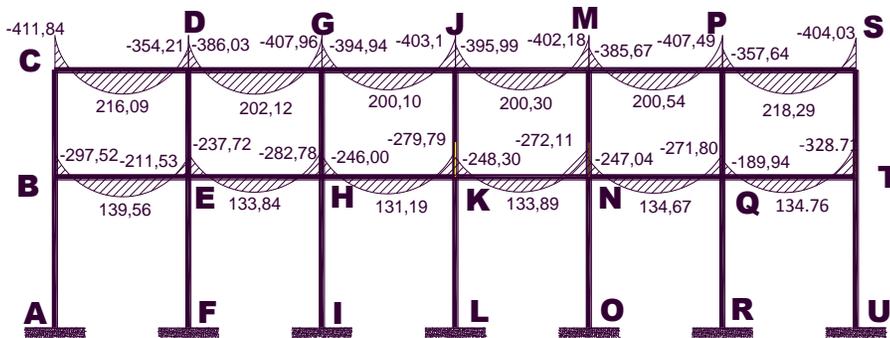


Figura 32. Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje X (4) carga muerta

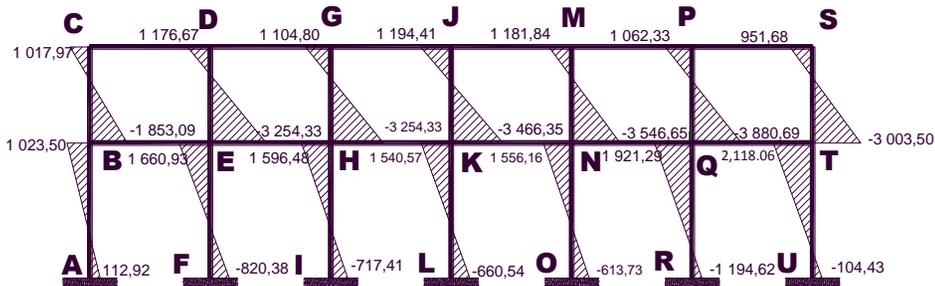


Figura 33. Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje X(4) carga viva

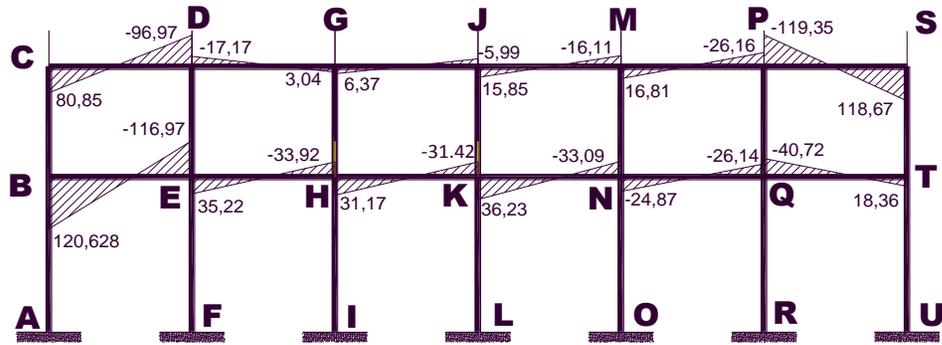


Figura 34. Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje X (4) carga viva

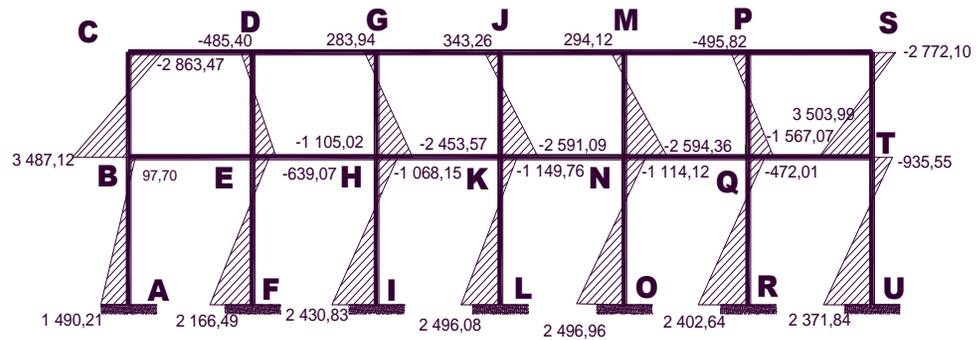


Figura 35. Diagrama de momentos (kg-m) en vigas, marco típico eje X (4)carga de sismo

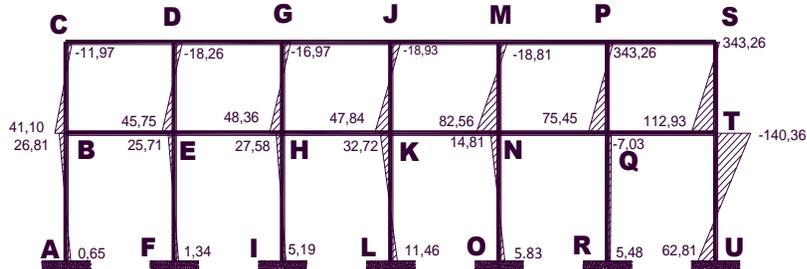
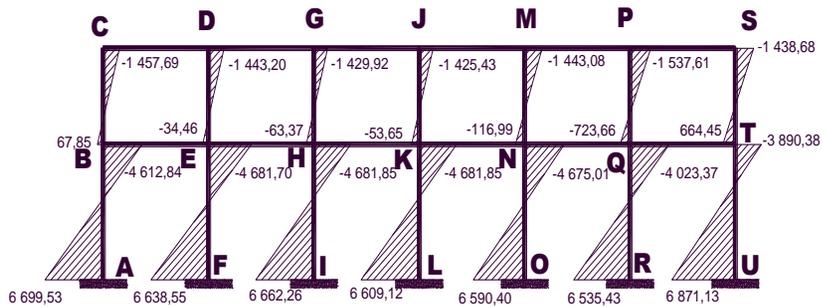


Figura 36. Diagrama de momentos (kg-m) en columnas, marco típico eje X (4) carga de sismo



2.1.9. Envolventes de momentos

Es la representación de los esfuerzos máximos. Para dicho análisis es necesario tomar las combinaciones con carga muerta, viva y de sismo, para obtener la condición de diseño más crítica para el diseño de los elementos estructurales: vigas, columnas y zapatas. Para la determinación de los momentos últimos o de diseño se usarán las combinaciones propuestas por el ACI aplicables; las cuales son:

- a. 1,4 CM + 1,7 CV
- b. 0,75 (1,4 CM + 1,7 CV + 1,87 S)
- c. 0,75 (1,4 CM + 1,7 CV – 1,87 S)
- d. 0,90 CM + 1,43 S
- e. 0,90 CM – 1,43 S

2.1.9.1. Cálculo de la envolvente de momentos

- Se hallarán los momentos negativos máximos en el nudo de la viga B-E del eje Y (G) ver figuras 26, 28 y 30.
 - $1,4 (-13\ 342,76) + 1,7(-6\ 109,88) = 29\ 066,66\ \text{kg-m}$
 - $0,75 (1,4(-13\ 342,76) + 1,7(-6\ 109,88) + 1,87 (-3\ 419,84)) = -26\ 596,32\ \text{kg-m}$
 - $0,75 (1,4(-13\ 342,76) + 1,7(-6\ 109,88) - 1,87 (-3\ 419,84)) = -17\ 003,67\ \text{kg-m}$
 - $0,90 (-13\ 342,76) + 1,43 (-3\ 419,84) = -16\ 898,85\ \text{kg-m}$
 - $0,90 (-13\ 342,76) - 1,43 (-3\ 419,84) = -7\ 118,11\ \text{kg-m}$

Con los anteriores resultados, el valor del momento último a utilizar en el nudo E es el máximo obtenido de las 5 combinaciones de carga; siendo esta:

$$M_{B-E} = -29\ 066,66\ \text{kg} - \text{m}$$

Este procedimiento se realizó para los nudos restantes de los marcos en el sentido Y como en el sentido X.

- Cálculo de momentos positivos de la viga

Dichos momentos se dan aproximadamente a la mitad de la luz de la viga, para definir el esfuerzo que se utilizará. Los momentos se calcularán con la siguiente fórmula:

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

Donde:

W= Carga vertical mayorada (W=1,4 CM+1,7 CV)

L = Longitud de la viga

$M_{i(-)} + M_{k(-)}$ = Momentos últimos en los extremos de la viga, calculados por medio de la combinación de momentos.

Cálculo del momento positivo de la viga B-E.

Donde W será igual a la determinación de la carga vertical, según la figura 12.

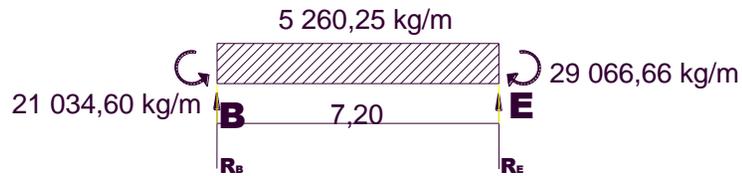
$$CM_{B-E} = 2\,510 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CV_{B-E} = 1\,018,89 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{B-E} = 1,4(2\,520,10) + 1,7(1\,018,89)$$

$$W_{B-E} = 5\,260,25 \text{ kg/m}$$

Figura 37. Diagrama de cuerpo libre para el momento positivo de la viga



Con los datos del diagrama se procede al cálculo del momento positivo

$$M_{ik} = \frac{(5\,260,25)(7,20)^2}{8} + \frac{(21\,034,60 + 29\,066,66)}{2}$$

$$M_{ik} = 9\,037,79 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

El mismo procedimiento de cálculo se realizó para la determinación de los momentos positivos de las demás vigas del eje Y y del eje X.

Figura 38. Diagrama de momentos últimos (kg-m) marco típico eje Y (G) para vigas

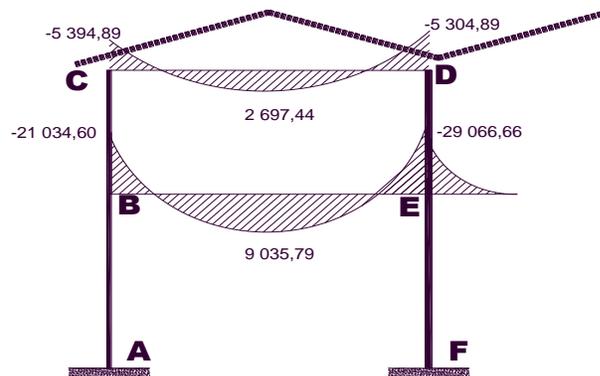
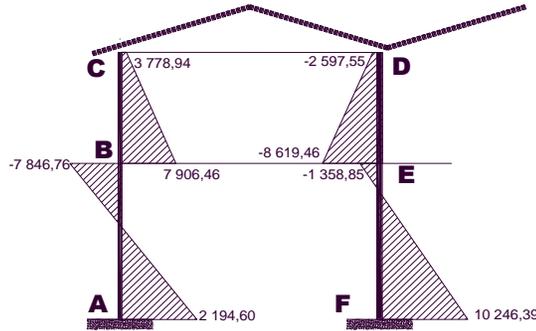


Figura 39. Diagrama de momentos últimos (kg-m) marco típico eje Y (G) para columnas

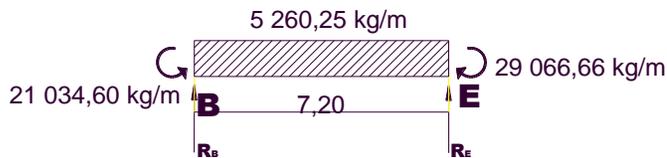


2.1.10. Cálculo de fuerzas de corte

La fuerza de corte se calculará para el marco típico del eje Y. Se deberá descomponer la estructura en cuerpos libres, para poder indicar sus cargas actuantes y sus reacciones, y así determinar el valor de los cortantes en los extremos.

Cálculo de las fuerzas de corte del tramo de la viga B-E. Se utilizará la carga vertical.

Figura 40. Diagrama de cuerpo libre para fuerzas de corte en vigas



Con el diagrama de la figura 40 donde se indican las reacciones, se procederá con las ecuaciones de estática a la determinación de los cortes en los extremos indicados.

Sumatoria de momentos en E = $\sum M_E = 0$

$$-(21\ 034,60) + (29\ 066,66) + \frac{(5\ 260,25)(7,20)^2}{2} - R_E(7,20) = 0$$

$$R_B = 20\ 052,46\ \text{kg}$$

Sumatoria de fuerzas verticales $\sum F_v = 0$

$$R_E = (5\ 260,25)(7,20) - R_B$$

$$R_E = 17\ 821,34\ \text{kg}$$

Cálculo de corte en centro:

En Vigas

$$V_V = 0,75 \left[\left(1,4 \frac{(W_{CM} * L)}{2} \right) + 1,7 \left(\frac{(W_{CV} * L)}{2} \right) + 1,87 \left(\frac{\sum M_S}{L} \right) \right]$$

Donde:

W_{CM} = peso de carga muerta = 2 520,10 tomado la figura 12

W_{CV} = peso de carga viva = 1 018,19 tomado de la figura 12

M_S = momentos últimos de sismo

$$V_{BE} = 0,75 \left[\left(1,4 \frac{(2\ 520,1 * 7,20)}{2} \right) + 1,7 \left(\frac{(1\ 018,19 * 7,20)}{2} \right) + 1,87 \left(\frac{-3\ 129,49 + 281,82}{2} \right) \right] = 12\ 205,19\ \text{kg}$$

$$V_{CD} = 0,75 \left[\left(1,4 \frac{(694,33 * 7,20)}{2} \right) + 1,7 \left(\frac{(277,50 * 7,20)}{2} \right) + 1,87 \left(\frac{-1 414,01 - 1 346,38}{2} \right) \right] = 1 962,56 \text{ kg}$$

En Columnas

$$V_C = \frac{\sum M_C}{L}$$

Donde: M_C = Momentos últimos de la columna.

$$V_{AB} = \frac{-7 846,76 + 9 852,58}{4,50} = 3 933,19 \text{ kg}$$

$$V_{BC} = \frac{7 906,46 + 3 778,44}{3,20} = 3 651,53 \text{ kg}$$

$$V_{ED} = \frac{-8 619,46 - 2 597,55}{3,20} = -3 505,31 \text{ kg}$$

$$V_{FE} = \frac{-1 358,85 + 10 296,39}{4,50} = 4 443,77 \text{ kg}$$

2.1.11. Diagramas de corte y momentos

Figura 41. Diagrama de fuerzas de corte marco eje Y en vigas

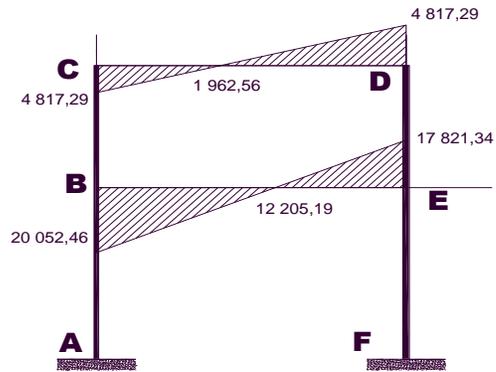
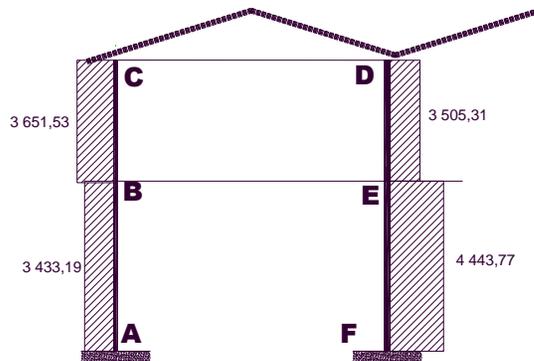


Figura 42. Diagrama de fuerzas de corte marco eje Y en columnas



2.1.12. Resultados de análisis estructural para marco típico

Figura 43. Diagrama de momentos últimos (kg-m) en vigas marco típico eje X (4)

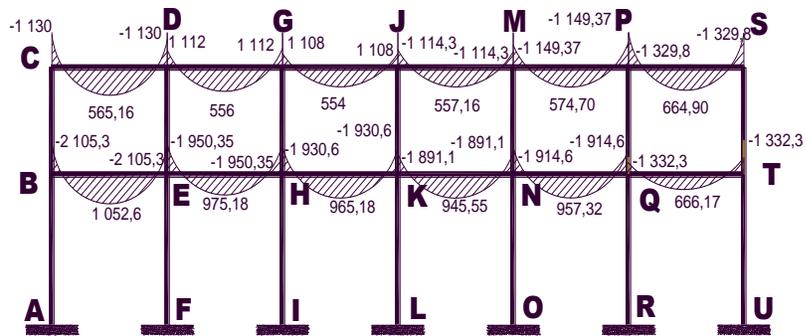
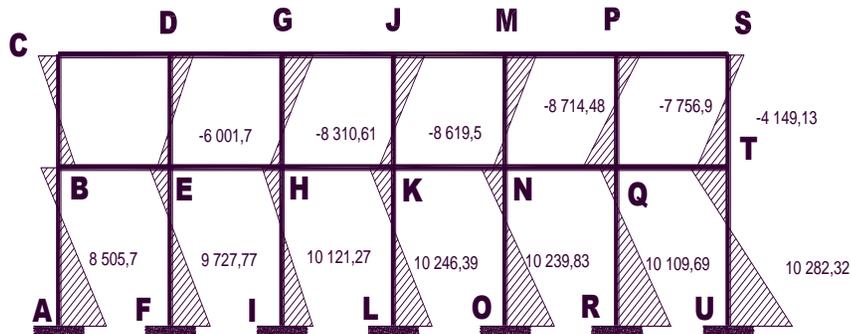


Figura 44. Diagrama de momentos últimos (kg-m) en columnas marco típico eje X (4)



2.1.13. Diseño estructural

Su base es la resistencia real, y debe ser elevada para poder resistir, con un margen de reserva. Se hace la consideración de todos los pesos que puedan actuar en la estructura, tanto la carga viva como la carga muerta, considerándose el eje más crítico, tanto para X como en Y.

Se podría diseñar por tres métodos: el primero es por cargas de servicio, el segundo es por estados límites, y el tercer método es diseño de resistencia, para el presente diseño se consideró el tercero ya que tiene como objetivo dimensionar los elementos

Se toma para los diseños de los elementos estructurales la resistencia, y el grado de acero más conveniente, así como los recubrimientos, traslapes y confinamiento que estipula el código ACI 318-05 7.7.1.

Concreto

$$f'_c = \text{Resistencia máxima del concreto} = 280 \text{ kg/m}^2 = 4\,000 \text{ PSI.}$$

$$E_c = \text{Módulo de elasticidad del concreto}$$

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

Acero

$$f_y = \text{Resistencia a la fluencia del acero} = 4\,200 \text{ kg/m}^2 = \text{grado 60}$$

$$E_s = \text{Módulo de elasticidad del acero}$$

Recubrimientos

Vigas y columnas = 4 cm

Losas = 2 cm

Cimientos 7,5 cm

2.1.13.1. Diseño de techo de estructura metálica

Para la estructura del techo del segundo nivel se dispuso la utilización de costaneras. Se usaron los pesos que aparecen en la tabla VI, donde se establece el peso de la armadura incluyendo costaneras, cajuelas doble, tensores, lámina y un peso de instalación, en este caso las de iluminación que van colgadas del techo.

En este tipo de estructura con la utilización de armadura, los esfuerzos transmitidos de un miembro a otro son únicamente axiales; de tensión o compresión, sin existir flexión por la rigideces de los elementos. Una armadura esta compuesta en su mayoría por un sistema de triángulos, por el hecho de ser un polígono, cuya forma es incapaz de modificar.

Las armaduras pueden ser tanto de cuerdas paralelas o de dos aguas, depende en si de la estructura a cubrir y de la iluminación necesaria para la misma. Las armaduras simples, como es este caso por no ser compleja la estructura, pueden ser divididas en dos tipos basados en la manera de apoyo.

- **Tipo A:** abarca las armaduras que están apoyadas o soportadas en los muros de mampostería u otro material, el cual deberá resistir la fuerza lateral, que es el caso del proyecto, dado que la estructura irá apoyada tanto en columnas y vigas.
- **Tipo B:** se emplea cuando la armadura está apoyada en columnas de acero; como por ejemplo, estructuras de mercados y salones donde las luces a cubrir son bastante grandes.

Una armadura esta compuesta por:

a. Las cuerdas superiores

Es la línea de miembros más alta que se extiende de un apoyo a otro pasando por la cubierta; por lo general, el esfuerzo máximo ocurre generalmente en el miembro contiguo al apoyo.

b. Las cuerdas inferiores

Esta compuesta por la línea de miembros más baja que va de un apoyo a otro. El esfuerzo máximo en armaduras triangulas ocurre en el miembro adyacente al apoyo.

c. Los miembros del alma

Son los miembros que unen las juntas de las cuerdas superior e inferior. El tipo de esfuerzo, de los miembros a compresión se llaman puntales, y los sometidos a tensión, tirantes. La junta en el apoyo de una armadura triangular se llama junta de talón, y la junta en el pico más alto cumbreira. Los puntos donde se unen los miembros del alma a las cuerdas se denominan nudos.

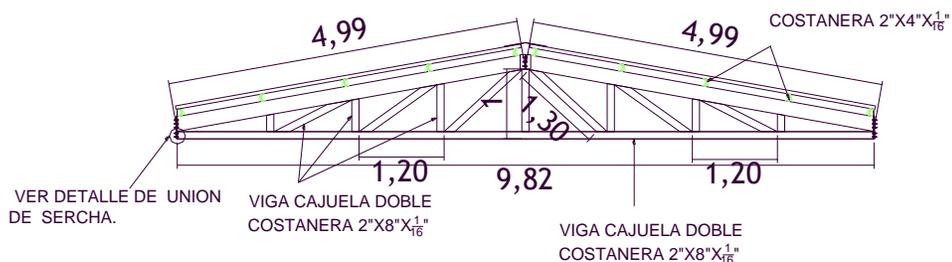
Por la longitud a cubrir se diseñó una cercha al centro de la estructura, figura 45, para poder techar el patio. Se describen los siguientes elementos:

a. La viga que va de una armadura a otra, descansando en la cuerda superior, se denomina larguero de techo (costanera).

b. La porción comprendida entre dos armaduras se conoce como tablero. Por tal los largueros o costaneras son vigas que cubren el claro entre las armaduras para poder transmitirles las cargas que genera el techo.

Se pueden colocar con una separación de 0,60 hasta 1,50 metros o en dado caso mayores, dependiendo del material del que este hecho la cubierta. El diseño contempla una estructura metálica con costaneras y doble cajuela, figuras 45 y 46, y lámina termo acústica.

Figura 45. **Sección de estructura metálica y detalle de cercha**



- **Pendientes**

Como se puede apreciar en la figura 46 el techo que se utilizó es de dos aguas, con una pendiente minima de 17,81% y maxima de 25,43% , lo que se corrobora de la siguiente forma:

$$M = \frac{H}{L} = \frac{1,283}{7,20} = 0,1781 = 17,81 \%$$

Donde:

H= altura de la cubierta

L= distacia a cubrir

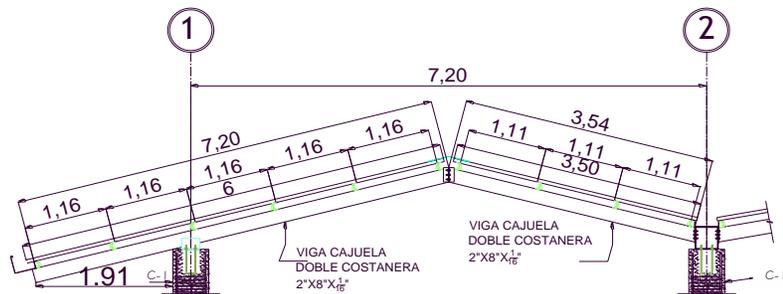
Considerando que las pendientes de diseño deben de estar dentro de 15% y 27%, las pendientes de diseño de este proyecto se encuentra dentro del rango establecido.

- **Separación máxima entre costaneras**

Depende de la longitud de las láminas, y a la vez debe existir un apoyo en el traslape de ellas, dicho traslape, deber ser como mínimo de 15 cm, se usa de 30 centímetros para el presente diseño.

Se usará lámina de 4' x 9', donde 9' = 2,74 metros, y si a esto le restamos el traslape de 0,30 se obtiene 2,44m. Para no colocar muy distantes las costaneras se dispuso de dos apoyos estando estas a 1,16 y 1,11 metros cada una, dado que lo aconsejable es no exceder de 1,20 metros la separación entre las costaneras.

Figura 46. **Separación de costaneras**



2.1.13.2. Diseño de losas

Se toma el módulo 1 para la losa del primer nivel, ya que la del segundo nivel se diseñó de estructura metálica como se aprecia en 2.1.13.1.

Para la determinación del diseño del armado de la losa, se considera los valores de los materiales y las cargas que se describen a continuación:

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

$$fy = \text{resistencia del acero} = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

Carga muerta

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

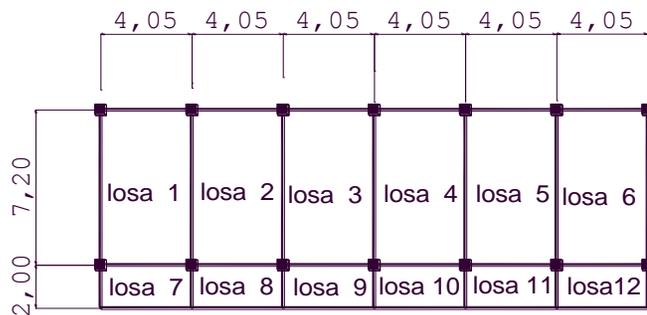
$$SC = \text{sobre carga} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva

$$\text{Aulas} = 350 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Pasillos (corredor, voladizo)} = 550 \text{ kg/m}^2$$

Figura 47. Número de losas y ubicación para módulo No.1



MÓDULO 1

- **Determinación del espesor de la losa**

$$t = \frac{\text{perímetro (P)}}{180}$$

$$t = \frac{(2 * 4,05 + 2 * 2)}{180} = 0,067 \text{ m}$$

$$t = \frac{(2 * 7,20 + 2 * 4,05)}{180} = 0,125 \text{ m}$$

Con base en los resultados se diseñará con un espesor de $t = 0,13 \text{ m}$.

- **Trabajabilidad de la losa**

$$m = \frac{a \text{ (lado menor)}}{b \text{ (lado mayor)}}$$

Considerando que si:

$m > 0,5 \rightarrow$ la losa trabaja en dos sentidos

$m < 0,5 \rightarrow$ la losa trabaja en un sentido

Losa 1 a losa 6 L1-L6

$$m_{11} = \frac{4,05}{7,20} = 0,56 \rightarrow$$

Losa 7 a la 12 L7-L12

$$m_{17} = \frac{2,00}{4,05} = 0,49 \rightarrow$$

Nota: se asumirá en dos sentidos por sus dimensiones y funcionalidad (voladizo).

- **Integración de cargas**

Carga muerta (CM)

$$\text{losa} = (2\,400 \text{ kg/m}^2)(0,13) = 312 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{CM} = (312 + 100) = 412 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva (CV)

$$\text{CV}_{\text{AULAS}} = 350 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CV}_{\text{PASILLOS (VOLADIZO)}} = 550 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU)

Para aulas

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

$$\text{CU} = 1,4 (412) + 1,7(350)$$

$$\text{CU} = 1\,295,40 \text{ kg/m}^2$$

Para pasillos

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

$$\text{CU} = 1,4 (412) + 1,7(550)$$

$$\text{CU} = 1\,635,40 \text{ kg/m}^2$$

NOTA: Se calcula para una franja unitaria de 1 metro.

$$\text{CU}_{\text{LOSA}} = (1\,295,40 \text{ kg/m}^2)(1 \text{ m}) = 1\,295,40 \text{ kg/m}$$

$$\text{CU}_{\text{VOLADIZO}} = (1\,635,40 \text{ kg/m}^2)(1 \text{ m}) = 1\,635,40 \text{ kg/m}$$

- **Cálculo de momentos**

Los momentos se calculan con cargas distribuidas, utilizando el método 3 del ACI. Este método sirve para encontrar los momentos actuantes en los extremos de las losas a diseñar.

Donde se debe de considerar la continuidad de las losas para conocer el número de caso a trabajar conjuntamente con el cálculo de los momentos actuantes, que se calculan con las siguientes ecuaciones, para los momentos:

$$M^{a-} = C_a(-) * C_{UT} (a^2)$$

$$M^{a+} = C_U(+) * C_{Vu} (a^2) + C_a(+) * C_{Mu}(a^2)$$

$$M^{b-} = C_b(-) * C_{UT} (b^2)$$

$$M^{b+} = C_U(+) * C_{Vu} (b^2) + C_b(+) * C_{Mu}(b^2)$$

Donde: $C_a = C_b$ son coeficientes de momentos del ACI.

Momentos para losa 1 y losa 6.

Figura 48. **Diagrama de losa No. 1 y losa No. 6**



$$m = \frac{4,05}{7,20} = 0,56 = 0,60 \quad \text{CASO 4}$$

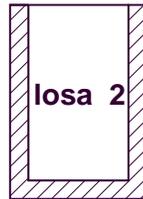
$$M^{a-} = (0,089) * (1\,295,90) * (4,05^2) = 1\,891,78 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M^{a+} = (0,067) * (350)(4,05^2) + (0,053) * (412)(4,05^2) = 742,80 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M^{b-} = (0,011) * (1\,295,90) * (7,20^2) = 738,97 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M^{b+} = (0,09) * (350)(7,20^2) + (0,007) * (412) * (7,20^2) = 1\,782,47 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 49. Diagrama de losa no. 2 con continuidad en tres lados



Momentos para losas 2, 3, 4, 5 $m = \frac{4,05}{7,20} = 0,56 = 0,60$ CASO 8

$$M^{a-} = (0,080) * (1\ 295,90) * (4,05^2) = 1\ 700,48 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M^{a+} = (0,065) * (350)(4,05^2) + (0,048) * (412)(4,05^2) = 697,53 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M^{b-} = (0,018) * (1\ 295,90) * (7,20^2) = 2\ 308,39 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M^{b+} = (0,09) * (350)(7,20^2) + (0,007) * (412) * (7,20^2) = 1\ 782,47 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 50. Diagrama de voladizo para cálculo de momento.



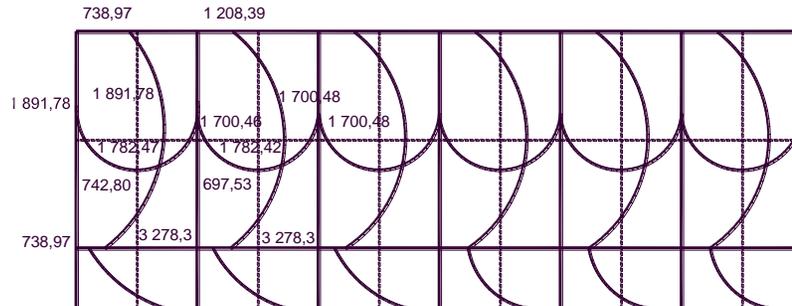
voladizo

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

$$M = \frac{(1\ 635,40) * (2^2)}{2} = 3\ 270,8 \text{ kg} - \text{m}$$

Con cada uno de los momentos obtenidos se procede a hacer el diagrama de momentos para cada una de las losas de la siguiente forma, en kg-m.

Figura 51. Diagrama de momentos de la losa.



- **Balaneo de momentos**

Según código ACI

$$\text{Si } M_a > M_b$$

$$M_b > 0,8 M_a \quad \text{Entonces } M_b = 0,5 (M_a + M_b)$$

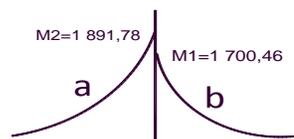
Si $M_b < 0,8 M_a$; Se toma una distribución proporcional de momentos.

Para la segunda opción se utilizarán las siguientes ecuaciones

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

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

Losa 1 y losa 2



$$M_2 = a = 1 981,78$$

$$M_1 = b = 1 700,46$$

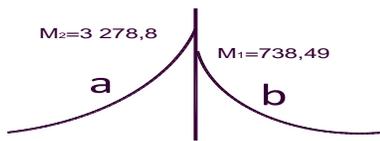
$$M_1 > 0,8M_2$$

$$1\,700,46 > 0,8(1\,891,78)$$

$$1\,700,46 > 1\,513,42$$

$$M_{\text{balanceado}} = 0,5 (1\,891,78 + 1\,700,46) = 1\,796,12 \text{ kg} - \text{m}$$

Losa 1 y losa 7



$$M_2 = a = 3\,278,80$$

$$M_1 = b = 738,49$$

$$M_1 > 0,8M_2$$

$$738,98 > 0,8(3\,278,8)$$

$$738,98 \neq 2\,623,04$$

Entonces, se procederá a utilizar la otra forma para determinar el momento balanceado:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{7,20} = 0,14$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{2} = 0,50$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,14}{0,14 + 0,50} = 0,22$$

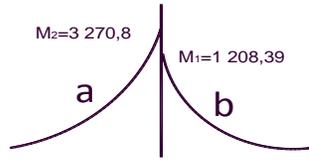
$$D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0,50}{0,14 + 0,50} = 0,78$$

$$\underline{\quad\quad} +$$

$$1,00$$

	738,487	3 278,8			
(+)	558,87	11 981,44	(-)		
	1 297,66	1 297,66			
					MB = 1 297,66 kg-m

Losa 2 y losa 8



$$M_2 = a = 3\,270,80$$

$$M_1 = b = 1\,208,39$$

$$M_1 > 0,8M_2$$

$$1\,208,39 > 0,8(3\,270,8)$$

$$1\,208,39 \neq 2\,616,64$$

Entonces, se procederá a utilizar la otra forma para determinar el momento balanceado:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{7,20} = 0,14$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{2} = 0,50$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,14}{0,14 + 0,50} = 0,22$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0,50}{0,14 + 0,50} = 0,78$$

$$\frac{\quad}{1,00} +$$

	0,22	0,78				
	1 208,39	3 270,8				
(+)	543,73	1 608,68	(-)			
	1 662,12	1 662,12				
					MB = 1 662,12 kg-m	

- **Momentos balanceados**

Losa 1

$$742,80 + \frac{(1\,891,78 - 1\,796,12)}{2} = 790,63\text{kg} - \text{m}$$

$$697,53 + \frac{(1\,700,48 - 1\,796,12)}{2} = 649,71\text{kg} - \text{m}$$

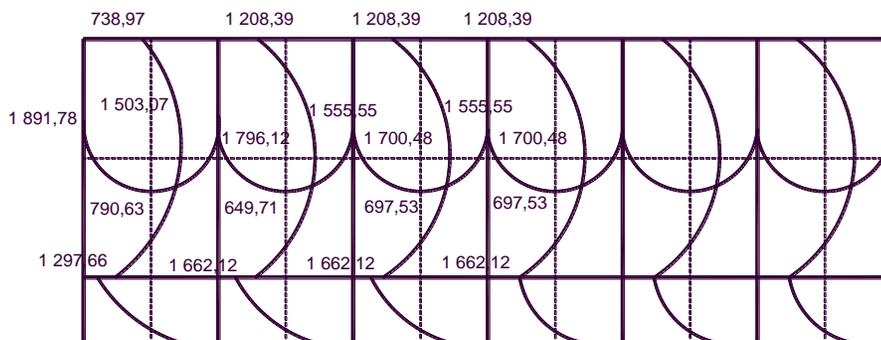
Losa 7 y losa 1 lado B

$$1\,782,47 + \frac{(738,87 - 1\,297,66)}{2} = 1\,503,075\text{kg} - \text{m}$$

Losa 3 y losa 9

$$1\,782,42 + \frac{(1\,208,39 - 1\,662,12)}{2} = 1\,555,55\text{kg} - \text{m}$$

Figura 52. **Diagrama de momentos balanceados**



- **Diseño del armado de la Losa**

Dado que el momento mayor de la losa es de 1 891,78, se diseña la losa proponiendo el uso de varilla no.4, considerando la misma en dos sentidos, con el siguiente procedimiento, pero antes se debe de calcular el peralte (d) de la losa.

$$d = (\text{espesor}) - (\text{recubrimiento}) - (\phi \text{ de la varrilla})$$

$$d = 13 - 2 - 1,27 = 9,73 \text{ cm}$$

- **Área de acero máximo**

$$A_{s\text{máx}} = \phi * \rho_{\text{bal}} * b * d$$

$$A_{s\text{máx}} = \phi \left[0,85 \left(\frac{6090}{f_y + 6090} \right) * \left(\frac{f_c}{f_y} \right) \beta_1 \right] b * d$$

Donde:

$$\phi = 0,50 \text{ en zonas sismicas}$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ si y solo si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 \left[0,85 \left(\frac{6090}{4200 + 6090} \right) * \left(\frac{280}{4200} \right) 0,85 \right] * 100 * 9,23$$

$$A_{s\text{máx}} = 13,16 \text{ cm}^2$$

- **Área de acero mínimo**

Este acero se coloca como acero por temperatura, con varillas no.3.

Donde:

$$A_{s\text{mín}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 13 = 2,6 \text{ cm}^2$$

- **Espaciamiento del acero**

$$s_{\text{max}} = 3 t = 3 * 13 = 39 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{\Delta v * b}{A_s} = \frac{0,71 * 100}{2,6} = 27,30 \text{ cm}$$

- **Momentos soportado por MASmin**

$$M_{ASmín} = \phi \left[A_{Smin} * f_y * \left(d - \frac{A_{Smin} * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right]$$

$$M_{ASmín} = 1,30 \left[(2,6 * 4 200 * \left(9,23 - \frac{2,6 * 4 200}{1,7 * 280 * 100} \right)) \right]$$

$$M_{ASmín} = 127 772,35 \text{ kg} - \text{cm} = 1 277,72 \text{ kg} - \text{m}$$

Con base en los datos obtenidos para los momentos menores de 1 277,72 se puede usar varilla no.4 @ 0,25. Para los otros se diseñará con el momento máximo según la figura 52, determinando el área de acero.

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{Mu * b}{0,003 825 * f_c} \right)} \right] * 0,85 * \frac{f_c}{f_y}$$

$$A_s = \left[(100)(9,23) - \sqrt{(100 * 9,23)^2 - \left(\frac{1891,78 * 100}{0,003 825 * 280} \right)} \right] * 0,85 * \frac{280}{4 200}$$

$$A_s = 5,73 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{\Delta v * b}{A_s} = \frac{2,85 * 100}{5,73} = 49,7 \text{ cm}$$

Dado esto, se usaran varillas no.6 @ 0,30 cm en el sentido X y el sentido Y considerando que los momentos son menores de 1 000, varillas no.4 @0,25.

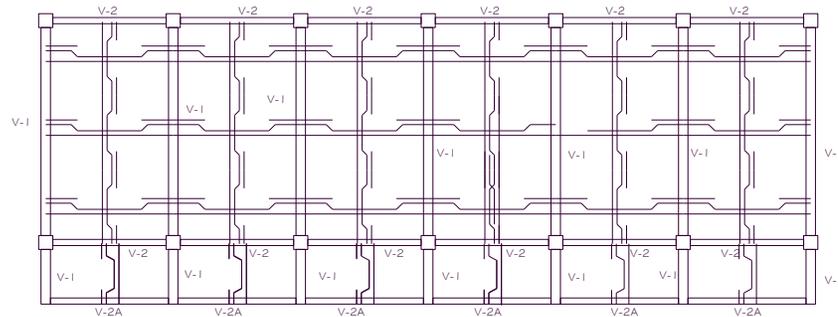
Corte que resiste el concreto

$$V_{act} = \frac{C_v * CU * \text{Área de la losa}}{2 * \text{lado corto}} = \frac{(0,94)(1 553,8)(7,20 * 4,05)}{2 * 4,05} = 5 258$$

$$V_r = 45 * \sqrt{f'_c} * t = 45 * \sqrt{280} * 13 = 9\,788,92$$

$$V_{act} < V_r ; 5\,258 < 9\,788,92 \text{ ok.}$$

Figura 53. Diagrama de armado de losa.



.1.13.3. Diseño de vigas

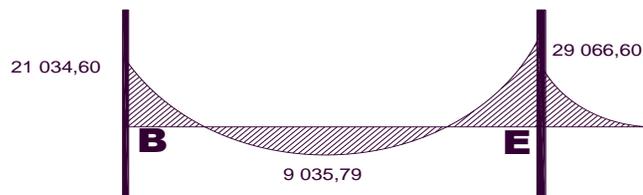
Las vigas están sometidas a esfuerzos de compresión, tensión y corte. La falla a flexión se inicia por fluencia gradual del acero a tensión acompañada por agrietamiento obvio del concreto y grandes deflexiones, es por ello que es recomendable colocar refuerzo a cortante en las vigas de concreto reforzado para lograr una falla a flexión antes que una a corte.

Con los momentos de la envolvente se procederá a la realización de los cálculos respectivos tanto para flexión y corte. Se trabaja con las medidas obtenidas en el pre dimensionamiento de la misma, de 0,30 x 0,60 metros, con un recubrimiento de 0,04 metros por lado, calculando para ellos las áreas de acero longitudinal. Luego se realizará el diseño a corte, conjuntamente con el confinamiento de la misma.

- **Diseño de vigas a flexión**

Se realizará el diseño de la viga del eje Y entre los nudos B y E, según el esquema del diagrama de momentos últimos que se presenta.

Figura 54. **Diagrama de momentos para diseño de viga a flexión**



Primero, se determinará el peralte de la viga, para luego proceder con el cálculo de las áreas de acero, mínimo, máximo y de diseño.

$$d = h - (\text{recubrimiento} \times 2) \quad \text{Donde } d = \text{peralte y } h = \text{altura de la viga.}$$

$$d = 60 - (4 \times 2) = 52 \text{ cm}$$

a. Área de acero mínimo

$$A_{S_{\text{mín}}} = \left(\frac{14,1}{f_y} \right) (b)(d)$$

$$A_{S_{\text{mín}}} = \left(\frac{14,1}{4\ 200} \right) (30)(52)$$

$$A_{S_{\text{mín}}} = 5,237 \text{ cm}^2$$

b. Área de acero máximo

$$A_{s_{\text{máx}}} = 0,5 \rho_b * b * d$$

Donde:

$$\rho_b = \frac{0,85 * \beta_1 * f'_c}{f_y} * \frac{6\ 090}{6\ 094 * f_y} ; \beta_1 = 0,85$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{4\ 200} * \frac{6\ 090}{6\ 094 * 4\ 200} = 0,040\ 23$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 0,5 (0,040\ 23)(30) = 62,40\ \text{cm}^2$$

c. Área de acero longitudinal (A_s)

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003\ 825 * f'_c} \right)} \right] * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_s = \left[(30)(52) - \sqrt{(30 * 52)^2 - \left(\frac{29\ 066,66 * 30}{0,003\ 825 * 280} \right)} \right] * 0,85 * \frac{280}{4\ 200}$$

$$A_s = 16,29\ \text{cm}^2$$

Con las áreas de acero definidas, según los límites, se procede a determinar el área de acero a utilizar, según los siguientes parámetros:

Si $A_s < A_{s_{\text{mín}}}$ → Utilizar $A_{s_{\text{mín}}}$

Si $A_s < A_{s_{\text{máx}}}$ → Utilizar A_s

Si $A_{s_{\text{mín}}} < A_s < A_{s_{\text{máx}}}$ → Utilizar A_s

Considerando los parámetros y los resultados obtenidos tenemos que:

$$A_{s_{\text{mín}}} < A_s < A_{s_{\text{máx}}}$$

$$5,23 < 16,29 < 60,40$$

Por lo que se utilizará:

$$A_s = 16,29 \text{ cm}^2$$

Áreas de acero para cada momento

Momento	Mu (kg*m)	A_s cm ²
M(-) 1	29 066,60	16,29
M(-) 2	21 034,60	11,44
M(+)	9 035,79	4,72

La viga V-1 es continua, por el hecho de que se encuentra en voladizo por tal se diseñara con el área de acero máximo para reforzar el nudo en estudio (E) que se encuentra comunicado con el voladizo.

Revisión sísmica: es la determinación del acero necesario para la cama superior e inferior de la viga. Determinándose si es necesario colocar bastones y la cantidad de los mismos. Se realizará para el tramo en estudio de la viga B-E, en base a los criterios establecidos para las áreas de acero.

Cama superior al centro de la viga: se debe de colocar como mínimo dos varillas de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- $A_{s_{\text{mín}}}$ o el 33% A_s que se calculó para el momento negativo.
- $A_{s_{\text{mín}}} = 5,237 \text{ cm}^2$
- $33\% A_s = 0,33(16,29) = 5,37 \text{ cm}^2$

Por lo que se usara 5,37 que se logra cubrir con $2\#6 = 2*2,85 = 5,70 \text{ cm}^2$

Cama inferior en apoyos de la viga: se debe de colocar como mínimo dos varillas de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- $A_{s_{\min}}$, $50\% A_{s+}$, $50\% A_{s-}$.
- $A_{s_{\min}} = 5,237 \text{ cm}^2$
- $50\% A_{s-} = 0,50(16,29) = 8,14 \text{ cm}^2$
- $50\% A_{s-} = 0,50(4,72) = 2,36 \text{ cm}^2$

Por el hecho de no haber continuidad en el nudo E, por el voladizo expuesto, se dispondrá a utilizar la mayor área de acero, en este caso los $16,29 \text{ cm}^2$ para la cama superior y el área de acero de $8,14 \text{ cm}^2$ para la cama inferior proponiendo un armado de:

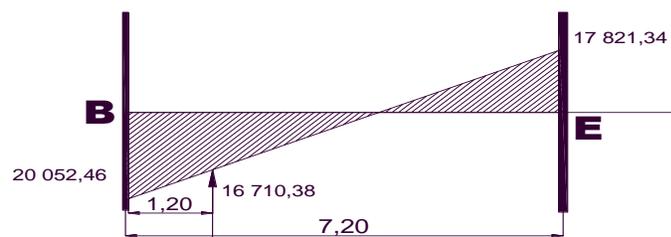
Cama superior: 2# 8 corridas más 2# 7 como bastones

Cama inferior: 2# 7 corridas más 1 # 4 como bastón

- **Diseño de refuerzo a corte**

Se diseñará el tramo B-E a corte. Para el mismo se hace uso del siguiente diagrama, donde se establecen las fuerzas de corte.

Figura 55. **Diagrama de corte de viga**



Para determinar el diseño de corte se usaran las siguientes fórmulas para cada esfuerzo:

- Esfuerzo actuante (V_a):

$$V_a = \frac{V_u}{b * d}$$

Donde:

$$V_a = \text{esfuerzo actuante} \quad , \quad V_u = \text{esfuerzo permisible}$$

$$V_a = \frac{(20\ 052,40)}{(30 * 52)} = 12,85$$

- Esfuerzo que resiste el corte (V_c):

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} \quad \text{donde } \phi = 0,85$$

$$V_c = (0,85)(0,53)(\sqrt{280})(30)(52) = 7,4$$

- Comparando si:

$$V_a < V_c \quad \text{colocar estribos a } d/2$$

$$V_a > V_c \quad \text{diseñar estribos a corte}$$

Según nuestros resultados se tiene que: $12,85 > 7,54$

El esfuerzo de cortante actuante es mayor que el cortante resistido por el concreto. Se deben diseñar los estribos de cortante dado el caso.

- **Diseño de los estribos y longitud de confinamiento**

Para el diseño de los estribos y la longitud de confinamientos se diseña con base en el código ACI 318-05, con los lineamientos que se exponen en el mismo.

- Según el código ACI 318-05 en 21.3.3.1 (refuerzo transversal). Deben colocarse estribos de confinamiento a dos veces la altura del elemento, desde la cara del elemento hacia el centro en ambos extremos. Entonces tenemos que:

$$L_o = 2h \text{ o } = L/6 \quad \text{Donde: } L_o = \text{longitud de confinamiento}$$

$$L_o = 2(0,60) = 1,20 \times 2 = 2,40 \text{ m} \quad (2 = \text{número de lados})$$

- Considerando el código ACI 318-05 en 21.3.3.2. el primer estribo de confinamiento debe estar situado a no más de 0,050 metros de la cara del elemento del apoyo, y el espaciamiento de los estribos no debe de exceder de :

a) $d/4 = 52/4 = 13$ centímetros

b) $8 * \emptyset$ de la varrilla = $(8)(2,54) = 20,52$ centímetros.

c) $24 * \emptyset$ de la varrilla = $(24)(0,95) = 22,80$ centímetros

d) 0,003 metros = 30 centímetros

Dado lo expuesto, se colocarán estribos de confinamiento a una longitud, a partir de cada extremo, de 1,20 metros.

- Se procede a determinar la separación de los estribos, tanto los de confinamiento, como los de que van al centro de la viga.

- **Estribos a los extremos de la viga (confinamiento)**

$$S = \frac{2\Delta v * f'_c}{V_s * b}$$

Donde:

$$\Delta v = \text{área de la varrilla del estribo} = \#3 = 0,71$$

$$V_s = V_a - V_c = 12,85 - 7,54 = 5,31$$

$$S = \frac{2(0,71)(2810)}{(5,31)(30)} = 25,05 \text{ cm}$$

Considerando que $S_{\text{máx}} = d/4 = 52/4 = 13$ centímetros

Se colocarán los estribos a cada 10 centímetros

- **Estribos al centro de la viga**

La fuerza de corte luego de la sección de confinamiento de la viga de 1,20 metros es de 16 710,38 figura 55, dicho valor se utilizará para los cálculos del corte en la longitud fuera de confinamiento.

$$S = \frac{2\Delta v * f'_c}{V_s * b}$$

Donde:

$$\Delta v = \text{área de la varrilla del estribo} = \#3 = 0,71$$

$$V_s = \frac{V_a}{b * d} - V_c = \frac{16710,38}{(30 * 52)} - 7,54 = 3,17$$

$$S = \frac{2(0,71)(2810)}{3,17(30)} = 41,96 \text{ cm}$$

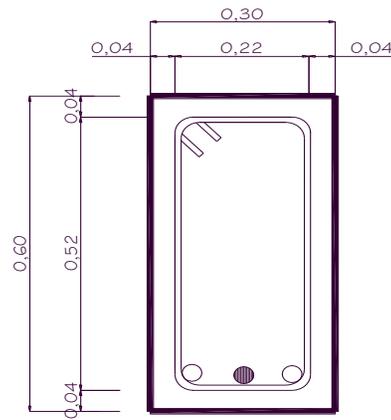
Considerando que $S_{\text{máx}} = d/2 = 52/2 = 26$ centímetros

Se colocaran los estribos a cada 20 centímetros

En la viga V-1 se deberá de colocar, como aparecen en los planos en anexos, estribos # 3 de confinamiento 1 @ 0,05 m +12 @ 0,10 m en ambos extremos, y el resto al centro @ 0,20 m.

Figura 56. Armado final de la viga para el momento positivo y negativo

Momento positivo

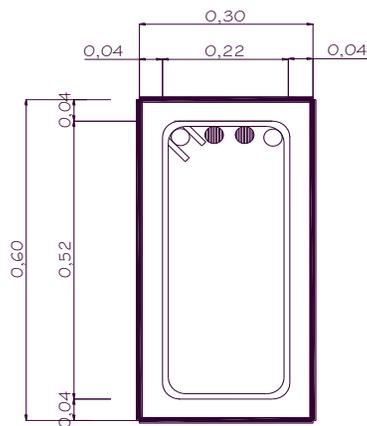


- No. 7 CORRIDAS
 - No. 4 BASTONES
- EST. NO.3 de confinamiento 1 @ 0,05 m
+ 12 @ 0,10 m en ambos extremos
y centro, resto @ 0,20 m

VIGA V-1

M (+) ESCALA 1:10

Momento negativo



- No. 8 CORRIDAS
- No. 7 BASTONES

EST. NO.3 de confinamiento 1 @ 0,05 m
+ 12 @ 0,10 m en ambos extremos
y centro, resto @ 0,20 m

VIGA V-1

M (-) ESCALA 1:

2.1.13.4. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que deberán de soportar las cargas a compresión y flexión. Las columnas pueden dividirse en:

- **Columnas cortas:** si la falla inicial se debe al material, rigiéndose las dimensiones de su sección por la carga que pueden soportar y por la resistencia de los materiales.
- **Columnas esbeltas:** una columna se dice que es esbelta si sus dimensiones transversales son pequeñas en comparación con la longitud.

Conociendo los dos tipos de columnas, se iniciará el diseño para determinar si la columna es una columna corta o esbelta, para esto se tomará el área tributaria de losas y vigas sobre la columna más cargada; los momentos y fuerzas se tomarán del análisis estructural y los diagramas obtenidos.

Entre los requisitos a considerar para el diseño de la columna, se realizará bajo lo que establece el código ACI, y se detallan a continuación:

- a. La cuantía de acero longitudinal para elementos compuestos sujetos a compresión, según ACI 318-05 21.4.3.1 deberá de estar dentro de los siguientes parámetros.

$$0,01A_g < \rho < 0,06A_g \text{ (para zona sísmica)}$$

$$0,01A_g < \rho < 0,08A_g \text{ (para zona no sísmica)}$$

- b. Número mínimo de barras longitudinales en elementos a compresión ACI 318-05 10.9.2:

4 barras cuando se utilizan estribos (columnas cuadradas y rectangulares)

6 barras cuando se utilizan zunchos (columnas circulares)

- c. Recubrimiento mínimo en elementos a compresión según ACI 318-05 7.7.1 será de 4 centímetros.

Se procede al diseño de la columna crítica del nivel 1 del eje de intersección en X, 4 y eje en sentido Y, G. Con los siguientes datos.

Sección: 0,45 x 0,45 metros

Lu= 4,50 metros

Mx= 10 282,32 kg-m tomado de la figura 49 diagrama de momentos últimos

My= 10 246,39 kg-m tomado de la figura 44 diagrama de momentos últimos

Vx= 17 821,34

a. Determinación de la carga axial de diseño

Primero, se determina el factor de la carga última, FCU, con las cargas que se establecieron para el presente diseño haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{1,4 CM + 1,7 CV}{CM + CV}$$
$$FCU = \frac{1,4(0,13 * 2 400 + 25 + 105) + 1,7(550)}{448 + 550} = 1,57$$

- b. Integración de la carga axial última de diseño, con el área tributaria que aparece en la figura 7.

At= 23,7510 cm²

$$P_U = P_{losa} + P_{estructura} + P_{vigas} + P_{columna}$$

$$\begin{aligned}
P_{\text{losa}} &= 23,751(1,4(2400 * 0,13 + 25 + 80) + 1,7(450)) = 32\,035,35 \text{ kg} \\
P_{\text{estructura}} &= 23,751(1,4(100) + 1,7(50)) = 5\,343,98 \text{ kg} \\
P_{\text{viga V-1}} &= 1,57(2\,400 * 0,6 * 0,3 * 9,20) = 6\,239,81 \text{ kg} \\
P_{\text{viga V-2}} &= 1,57(2\,400 * 0,4 * 0,2 * 4,05) = 1\,220,83 \text{ kg} \\
P_{\text{columna}} &= 1,57(2\,400 * 0,45 * 0,45 * 4,50) = 3\,433,59 \text{ kg} \\
& \hspace{15em} \text{-----} + \\
P_U &= 48\,273,56 \text{ kg}
\end{aligned}$$

c. **Clasificación de columnas según su esbeltez:** se establecen límites para la determinación y se establece considerar si la columna es corta o esbelta, para ello se realizará dicho análisis tomando como base:

Si Esbeltez < 22 →→ Diseñar como columna corta

Si $22 \leq$ Esbeltez ≤ 100 →→ Diseñar como columna esbelta

Si Esbeltez > 100 →→ No diseñar

Se calcula la esbeltez de la columna de la siguiente forma.

Donde:

$$E = \frac{K * Lu}{R}$$

E = Esbeltez

Lu = Longitud entre apoyos

K = factor de pandeo

R = radio de giro = 0,3 * el lado menor

EI = rigidez del elemento

Cálculo de inercias en función de su sección

$$I_{\text{viga}} = 0,35 I_g \text{ (ACI 318 - 05 10.11.1)}$$

$$I_{\text{columna}} = 0,70 I_g \text{ (ACI 318 - 05 10.11.1)}$$

$$I_{\text{vigaV-1}} = 0,35 \left(\frac{30 * (60)^3}{12} \right) = 189\,000 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{vigaV-2}} = 0,35 \left(\frac{20 * (40)^3}{12} \right) = 37\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = 0,70 \left(\frac{(45)^3}{12} \right) = 239\,203,12 \text{ cm}^4$$

Calculando el coeficiente de empotramiento en el sentido Y

$$\Psi_{\text{superior}} = \frac{\sum(EI/L)_{\text{columna}}}{\sum(EI/L)_{\text{viga}}} = \frac{\sum(I/L)_{\text{columna}}}{\sum(I/L)_{\text{viga}}}$$

$$\Psi_{\text{superior}} = \frac{\left(\left(\frac{239\,203,12}{320} \right) + \left(\frac{239\,203,12}{450} \right) \right)}{\left(\left(\frac{189\,000}{200} \right) + \left(\frac{189\,000}{720} \right) \right)} = 1,06$$

$\Psi_{\text{inferior}} = 0$ dado que no existe viga en el nodo F.

$$\Psi_{\text{promedio}} = \frac{\Psi_{\text{superior}} + \Psi_{\text{inferior}}}{2} = \frac{1,06 + 0}{2} = 0,60$$

Calculando el coeficiente de empotramiento en el sentido X

$$\Psi_{\text{superior}} = \frac{\sum(EI/L)_{\text{columna}}}{\sum(EI/L)_{\text{viga}}} = \frac{\sum(I/L)_{\text{columna}}}{\sum(I/L)_{\text{viga}}}$$

$$\Psi_{\text{superior}} = \frac{\left(\left(\frac{239\,203,12}{320}\right) + \left(\frac{239\,203,12}{450}\right)\right)}{\left(\left(\frac{37\,333,33}{405}\right) + \left(\frac{37\,333,33}{405}\right)\right)} = 1,37$$

$\Psi_{\text{inferior}} = 0$ dado que no existe viga en el nodo F.

$$\Psi_{\text{promedio}} = \frac{\Psi_{\text{superior}} + \Psi_{\text{inferior}}}{2} = \frac{1,37 + 0}{2} = 0,685$$

Calculando coeficiente de longitud efectiva "K"

Para el cálculo del coeficiente se establece que:

$\Psi_{\text{promedio}}(\Psi_p) < 2$ lo cual se cumple en el numeral 3

- **Coeficiente de longitud efectiva sentido Y**

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p}$$

$$k = \frac{20 - 0,60}{20} * \sqrt{1 + 0,6} = 1,23$$

- **Coeficiente de longitud efectiva sentido X**

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p}$$

$$k = \frac{20 - 0,68}{20} * \sqrt{1 + 0,68} = 1,25$$

Cálculo de la esbeltez

- **Esbeltez sentido Y**

$$E = \frac{K * Lu}{r} = \frac{1,23 * 7,20}{0,3 * 0,45} = 65,66$$

$22 \leq 65,66 \leq 100 \Rightarrow$ Diseño de columna esbelta

- **Esbeltez sentido X**

$$E = \frac{K * Lu}{r} = \frac{1,25 * 4,05}{0,3 * 0,45} = 36,66$$

$22 \leq 36,66 \leq 100 \Rightarrow$ Diseño de columna esbelta

Dado que los datos obtenidos de la esbeltez superan lo establecido, se diseñará la columna esbelta, por lo que se debe determinar la amplificación de momentos, para ello se iniciará con los siguientes parámetros.

Factor de flujo plástico

$$\beta_d = \frac{1,4 \text{ CM}}{1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}} = \frac{1,4(448)}{1,4(448) + 1,7(550)} = 0,40$$

Calculando el factor de rigidez EI

$$EI = \frac{0,4 * E_c * I_g}{1 + \beta_d} \quad (\text{ACI 238 - 05 } 10.12.3)$$

$$EI = \frac{0,4(15100)(\sqrt{280}) \left(\frac{45^4}{12} \right)}{1 + 0,40} = 2,47 \times 10^{10} \text{ kg} - \text{cm}^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler (ACI 318-05 10.12.13)

Donde:

P_{cr} = carga crítica de pandeo de euler

- **Sentido Y**

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(k * Lu)^2} = \frac{\pi^2(2,47 \times 10^{10})}{(1,23 * 7,20)^2} = 310\ 442,56 \text{ kg}$$

- **Sentido X**

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(k * Lu)^2} = \frac{\pi^2(2,47 \times 10^{10})}{(1,25 * 4,05)^2} = 981\ 151,79 \text{ kg}$$

Amplificador de momentos

Con los datos determinados, se procede al cálculo de los momentos amplificados de diseño según la ecuación del código ACI 318-05 10.12.3:

Donde:

P_u = carga de diseño última

- **Sentido Y**

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{0,75 P_{cr}}\right)} \geq 1$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{48\ 273,56}{0,75 (310\ 442,56)}\right)} = 1,26 \geq 1 \text{ ok.}$$

- **Sentido x**

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{0,75 P_{cr}}\right)} \geq 1$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{48\ 273,56}{0,75 (981\ 151,19)}\right)} = 1,07 \geq 1 \text{ ok.}$$

Con todos los datos ya calculados se procede a determinar los momentos amplificados o de diseño, con los momentos últimos obtenidos en el análisis estructural de la siguiente manera, siempre con base en las ecuaciones del código ACI 318-05 10.12.3.:

Momentos amplificados

Datos:

$$M_{uy} = 10\,246,39$$

$$M_{ux} = 10\,282,32$$

$$M_c = \delta * M_u$$

- **Sentido Y**

$$M_c = \delta * M_{uy} = (1,26)(10\,246,39) = 12\,910,45 \text{ kg} * \text{m}$$

- **Sentido X**

$$M_c = \delta * M_{ux} = (1,07)(10\,282,32) = 11\,002,08 \text{ kg} * \text{m}$$

Con los datos obtenidos se procede a calcular el refuerzo longitudinal; para las columnas que son esbeltas existen varios métodos aplicables según el tipo de carga. Se utilizará el método aproximado de carga inversa desarrollado por Bresler.

Datos:

$$P_u = 48\,273,56$$

$$M_{\delta y} = 12\,910,45$$

$$M_{\delta x} = 11\,002,08$$

Primero, antes de iniciar con los parámetros para determinar la carga inversa, se verificará el área de acero propuesta:

$$\rho = \frac{A_s}{A_g} = \frac{8\#8}{45 \times 45} = \frac{40,56}{2\,025} = 0,020$$

$$0,01 < \rho < 0,06$$

$$0,01 < 0,020 < 0,06 \quad 0k.$$

Por medio del diagrama de interacciones para columnas rectangulares, se determinan primero los siguientes parámetros.

a. Valor de la gráfica

$$Y_x = \frac{h_{\text{núcleo}}}{h_{\text{columna}}} = \frac{37}{45} = 0,82 \cong 0,80$$

$$Y_y = \frac{h_{\text{núcleo}}}{h_{\text{columna}}} = \frac{37}{45} = 0,82 \cong 0,80$$

b. Valor de la curva

$$\rho_u = \frac{A_s * f_y}{A_g * 0,85 * f'_c} = \frac{(40,56 * 4\ 200)}{(45 * 45)(0,85)(280)} = 0,35$$

c. Excentricidades

$$e_x = \frac{M_{\delta x}}{P_u} = \frac{11\ 002,08}{48\ 273,56} = 0,23$$

$$e_y = \frac{M_{\delta y}}{P_u} = \frac{12\ 910,45}{48\ 273,56} = 0,27$$

d. Valor de las diagonales

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,23}{0,45} = 0,511$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,27}{0,45} = 0,60$$

Del diagrama de interacciones obtenemos los siguientes valores: (ver anexos)

$$K_x = 0,44$$

$$K_y = 0,47$$

e. Comprobando la resistencia del área de acero

$$K_0 = 1 + \rho_u \quad \rho_u = \text{del valor de la curva inciso b.}$$

$$K_0 = 1 + 0,35 = 1,35$$

f. Con la ecuación de Bresler de carga inversa.

$$K_r = \frac{1}{\frac{1}{K_x} + \frac{1}{K_y} - \frac{1}{K_0}} = \frac{1}{\frac{1}{0,44} + \frac{1}{0,47} - \frac{1}{1,35}} = 0,19$$

Carga Axial:

$$P_u = K_r * 0,85 * f'_c * A_g$$

$$P_u = (0,19)(0,85)(280)(45 * 45) = 91\ 987,54 \text{ kg}$$

Como:

$$P_u > P_u$$

$$91\ 987,54 > 48\ 273,56 \text{ ok.}$$

Dado que como la carga inversa es mayor que la carga última del diseño, el área de acero propuesta de la sección transversal de concreto resiste perfectamente los estados de carga de la columna, por ello se continúa con $A_s = 8 \# 8$ corridas.

Ahora, se procede al cálculo del refuerzo transversal tanto para la zona confinada como la no confinada así como a la longitud de las mismas.

- **Diseño a corte en columnas**

Para el diseño de corte se seguirá el siguiente procedimiento.

- a. Calculando la longitud de confinamiento: La longitud debe ser medida desde la cara de la viga, dicho valor de longitud será el mayor de las siguientes expresiones.

$$\frac{1}{6} * h = \frac{3,2}{6} = 0,53 \text{ metros} \quad (h = \text{a la altura de la columna})$$

O el lado mayor de la columna en este caso 0,45, por lo tanto la longitud a confinar será de 0,55 metros.

b. Calculado el espaciamiento en la longitud de confinamiento; deberá de ser el menor de las siguientes expresiones.

- $\frac{1}{4}$ del lado menor de la columna = $\frac{1}{4} * 45 = 11,25$ cm
- $6\emptyset$ varilla = $6 * 2,54 = 15$ cm
- Cálculo del área de acero

$$\rho_s = 0,45 \left[\frac{A_g}{A_{chica}} - 1 \right] * \frac{f'_c}{f_y}$$
$$\rho_s = 0,45 \left[\frac{45 * 45}{37 * 37} - 1 \right] * \frac{280}{4200} = 0,014$$
$$S_0 = \frac{2 * \Delta V}{\rho_s * A_{chica}} = \frac{2(0,71)}{(0,014)(37)} = 2,74 \text{ cm}$$

Se usará la menor de las tres, en este caso la separación de los estribos de confinamiento será @ 0,03 m.

c. Calculado el espaciamiento fuera de la longitud de confinamiento; la separación existente en la longitud que no se encuentra confinada debe ser la que no exceda la menor de las siguientes consideraciones.

- $S_{max} = d/2 = 41/2 = 20,5$ cm
- 15 centímetros

Se usará el valor menor en este caso 0,15 m.

Los estribos quedan de la siguiente manera: Estribos de confinamiento # 3 @ 0,03 m, en ambos extremos, considerando el primer estribo a 0,05 m y el resto de estribos al centro en la longitud no confinada # 3 @ 0,15 m.

Figura 57. Vista en planta de la columna con su armado

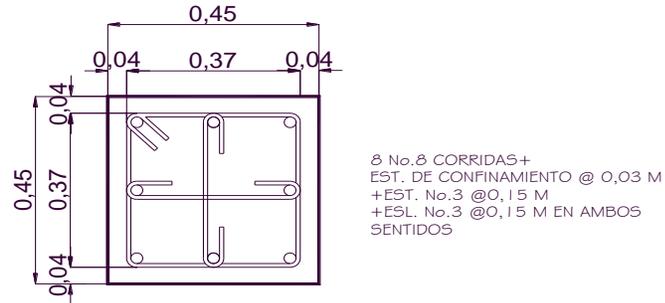
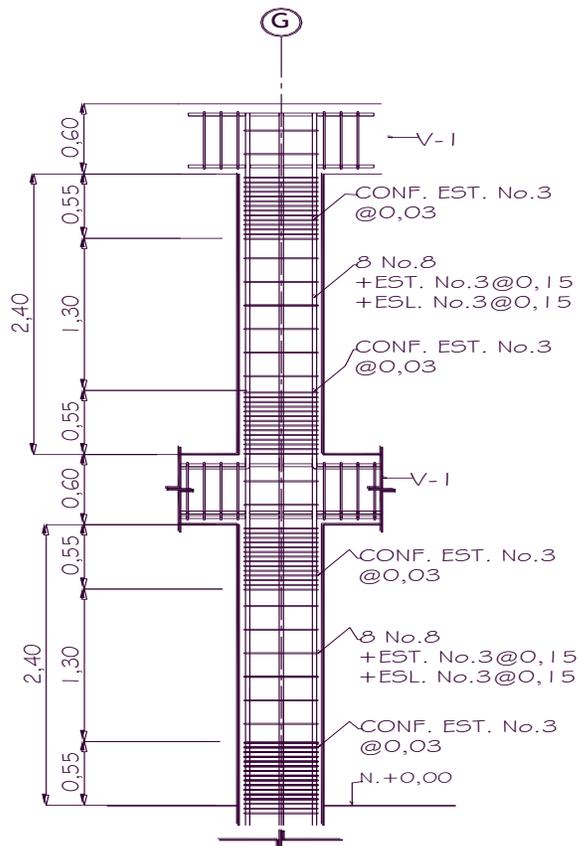


Figura 58. Elevación de la columna con armado de confinamiento



2.1.13.5. Diseño de cimiento

La cimentación debe transmitir las cargas de toda la estructura en sí, columnas, vigas, losa, hasta llegar a las zapatas o la cimentación que se diseñe; dichas cargas después de llegar a la cimentación, son transmitidas al suelo logrando un sistema de esfuerzos que puedan ser resistidos con seguridad sin que se produzcan asentamientos severos.

Las cimentaciones puede ser clasificadas en:

- **Cimentaciones indirectas:** es la que se realiza con elementos como pilotes, cilindros y cajones de cimentación, ya que el suelo resistente se encuentra a gran profundidad.
- **Cimentaciones directas:** también denominadas cimentaciones superficiales, en estas los elementos se prolongan hasta llegar al terreno de cimentación, descansando sobre él, mediante el ensanchamiento de su sección, como las zapatas aisladas, zapatas combinadas, cimentaciones por trabes y losas de cimentación.

Se considera realizar una cimentación directa por medio de zapatas conectadas, para lograr así un mayor soporte en el suelo, el cual no es muy elevado. Con esto se logra reducir la profundidad de la cimentación y a la vez se propone generar bajo la misma una base de selecto + cemento, compactado en una proporción de 1:3, lo que brindará a la estructura mayor resistencia, sin generar una estructura demasiado rígida que a la hora de un sismo sufra asentamientos bruscos y considerables.

Primero se procede a determinar la capacidad de carga admisible o valor soporte del suelo, determinando el mismo con las ecuaciones propuestas en el método empírico por el Dr. Karl Terzaghi.

$$q_d = 1,3 * C * N_c + \gamma * Z * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_y$$

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

Donde:

q_d = capacidad de carga límite en T/m^2 (valor a determinar)

C = cohesión del suelo en T/m^2 = 1,880 T/m^2

γ = peso volumétrico del suelo en T/m^2 = 2,28 T/m^2

φ = ángulo de fricción interna = 20 °

Z = profundidad de desplante de la cimentación en metros = 2,20 m

B = ancho de la zapata cuadrada, o dimensión menor = 2 m

V_s = Valor soporte del suelo (a determinar)

FS = Factor de seguridad = 4

Los valores de C , γ , φ , fueron tomados del estudio de suelos ver en anexos.

Factores de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi} = \tan^2 \left(45 + \frac{20}{2} \right) e^{\pi \tan 20} = 6,40$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi = (6,40 - 1) \cot 20 = 14,84$$

$$N_y = (N_q - 1) \tan \varphi = (6,40 - 1) \tan 20 = 5,76$$

$$q_d = 1,3(1,88)(14,84) + (2,28)(2,20)(6,40) + 0,4(2,28)(2)(5,76)$$

$$q_d = 78,87$$

$$V_s = \frac{78,87}{4} = 19,72 \cong 19 T/m^2 = 19\,500 \text{ kg/m}^2$$

Se procederá al cálculo de la zapata para la columna más crítica siguiendo el procedimiento que se expone. Con los datos obtenidos de los diagramas de momentos y del estudio de suelos:

$$\begin{aligned}
 FS &= 4 \\
 \gamma_s &= 2\,280 \text{ kg/m}^3 \\
 V_s &= 19\,500 \text{ kg/m}^3 \\
 FCU &= 1,57 \\
 M_x &= 10\,282,32 \text{ kg-m} \\
 M_y &= 10\,246,39 \text{ kg-m} \\
 P_u &= 48\,273,56 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- **Cálculo de las cargas de trabajo (P_t):** para reducir las mismas, para luego calcular el área de la zapata.

$$\begin{aligned}
 P_t &= \frac{P_u}{FCU} = \frac{48\,273,56}{1,57} = 30\,747,50 \text{ kg} \\
 M_{tx} &= \frac{M_x}{FUC} = \frac{10\,282,22}{1,57} = 6\,549,18 \text{ kg-m} \\
 M_{ty} &= \frac{M_y}{FCU} = \frac{10\,246,39}{1,57} = 6\,526,36 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

- **Pre dimensionamiento de la zapata:** con el valor máximo obtenido en el inciso anterior, se procede al cálculo del pre dimensionamiento de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5 * P_t}{V_s} \quad ; \quad \text{Donde: } A_z = \text{área de la zapata}$$

$$A_z = \frac{1,5(30\,747,50)}{19\,500} = 2,36 \text{ cm}^2$$

Entonces, $Az = 1,5 \times 1,5 = 2,25$, $Az = 1,75 \times 1,75 = 3,06$, por lo tanto se diseñará con una zapata de 2×2 para lograr más área de distribución de fuerzas y no diseñará bajo parámetros mínimos.

- **Chequeo por presión del suelo:** se debe de establecer la carga máxima que genera la estructura, para hacer la comparación con la obtenida del estudio de suelo, y así determinar si es necesario incrementar la sección de la zapata.

$$q_{\text{máx/mín}} = \frac{P_z}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

Donde:

$$S = S_x = S_y = \left(\frac{1}{6}\right) (b)(h^2) = \left(\frac{1}{6}\right) (2)(2^2) = 1,33$$

$$q_{\text{máx}} < V_s$$

$$q_{\text{mín}} < 0$$

$$P_z = P_t + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P_z = (30\,747,50) + (0,45 * 0,45 * 4,50 + 2\,400) + (4 * 1,50 * 2\,280) + (2\,400 * 4 * 0,4) = 50\,454,50 \text{ kg}$$

$$q_{\text{máx/mín}} = \frac{50\,454,50}{4} \pm \frac{6\,549,18}{1,33} \pm \frac{6\,526,36}{1,33} = +22\,445,08; 2\,782,17$$

Como el resultado obtenido es mayor que V_s se propone un nuevo dimensionamiento de la zapata para lograr que el valor soporte del suelo sea mayor que la carga, por presión del suelo y que no exista tensión en la carga mínima.

Propuesta: $A_z = 2,2 \times 2,2 = 4,84 \text{ cm}^2$, con esto se procede a realizar nuevamente los cálculos para determinar la carga máxima y mínima:

$$S = S_x = S_y = \left(\frac{1}{6}\right) (b)(h^2) = \left(\frac{1}{6}\right) (2,2)(2,2^2) = 1,77$$

$$P_z = P_t + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P_z = (30\,747,50) + (0,45 * 0,45 * 4,50 + 2\,400) + (4,84 * 1,50 * 2\,280) + (2\,400 * 4,84 * 0,4) = 54\,133,70 \text{ kg}$$

$$q_{\text{máx/mín}} = \frac{54\,133,77}{4,84} \pm \frac{6\,549,18}{1,77} \pm \frac{6\,526,36}{1,77} = +18\,572,13 ; 6\,145,94$$

Con esto se contará que el valor soporte del suelo no sobrepasa; pero, se cambiará la sección de la zapata de 2 x 2 metros por una de 2,20 x 2,20 m, sección que si cumple con la presión del suelo.

Determinación de reacción neta del suelo

$$\sigma_N = \sigma_{\text{máx}} * FCU = (18\,572,13 * 1,57) = 29\,158,24$$

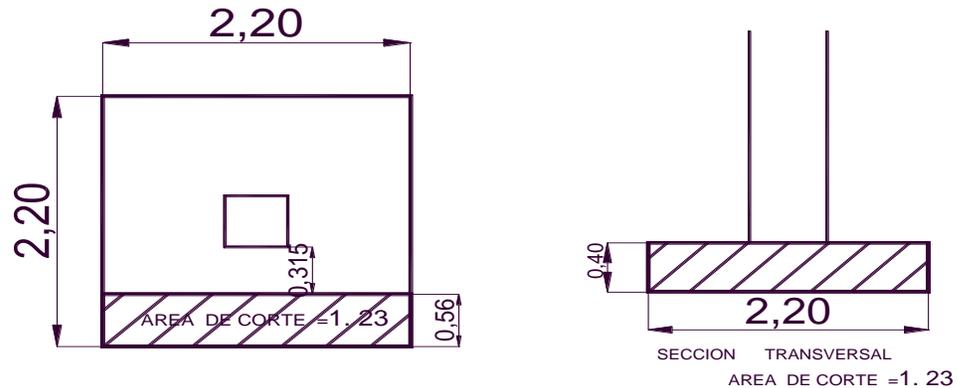
Asumiendo $t = 0,40 \text{ m}$ para el espesor de la zapata

- **Chequeo por corte simple:** para determinar el corte se asumirá un diámetro de varilla No. 6 para el refuerzo a flexión.

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

$$d = 40 - 7,5 - \frac{1,90}{2} = 31,55 \text{ cm}$$

Figura 59. Área de corte simple



Corte actuante

$$V_{act} = A(\text{de corte})(\sigma_N)$$

$$V_{act} = (0,56 * 2,20)(29\ 158,24) = 35\ 922,95\ \text{kg}$$

Corte resistente

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

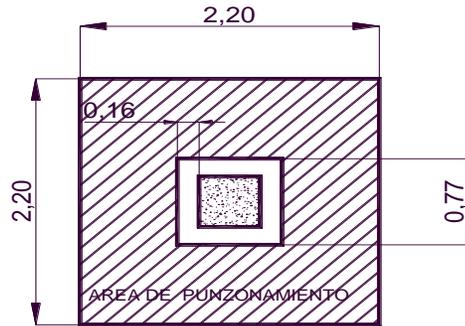
$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 220 * 31,55 = 52\ 323,39\ \text{kg}$$

Si $V_{act} < V_r$ ok ; 35 922,95 kg < 52 323,39 kg ok

- **Chequeo por corte de punzonamiento:** se da por los esfuerzos de corte que se producen alrededor del perímetro de la columna, donde el límite se encuentra a una distancia de $d/2$. La determinación del punzonamiento se realiza de la siguiente forma:

$$\frac{d}{2} = \frac{31,55}{2} = 15,77\ \text{cm}$$

Figura 60. Área de corte de punzonamiento



$$\text{Área zapata} = 2,20 * 2,20 = 4,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de falla} = 0,77 * 0,77 = 0,593 \text{ m}^2$$

Corte actuante

$$V_{act} = A(\text{de punzonamiento})(\sigma_N)$$

$$V_{act} = (4,84 - 0,593)(29\ 158,24) = 123\ 835,04 \text{ kg}$$

Corte resistente

$$V_r = 0,85 * 1,10 * \sqrt{f'_c} * \beta_0 * d$$

$$\beta_0 = \text{perímetro de la sección crítica de punzonamiento} = (4 * 0,77) = 3,08$$

$$V_r = 0,85 * 1,10 * \sqrt{280} * (4 * 77) * 31,55 = 152\ 033,99 \text{ kg}$$

$$\text{Si } V_{act} < V_r \text{ ok ; } 123\ 835,04 \text{ kg} < 152\ 033,99 \text{ kg ok}$$

Tanto el corte simple como el punzonamiento fueron chequeados, quedando dentro de los parámetros establecidos, lo que da la pauta que el peralte de la zapata con $t = 0,40 \text{ m}$ está bien.

- **Diseño de la zapata por flexión**

El suelo reacciona ante la zapata produciendo empuje hacia arriba denominado presión del suelo, lo que provoca esfuerzos de tensión, para ello se refuerza por medio de dos parrillas de acero perpendiculares entre sí y paralelas a los bordes de la misma, logrando así que soporte los esfuerzos inducidos. Se sigue el siguiente procedimiento:

a. Calculando el momento de diseño:

$$M_{dis} = \frac{\sigma_N * L^2}{2}$$

Donde: L^2 = Distancia de rostro de columna al extremo

$$M_{dis} = \frac{(29\ 158,24) * (0,875)^2}{2} = 11\ 162,14 \text{ kg} - \text{m}$$

b. Área de de acero: se tomará como base $b= 100$ cm

- **Sentido X**

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{\left((b * d)^2 - \frac{M_{dis} * b}{0,003\ 825 * f'_c} \right)} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left[100 * 31,55 - \sqrt{\left((100 * 31,55)^2 - \frac{11\ 162,14 * 100}{0,003\ 825 * 280} \right)} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{2\ 810} \right)$$

$$A_s = 14,38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,5}{f_y} (b * d) = \frac{14,5}{2\ 810} (100 * 31,55) = 16,28 \text{ cm}^2$$

Debido a que $A_{s\text{mín}} > A_s$ se usara $A_{s\text{mín}}$

- **Espaciamiento entre varillas:** se define de la siguiente manera.

$$S = \frac{\Delta v}{A_s} = \frac{\text{area de la varrilla a utilizar}}{\text{Area de acero de diseño}}$$

$$S = \frac{2,85}{16,28} = 0,175 \text{ cm}$$

Colocar varillas no.6 @ 0,15 cm en el sentido X, no a @ 0,17cm por facilidad.

- **Sentido Y**

El momento de diseño sigue siendo el mismo, lo que cambia es el peralte efectivo al disminuir por la cama de hierro colocada en el sentido X; entonces, será igual a:

$$d_y = d_x - \frac{\phi_x}{2} - \frac{\phi_y}{2} = 31,55 - \frac{1,9}{2} - \frac{1,9}{2} = 29,65 \text{ cm}$$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{\left((b * d)^2 - \frac{M_{dis} * b}{0,003825 * f'_c} \right)} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left[100 * 29,65 - \sqrt{\left((100 * 29,65)^2 - \frac{11162,14 * 100}{0,003825 * 280} \right)} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{2810} \right)$$

$$A_s = 15,35 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,5}{f_y} (b * d) = \frac{14,5}{2810} (100 * 29,65) = 15,29 \text{ cm}^2$$

Debido a que $A_{s_{min}} < A_s$ se usara A_s

- **Espaciamiento entre varillas:** se define de la siguiente manera.

$$S = \frac{\Delta v}{A_s} = \frac{\text{area de la varrilla a utilizar}}{\text{Area de acero de diseño}}$$

$$S = \frac{2,85}{15,29} = 0,18 \text{ cm}$$

Colocar varillas no.6 @ 0,15 cm en el sentido Y, no a @ 0,18 cm por facilidad. Generar en los dos sentidos el mismo espaciado, considerando que no es mucha la diferencia existente entre uno y otro.

c. Chequeo por longitud de desarrollo

Brinda el refuerzo de adherencia en los miembros sujetos a flexión, teniendo una longitud de anclaje no menor que la longitud de desarrollo L_d

$$L_d = \frac{0,06 * \Delta v * f_y}{\sqrt{f'_c}} = \frac{0,06 * 2,85 * 2810}{\sqrt{280}} = 28,71 \text{ cm}$$

Como se utilizó un recubrimiento de 7,5 cm. La longitud disponible de desarrollo será de:

$$C - 10 = \frac{220 - 30}{2} = 80 \text{ cm} > 28,71 \text{ cm ok.}$$

De acuerdo a lo obtenido, se determina que la zapata se encuentra bien diseñada de acuerdo al código ACI, con las longitudes y áreas de acero mínimas.

Figura 61. Armado de la zapata en planta

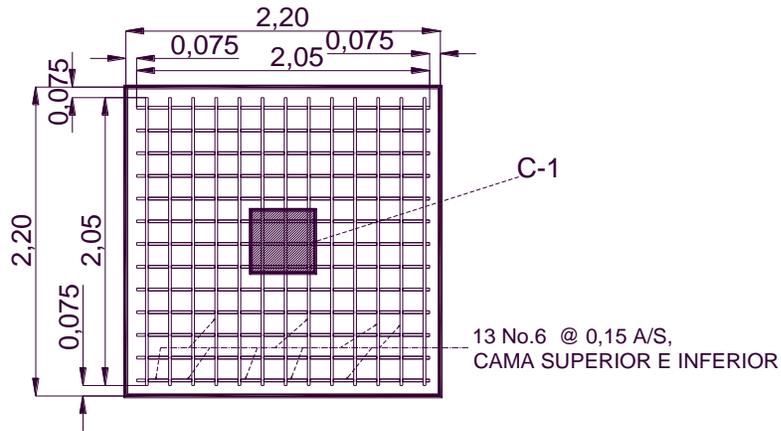
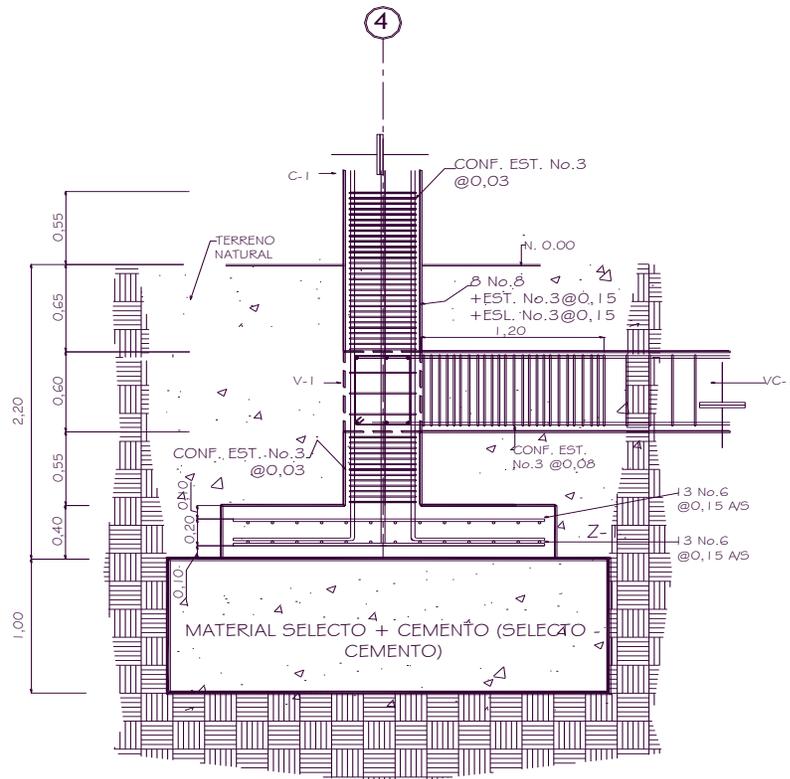


Figura 62. Armado de sección de la zapata y viga conectora con el confinamiento



VIGA CONECTORA: su función principal es equilibrar la mala distribución de esfuerzos de la zapata, sin absorber ningún tipo de momento, logrando reducir los momentos en la columna que llega a la cimentación se realizó el diseño de la misma en lugar de realizar un cimiento corrido debido principalmente al tipo de suelo y así lograr que la cimentación sea menos profunda considerando también que:

- La existencia de la viga conectora disminuye la esbeltez de la columna.
- Aumenta su rigidez y se reduce el ladeo (desplazamiento lateral, translación) en la estructura, aspecto significativo principalmente al actuar las cargas sísmicas. disminuyendo el momento en el apoyo.

DIMENSIONES: Profundidad de la viga, debido a que la columna que llega al apoyo se rigidiza considerablemente y se generan cortantes de gran magnitud, no es conveniente considerar a un nivel muy próximo al de la cimentación.

Altura debe de ser mayor que su ancho ($t < b$), para contrarrestar la flexión inducida por el sistema de cimentación y el ancho debe ser igual al ancho que posea la columna. Por lo anteriormente expuesto las dimensiones de la viga son de:

$$0,45 \times 0,60 \text{ donde } 0,60 > 0,45 \text{ ok.}$$

DATOS:

$$\begin{array}{ll} FS = 4 & V_s = 19\,500 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_s = 2\,280 \text{ kg/m}^3 & Mu = 28\,077,6 \text{ kg-m} \end{array}$$

El diseño se resume a continuación: primero, se determinará el peralte de la viga,

$$d = h - (\text{recubrimiento} \times 2) \quad \text{Donde } d = \text{peralte y } h = \text{altura de la viga.}$$

$$d = 60 - (4 \times 2) = 52 \text{ cm}$$

Área de acero longitudinal (A_s)

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c} \right)} \right] * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y}$$
$$A_s = \left[(45)(52) - \sqrt{(45 * 52)^2 - \left(\frac{28077,66 * 45}{0,003825 * 280} \right)} \right] * 0,85 * \frac{280}{4200}$$
$$A_s = 15,14 \text{ cm}^2$$

Diseño de los estribos y longitud de confinamiento

Según el código ACI 318-05 en 21.3.3.1 (refuerzo transversal).

$$L_o = 2h \text{ o } = L/6 \quad \text{Donde: } L_o = \text{longitud de confinamiento}$$
$$L_o = 2(0,60) = 1,20 \text{ x } 2 = 2,40 \text{ m} \quad (2 = \text{número de lados})$$

Considerando el código ACI 318-05 en 21.3.3.2.:

- e) $d/4 = 52/4 = 13$ centímetros
- f) $8 * \emptyset$ de la varrilla = $(8)(2,54) = 20,52$ centímetros.
- g) $24 * \emptyset$ de la varrilla = $(24)(0,95) = 22,80$ centímetros
- h) $0,003$ metros = 30 centímetros

Dado lo expuesto, se colocarán estribos de confinamiento a una longitud, a partir de cada extremo, de $1,20$ metros.

Se procede a determinar la separación de los estribos

$$S = \frac{2,85}{15,14} = 0,18 \text{ cm}$$

Con los datos obtenidos el armado será de:

$$3 \text{ No. } 6 + \text{ est. NO. } 3 @ 0,15 \text{ en ambas camas}$$

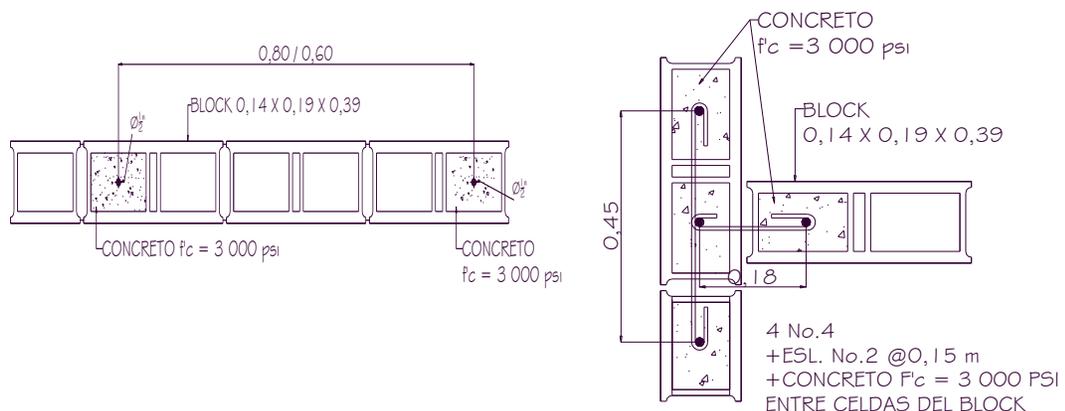
2.1.13.6. Diseño de elementos de mampostería reforzada

Por el tipo de estructura utilizada ya no fue necesario emplear muros de corte, por lo que se optó por el método de pines en todos los muros. En las puertas por el marco se encuentra una columna para poder colocar la misma.

Esto simplemente implicará que los muros por la longitud de separación de los mismos puedan tener amarre vertical y en cuando al refuerzo horizontal se harán uso de soleras intermedias, armado con acero longitudinal y estribos.

La separación de los pines será entre los diferentes marcos de 0,60 m a 0,80 m como se describe en la figura 63, sin sobrepasar el límite regido por norma de 0,80 m la separación entre un pin y otro. Para el área administrativa donde se dispone una diferencia de modulación por los espacios creados para el efecto y la disponibilidad de áreas de trabajo accesibles, se utilizan pines en forma de T, como se aprecia en la figura y en forma de L en el área de los servicios sanitarios, con la utilización de los eslabones según sea cualquiera de los casos. (ver en apéndice 1, plano de emplantillado de pines y columnas.)

Figura 63. Pineado en muros de block



2.1.13.7. Diseño de gradas de estructura metálica

Se utilizaron módulos independientes a la estructura. La utilización de este tipo de gradas logra que la estructura sea más liviana y tenga la misma funcionalidad con el uso claro de la estructura metálica (usando el sistema de una pasarela), empleando para el efecto tanto vigas WF; platinas de diferentes dimensiones con el uso del sistema atornillado y soldado, según el caso y la disponibilidad de trabajabilidad de la pieza; pernos para el anclaje de las vigas a las columnas; en los descansos de las gradas y para las zapatas que sirven de base.

Los dos tipos de gradas que se contemplan son las que se muestran en las siguientes figuras:

Figura 64. **Módulo de gradas tipo 1 para aulas y talleres**

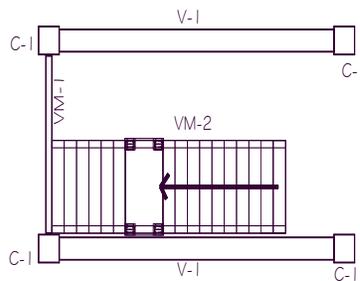
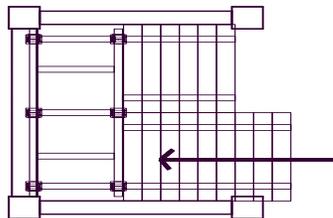


Figura 65. **Módulo de gradas tipo 2 del módulo administrativo**



No es más que el mismo sistema de gradas de concreto armado, sólo que con el uso de estructura metálica. Para tal efecto se utilizaron:

- Placas de base para columnas cargadas axialmente

Considerando que el esfuerzo de diseño por compresión, en el área de apoyo de un cimiento de concreto, es menor que el de la base de acero de una columna. La carga de la viga se transmite a través de la placa de acero.

Se empleó una placa de 4" para la conexión de vigas que están en contacto directo con el cemento, no se hizo uso de mayores cálculos por las dimensiones a trabajar.

Para el diseño de las placas, dado que el módulo de gradas No.2 no es el mismo que al No.3, se hizo bajo el parámetro de establecer el tipo de viga WF, y dejando 1 pulgada dentro de la base de la columna, dando lugar a la colocación de los 4 pernos por columnas de un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada por 10 pulgadas de largo. Para las columnas y la base de las zapatas Z-M1 y Z-M2 se utilizarán 8 pernos por zapata, 4 por lado.

- Platinas

Las platinas utilizadas son de un espesor de $\frac{1}{4}$ ". Se hace uso de varias dimensiones de platinas que sirven para unir las piezas, especialmente entre vigas y el descanso, el tamaño de estas piezas está en relación al diámetro del tornillo más $\frac{1}{8}$ " para determinar el diámetro del agujero a utilizar, así como el espacio disponible de conexión entre vigas.

- Tornillos

Debido a la poca magnitud de la estructura todas las piezas atornilladas emplean tornillos de $\frac{1}{2}$ pulgadas.

Para los tornillos se debe considerar la fuerza y el diámetro, para obtener la resistencia de diseño de corte por tornillo, lo que permite, conjuntamente con la fuerza actuante, obtener el número de tornillos a emplear el cual sobrepasa 1 ó 2 más de lo estipulado.

No es muy significativo en el presente diseño este tipo de cálculo, por ser piezas de pequeñas dimensiones, la pieza que cuenta con mayor número de tornillos es la PL- 3 A con tres tornillos. Sólo se hará uso de tornillos expansivos para concreto en las conexiones con vigas fundidas de un diámetro de $\frac{1}{2}$ " x 5".

- Barandas

Se diseñaron con tubo proceso redondo de diámetro de 1" y 1 $\frac{1}{2}$ ", dichas piezas irán soldadas.

- Concreto

El concreto a utilizar en la fundición de las bases y columnas para el anclaje de los pernos es de 3 000 psi.

2.1.13.8. Diseño de rampas de comunicación entre módulos

La utilización de rampas en el diseño se debió a la topografía que presenta el terreno, con las curvas de nivel (ver planos topográficos en el apéndice), y el estudio de suelos realizado indicando que el suelo en el lugar no es el más propicio para realizar grandes cortes por encontrarse a 3 metros del manto freático. Con el empleo de rampas se logra que los módulos se encuentren comunicados entre sí, para evitar que se vea afectada la estructura con fuerzas y momentos aplicados a ella; se diseñó de tal forma que las rampas sean módulos independientes al igual que las gradas, teniendo las mismas sus columnas y zapatas para sobrellevar su propio peso.

La utilización de este tipo de rampas logra que la estructura sea más liviana y tenga la misma funcionalidad con el uso claro de estructura metálica (usando el sistema de una pasarela.).

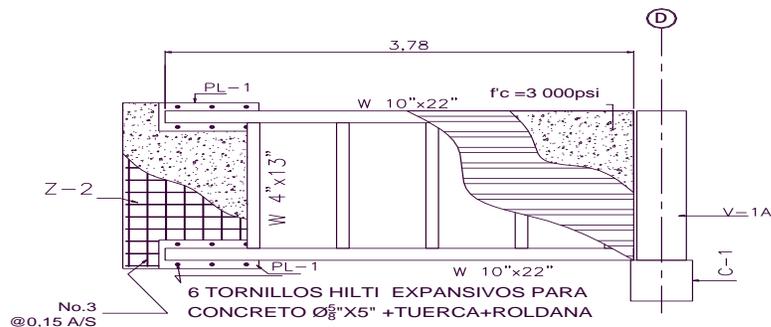
El diseño contempla 4 tipos diferentes de rampas, según su ubicación, siendo las tipo 1 las que unen los módulos de aulas y los talleres, por encontrarse en el primer nivel se realizarán fundidas sobre el terreno compactado. Las tipo 2, 3, y 4 contemplan la misma base que las gradas siendo estas de estructura metálica tipo pasarelas lo cual generan menos peso, considerando su ubicación y que estas no serán expuestas al agua.

Los elementos de acero se diseñaron por el método de tensiones admisibles indicado en AISC "*Desig, Fabrication And Erection Of Structural Steel For Building*", que se basa en el análisis elástico lineal, válido para pequeñas deformación.

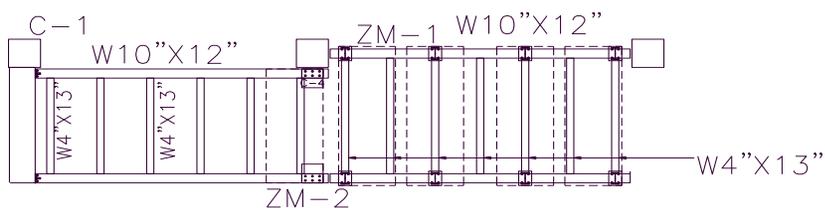
Empleando para el efecto tanto vigas WF, ya que tienen un mayor porcentaje de acero concentrado. Platinas de diferentes dimensiones con el uso del sistema atornillado y soldado, pernos para el anclaje de las vigas WF a las columnas en los descansos y para las zapatas que sirven de base. Con un acabado con *top* de granito lavado, empleando lámina y electromalla. Los dos tipos de rampas de estructura metálica son los que se presentan en las siguientes figuras, sin incluir la tipo 1 que como se especificó será solamente fundida en el lugar.

Figura 66. Planta de rampas tipo 2, tipo 3 y tipo 4.

Rampa tipo 2



Rampa tipo 3 y 4



- **Parámetros de diseño:**

- Para comenzar a diseñar se definió la altura de las plataformas
Siendo estas de una diferencia de altura de 1,50 metros unos de otra
sobrepasando solo cada plataforma de trabajo.
- Elementos y dimensiones principales a utilizar.

Rampa no.2 :

vigas WF de 10" x 22" como se aprecia en apendice 1.

Rampa no.3 y 4 :

vigas WF de 10" x 22" y 4" x 13".

columnas de anclaje de 0,30 x 0,30 m.

zapatillas corrida para ambas columnas de 0,80 x 2,00 m.

- Con la carga actuante se dispone el análisis de fuerzas con las que reacciona
Tomando en cuenta los pesos propios de los elementos:

Relleno estructural	$\gamma_{re} = 2,2 \text{ ton/m}^3$
Acero	$\gamma_a = 7,85 \text{ ton/m}^3$
Sobre carga sísmica	$S = 0,5 \text{ ton/m}^2$

Para tal efecto se utilizarán:

- Placas de base para columnas cargadas axialmente

Se empleo una placa de 14" x 33" para la conexión de vigas que están en contacto directo con el cemento de la rampa no.2, y de rampa no.3 y 4 de 102 x 10", no se hizo uso de mayores cálculos por las dimensiones a trabajar.

Para el diseño de las placas, dado que las rampas no son iguales, se hizo bajo el parámetro de establecer el tipo de viga WF, y dejando por lo menos 1 pulgada adentro de la base a la misma, dando lugar a la colocación de los 4 pernos por columnas de un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada por 10 pulgadas de largo. Para las columnas y la base de las zapatas Z-M2 se utilizarán 6 pernos, 3 por lado.

- Platinas

Las platinas utilizadas son de un espesor de $\frac{3}{8}$ ". Se hace uso de varias dimensiones de platinas que sirven para unir las piezas, especialmente entre vigas y el descanso, el tamaño de estas piezas está en relación al diámetro del tornillo más $\frac{1}{8}$ " para determinar el diámetro del agujero a utilizar, así como el espacio disponible de conexión entre vigas.

- Tornillos

Debido a la poca magnitud de la estructura todas las piezas atornilladas emplean tornillos de $\frac{5}{8}$ " x 5" expansivos para concreto. Considerando que para los tornillos se debe de considerar la fuerza y el diámetro, para obtener la resistencia de diseño de corte por tornillo, lo que permite conjuntamente con la fuerza actuante obtener el número de tornillos a emplear.

No es muy significativo en el presente diseño este tipo de cálculo, por ser piezas de pequeñas dimensiones, la pieza que cuenta con mayor número de tornillos es la PL- 1 A con tres tornillos.

- Barandas

Se diseñaron con tubo proceso redondo de diámetro de 1" y $1\frac{1}{2}$ ", dichas piezas irán soldadas.

Nota: Ver los planos de rampas y detalles en apéndice 1.

2.1.14. Diseño de instalaciones

Las instalaciones dentro del edificio son muy importantes para hacerlo funcionar en óptimas condiciones. A continuación se describe en forma resumida los criterios para el diseño de las instalaciones con las cuales contará el diseño del instituto.

2.1.14.1. Hidráulica

La dotación depende de las instalaciones y el uso que se le de. El agua proviene de un tanque de distribución, del cual bajara por gravedad. La dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los que se encuentra: el uso, las costumbres, etc.

Tabla VIII. Dotación para escuelas

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN
ESCUELAS	100 litros/alumno /día

Fuente; Enríquez Harper Gilberto, **ABC de las instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias**, Editorial Limusa México 2000.

Para el cálculo se usa el método Hunter, que consiste en asignar a cada aparato o grupos de aparatos sanitarios, un número de unidades de gasto determinado experimentalmente. La unidad de gasto es la que corresponderá a la de carga.

Por ser servicios públicos el área de sanitarios y considerando que varias personas pueden ingresar al baño y utilizar diferentes aparatos a la vez, se considera separadamente a cada aparato sanitario, multiplicando el número total por el peso correspondiente según las siguientes tablas.

Tabla IX. **Unidades de gasto**

PIEZA	TIPO	UNIDADES DE GASTO		
		TOTAL	AGUA FRÍA	AGUA CALIENTE
Ducha		4	3	3
Inodoro	con tanque	5	5	0
Lavadero	repostería	3	2	2
Bebedero	múltiple	2	1.5	1.5
Urinario	con tanque	3	3	0
Urinario	con válvula semiautomática	5	5	0

Fuente; Enríquez Harper Gilberto, **ABC de las instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias**, Editorial Limusa México 2000.

Tabla X. **Diámetros de tubería según accesorio**

TIPO DE APARATO	DÍAMETRO DEL SUB-RAMAL EN PULGADAS		
	presiones hasta 10 m	presiones mayores de 10	díametro mínimo
SANITARIO			
Ducha	3/4"	1/2"	1/2"
Grifo de cocina	3/4"	1/2"	1/2"
Inodoro con tanque	1/2"	1/2"	1/2"
Urinario con Válvula	1- 2"	1"	1"

Fuente; Enríquez Harper Gilberto, **ABC de las instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias**, Editorial Limusa México 2000.

Para el diseño se contempla tanto sub-ramales como ramales principales. Se consideró tanto las tablas como el uso y ubicación. Los diámetros y el diseño se pueden apreciar en los anexos en el plano de instalaciones hidráulicas de todo el conjunto.

2.1.14.2. Drenajes

Lo que pretendemos es evacuar las aguas por medio de un conjunto de tuberías que deberán cumplir:

- Evacuar rápidamente las aguas.
- Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior del edificio.
- Las tuberías deben ser de materiales durables, en este diseño se usó sólo tubería de PVC.

Para el diseño se consideró colocar cajas de registro en los puntos de recibo de bajantes o columnas, en los lugares de reunión de dos o más colectores, en los cambios de dirección y cada 20 m como máximo.

En el diseño de las instalaciones sanitarias se analizó el de tercera clase: a esta clase corresponden las instalaciones de uso público, donde no existe límite en el número de personas, ni en el uso; tal es el caso de los baños públicos, sitios de espectáculos y similares. Los dos sistemas para esta clase son: el unitario y el separado, se utilizó el segundo, el cual se usa cuando se tienen dos redes distintas, una para agua de lluvia (pluvial) y la otra para las aguas negras.

Se establecieron los diámetros de tubería de acuerdo con las descargas estipuladas, para el drenaje sanitario. En lo que se refiere al drenaje pluvial en algunas bajadas de columna de agua fue ubicada una caja reunida, misma que después es conducida por las cunetas, con disipadores de energía.

Ver planos de instalaciones de drenaje sanitario y drenaje pluvial, donde se indican los tipos de tubería a utilizar.

2.1.14.3. Eléctrica

La iluminación se hará con de lámparas. En el segundo nivel, por el tipo de estructura metálica con costaneras y lámina, las lámparas estarán colgadas por medio de cadenas de 3/8”.

En el sistema de fuerza, se colocarán en los talleres tomacorrientes de 220 voltios, al igual que para los salones de: videoconferencias, biblioteca, y laboratorio de computación. En las aulas fueron distribuidos tomacorrientes simples, debido a que los aparatos a conectar necesitan menos capacidad para trabajar.

Es necesaria la colocación de varios tableros de distribución que vienen del tablero principal ubicados en el módulo administrativo, por el tipo de edificio, por su forma, la longitud y también tomando en cuenta las plataformas por las que hay que pasar los cables.

Se contempló para su diseño un sistema monofásico de 3 hilos, de 120/240 voltios que generalmente se emplea cuando las cargas individuales sobrepasan los 5kw, o se tienen cargas con la necesidad de alimentarse con 240 v.

2.1.14.4. Especiales

Entre las instalaciones especiales se contemplaron:

- Red de internet

La cual solo se considera para el área administrativa. En las áreas de uso común de los alumnos se destino para el laboratorio de computación el salón de videoconferencias y el salón de estudio y biblioteca.

- Sistema contraincendios

La ubicación de los mismos fue considerada de acuerdo a las condiciones y al uso de las aéreas, utilizando extinguidores de tipo ABC, colocados de la siguiente forma:

- Un extinguidor por cada módulo, uno en el primer nivel y el otro en el segundo nivel.
- En el área administrativa se ubican 2 en el primer nivel, en el segundo nivel uno en cada salón: el salón de profesores, el salón de videoconferencias, el salón de estudio, la biblioteca más uno en corredores.
- En los talleres se colocó uno adentro de cada taller.

2.1.15. Cuantificación y Presupuesto

Para la cuantificación y el presupuesto del proyecto se realizaron 43 renglones unitarios se anexan los cuadros de resúmenes finales, el primero con el costo total del proyecto y el segundo con el costo directo. Los factores utilizados son; imprevistos 5%, utilidades 35% e impuestos 15%.

Tabla XI. Resumen con el costo total del proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	Guardiania	m ²	1 100	Q 16,28	Q 17 903,66
2	Preliminares, topografía y movimiento de tierras	m ³	804	Q 152,70	Q 122 771,18
OBRA GRIS					
3	Zapata Z-1 de 2,20 X 2,20 m x 0,40 m con dos camas de acero No. 6 @ 0,15 m + base de suelo selecto-cemento	u	71	Q 11 521,57	Q 818 031,64
4	Viga conectora VC-1 0,45 X 0,60 m con 6 No. 6 + est. No. 3 @ 0,15 m	m	421,38	Q 800,33	Q 337 243,06
5	Columnas C-1 de 0,50 x 0,50 m con 8 No. 8 + est. No. 3 @ 0,15	m	596,70	Q 747,86	Q 446 248,06
6	Solera S-1 0,14 X 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	656,70	Q 131,68	Q 86 474,26
7	Solera A S-2 de 0-14 x 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	456,38	Q 173,75	Q 79 296,03
8	Viga V-1 2No8 + 3No. 7 + 1no.4 +est @ 0,10 en extremos y al centro y el resto @ 0,20	m	245,00	Q 1 894,02	Q 464 034,56
9	Viga V-1 2No8 + 3No. 7 + 1no.4 +est @ 0,10 en extremos y al centro y el resto @ 0,20	m	20,06	Q 3 228,58	Q 64 765,34
10	Viga V-2 4 NO. 6 + est No. 3 @ 0.08 en extremos y al centro y el resto @ 0,15	m	276,40	Q 1 209,47	Q 334 298,50
11	Viga V-2A 4 No. 6 +1No.6 + est No.3 @ 0,08 en extremos y al centro, el resto @ 0,15	m	89,10	Q 941,22	Q 83 862,93
12	Muro con block pómez de 14x19x39 cm x 35 kg/cm ² , pineado	m ²	1 062,50	Q 238,50	Q 253 406,25
13	Losa de concreto armado t= 0,13 + volazidos	m ²	1 120,10	Q 326,32	Q 365 513,09

ESTRUCTURAS METÁLICAS					
14	Estructura metálica y cubierta de techo de lámina termo-acustica	m ²	1 866,39	Q 651,75	Q 1 216 419,68
15	Módulo de Gradas 3	u	2	Q 52 209,21	Q 104 418,42
16	Módulo de Gradas 2	u	1	Q 93 406,68	Q 93 406,68
17	Módulo de rampas 1	u	2	Q 25 650,90	Q 51 301,80
18	Módulo de rampas 2	u	2	Q 45 897,23	Q 91 794,46
19	Módulo de rampas 3	u	2	Q 65 890,14	Q 131 780,28
20	Módulo de rampas 4	u	2	Q 79 674,70	Q 159 349,40
21	Gradas de comunicación entre plataformas de 3 x 3 m, armadas con block pómez y plataforma de concreto alisado en la huella de 0,30 m 0,15 de contrahuella.	u	2	Q 8 679,15	Q 17 358,30
ACABADOS					
22	Piso de concreto patio planchas de 1,50x1,50 f'c 3 000 psi, t=10 cm	m ²	667,20	Q 171,75	Q 114 591,60
23	Piso granito color gris	m ²	1 378,00	Q 234,43	Q 323 044,54
24	Piso cerámico antideslizante + base de concreto f'c 2 000 psi	m ²	152,35	Q 297,45	Q 45 316,51
25	Banqueta con espesor de 0,10 cm con un f'c de 210 kg/cm ² .	m ²	461,63	Q 144,00	Q 66 474,72
26	Puerta P-1 metálica abatibles doble de 1,60 m x 2,20 m	u	11	Q 2 990,18	Q 32 891,95
27	Puerta P-2 metálicas de 1,20 m x 2,20 m.	u	12	Q 1 845,85	Q 22 150,20
28	Puerta P-3 metálica de 1,00 m x 2,20 m.	u	6	Q 2 218,15	Q 13 308,90
29	Puerta P-4 metálica abatibles de 0,9 m x 2,20 m	u	9	Q 2 727,90	Q 24 551,14
30	Puerta P-5 metálica 0,80 m x 2,20 m.	u	24	Q 3 920,27	Q 94 086,47
31	Puerta P-6 metálica de 0,75 m x 1,20 m.	u	2	Q 2 680,60	Q 5 361,20
32	Puerta P-7 metálica de 1,71 m x 2,20 m.	u	1	Q 2 903,31	Q 2 903,31
33	Ventanearía de vidrio de 5 mm y marcos de aluminio.	m ²	128	Q 748,97	Q 95 867,52
34	Baranda de tubo circular y muro de block de 19x19x39 tipo fachada	m ²	118	Q 312,94	Q 36 927,39
INSTALACIONES					
35	Acometida eléctrica, (poste de concreto de 0,25 x 0,25 m x 3,00 m, con 4 No.3 + est. No. 2 @ 0,15 m + zapata de 0,90 x 0,90 x 0,20 m, con 6 No. 3 @ 0,15 m)	u	1	Q 11 808,42	Q 11 808,42
36	Instalaciones eléctricas iluminación y fuerza	u	564	Q 319,77	Q 180 350,28
37	Instalación interior para red de abastecimiento de agua potable	m	550	Q 75,16	Q 4 339,03

38	Instalación Sanitaria del Edificio	m	474	Q 61,59	Q 29 193,66
39	Cajas de drenaje sanitario	u	9	Q 2 640,52	Q 23 764,72
40	Instalación interior para red de agua pluvial	u	546	Q 82,58	Q 45 090,82
41	Cajas de registro para drenaje pluvial	u	8	Q 2 408,35	Q 19 266,79
42	Cuneta tipo trapezoidal con rejilla metálica	m	264	Q 748,96	Q 197 725,11
URBANISMO					
43	Engramillado y jardinerización de áreas	m ²	290	Q 114,16	Q 33 107,37
TOTAL					Q 6 798 799,23

Tabla XII. Resumen con el costo directo del proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO
1	Guardiania	m ²	1 100	Q 11 120,28
2	Preliminares, topografía y movimiento de tierras	m ³	804	Q 76 255,39
OBRA GRIS				
3	Zapata Z-1 de 2,20 X 2,20 m x 0,40 m con dos camas de acero No. 6 @ 0,15 m + base de suelo selecto-cemento	u	71	Q 508 094,19
4	Viga conectora VC-1 0,45 X 0,60 m con 6 No. 6 + est. No. 3 @ 0,15 m	m	421,38	Q 209 467,84
5	Columnas C-1 de 0,50 x 0,50 m con 8 No. 8 + est. No. 3 @ 0,15	m	596,70	Q 277 171,18
6	Solera S-1 0,14 X 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	656,70	Q 53 712,69
7	Solera A S-2 de 0-14 x 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	456,38	Q 49 250,87
8	Viga V-1 2No8 + 3No. 7 + 1no.4 +est @ 0,10 en extremos y al centro y el resto @ 0,20	m	245,00	Q 288 220,22
9	Viga V-1 2No8 + 3No. 7 + 1no.4 +est @ 0,10 en extremos y al centro y el resto @ 0,20	m	20,06	Q 40 226,92
10	Viga V-2 4 NO. 6 + est No. 3 @ 0,08 en extremos y al centro y el resto @ 0,15	m	276,40	Q 207 638,82
11	Viga V-2A 4 No. 6 +1No.6 + est No.3 @ 0,08 en extremos y al centro, el resto @ 0,15	m	89,10	Q 52 088,77
12	Muro con block pómez de 14x19x39 cm x 35 kg/cm ² , pineado	m ²	1 062,50	Q 157 395,63
13	Losa de concreto armado t= 0,13 + volazidos	m ²	1 120,10	Q 227 026,76
ESTRUCTURAS METALICAS				
14	Estructura metálica y cubierta de techo de lámina termo-acustica	m ²	1 866,39	Q 755 537,57
15	Módulo de Gradas 3	u	2	Q 91 418,42
16	Módulo de Gradas 2	u	1	Q 71 851,29
17	Módulo de rampas 1	u	2	Q 39 462,92
18	Módulo de rampas 2	u	2	Q 70 611,12

19	Módulo de rampas 3	u	2	Q 101 369,45
20	Módulo de rampas 4	u	2	Q 122 576,46
21	Gradas de comunicación entre plataformas de 3 x 3 m., armadas con block pómez y plataforma de concreto alisado en la huella de 0,30 m 0,15 de contrahuella.	u	2	Q 13 352,54
ACABADOS				
22	Piso de concreto patio planchas de 1,50x1,50 f'c 3 000 psi, t=10 cm	m ²	667,20	Q 71 172,87
23	Piso granito color gris	m ²	1 378,00	Q 200 648,20
24	Piso cerámico antideslizante + base de concreto f'c 2 000 psi	m ²	152..35	Q 28 147,34
25	Banqueta con espesor de 0,10 cm con un f'c de 210 kg/cm ² .	m ²	461.63	Q 23 741,67
26	Puerta P-1 metálica abatibles doble de 1,60 m x 2,20 m	u	11	Q 20 429,78
27	Puerta P-2 metálicas de 1,20 m x 2,20 m.	u	12	Q 13 757,89
28	Puerta P-3 metálica de 1,00 m x 2,20 m.	u	6	Q 8 844,30
29	Puerta P-4 metálica abatibles de 0,9 m x 2,20 m	u	9	Q 15 249,16
30	Puerta P-5 metálica 0,80 m x 2,20 m.	u	24	Q 58 438,80
31	Puerta P-6 metálica de 0,75 m x 1,20 m.	u	2	Q 3 329,94
32	Puerta P-7 metálica de 1,71 m x 2,20 m.	u	1	Q 1 803,30
33	Ventanearía de vidrio de 5 mm y marcos de aluminio.	m ²	128	Q 89 600,00
34	Baranda de tubo circular y muro de block de 19x19x39 tipo fachada	m ²	118	Q 23 137,46
INSTALACIONES				
35	Acometida eléctrica, (poste de concreto de 0,25 x 0,25 m x 3,00 m, con 4 No.3 + est. No. 2 @ 0,15 m + zapata de 0,90 x 0,90 x 0,20 m, con 6 No. 3 @ 0,15 m)	u	1	Q 7 334,43
36	Instalaciones eléctricas iluminación y fuerza	u	564	Q 112 018,87
37	Instalación interior para red de abastecimiento de agua potable	m	550	Q 25 676,42
38	Instalación Sanitaria del Edificio	m	474	Q 18 131,61
39	Cajas de drenaje sanitario	u	9	Q 14 760,69
40	Instalación interior para red de agua pluvial	u	546	Q 28 006,72
41	Cajas de registro para drenaje pluvial	u	8	Q 11 966,95
42	Cuneta tipo trapezoidal con rejilla metálica	m	264	Q 122 810,63
URBANISMO				
43	Engramillado y jardinización de áreas	m ²	290	Q 20 563,58
TOTAL				Q 4 343 419,96

2.1.16. Cronograma de actividades y ejecución

Tabla XIII. Cronograma de actividades y ejecución.

DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	MESES																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Guardiania	m ²	1 100	■																	
Preliminares, topografía y movimiento de tierras	m ³	804	■																	
OBRA GRIS																				
Zapata Z-1 de 2,20 X 2,20 m x 0,40 m con dos camas de acero No. 6 @ 0,15 m + base de suelo selecto-cemento	u	71	■	■	■															
Viga conectora VC-1 0,45 X 0,60 m con 6 No. 6 + est. No. 3 @ 0,15 m	m	421,38		■	■	■														
Columnas C-1 de 0,50 x 0,50 m con 8 No. 8 + est. No. 3 @ 0,15	m	596,70		■	■	■	■	■	■											
Solera S-1 0,14 X 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	656,70			■	■	■													
Solera A S-2 de 0-14 x 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	456,38						■	■	■										
Viga V-1 2No8 + 3No. 7 + 1no.4 +est @ 0,10 en extremos y al centro y el resto @ 0,20	m	245,00						■	■	■	■	■								
Viga V-1 2No8 + 3No. 7 + 1no.4 +est @ 0,10 en extremos y al centro y el resto @ 0,20	m	20,06							■	■	■	■								
Viga V-2 4 NO. 6 + est No. 3 @ 0,08 en extremos y al centro y el resto @ 0,15	m	276,40							■	■	■	■	■	■						
Viga V-2A 4 No. 6 +1No.6 + est No.3 @ 0,08 en extremos y al centro, el resto @ 0,15	m	89,10								■	■	■	■	■						
Muro con block pómez de 14x19x39 cm x 35 kg/cm ² , pineado	m ²	1 062,50							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Losa de concreto armado t= 0,13 + volazidos	m ²	1 120,10									■	■	■	■	■	■				

INSTALACIONES																		
Acometida eléctrica, (poste de concreto de 0,25 x 0,25 m x 3,00 m, con 4 No.3 + est. No. 2 @ 0,15 m + zapata de 0,90 x 0,90 x 0,20 m, con 6 No. 3 @ 0,15 m)	u	1																
Instalaciones eléctricas iluminación y fuerza	u	564																
Instalación interior para red de abastecimiento de agua potable	m	550																
Instalación Sanitaria del Edificio	m	474																
Cajas de drenaje sanitario	u	9																
Instalación interior para red de agua pluvial	u	546																
Cajas de registro para drenaje pluvial	u	8																
Cuneta tipo trapezoidal con rejilla metálica	m	264																
URBANISMO																		
Engramillado y jardinerización de áreas	m ²	290																

2.2. Diseño y Planificación del Pavimento Rígido para la Aldea El Paraíso, Municipio de Palencia, Departamento de Guatemala

2.2.1. Investigación preliminar

El lugar es bastante accesible, teniendo acceso al municipio por el municipio de San José Pínula, y la carretera CA- 9, se contempla que el 60% de sus veredas y caminos locales, aún no existe asfalto. El registro de los vehículos que circulan por la zona no rebasa los 100 vehículos en promedio.

2.2.1.1. Descripción del proyecto a desarrollar

Se realizará el diseño de un pavimento rígido para la aldea, brindándose el diseño para la circulación de los vehículos, de acuerdo a la topografía del lugar.

2.2.1.2. Localización del terreno

El tramo a pavimentar se localiza siguiendo la carretera principal desde el parque municipal, pasando por las aldeas de Los Mixcos y Los Tecomates.

2.2.1.3. Ubicación del terreno

Estando ya en la aldea El Paraíso, tomando como referencia la iglesia católica llamada Santa Imelda, el tramo a ser pavimentado se encuentra enfrente de la misma, por el camino de terracería.

2.2.2. Normas utilizadas para el diseño de pavimentos

Existen dos tipos de normas utilizadas en el diseño de pavimentos:

1. Las PCA, que se identifica como el método simplificado y que es utilizado cuando no se dispone de datos, como lo son las cargas por ejes. Haciendo uso de tablas, con los datos del tipo de calle, tráfico, etc.
2. Las normas AASHTON, estas normas requiere la disposición de mayor cantidad de datos; siendo más exactas, proporciona los parámetros para seguir trabajando los agregados a utilizar del pavimento, para su diseño, base, sub-base y carpeta de rodadura.

2.2.3. Definición de pavimentos

Un pavimento es el conjunto de la estructura, compuesta por las capas de subrasante, sub-base, base y carpeta de rodadura. Deberá de recibir en forma directa las cargas de todos los vehículos que transiten, distribuyendo las cargas de tránsito sobre el suelo para no afectar la carpeta de rodadura.

2.2.4. Tipos de pavimentos

El tipo de pavimento dependerá de su carpeta de rodadura, entre estos están los flexibles que son compuestos por una carpeta asfáltica, y los rígidos, integrados por losas de concreto, también conocidos como hidráulicos.

2.2.4.1. Pavimentos flexibles

En un pavimento flexible, la superficie de rodadura tiene menos rigidez, tendiendo a deformarse más y produciendo más tensión en la sub-rasante, por tal la estructura total del pavimento se deflecta o flexiona. Este tipo de pavimento es más usado en zonas de tráfico constante.

2.2.4.2. Pavimentos rígidos

Los pavimentos rígidos, es el tipo que se utilizará para el diseño del pavimento por las características del mismo y por el tipo de tráfico que no es demasiado. Los pavimentos rígidos reciben la carga de los vehículos y la reparten a un área de la sub-rasante, caracterizando su losa por su alta rigidez y módulo elasticidad, considerándose también que la consistencia de la superficie de rodadura, produce una buena distribución de las cargas.

Los pavimentos rígidos son una mezcla de cemento Portland, arena de río, agregado grueso (piedrín) y agua. Su período de diseño va de 5 a 20 años, y esta sujeto a los siguientes esfuerzos.

- a. Esfuerzos directos de compresión
- b. Esfuerzos de compresión y tensión, por la deflexión de la losa
- c. Esfuerzos abrasivos
- d. Esfuerzos de compresión y tensión por los cambios de temperatura
- e. Esfuerzos de compresión y tensión por la expansión y contracción

2.2.5. Estudios preliminares de campo

Los estudios preliminares del campo contemplaron las condiciones del lugar, la toma de muestras del suelo para los respectivos ensayos, y la realización del levantamiento topográfico (topografía del lugar destinado para el proyecto) como se describe a continuación.

2.2.5.1. Topografía

La topografía se dividió en planimetría y altimetría, siendo necesarias ambas para realizar el diseño del pavimento y poder establecer tanto la longitud del mismo y el ancho.

2.2.5.1.1. Planimetría

El levantamiento topográfico planimétrico, sirve para determinar: a. la longitud a pavimentar, b. el ancho que tendrá la carpeta de rodadura, c. transversales existentes y ubicación de nuevas, d. postes que tendrán que ser movidos. Se realizó como una poligonal abierta, utilizando el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación de 180 grados. Dejando marcas de trompos, en la línea central y estacas, en las cuales se tomó los puntos para la distancia y la toma de niveles, a cada 20 metros.

Para la realización de los trabajos de planimetría y señalización, en campo de la topografía, se utilizó el equipo siguiente:

Teodolito, estadía, tripode, plomada, brújula, trompos y estacas, cinta métrica.

2.2.5.1.2. Altimetría

El levantamiento topográfico de altimetría, tiene como finalidad obtener las diferencias de alturas que contempla toda la calle a ser pavimentada, realizando la misma a cada 20 metros para tener un buen parámetro a trabajar. Para realizar los trabajos de altimetría, se trabajó con el siguiente equipo:

- Nivel de precisión
- Tripode
- Estadía
- Cinta métrica

2.2.6. Ensayos de laboratorio de suelos

Se realizaron ensayos de laboratorio con la muestra del suelo, donde se realizará la pavimentación, para determinar las características del material y saber sobre qué tipo de suelo deberá diseñarse la carpeta de rodadura.

Con la muestra obtenida se realizaron los siguientes ensayos. Ver en anexos resultados de laboratorios.

- Ensayo de densidad máxima y humedad óptima (PROCTOR)
- Ensayo para la determinación de la resistencia del suelo (CBR)
- Ensayos para la clasificación del suelo siendo estos de granulometría y límites de Atterberg

2.2.6.1. Ensayo de granulometría

La granulometría proporciona la cantidad de material (partículas de suelo) de cierto tamaño que posee el suelo, con la ayuda de varios tamices de diferentes números, conociendo así la composición de un suelo, y la influencia que tiene en la densidad del material compactado.

Los resultados del laboratorio, correspondiente a la aldea en estudio son los siguientes, donde se observa que tenemos 0% de grava.

% de Grava	0 %
% de Arena	28,57 %
% de Finos	71,43 %

2.2.6.2. Ensayo de límites de Atterberg

Los límites de Atterberg, sirven para dar a conocer la plasticidad del suelo, por medio de los límites: líquido, plástico e índice plástico, que se describen a continuación, obteniendo mediante ellos el tipo de suelo que se esta analizando.

2.2.6.2.1. Límite líquido (LL)

No es más que el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco que contenga la muestra, midiendo así la resistencia del suelo a un determinado contenido de humedad.

Los resultados de laboratorio del ensayo es de un 45,7 % en el suelo.

2.2.6.2.2. Límite plástico (LP)

El límite plástico es el contenido de humedad, con respecto al peso seco de la muestra que fue secada al horno, por debajo del cual el suelo se comportará como un material totalmente plástico. Los resultados de laboratorio indican que el suelo posee un LP= 40,8%

2.2.6.2.3. Índice plástico (IP)

Denominado también índice de plasticidad, proporciona el margen de humedades dentro del cual encuentra el estado plástico, determinándose por la diferencia del estado líquido y plástico. Para este diseño, los resultados de laboratorio del suelo presenta un IP= 4,9%.

2.2.7. Ensayo de compactación o proctor modificado

La compactación del material es muy importante debido a que aumenta la resistencia al corte, mejorando la estabilidad del pavimento y disminuye tanto la relación de vacíos como la compresibilidad.

Este ensayo va a depender de la humedad del suelo, el agua que se aplique, para no saturar el suelo. Existen dos métodos siendo estos: proctor estándar y proctor modificado, para el diseño del pavimento en estudio, se realizó el segundo proctor modificado según la norma AASTHO T-180.

Obteniendo los siguientes resultados:

Densidad seca máxima: 1 456 kg/m^3

Humedad óptima: 26,5 %

2.2.8. Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)

Este ensayo nos da la resistencia del suelo, determinando así la capacidad soporte del mismo, considerando la humedad óptima y niveles de compactación variables, evaluando así la calidad relativa del suelo que determinará qué tan apto es para la sub-rasante, la sub-base o la base.

Este ensayo mide la resistencia al corte que presente el suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, el ensayo se realiza sobre la muestra compactada (proctor), saturándose las probetas durante 96 horas para simular así las condiciones de trabajo más excesivas. Los resultados con la muestra de 65 golpes dan un porcentaje de CBR del 39,6% y una expansión del 3,48%.

2.2.9. Análisis de resultados de laboratorio de suelos

Según los resultados de laboratorio (ver en anexo los resultados), este es un suelo Arcilloso limo arenosa color café, la clasificación descrita según los dos métodos es:

El método S.C.U. (clasificación de sistema unificado de clasificación de los suelos) es MH, la letra H indica que es un suelo con alta plasticidad, donde $45,7\% > 50$ ($LL > 50$), constituyéndose por limos, arcillas y orgánicas, siendo este un suelo de grano fino por su alto límite líquido que presenta.

El sistema de clasificación P.R.A. A-7-6 indica que es un suelo arcilloso. Este grupo de materiales tiene un índice plástico muy alto, 4,9%, comparado con la relación de su límite líquido que es de 45,7 %, sujetos estos a extremos cambios de volúmenes con los cambios de humedad.

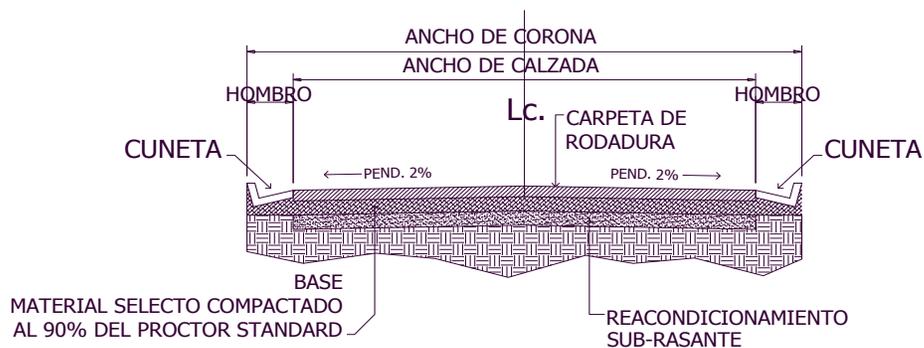
2.2.10. Diseño geométrico de la carretera

Es un proceso de pasos que involucran varios factores a considerar como sus elementos físicos, determinando tanto el tipo de vehículos como la cantidad, para luego hacer uso de matemática y la geometría. Dando lugar a que la carretera quede geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y perfil y el trazo de la sección transversal.

2.10.1. Elementos geométricos del alineamiento transversal

Son elementos que están definidos en las secciones transversales en los perfiles del terreno en la dirección que se encuentra normal al eje del alineamiento.

Figura 67. Elementos geométricos de la carretera



- **Ancho de Corona:** es la superficie que se encuentra delimitada por las aristas del relleno y los interiores de la cuneta.

- **Ancho de Calzada:** es la longitud comprendida para la circulación de vehículos, constituido por uno o dos carriles según el ancho.
- **Rasante:** sección típica es representada por un punto, siendo la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo de la corona del camino, siendo este elemento esencial para el diseño, por señalar el nivel final de la carretera.
- **Hombro:** es el área adyacente a ambos lados de la calzada, diseñándose para obtener ventajas, como por ejemplo la conservación del pavimento protegiéndolo contra la humedad y erosión en la calzada, y brindándole así seguridad al usuario.
- **Talud:** son útiles para determinar los volúmenes del corte y relleno existentes, siendo los planos inclinados de la terracería que pertenecen a la sección típica de una carretera.
- **Cunetas:** son canales abiertos para la conducción del agua de lluvia, construyéndose paralelamente al eje de la carretera para poder drenar las aguas, dado que son obras de drenaje que pertenecerán a la sección típica de la carretera pudiendo ser de diferente tipo, según el caudal de agua que deberán de soportar.
- **Pendientes:** la pendiente también es conocida como bombeo, el cual se le da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal, para facilitar el escurrimiento superficial del agua.

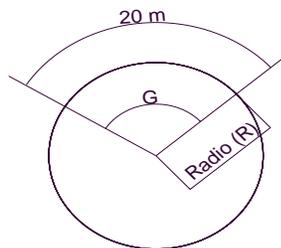
2.2.10.2. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es el diseño geométrico en planta de una carretera, siendo esta la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Siendo este importante por el hecho que a partir de él se dibujará el perfil que tiene la carretera en la actualidad. En el alineamiento horizontal se deberá de indicar tanto el azimut, curvas horizontales, distancias, principios de curvas y tangentes, y longitudes de curva, entre otros, para definir la carretera.

2.2.10.2.1. Diseño de curvas horizontales

Se debe de considerar, el grado de curvatura, y los elementos que la conforman que se describen a continuación.

Figura 68. **Grado de Curva**



Fuente: Hugo Concretas, **Diseño de tramo carretero de la Aldea Llano De La Virgen a la cabecera municipal de San Raymundo, fase III y diseño de tramo carretero de la Aldea Estancia Vieja, hacia el entronque con la carretera que conduce a Chuarrancho, fase II, San Raymundo, Departamento de Guatemala, septiembre de 2005, p 26.**

$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2 \pi R} \Rightarrow R = \frac{20 * 360}{2 \pi G} = \frac{1\ 145,915\ 6}{G} \Rightarrow G = \frac{1\ 145,915\ 6}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{1\ 145,915\ 6}{G}$$

Para el cálculo de los elementos de curva, es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección (PI) de localización, el azimut y el grado de curvatura (G) que el diseñador escogerá de acuerdo al delta (∇) y la velocidad de diseño, según la tabla siguiente.

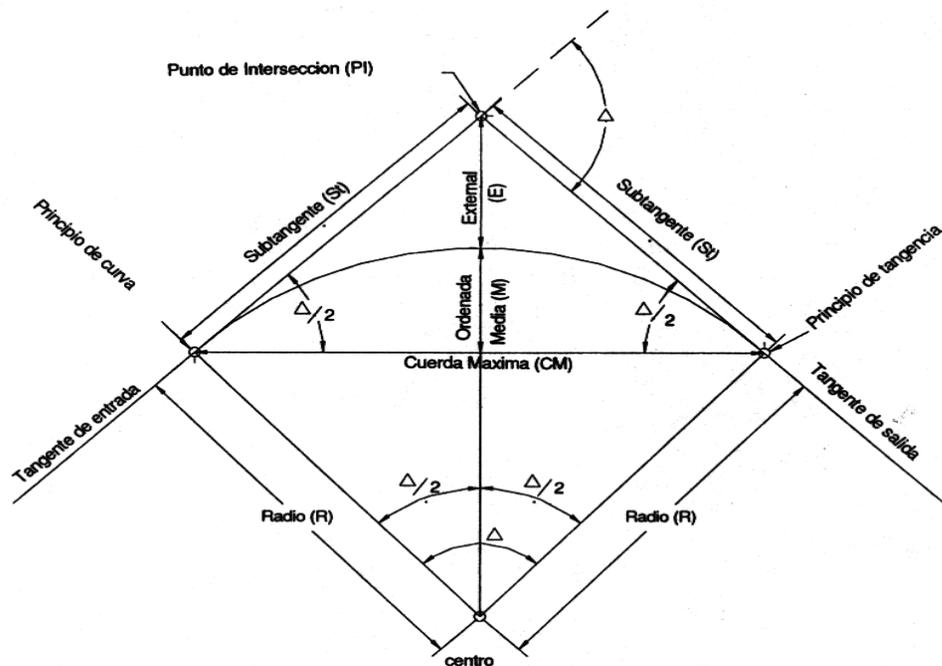
Tabla XIV. **Velocidad de diseño, según tipo de sección**

T.P.D.A. De	Carretera	Velocidad de diseño (km)	Radio mínimo (m)	Pendiente máxima (%)	Ancho de calzada
	Tipo "A"				2 x 7,20
3 000	Llanas	100	375	3	
A	Onduladas	80	225	4	
5 000	Montañosas	60	110	5	
	Tipo "B"				7,20
1 500	Llanas	80	225	6	
A	Onduladas	60	110	7	
3 000	Montañosas	40	47	8	
	Tipo "C"				6,50
900	Llanas	80	225	6	
A	Onduladas	60	110	7	
1 500	Montañosas	40	47	8	
	Tipo "D"				6
500	Llanas	80	225	6	
A	Onduladas	60	110	7	
900	Montañosas	40	47	8	
	Tipo "E"				5,50
100	Llanas	50	75	8	
A	Onduladas	40	47	9	
500	Montañosas	30	30	10	
	Tipo "F"				5,50
10	Llanas	40	47	10	
A	Onduladas	30	30	12	
100	Montañosas	20	18	14	

Fuente: Ibíd., p. 27

Una vez escogida la curva, se calculan sus elementos, entre los que se encuentran la sub-tangente (St), el largo de curva (Lc), el radio (R), el principio de curva (PC), el delta (∇), la cuerda máxima (CM), la ordenada media (OM), el external (E), el centro de la curva, el punto de intersección (PI), como se muestra en la figura a continuación:

Figura 69. Elementos que conforman una curva horizontal



Fuente: Ibíd., p. 28

Longitud de curva (Lc).

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (Pc) y el principio de tangencia (Pt) según la figura que antecede, de acuerdo a la siguiente relación.

$$\frac{LC}{2\pi R} = \frac{\nabla}{360} \Rightarrow LC = \frac{2\pi R \nabla}{360}$$

Sustituyendo:

$$LC = \frac{2\pi * 1\,145,915\,6 * \nabla}{360} = \frac{2\pi * 1\,145,915\,6 * \nabla}{360 * G} = \frac{20 * \nabla}{G}$$

Ejemplo:

De la figura 71 obtenemos $\nabla = 101^\circ 14' 51'' = 101,247\,5$, $G = 50$ para calcular la longitud de curva (LC).

$$LC = \frac{20 * \nabla}{G} = \frac{20 * 101,247\,5}{50} = 40,50$$

Sub-tangente (St):

Es la distancia entre el principio de curva (**Pc**) y el punto de Intersección (**PI**), ya que la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (**PI**) y el principio de tangencia (**Pt**) es igual.

$$Tg \frac{\nabla}{2} = \frac{St}{R} \Rightarrow St = R * Tg \frac{\nabla}{2}$$

Ejemplo:

De la Figura 71, se tiene: $\nabla = 101^\circ 14' 51'' = 101,247\,5$, $G = 50$, $R = 22,92$ para calcular la sub-tangente:

$$St = R * Tg \frac{\nabla}{2} = 22,92 * Tg \frac{101,247\,5}{2} = 27,9269$$

Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (**Pc**) al principio de tangencia (**Pt**). Ver figura 69.

$$\text{Sen} \frac{\nabla}{2} = \frac{Cm / 2}{R} \Rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{sen} \frac{\nabla}{2} \Rightarrow Cm = 2 * R * \text{sen} \frac{\nabla}{2}$$

Ejemplo:

De la figura 71, tenemos $\nabla = 101^\circ 14' 51'' = 101,247\,5$, $G = 50$, $R = 22,92$

$$Cm = 2 * R * \text{sen} \frac{\nabla}{2} = 2 * 22,92 * \text{sen} \frac{101,247\,5}{2} = 35,434\,2$$

Externál (E)

Es la distancia desde el **PI** al punto medio de la curva. Ver figura 69.

$$\begin{aligned} \cos \frac{\nabla}{2} &= \frac{R}{R+E} \Rightarrow E \cdot \cos \frac{\nabla}{2} = R - R \cdot \cos \frac{\nabla}{2} \\ E &= \frac{R - R \cdot \cos \frac{\nabla}{2}}{\cos \frac{\nabla}{2}} \Rightarrow E = \frac{R(1 - \cos \frac{\nabla}{2})}{\cos \frac{\nabla}{2}} = R \cdot \sec \frac{\nabla}{2} \end{aligned}$$

Ejemplo:

De la figura 71, tenemos $\nabla = 101^\circ 14' 51'' = 101,2475$, $G = 50$, $R = 22,92$

$$E = R \cdot \sec \frac{\nabla}{2} = 22,92 \cdot \sec \frac{101,2475}{2} = 13,208 0$$

Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima. Ver la figura 69.

$$\begin{aligned} \cos \frac{\nabla}{2} &= \frac{R-M}{R} \Rightarrow R \cdot \cos \frac{\nabla}{2} = R - M \Rightarrow M = R - R \cdot \cos \frac{\nabla}{2} \\ M &= R (1 - \cos \frac{\nabla}{2}) \end{aligned}$$

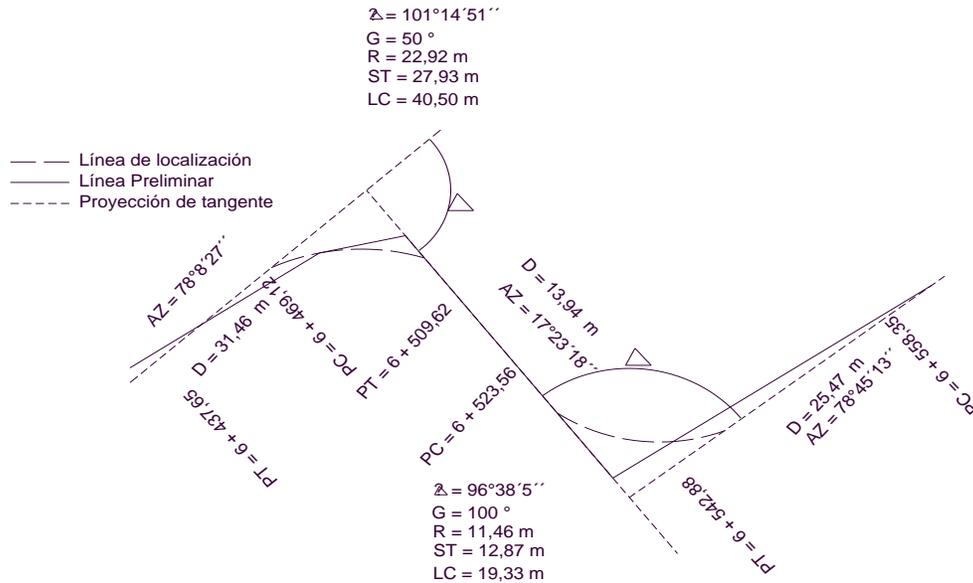
Ejemplo:

De la figura 71, se tiene $\nabla = 101^\circ 14' 51'' = 101,2475$, $G = 50$, $R = 22,92$

$$M = R (1 - \cos \frac{\nabla}{2}) = 22,92 (1 - \cos \frac{101,2475}{2}) = 8,379 3$$

Para el cálculo de los estacionamientos de la línea de localización, se utilizan los datos de sub-tangente y longitud de curva. Para obtener el P_c , se resta la sub-tangente del punto de intersección y para obtener el principio de tangencia se suman la longitud de curva.

Figura 70. **Ejemplo de curvas horizontales.**



Fuente: *Ibíd.*, p. 32

2.2.10.3. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical lo constituyen tramos rectos que se denominan tangentes verticales, enlazados entre sí por curvas verticales, tomando en cuenta la topografía del terreno natural.

Caracterizándose primero por tangentes verticales que poseen gran longitud y pendiente, limitándose por dos curvas sucesivas a sobrepasar; por lo tanto se trata de establecer la mejor pendiente en donde un vehículo pueda transitar sin ningún problema. Segundo, por las curvas verticales, permitiendo un enlace de dos tangentes verticales consecutivas, afectando lo menos posible, graduando en si la pendiente de entrada y salida.

2.2.10.3.1. Diseño de curvas verticales

Para el diseño de estas curvas se debe de considerar no solo la curva vertical si no que, también los volúmenes y distancias de paso como se describe a continuación.

Ejemplo de curva vertical

Encontrar las cotas de la rasante corregida de la siguiente curva vertical.

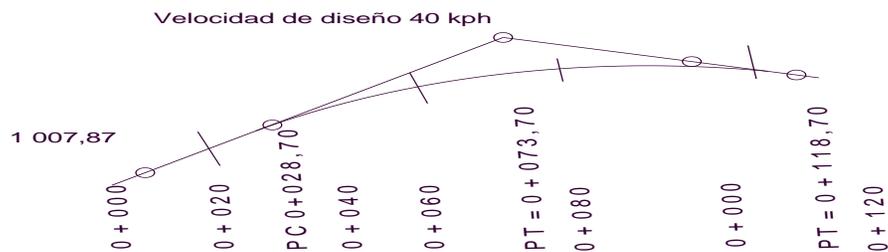
Datos:

Velocidad de diseño 40 kph, El valor de K de tabla según velocidad de diseño y tipo de curva: $K = 4$

Diferencia algebraica: $A = -2 - 10 = -12$

$$L = K * A = 4 * 12 = 48$$

Figura 71. Ejemplo de curva vertical



Fuente: Ibíd., p. 38

Como la longitud mínima es 48 m el criterio de diseño a utilizar: L.C.V = 90

Ordenada media

$$M.O. = \frac{A}{800} * L.C.V. = \frac{12 * 90}{800} = 1.35$$

$$K = \frac{OM}{\left[\frac{L.C.V}{2} \right]^2 (90/2)^2} = \frac{1,35}{\left[\frac{L.C.V}{2} \right]^2 (90/2)^2} = 0,000\ 666\ 66$$

Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

El cálculo se debe realizar entre estaciones, regularmente cada 20 metros, considerando que las dos estaciones en estudio, se encuentran en corte o en relleno, según la siguiente forma.

$$V = \frac{A1 + A2}{2} * d \Rightarrow V = \text{volumen (corte o relleno)}$$

A1 = área estación 1

A2 = área estación 2

d = distancia entre estaciones (20 metros)

Ejemplo: calcular el volumen de relleno entre las secciones siguientes:

Datos:

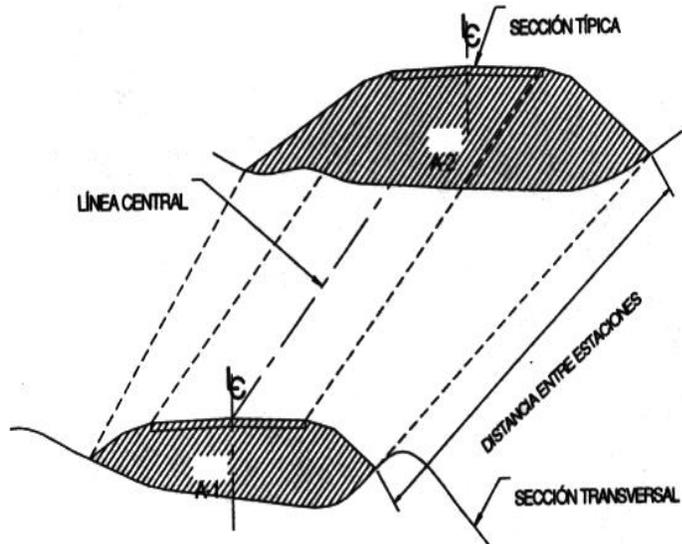
Área de relleno 1 = 17,90 m²

Área de relleno 2 = 8,90 m²

Distancia entre secciones = 20 metros

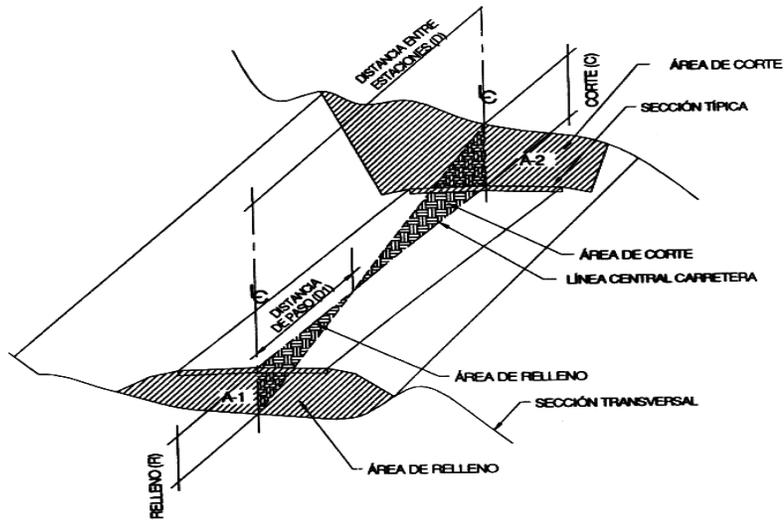
$$V = \frac{A1 + A2}{2} * d = \frac{(17,90 + 8,90)}{2} * 20 = 268 \text{ m}^3$$

Figura 72. Volumen de relleno



Fuente: Ibíd., p. 40

Figura 73. Distancia de paso



Fuente: Ibíd., p. 41

Deberá calcularse las distancias de paso, que es el punto donde el área de la sección cambia de corte a relleno o viceversa.

Para determinar la distancia de paso, se realiza una relación de triángulos, con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$\frac{C + R}{D} = \frac{R}{D1} \Rightarrow D1 = \frac{R * D}{C + R}$$

Ejemplo: calcular la distancia de paso con las secciones de relleno y corte.

Datos:

Área de relleno 1 = 17,90 m²

Área de corte 2 = 5,70

$$D1 = \frac{R * D}{C + R} = \frac{17,90 * 20}{17,90 + 5,70} = 15,16$$

2.2.11. Consideraciones para el diseño geométrico

Entre las consideraciones del diseño geométrico de una carretera se encuentran las secciones transversales, alineamientos tanto vertical como horizontal.

2.2.12. Capas de pavimentos

Las capas de los pavimentos corresponden al tipo de pavimento que se trate, como de las características del suelo y la topografía del lugar; comprendiéndose como las diferentes partes que van a conformar el pavimento en sí, entre ellas las que se describen a continuación.

La ausencia de una o varias de estas capas de un pavimento depende de la capacidad soporte del terreno de fundación, de la clase de material a usarse, el tipo de pavimento, intensidad de tránsito, carga de diseño, etc.

2.2.12.1. Sub-rasante

Comprende la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende, hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde. Su función principal es servir de soporte para el pavimento.

Los suelos apropiados para la sub rasante, son aquellos con una granulometría menor de 3 % de hinchamiento en ensayo **AASHTO T193**, que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo. La sub-rasante deberá ser compactada, hasta lograr el 95 % con respecto a la densidad máxima, **AASHTO T180**, si es en campo **AASHTO T191**.

2.2.12.2. Sub-base

Es la primera capa, destinada, a soportar y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, de tal manera que, las pueda soportar, constituyéndose por una capa de material selecto o estabilizado.

Objetivos:

- Servir de capa de drenaje al pavimento
- Controlar los cambios de volumen, por elasticidad y plasticidad
- Controlar la ascensión capilar del agua

Características de los materiales para la sub-base

- El material de la sub base debe tener las características de un suelo A-1 o A-2, aproximadamente. Su límite líquido debe ser inferior a 35% y su índice plástico no mayor de 6, el CBR no debe bajar de 15%.
- La sub base en ningún caso debe ser menor de 10 centímetros, ni mayor de 70 centímetros.
- Relativo al material fino, no debe sobrepasar el 50 % de peso de partículas que sobrepasen el tamiz No. 40 (0,425 mm), ni más del 25% en peso de partículas que pase el tamiz número 200 (0,075 mm).
- El tamaño máximo de las piedras que contenga el material de la sub base, no debe exceder de 7 centímetros.

2.2.12.3. Base

Esta capa permite disminuir los espesores de carpeta y drenar el agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento, debiendo transmitir las cargas provenientes de la superficie de rodadura, considerándose que por el hecho de estar en contacto con la carpeta de rodadura tiene que ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión, que produce el tránsito. Las bases pueden ser granulares, mezclas bituminosas o mezclas con cemento, considerándose que cumplan con lo siguiente.

- El CBR debe ser superior al 50 %.
- Si el espesor excede de 30 cm, el material debe ser colocado, tendido y compactado en dos o más capas, nunca menores de 10 cm.
- Debe compactarse en su totalidad, se determinada por el método **AASHTO T180**.
- La determinación de la densidad máxima, se debe efectuar por cada 2 000 metros cúbicos de material de sub base o base, o cuando exista evidencia de que las características del material han cambiado.

- Abrasión: el material que quede retenido en el tamiz no.4, no debe de tener un desgaste mayor de 50 a 500 revoluciones, **AASHTO T-96**.
- La fracción de material que pase el tamiz No. 40, debe tener un límite líquido menor de 25% y un índice de plasticidad inferior a 6.
- La fracción que pasa por el tamiz No. 200, no debe exceder de $\frac{1}{2}$ y en ningún caso de los $\frac{2}{3}$ de la fracción que pase el tamiz No. 40.

Con base en los resultados, se diseñó una base de 20 centímetros de espesor tomando en cuenta las gráficas de la figura 75.

2.2.12.4. Carpeta de rodadura

Es la capa que se coloca sobre la base, teniendo como objetivo proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, evitando filtraciones de agua que puedan saturar las capas inferiores, contribuyendo esta capa a aumentar la capacidad soporte del pavimento, proporcionando una buena visibilidad y seguridad.

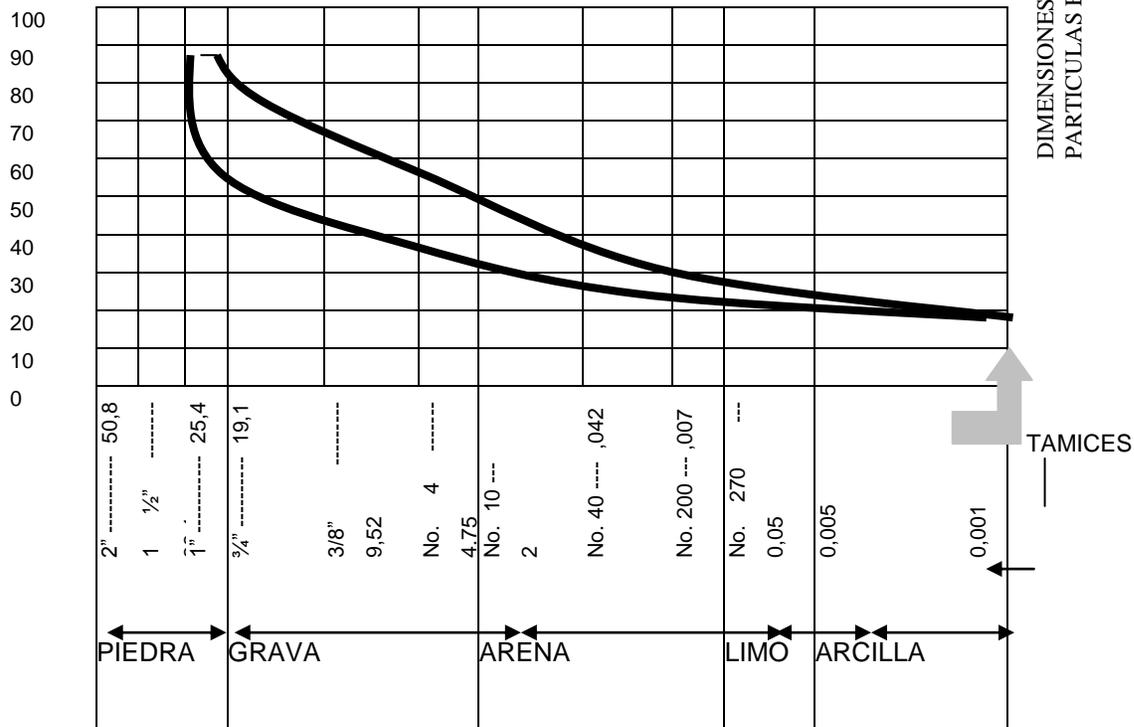
Se encuentra constituida por losas de concreto, diseñada para soportar las cargas transmitidas por el tráfico. En el tipo de pavimento rígido, en estudio, es necesario que la capa de rodadura cuente también con los elementos no estructurales de cunetas, bordillos y juntas de dilatación rellenas con material elastomérico.

Figura 74. **Curvas de granulometría para bases**

PORCENTAJES ACUMULADOS DE MATERIAL MÁS FINO
 BASE BIEN GRADUADA (MATERIAL QUE PASA POR TAMIZ DE 2")



BASE BIEN GRADUADA (MATERIAL QUE PASA POR TAMIZ DE 1")



Fuente: Ibíd., p. 58

2.2.13. Factores de diseño

2.2.13.1. Módulo de ruptura del concreto (MR)

El módulo de ruptura esta determinado por la fuerza de flexión y no es más que el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema, por tal la resistencia del concreto es relativamente baja. Los esfuerzos de flexión tienen que ser bastante elevados por lo que son considerados sus valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos como en el presente trabajo.

2.2.13.2. Módulo de reacción del suelo (k)

Es la relación existente entre la carga dividida entre la deflexión, teniendo la característica de resistencia que implica la elasticidad del suelo. Siendo esta propiedad del suelo en estudio muy importante para el diseño del pavimento, el cual se estima por la prueba de la relación de soporte de california (CBR).

2.2.13.3. Tráfico y cargas de diseño

No son mas que los valores bajo los cuales se diseña el pavimento considerando para toda su vida, surgen del transito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos que circulan en el lugar llamado TPD y cuyo valor se determina por tablas, más el tránsito promedio diario de camiones siempre en ambas direcciones denominado TPDC. El crecimiento anual futuro considerado es del 2% al 6% correspondiente a factores de proyección de transito a 20 años.

2.2.13.4. Tipos de juntas

Se pretende lograr la seguridad de la carpeta de rodadura, por medio de losas separadas evitando así las grietas de construcción, y logrando una unión adecuada entre ellas. Existen 5 tipos de clasificación de las juntas las que se describen a continuación.

2.2.13.4.1. Juntas en el pavimento de concreto

Se forman para reducir los efectos de la expansión y la contracción, a la vez facilitar el colado del concreto, dejando espacios para la liga de las losas colindantes.

2.2.13.4.2. Juntas transversales de expansión

Son necesarias cuando el diseño de las juntas de construcción no ha sido el mejor, siendo necesarias únicamente cuando; 1) el pavimento es construido a temperatura ambiente inferior a los 4 grados centígrados, 2) las juntas de contracción permiten la infiltración de materiales incompresibles y 3) los materiales usados han mostrado con experiencias pasadas, notorias características expansivas.

Estas juntas tienen como objetivo permitir el movimiento de la losa debido a cambios en la temperatura. En general se colocan juntas de expansión cada 40 a 60 pies, a lo largo de la longitud del pavimento, variando en espesor de $\frac{3}{4}$ " a 1".

2.2.13.4.3. Juntas transversales de contracción

Controlan el agrietamiento natural de los pavimentos de concreto. Se colocan para limitar los efectos de las fuerzas de tensión en una losa de concreto, causándose por una caída en la temperatura. Por lo general la profundidad de estas juntas solo es $\frac{1}{4}$ ó $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa.

2.2.13.4.4. Juntas longitudinales

Su función principal es evitar la formación del agrietamiento longitudinal, por lo general se forman por los efectos combinados de las cargas y las restricciones del alabeo de la losa una vez que el pavimento ha estado sujeto al tránsito, formándose en línea paralela al eje central de la carretera.

2.2.13.4.5. Juntas de construcción

Estas juntas unen carriles adyacentes cuando van a ser pavimentados en diferentes tiempos, empleándose así en interrupciones ya planeadas de los trabajos de pavimentación, en el caso de una junta no planeada, se presenta justamente en una junta de contracción ya planeada o que se encuentre muy cerca de ella.

Por lo descrito de las juntas de los pavimentos, lográndose juntas de construcción cada 30 metros lineales, tomando en cuentas las juntas longitudinales en el trazo de las mismas.

2.2.14. Diseño de pavimento rígido

Para su cálculo existen dos métodos:

- a. **Método de capacidad:** es aplicado cuando existen posibilidades de obtener datos de distribución de carga por eje de tránsito, siendo por ende un método más detallado.

- b. **Método simplificado:** es aplicado por medio de tablas que consideran el tráfico, el tipo de carreteras y calles del lugar, aplicándose cuando no es posible obtener datos de carga por eje.

Se hará uso del método **b**, el simplificado de la PCA, por carecer de datos de carga por eje, tomando en cuenta las tablas elaboradas basadas en distribución de carga por eje para diferentes categorías estipuladas para un periodo de diseño de 20 años el cual contempla un factor de seguridad de carga.

Para poder determinar el espesor de la losa o carpeta de rodadura es necesario que conozcamos los esfuerzos combinados de la sub-rasante, la base, valores aproximados del módulo de reacción k en base a las tablas que se encuentran más adelante.

El procedimiento y pasos a considerar para el diseño de un pavimento rígido por este método (PCA) son los que se describen a continuación:

- Clasificar la categoría de la vía por medio de la tabla por eje
De acuerdo a las tablas es una típica F con un ancho promedio de 6 metros, según valores límites recomendados para las características de las carreteras no.1 según tabla XV de carga por eje.

- El tipo de juntas
En lo referente a las juntas longitudinales, la profundidad de la ranura superior será igual a tres cuartos del espesor de la losa, en las juntas transversales será igual con tres cuartos, considerándose su espaciamiento a cada dos metros. Realizando el respectivo sello con material elastomérico para prevenir la infiltración de líquidos.

- Determinación del valor K
Este valor se determinó en base al valor soporte de las sub-rasantes y un valor aproximado a través del porcentaje de CBR, considerando el tipo de suelo que se encuentra en la base, siendo este un suelo MH según la clasificación SCU y la clasificación P.R.A. A-7-6, un suelo limo arenoso color café. Dando como resultado un valor de suelo de soporte bastante bajo de los valores de K se obtiene de la tabla XVI.

- Determinación del valor del espesor de la base
Según la tabla XVIII considerando los parámetros de resultados de los estudios de suelos.

- Determinación del espesor de la carpeta en base

El tránsito promedió diario de camiones o el promedio diario de vehículos, y según la tabla XIX se obtiene dicho espesor.

Tabla XV. **Clasificación de vehículos según su categoría**

CARGA POR EJE CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			MÁXIMA CARGA POR EJE KPS	
		TPD	TPDC % POR DÍA	ARRIBA	EJE SENCILLO	EJE TANDEM
1	CALLES RESIDENCIALES, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (BAJO A MEDIO)	200 A 800	1-3.	DE 25	22	36
		700 A 5 000		DE 40 A		
2	CALLES COLECTORAS, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (ALTAS), CARRETERAS PRIMARIAS Y CALLES ARTESANALES (BAJO)		5-18.	100	26	44
		3 000 - 12 000 2		DE 500		
3	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS (MEDIO) SUPERCARRETERAS E INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (BAJO A MEDIO)	CARRILES	8-30.	1	30	52
		3 000 - 50 000		5 000		
4	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS, SUPER CARRETERAS (ALTAS) INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (MEDIOALTO)	3 000-20 000				
		2 CARRILES		DE		
		3 000- 15 000	8-30.	15 000 A	34	60
		4 CARRILES O MAS		800		

Fuente: Carlos Fajardo, **Diseño de pavimento del tramo carretero de la aldea laguna seca hacia la aldea El Durazno y diseño de las instalaciones del instituto por cooperativa de la aldea Las Trojes, municipio Amatitlán, departamento de Guatemala**, abril de 2008, p. 114.

Por ser una calle de tipo rural se tomará para el diseño la primera categoría, la no. 1, que es la que se adapta más al diseño en estudio.

Luego de conocer la categoría se procede a encontrar el módulo de reacción k, estableciéndose por el CBR del laboratorio que en este caso es 22,8% y la clasificación del suelo A-7-6.

Tabla XVI. **Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de k**

TIPO DE SUELO	APOYO	RANGO DE VALORES DE K PSI
Suelos de grano fino en los cuales predominan las partículas de limo y arcilla.	BAJO	75 - 120
Arenas y mezclas de arena y grava con cantidades moderadas de limo y arcilla.	MEDIO	130 - 170
Arenas y mezclas de arena y grava relativamente libres de finos y plásticos.	ALTO	180 - 220
Sub-bases tratadas con cemento.	MUY ALTO	250 - 400

Fuente: Ídem p. 172

Como se observa el suelo se encuentra en la primera categoría, con un valor de $K = 75-120$ psi, por ser un suelo fino, en el cual predominan las partículas de limo y arcilla, siendo este un apoyo muy bajo.

Tabla XVII. **Determinación de la reacción K por medio del CBR con la interrelación aproximada de las clasificaciones de los suelos y valores de soporte.**

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)																									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	80	100									
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA A.T.S.M.												GP	GW												
												CM													
												GC													
												GW													
												SM													
												SP													
												SC													
												CH		ML											
												CH		CL											
												OL													
MH																									
CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA A.A.S.H.T.O.																									
A-1-a																									
A-1-b																									
A-2-4												A-2-5													
A-2-6												A-2-7													
A-3																									
A-4																									
A-5																									
A-6																									
A-7-5												A-7-6													
CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE AVIACIÓN																									
E-1																									
E-2																									
E-3																									
E-4																									
E-5																									
E-6																									
E-7																									
E-8																									
E-9																									
E-10																									
E-11																									
E-12																									
VALOR DE RESISTENCIA (R)																									
5												10		20		30		40		50		60		70	
MODULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (k)												LBS/PULG ³													
100												150		200		250		300		400		600		700	
VALOR DE SOPORTE												LBS/PULG ²													
10												20		30		40		50		60					
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)																									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	80	100									

Fuente: Hun Aguilar, Ligia Elizabeth, **Diseño del pavimento rígido y drenaje pluvial para un sector de la aldea Santa María cauque, del municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.** Pág. 46.

Considerando el valor de K del módulo de la sub-rasante k entre 75-120 y el valor más bajo del CBR para 10 golpes de 5,4% y no el promedio de 22,8%, se tiene que el módulo de K es igual a 140 lb/in³

Tabla XVIII. **Valores de K para diseño sobre granulares (PCA)**

SUBRASANTE E VALORES DE K PSI	SUB - BASE VALORES DE K PSI			
	4 in	6 in	9 in	12 in
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Carlos Fajardo, op. cit. 1. p. 116

Como el suelo de la sub-rasante tiene un soporte bajo, se asume un espesor de base de 6". Calculando el módulo de ruptura del concreto como el 15% de f'_c , considerando que el f'_c tiene un valor de 4 000 psi se obtiene un módulo de ruptura de 600 psi (MR).

Tabla XIX. Valores de soporte para subrasante y sub-base

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
ESPESOR DE LOSA EN PLG	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE			ESPESOR DE LOSA EN in	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 psi							
4.5			0.1	4	2	0.2	0.9
				4.5		8	2.5
5	0.1	0.8	3	5	30		330
5.5	3	15	45	5.5	320	130	
6	40						
6.5	330	160	430				
MR = 600 psi							
5	0.5	0.1	0.4	4			0.1
5.5		3	9	4.5	0.2	1	5
6	8	36	98	5	6	27	75
6.5	76	300	760	5.5	73	290	730
7							
7.5	520			6	610		
520 MR = 550 psi							
5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
6	1	6	18	5	0.8	4	13
6.5	13	60	160	5.5	13	57	150
7	110						
7.5	620	400		6	130	480	

Fuente: Ídem p. 175

Por facilidad de construcción se dejará la carpeta de rodadura de 15 cm de espesor luego de ser analizada con las tablas y determinado los valores más críticos. La pendiente de bombeo será de 2% como se indica en planos.

Tabla XX. Resumen de los parámetros de diseño

Método P. C. A.	
Características:	
Tipo de carretera:	Sub urbana
Período de diseño:	20 años
Cálculo de parámetros:	
Categoría de calle:	1
Tráfico promedio por día TPD:	10 a 100 vehículos tipo F
Tráfico promedio diario de camiones:	1 - 3%
Máxima carga por eje:	22 kips eje sencillo
Módulo de reacción de la sub rasante K:	140 psi
Módulo de ruptura Mr:	600 psi
Tráfico promedio diario de camiones:	5
Espesor de de base:	0,15 m

2.2.15. Drenajes menores en vías de pavimentación

Los drenajes ayudan a evitar derrumbes o deslizamientos, para que funcionen eficientemente deben tener mantenimiento constante. En las carreteras existen los drenajes transversales (tuberías, bóvedas, puentes, badenes, etc.) y longitudinales (cunetas y contra cunetas).

- **Estudio Hidrológico:** determina el tipo de estructura necesaria para drenar un punto determinado de la carretera. En el proyecto en estudio no es necesario el cálculo del mismo, dado que el nivel de agua de lluvia que circula por el lugar es mínimo. Pero en dado caso se podría hacer uso del método Racional o el de Manning.

- **Diseño de cunetas:** son canales abiertos que se pueden diseñar por varios métodos, uno de ellos, el método de Manning. Las cunetas se colocan paralelamente a lo largo del camino, su objeto es evacuar el agua que cae en la sección de corte en toda la carretera. Se diseñaron de acuerdo a la topografía, no hubo necesidad de colocar disipadores de energía por ser bajas las pendientes; se adoptó una sección típica que se presenta en el plano de detalles apéndice 2.
- **Drenajes transversales:** son las tuberías que se colocan para aliviar el agua que viene en las cunetas. Son necesarias en un tramo de corte, sirven para conducir agua al otro lado de la carretera. La dimensión de la tubería a colocar se hace con el método de Manning. Si la pendiente del terreno en corte, es muy fuerte se deben colocar disipadores de energía al final de la tubería. En el proyecto se optó por la sección típica, dado que el lugar y sus características lo permiten, y el agua que circulará no es demasiada.
- **Contra cunetas:** canales destinados a evitar que el agua llegue a los taludes y cause deslizamientos o derrumbes en los cortes de la carretera. Este tipo de drenaje longitudinal sirve para mantener lejos el agua del camino o bien que el agua escurrida no llegue a él. Este tipo de cuneta no fue necesaria en este proyecto.
- **Bombeo de la superficie:** es la pendiente que se le da al camino, para evitar que el agua de lluvia se estanque en la superficie y ocasione problemas de infiltración en las capas de sub base y sub rasante, provocando saturación del terreno.

Su función básicamente es evacuar el agua hacia las cunetas y que no corra longitudinalmente sobre la superficie. El bombeo utilizado en caminos pavimentados varía desde $\frac{1}{2}$ % a 3 %, en este proyecto se utilizó un bombeo del 2%.

2.1.16. Consideraciones para el diseño del pavimento rígido

- Determinación de la categoría de la vía
- Tipo de terreno para la conformación de cajuela según la Topografía
- Criterios para realización de drenajes cunetas tipo según volumen de agua que transite en el lugar
- Toma de muestras a cada 500 metros, mínimo, para conocer las características del suelo para el diseño
- Establecer el tipo de junta a utilizar
- Determinar el valor soporte de la sub-rasante con base en el estudio de suelos
- Determinara el valor de la base con el valor K de la sub-rasante
- Determina el volumen de tránsito promedio diario
- Disposición de método para cálculo según los parámetros de diseño con los que se cuentan
- Geometría de la carretera y pendientes que se presenten en todo su recorrido

2.2.17. Cuantificación y presupuesto

Se realizaron 10 renglones unitarios, se anexan los cuadros de resúmenes finales, el primero con el costo total del proyecto y el segundo con el costo directo. Los factores utilizados son; imprevistos 5%, utilidades 35% e impuestos 15%.

Tabla XXI. Resumen con el costo total del proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
1	Preliminares, guardianía mas replanteo topográfico	global	1	Q 49 111,90	Q 49 111,90
2	Reacondicionamiento de la sub-rasante.	m ²	10 938,84	Q 33,61	Q 367 654,41
3	Base t = 0,20 m	m ³	2 844,10	Q 385,47	Q 1 096 314,61
4	Carpeta de rodadura de t = 0,15 m	m ²	10 938,84	Q 300,77	Q 3 290 074,91
5	Cuneta tipo L con f'c = 3 000 psi	m	3 646,28	Q 185,38	Q 675 947,39
6	Tubería transversal para drenaje pluvial con TC = Ø 16" + cabezal y caja de descarga	unidades	7	Q 2 033,91	Q 14 237,37
7	Cajas reunidoras de caudales	u	7	Q 6 143,64	Q 43 005,48
8	Sello para juntas y sisas, con material bituminoso	m	8 353	Q 19,02	Q 158 874,06
9	Boca calles con tubería de concreto de 8" y fundición de acceso con armado de no.3 con f'c = 3 000 psi., con t = 0,12	m	96,34	Q 340,31	Q 32 785,47
10	Extensión para levantado de brocales y tapaderas de pozos de visita.	u	12	Q 2 912,00	Q 34 944,00
	TOTAL				Q 5 762 949,60

Tabla XXII. Resumen con el costo directo del proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO
1	Preliminares, guardianía mas replanteo topográfico	global	1	Q 30 512,40
2	Reacondicionamiento de la sub-rasante.	m ²	10 938,84	Q 228 350,70
3	Base t = 0,20 m	m ³	2 844,10	Q 680 938,10
4	Carpeta de rodadura de t=0,15 m	m ²	10 938,84	Q 2 043 516,60
5	Cuneta tipo L con f'c = 3 000 psi	m	3 646,28	Q 419 852,90
6	Tubería transversal para drenaje pluvial con TC = Ø 16" + cabezal y caja de descarga	unidades	7	Q 9 185,40
7	Cajas reunidoras de caudales	u	7	Q 26 711,50
8	Sello para juntas y sisas, con material bituminoso	m	8 353	Q 98 687,70
9	Boca calles con tubería de concreto de 8" y fundición de acceso con armado de no.3 con f'c = 3 000 psi, con t = 0,12	m	96,34	Q 20 363,60
10	Extensión para levantado de brocales y tapaderas de pozos de visita.	u	12	Q 21 704,40
	TOTAL			Q 3 579 823,30

2.2.18. Cronograma de actividades y ejecución

Tabla XXIII. Cronograma de actividades y ejecución
Periodo de ejecución 8 meses.

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Preliminares, guardianía mas replanteo topográfico	global	1								
2	Reacondicionamiento de la sub-rasante.	m ²	10 938,84								
3	Base t = 0,20 m	m ³	2 844,10								
4	Carpeta de rodadura de t=0,15 m	m ²	10 938,84								
5	Cuneta tipo L con f'c = 3 000 psi	m	3 646,28								
6	Tubería transversal para drenaje pluvial con TC = Ø 16" + cabezal y caja de descarga	unidades	7								
7	Cajas reunidoras de caudales	u	7								
8	Sello para juntas y sisas, con material bituminoso	m	8 353								
9	Boca calles con tubería de concreto de 8" y fundición de acceso con armado de no.3 con f'c = 3 000 psi, con t = 0,12	m	96,34								
10	Extensión para levantado de brocales y tapaderas de pozos de visita.	u	12								

CONCLUSIONES

1. Se utilizaron los métodos de Kany y Etab's para el análisis estructural del establecimiento, los cuales dan una diferencia entre uno y otro del 1,5 %. Siendo los valores del método Etba's (programa asistido por computadora) más altos en un pequeño porcentaje y exactos, por tal razón se escogieron los momentos obtenidos por medio de Etab's para el diseño de los diferentes elementos estructurales con el objetivo de diseñar la estructura con los momentos más críticos.
2. El diseño del edificio para el instituto contempla un área de construcción de 2 100 m² para beneficiar a una población de 480 alumnos (contando con 12 aulas para 40 alumnos cada una), con un costo total directo de Q. 4 343 419,96 y un costo unitario por metro cuadro de construcción de Q. 2 068,30 / m².
3. El diseño del pavimento rígido para la aldea El Paraíso, según los estudios de suelos y la topografía del mismo, presenta un espesor de 0,15 m de concreto de 4 000 psi, en una longitud de 1 823,14 metros lineales.
4. El costo total directo para el proyecto del pavimento rígido de la aldea El Paraíso asciende a la cantidad de Q. 3 579 823,30 y un costo por metro lineal de Q. 1 963,55 / m, este tramo carretero satisface a una población de 2 818 habitantes del lugar.

RECOMENDACIONES

1. La aldea Plan Grande del municipio de Palencia, deberá velar por el cuidado de las instalaciones del instituto y su mantenimiento, principalmente en las áreas de uso masivo, como las aulas, salón de audiovisuales, biblioteca y salón de computación, se debe hacer mantenimiento al equipo por lo menos cada 3 meses. En los talleres el mantenimiento deberá ser cada 2 meses; el drenaje pluvial mantenerlo sin ningún obstáculo, tanto en las bajadas de agua como en las cunetas; cuidar que las rejillas existentes en el patio central y alrededor del establecimiento estén despejadas, limpiándolos 4 veces por año.
2. El terreno donde se ubicará el instituto, según la topografía del mismo, requerirá en un futuro que se generen sub-drenajes; para drenar el agua existente en el área y hacer circular la misma más rápidamente; cuando se decida hacer uso de otras área para construir en el mismo terreno. El instituto contempla por el momento recolectar las aguas pluviales por medio de cunetas trapezoidales.
3. En el diseño del pavimento, se deben seguir, en la medida que la topografía lo permita, las curvas y pendientes del lugar; logrando que exista menos movimiento de tierras, siempre que se cumpla con las normas mínimas de radios de curvatura, velocidad de diseño y pendientes.

4. Motivar a que más personas realicen el Ejercicio Profesional Supervisado lo que permite visualizar de forma directa las condiciones de nuestro país y todos los proyectos que son necesarios en cuanto a diseño. Cada uno tiene algo de especial y diferente, considerando el tipo de suelo y el terreno, lo que impulsa a poner en práctica nuevos conocimientos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICA CONCRETO INSTITUTO. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentarios*. AC I318. 1ra ed. Estados Unidos: Comité 318, 2005.
2. BRAJA M, Das. *Principios de Ingeniería de cimentaciones*, 4ta ed. México: Thomson, 2001. 862 p. ISBN: 970-686-035-5
3. CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño Geométrico de carreteras*. 3ra ed. Bogota: Litotécnica, 2007. 409 p. ISBN: 958-648-322-3
4. CONTRERAS, Hugo. "Diseño de tramo carretero de la Aldea Llano De La Virgen a la cabecera municipal de San Raymundo, fase III y diseño de tramo carretero de la Aldea Estancia Vieja, hacia el entronque con la carretera que conduce a Chuarrancho, fase II, San Raymundo, Departamento de Guatemala". Asesor: Ing. Oscar Argueta. Tesis de Ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala septiembre, 2005.
5. GÓNZALEZ, Malco Arana. *Monografía del municipio de Palencia*. Lic. Lara, Celso (coordinador). 1ra ed. Guatemala: Universidad de San Carlos, 2006. 191 p.
6. DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA. *Especificaciones generales para el diseño de carreteras y puentes*. Libro azul 2001. 1ra ed. Republica de Guatemala: 2000.

7. MC CORMAC, James. *Diseño de estructuras metálicas método ASD*, 4ta ed. México: Alfaomega, 1999. 560 p. ISBN: 970-150-222-1
8. MINISTERIO DE EDUCACIÓN, DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UNIDAD SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN Y PLANIFICACIÓN EDUCATIVA (USIPE). *Criterios Normativos para el Diseño de Edificios Escolares*. 1ra ed. Guatemala: Programa formación permanente de maestros USIPE, 2002.
9. PAZ VALENZUELA, Jorge Raúl. “Diseño de pavimento rígido para la aldea El Rosario y drenaje sanitario para el microparciamiento El Naranja, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla”. Asesor: Ing. Ángel Sic. Tesis de Ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, 2007.
10. SANTISTEBAN MONTUFAR, Rudy Abegglen. “Diseño y planificación de edificación escolar de dos niveles para el barrio San Francisco, Diseño y planificación del sistema de alcantarillado sanitario para La Aldea Pinal del río, municipio de San José el Ídolo, Suchitepéquez”. Asesor: Ing. Ángel Sic. Tesis de ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería. Guatemala 2007.

APÉNDICES

Apéndice 1

Juego de planos para el proyecto del instituto tecnológico de capacitación.

INSTITUTO TECNOLÓGICO

TOPOGRAFÍA.

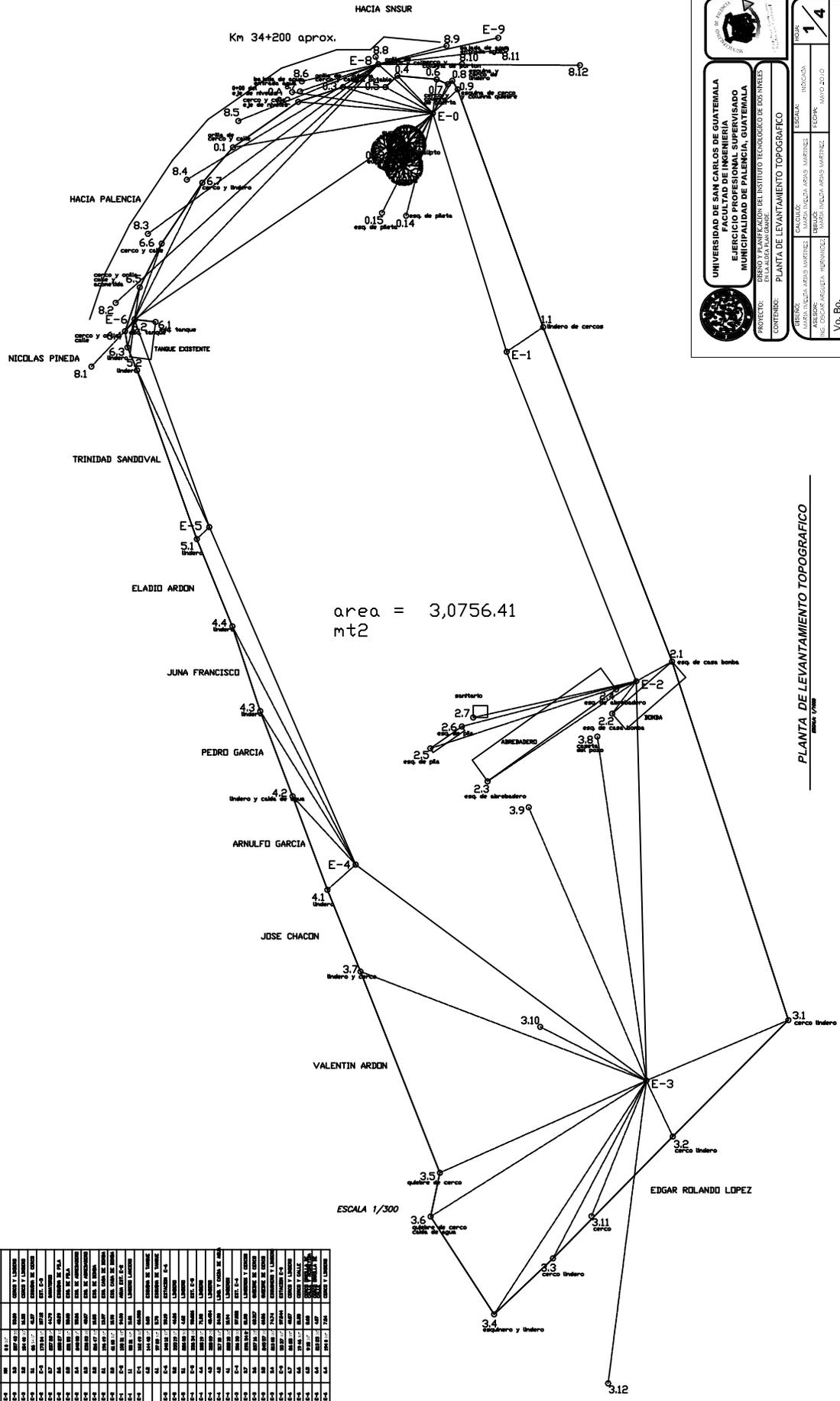
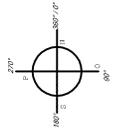
1. PLANTA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
2. PLANTA SOBRE CURVAS DE NIVEL
3. PLANTA DE CUREVAS DE NIVEL
4. PLANTA CONJUNTO E IMPLANTACIÓN

ARQUITECTURA

1. PLANTA ACOTADA NIVEL 1
2. PLANTA ACOTADA, MÓDULO ADMINISTRATIVO Y S.S. NIVEL 1
3. PLANTA ACOTADA NIVEL 2
4. PLANTA AMUEBLADA NIVEL 1
5. PLANTA AMUEBLADA NIVEL 2
6. PLANTA DE CIMENTACIONES
7. PLANTA DE EMPLANTILLADO DE PINES Y COLUMNAS
8. DETALLES DE CIMENTACION Y CORTES DE MUROS
9. PLANTA DE ACABADOS NIVEL 1
10. PLANTA DE ACABADOS NIVEL 2
11. DETALLES DE ACABADOS + MÓDULO DE GRADAS 1
12. ELEVACIONES Y SECCIONES
13. ELEVACIONES Y SECCIONES

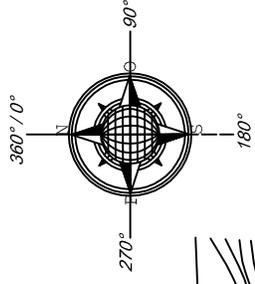
ESTRUCTURAS

14. ARMADO DE LOSA Y VIGAS
15. ESTRUCTURA METÁLICA DE TECHO SEGUNDO NIVEL
16. DETALLES DE ESTRUCTURA DE TECHO METALICO
17. RAMPAS 1 Y 2 DE CONECCIÓN ENTRE MÓDULO ADMINISTRATIVO Y MÓDULOS DE AULAS Y TALLERES
18. RAMPAS 3 Y 4 DE CONECCIÓN ENTRE MÓDULOS
19. GRADAS MÓDULO 2 Y 3

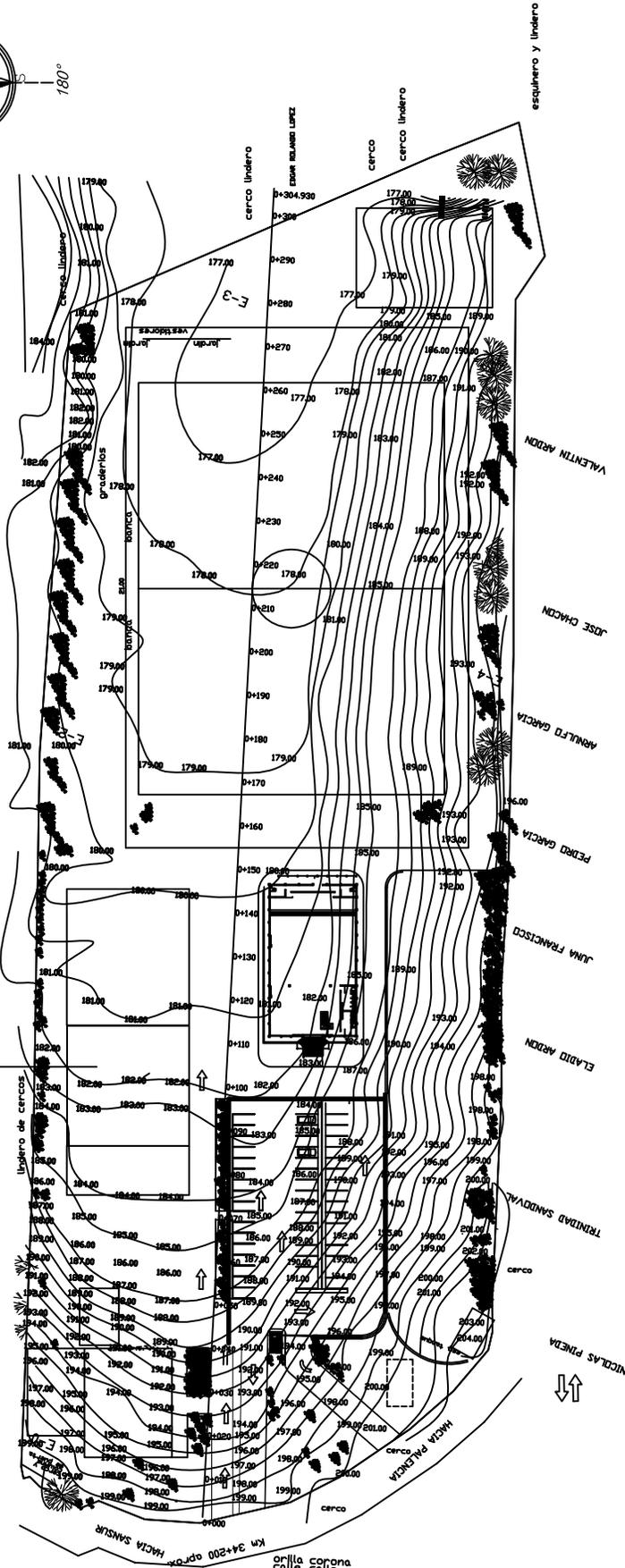


PLANTA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ESTACION	ALTIMETRIA	PLANO	REMARKS
1	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
2	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
3	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
4	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
5	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
6	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
7	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
8	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
9	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
10	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
11	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
12	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
13	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
14	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
15	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
16	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
17	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
18	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
19	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
20	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
21	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
22	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
23	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
24	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
25	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
26	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
27	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
28	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
29	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
30	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
31	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
32	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
33	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
34	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
35	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
36	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
37	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
38	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
39	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
40	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
41	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
42	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
43	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
44	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
45	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
46	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
47	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
48	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
49	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA
50	1000.00	1000.00	ESTACION DE REFERENCIA



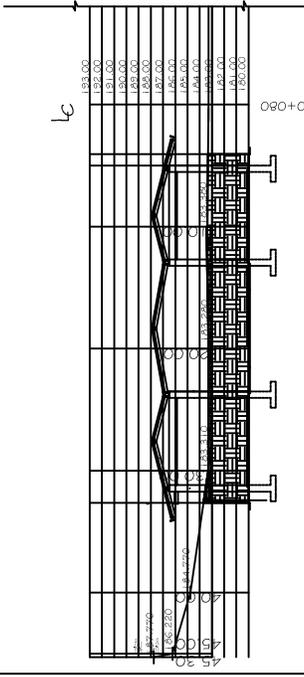
INSTITUTO TECNOLÓGICO
 ÁREA A CONSTRUIR



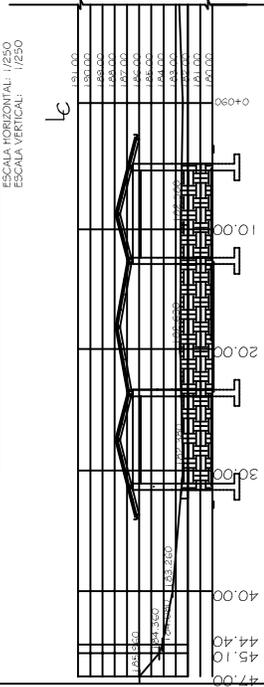
PLANTA SOBRE CURVAS DE NIVEL

escala : 1 / 500

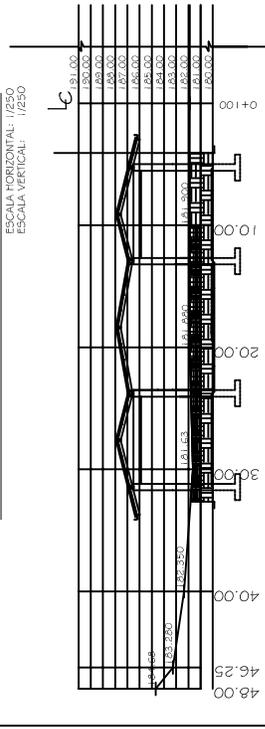
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DOS NIVELES DE LA ALDEA PALENCIA	
CONTENIDO: PLANTA SOBRE CURVAS DE NIVEL	
DISEÑADOR: ANITA LINDA ARBAS MARTINEZ	ESCALAS: GENERAL: 1/500 DETALLE: 1/200
SUPERVISOR: PEDRO MAYO ZUZO	FECHA: 2014
Vo. Bo.	
ING. OSCAR FLORES FERNANDEZ ASESOR - U.P.S. ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA	



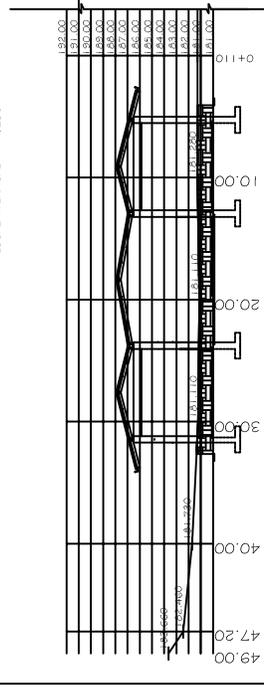
SECCION O+80



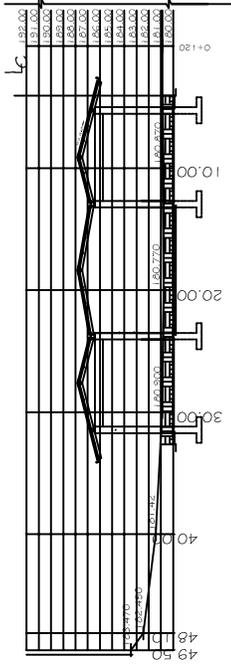
SECCION O+90



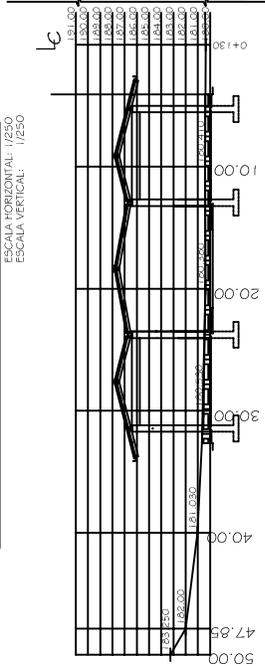
SECCION O+100



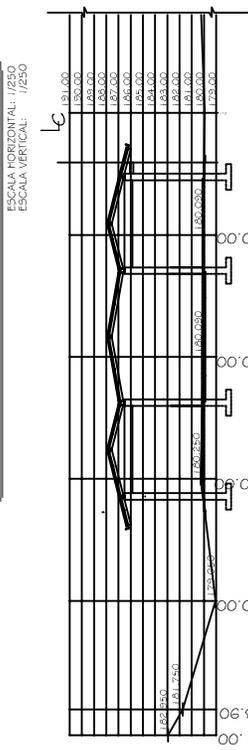
SECCION O+110



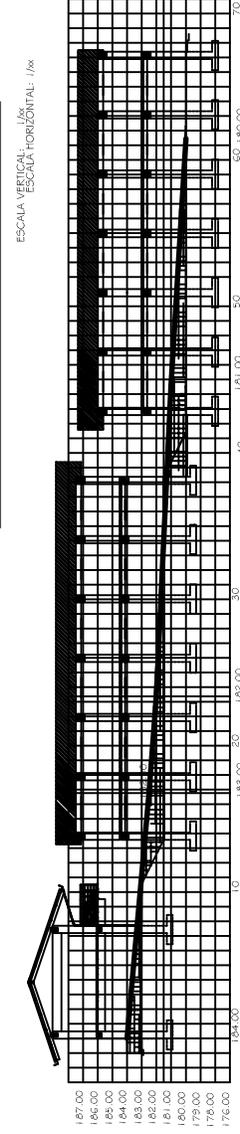
SECCION O+120



SECCION O+130



SECCION O+140

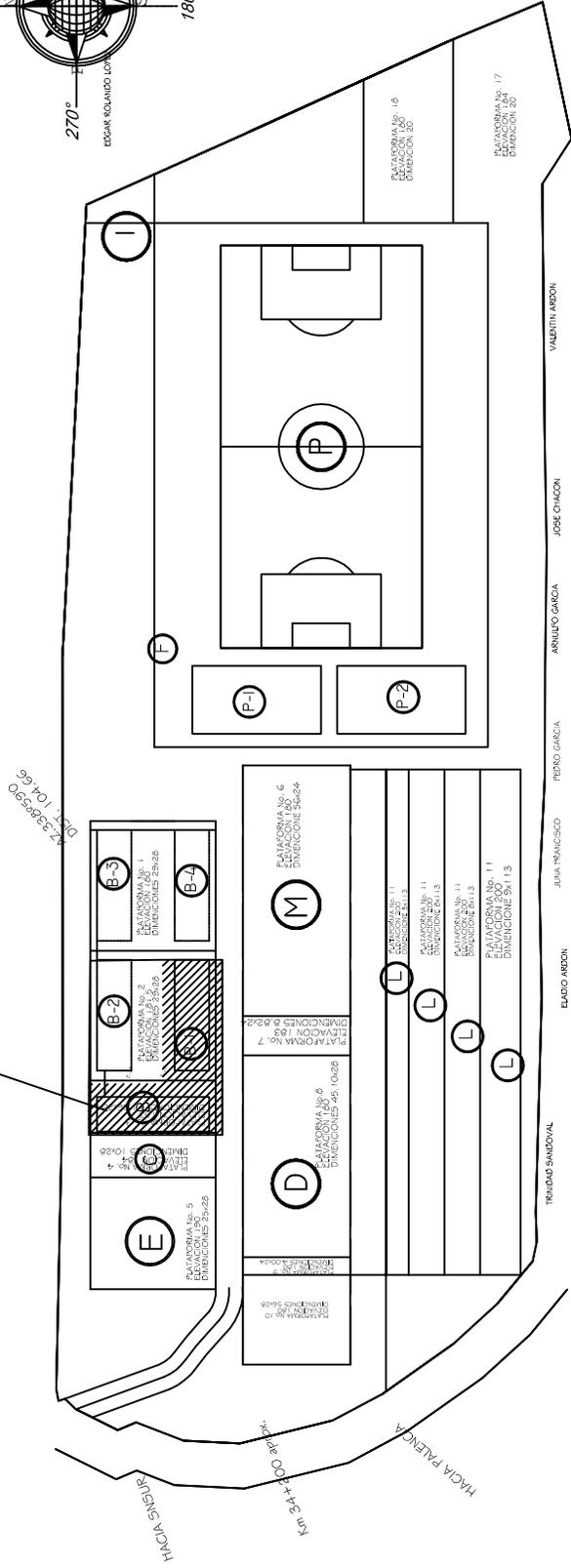
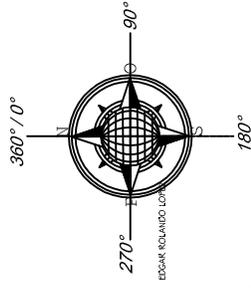


SECCION DE EJE TRANSVERSAL

VOLUMEN DE CORTE
TOTAL = 985 M3

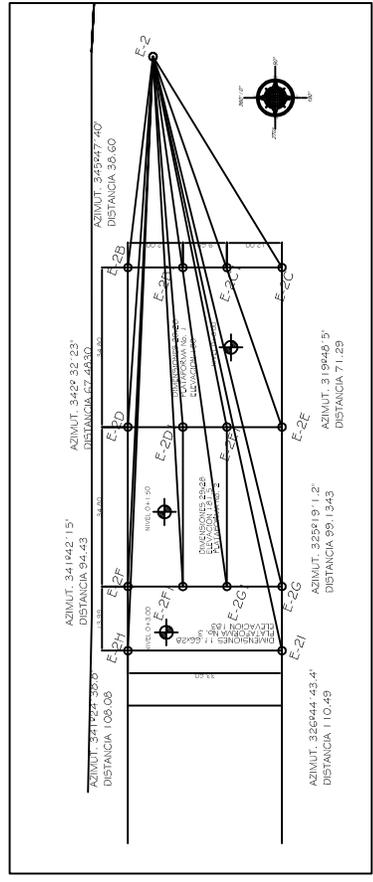
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA		3/4	
PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DOS NIVELES DE LA ALTA PALENCIA.			
CONTRIBUYENTE: SECCIONES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES			
DISEÑADOR: MARÍA LINDA ARBAS MARTINEZ	CALIFICADO: MARÍA LINDA ARBAS MARTINEZ	ESCALAS:	HOJA:
INGENIERO: ROSA ELIZABETH HERNANDEZ	INGENIERO: MARÍA LINDA ARBAS MARTINEZ	FECHA:	3/4
Vo. Bo.		FECHA: MAYO 2019	
ING. OSCAR FERRER FERNANDEZ ASESOR - U.P.S.		ING. QUINTERO ROSARIO BELLE ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA	

INSTITUTO TECNOLÓGICO
AREA A CONSTRUIR



PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1/500



- (B) INSTITUTO TECNOLÓGICO MODULO ADMINISTRATIVO
- (B-1) MODULO 1 AUJAS Y TALLERES
- (B-2) MODULO 2 AUJAS Y TALLERES
- (B-3) MODULO 3 AUJAS Y TALLERES
- (B-4) MODULO 4 AUJAS Y TALLERES
- (C) BIBLIOTECA
- (D) SALON DE USOS MULTIPLES Y ALCALDIA-AUXILIAR
- (E) CENTRO DE SALUD
- (F) BOMBA DE AGUA POTABLE Y POZO MECANICO
- (I) FOSA SEPTICA
- (L) AREA DE JARDINES
- (M) AREA DE FARQUEO
- (O) TANQUE CISTERNA
- (P) CAMPO DE FOOT-BALL
- (P-1) CANCHA DE BALONCESTO NO.1
- (P-2) CANCHA DE BALONCESTO NO.2

ESTACION	P. OBSERVADO	AZIMUT	DISTANCIA HORIZONTAL	OBSERVACIONES
E-2	E-2B	345°47'40"	38.60	PUNTO DE SALIDA
E-2	E-2D	342°32'23"	67.48	PLATAFORMA 2
E-2	E-2D1	334°22'44.4"	67.48	PLATAFORMA 2
E-2	E-2E1	327°42'31.9"	71.29	PLATAFORMA 2
E-2	E-2E	31°9'48"5"	71.29	PLATAFORMA 2
E-2	E-2F	341°42'15"	94.93	PLATAFORMA 2
E-2	E-2F1	335°45'41.8"	94.93	PLATAFORMA 2
E-2	E-2G1	331°03'03.2"	94.93	PLATAFORMA 2
E-2	E-2G	325°09'1.2"	99.134	PLATAFORMA 2
E-2	E-2H	341°24'38.8"	37.568	PLATAFORMA 3
E-2	E-2I	326°44'44.2"	110.49	PLATAFORMA 3

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

INSTITUTO TECNOLÓGICO

PROYECTO: DISEÑO Y PLANTACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DOS NIVELES EN LA ZONA PALENCIA.

CONTENIDO: PLANTA DE IMPLANTACION Y DE CONJUNTO

FECHA: 2023-05-20

ESCALA: 1/500

PROYECTANTE: EDGAR ROLANDO LUIS

REVISOR: JOSE CHAGON

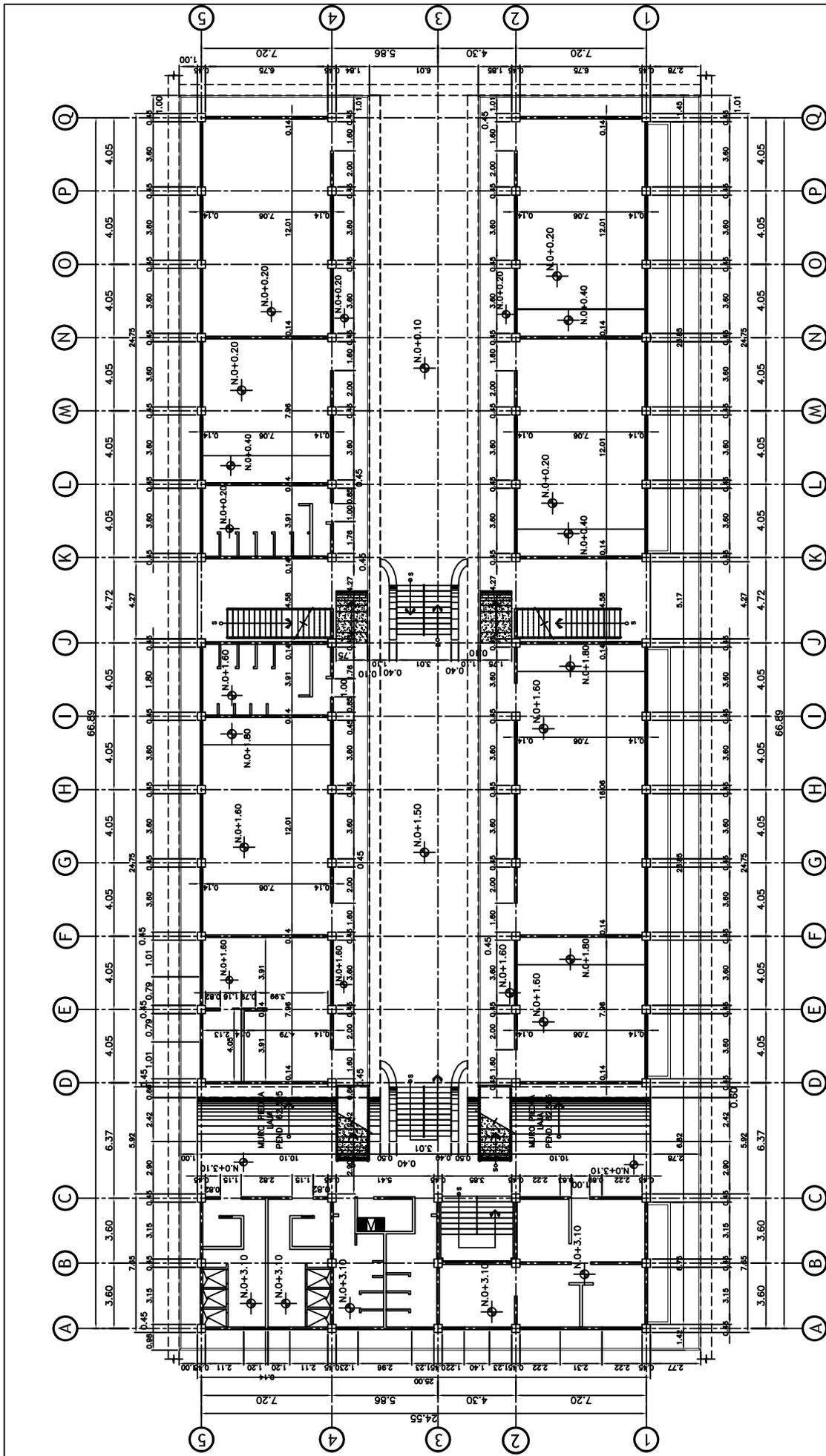
APROBADO: JOSE CHAGON

FECHA: MAYO 2023

VO. BO. ING. OSCAR ANGEL HERNANDEZ

ING. OSCAR ANGEL HERNANDEZ

ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA





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



PROYECTO: DISEÑO Y PLANTILLA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PAULE
 CAPACITACIÓN DE DOS INGENIEROS EN LA PAULE PAULANDE

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA NIVEL NO. 1

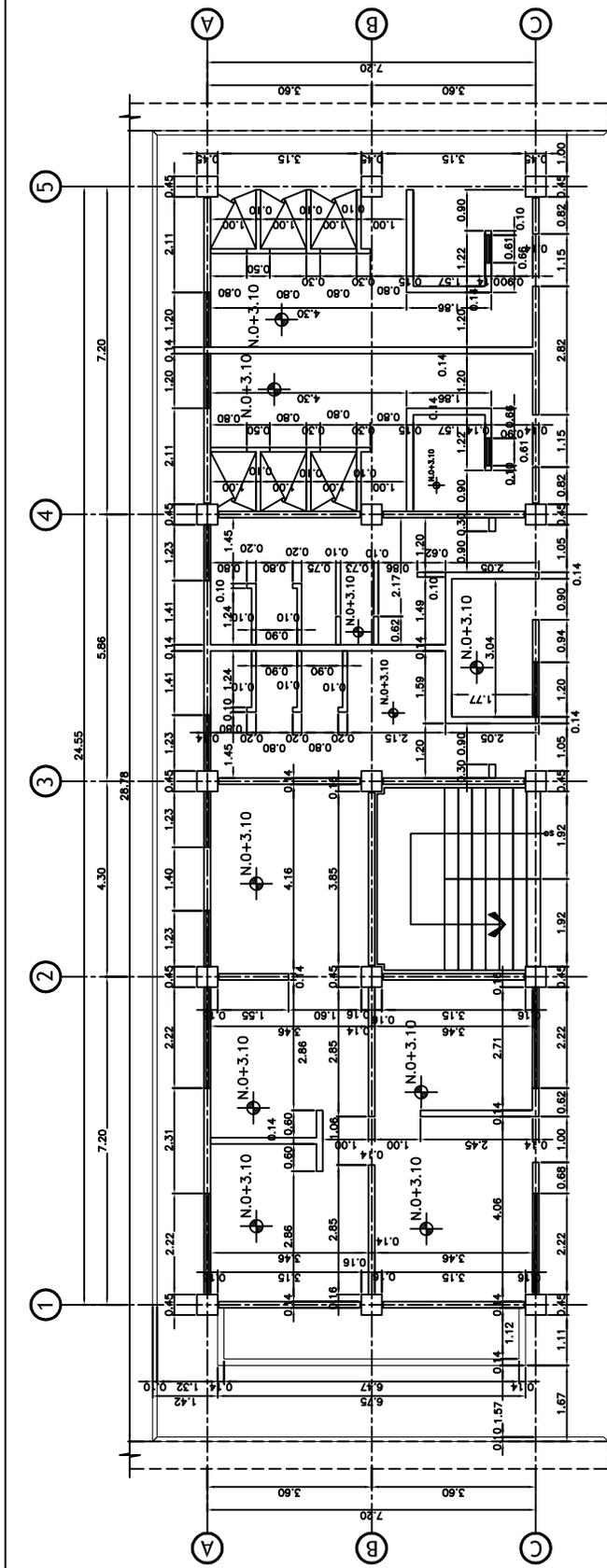
INGENIERO:	CALIFICACION:	ESCALA:
INGENIERO: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	CALIFICACION: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	ESCALA: 1/30
INGENIERO: NICOLAS ANASTASIO HERVAZ	CALIFICACION: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	FECHA: JUNIO 2010

Vo. Bo.

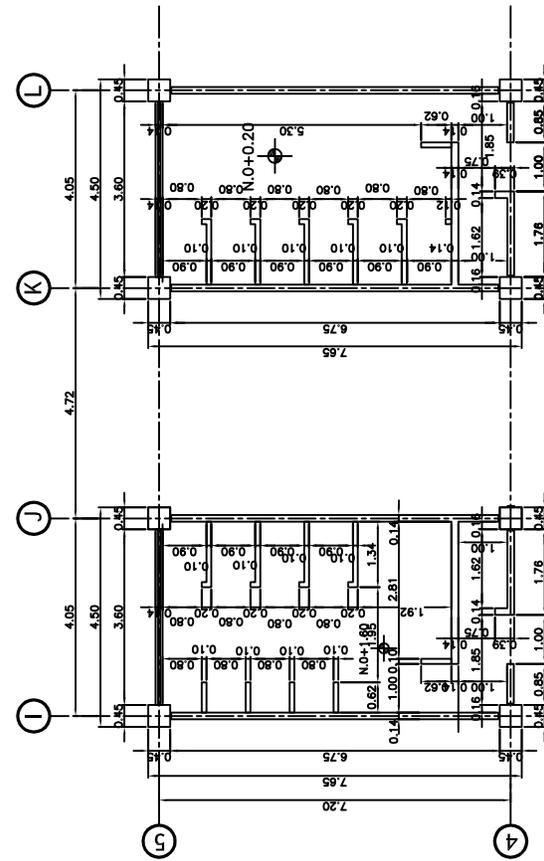
ING. OSCAR FERRER GONZALEZ
 ASESOR - U.P.S.
 ALCALDIA MUNICIPALIDAD DE PALENCIA

PLANTA ACOTADA NIVEL No. 1

ESCALA: 1/100

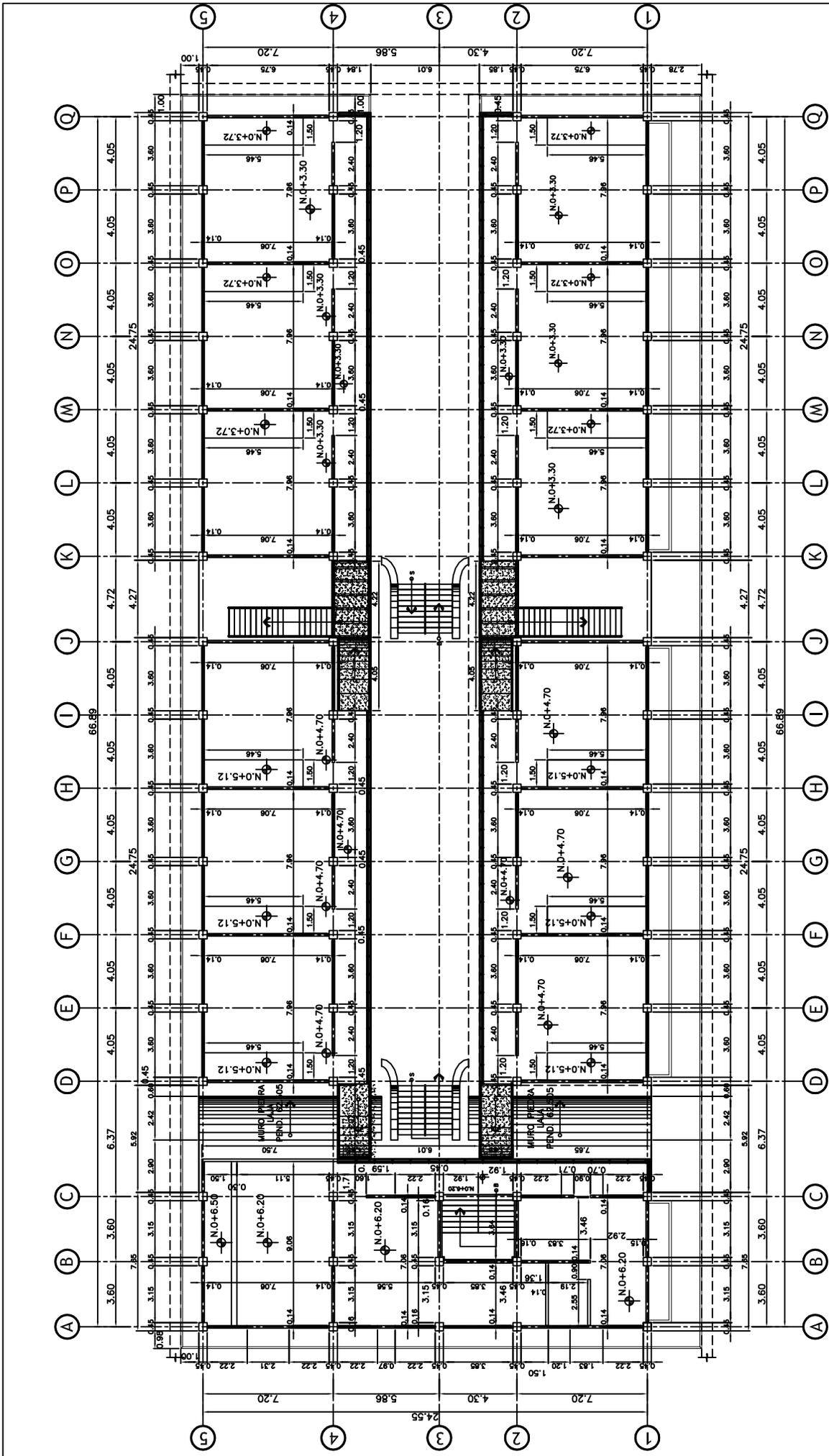


PLANTA ACOTADA MODULO ADMINISTRATIVO NIVEL No. 1
ESCALA: 1/50



PLANTA ACOTADA MODULO S.S. NIVEL 1
ESCALA: 1/50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA		 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA PROYECTO Y PLANEACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA
PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA	CLIENTE: PLANTA ACOTADA, MODULO ADMINISTRATIVO Y S.S. NIVEL NO. 1	ESCALA: 2/30
INGENIERO: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	COORDINADOR: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	FECHA: 2/30
INGENIERO ASISTENTE: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	INGENIERO ASISTENTE: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	FECHA: JULIO 2010
Vo. Bo. ING. OSCAR FLORES FERNANDEZ ASesorIA-UPIS ING. OSCAR FLORES FERNANDEZ ASesorIA-UPIS		





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO Y PLANTILLA DEL INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE CAPACITACION DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PAJAN GRANDE.

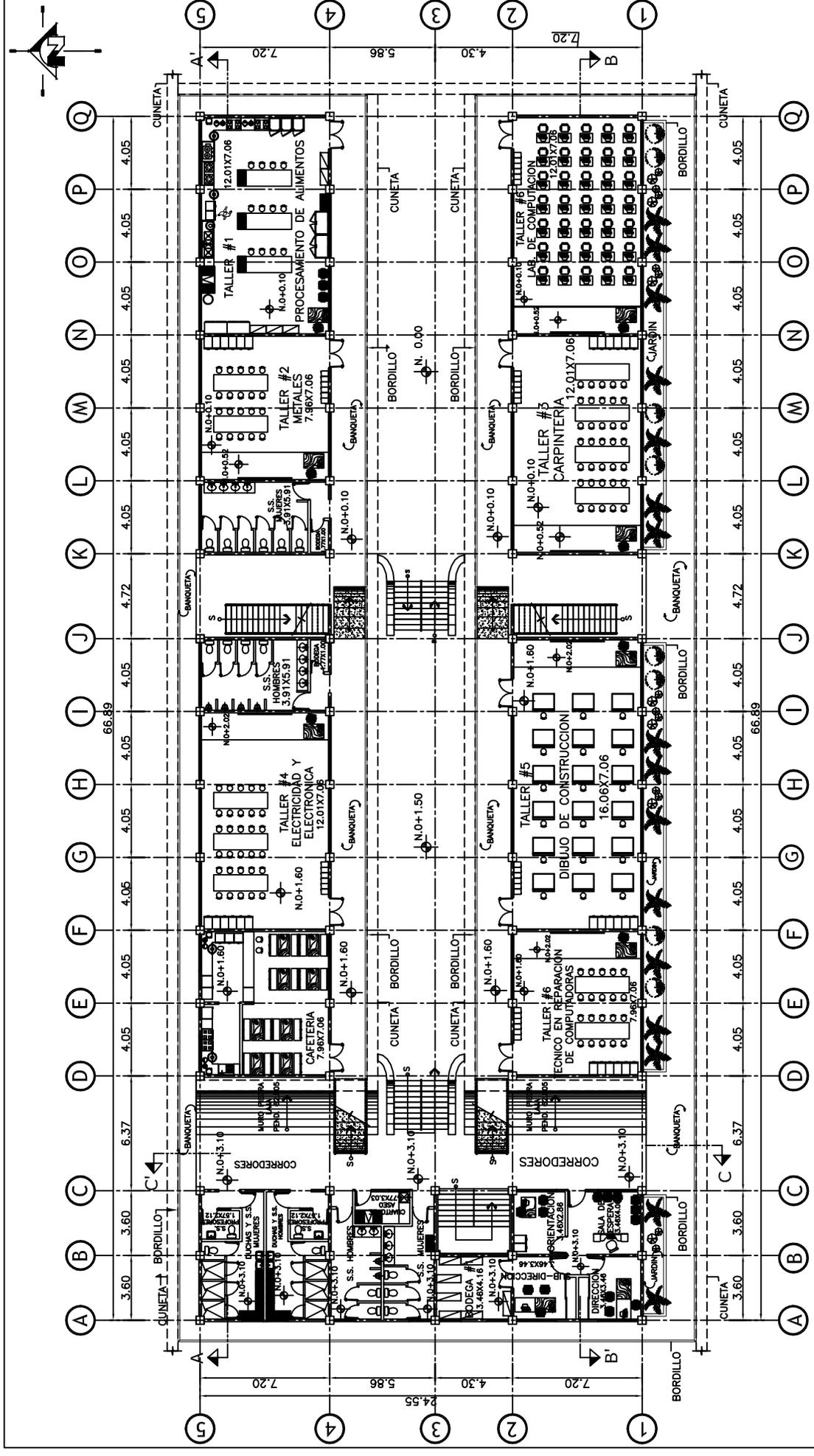
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA NIVEL NO. 2

SEÑAL:	INDICADA
ESCALA:	3/30
PROYECTISTA:	ING. OSCAR ANGUSTA TORRENOVAZ
ASISTENTE:	ING. OSCAR ANGUSTA TORRENOVAZ
REVISOR:	ING. OSCAR ANGUSTA TORRENOVAZ
FECHA:	JUNIO 2010

Vo. Bo. _____
 ING. OSCAR ANGUSTA TORRENOVAZ
 ARQUITECTO

E. ALBERTO GUADALUPE REYES
 ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA

PLANTA ACOTADA NIVEL No. 2
 ESCALA: 1/100



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

PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE CAPACITACION DE DOS UNIDADES EN LA ZONA RURAL URBANA

CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA NIVEL NO. 1

ESCALA: 1/100

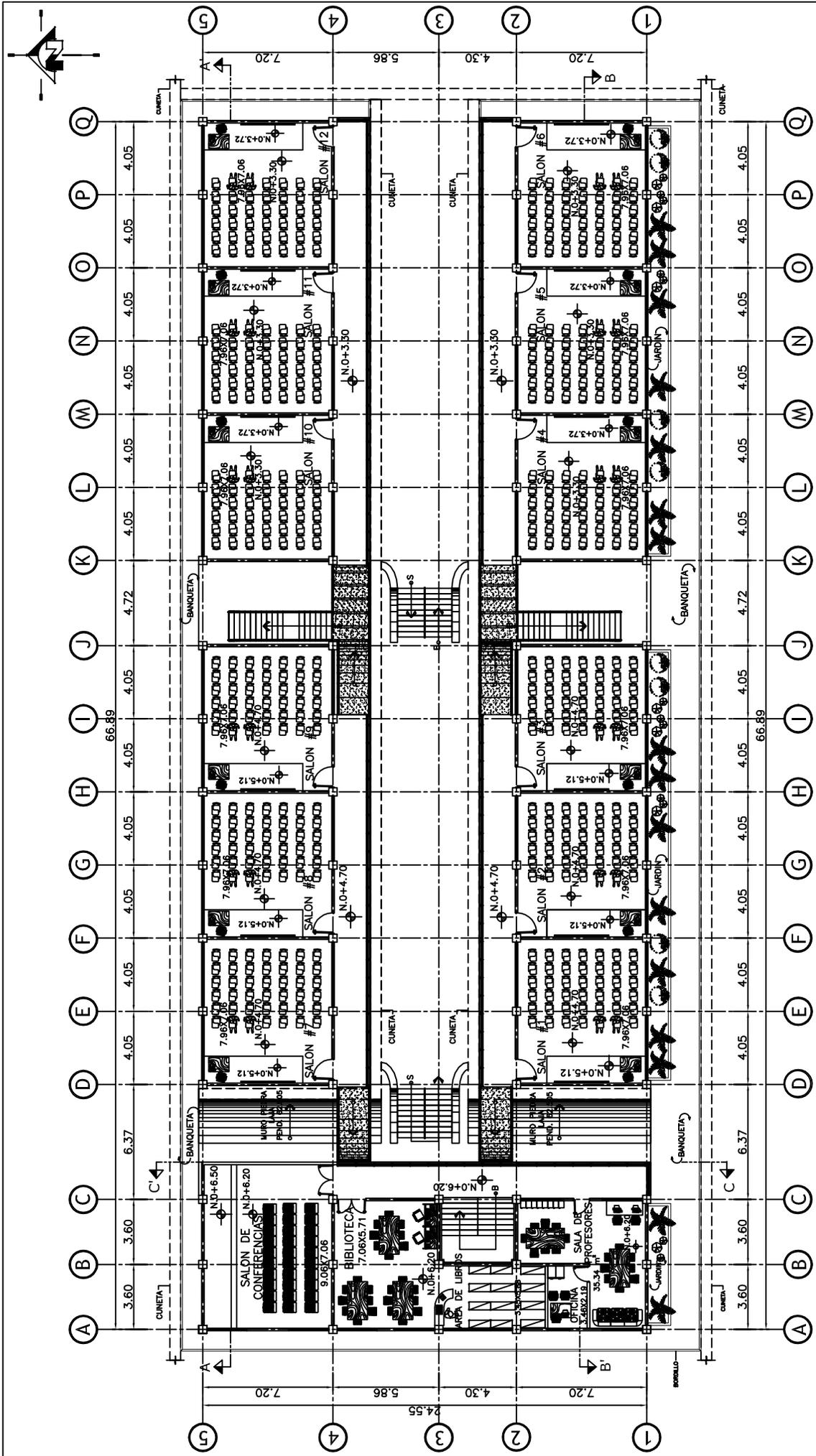
FECHA: JUNIO 2010

Vo. Bo.

ING. OSCAR FERNANDEZ
 ASesorIA - URS

PLANTA AMUEBLADA NIVEL No. 1

ESCALA: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA

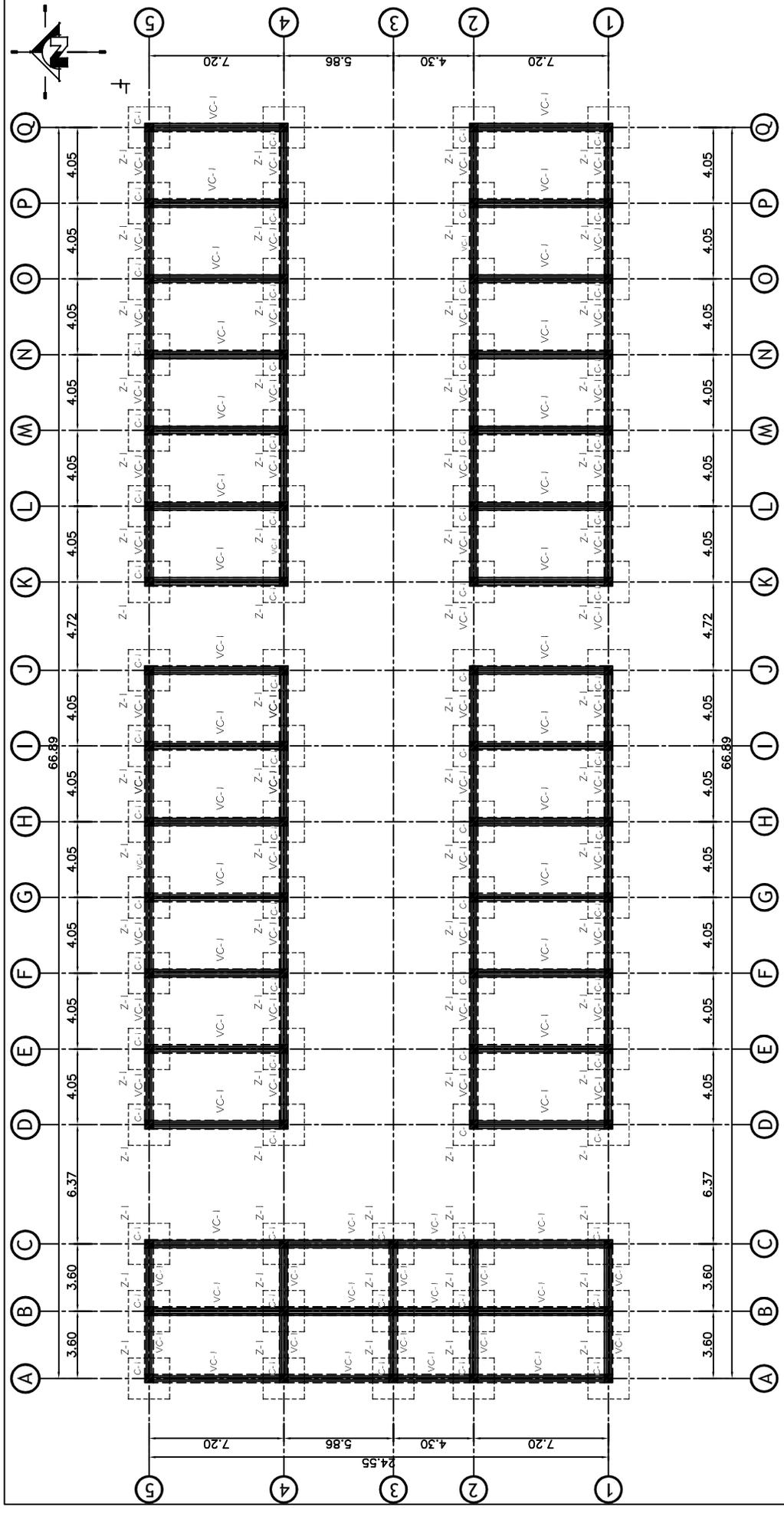
PROYECTO: DISEÑO Y PLANTILLA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESPECIALIZACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PAJAN GRANDE.

CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA NIVEL NO. 2

NOMBRE: JAZAR FIGUEROA ARBAS MARTINEZ	INDICADA: JAZAR FIGUEROA ARBAS MARTINEZ
ASESOR: DR. OSCAR ARGENTI TORRENO	FECHA: JUNIO 2010
Vo. Bo.	
ING. OSCAR ARGENTI TORRENO ASESOR - EPS.	

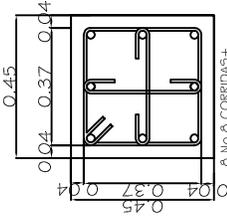
PLANTA AMUEBLADA NIVEL No. 2

ESCALA: 1/100

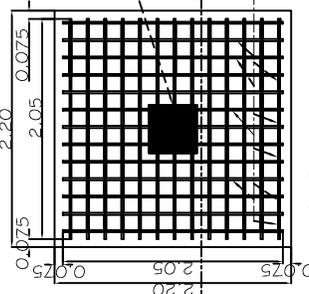


PLANTA DE CIMENTACION

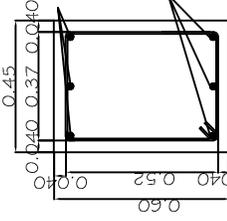
ESCALA: 1/100



DET. COLUMNA C-1
ESCALA: 1:10



ZAPATA Z-1
ESCALA: 1:50

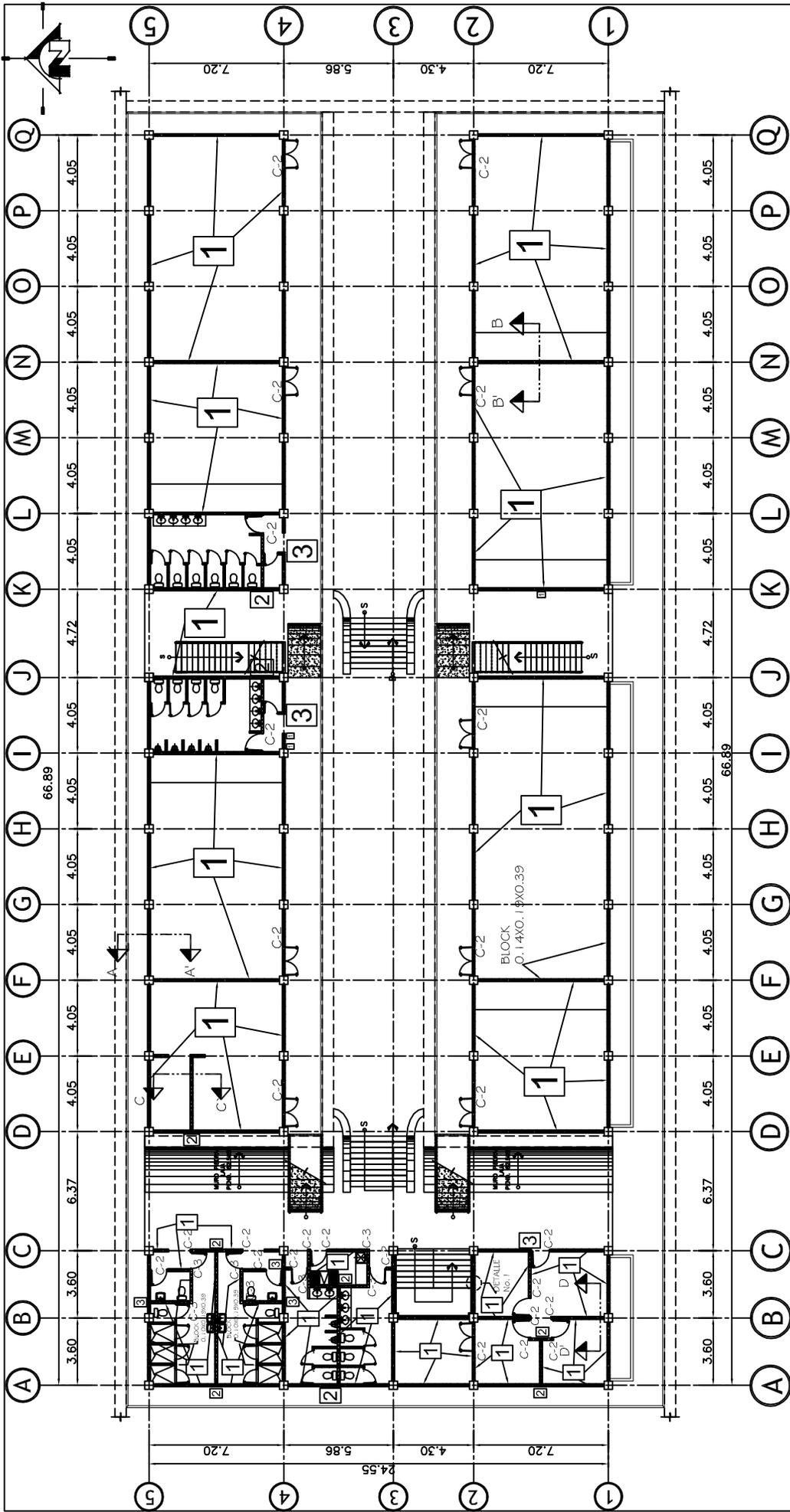


VC-1 (VIGA CONECTORA)
ESCALA: 1:10

3 No. 6
+ EST. No. 3 @ 0.15

3 No. 6
+ EST. No. 3 @ 0.15

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA		FOLIO: 6 / 30
	PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LOS SERVICIOS DE AGUAS Y SANEAMIENTO DE LA ALDEA DE SAN CARLOS DE PALENCIA CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION		
DISEÑO: MARIA INEIDA ARIAS MARTINEZ	CALCULO: MARIA INEIDA ARIAS MARTINEZ	DIBUJO: DAISY INEIDA ARIAS MARTINEZ	ASesor: EPS. ING. OSCAR ARGUETA FERRER
Vo. Bo.			
			ST. ALBERTO GUADALUPE REYES ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA

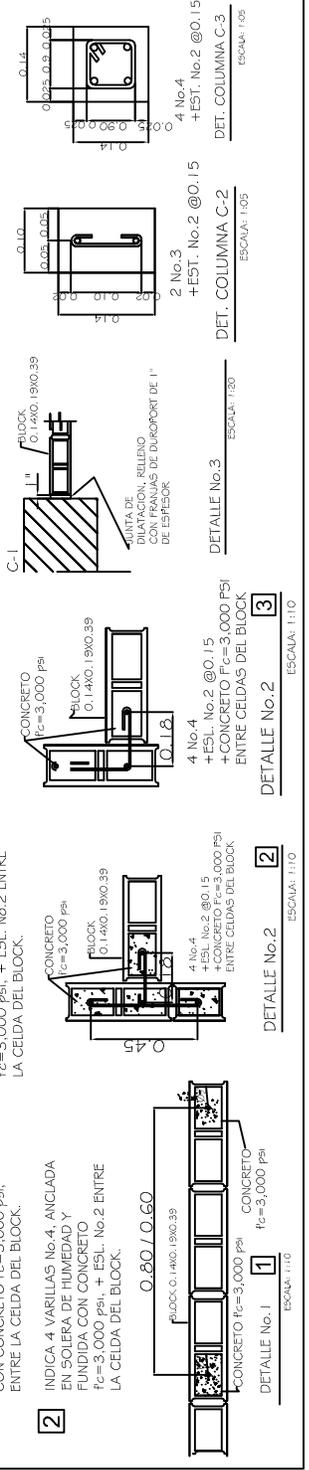


PLANTA DE EMPLANTILLADO, COLUMNAS Y PINES DE MUROS NIVEL No. 1
 ESCALA: 1/700

1 INDICA VARILLAS No.4, ANCLADA EN SOLERA DE HUMEDAD Y FUNDIDA CON CONCRETO $f_c=3,000$ PSI, + ESL. No.2 ENTRE LA CELDA DEL BLOCK.

2 INDICA 4 VARILLAS No.4, ANCLADA EN SOLERA DE HUMEDAD Y FUNDIDA CON CONCRETO $f_c=3,000$ PSI + ESL. No.2 ENTRE LA CELDA DEL BLOCK.

3 INDICA 4 VARILLAS No.4, ANCLADA EN SOLERA DE HUMEDAD Y FUNDIDA CON CONCRETO $f_c=3,000$ PSI, + ESL. No.2 ENTRE LA CELDA DEL BLOCK.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA
 DISEÑO Y PLANTILLADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA
 CATEGORIZADO POR LOS INGENIEROS LAUREADO EN INGENIERIA

PROYECTO: PLANTA DE EMPLANTILLADO, COLUMNAS Y PINES DE MUROS

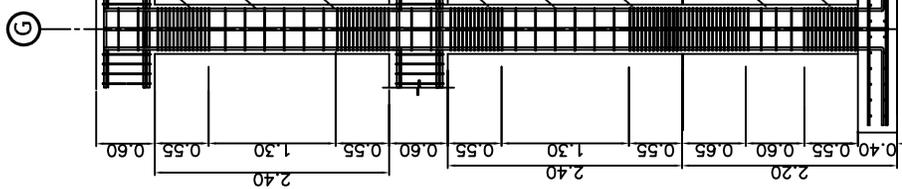
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE PALENCIA

FECHA: 2019

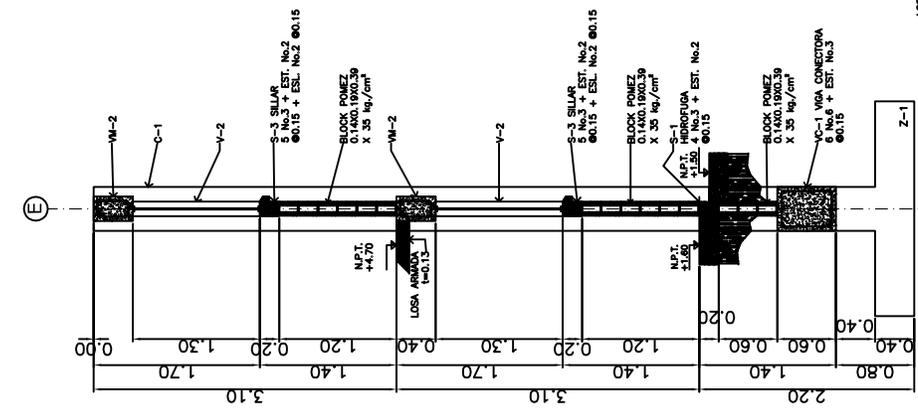
HOJA: 7/30

INGENIERO: MARCO ANTONIO MARTINEZ
INGENIERO: MARCO ANTONIO MARTINEZ
INGENIERO: MARCO ANTONIO MARTINEZ

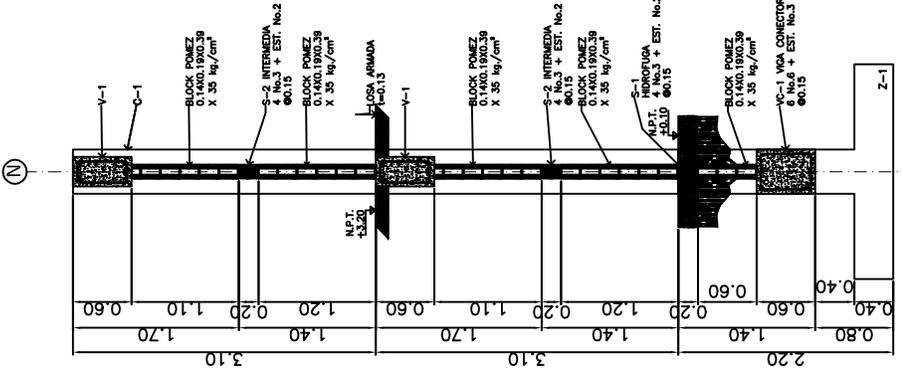
Vo. Bo.
 ING. OSCAR FLORES FERNANDEZ
 ASesor-UPR
 ING. OSCAR FLORES FERNANDEZ
 ASesor-UPR
 ALCALDIA MUNICIPALIDAD DE PALENCIA



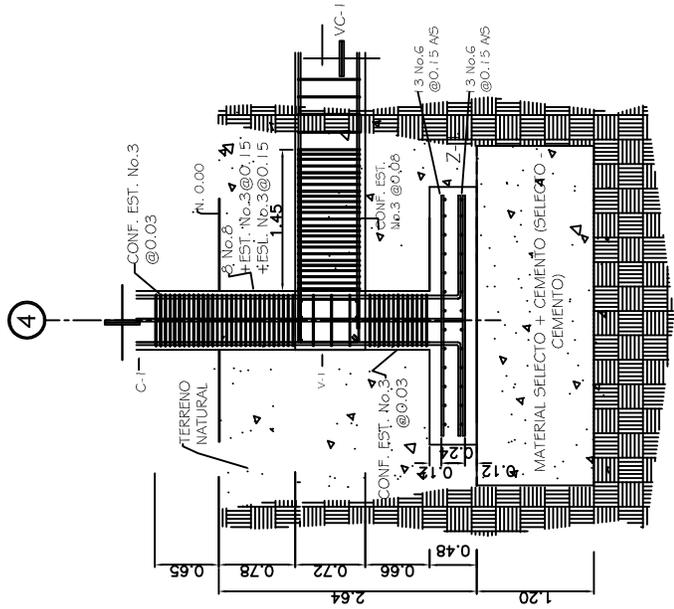
DET. UNION DE Z-1, C-1 Y V-1
CON LONGITUD DE CONFINAMIENTO
ESCALA: 1/25



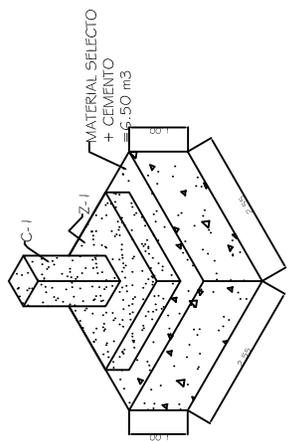
SECCION A-A'
ESCALA: 1/25



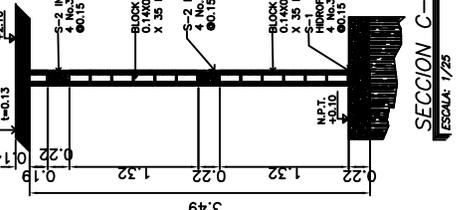
SECCION B-B'
ESCALA: 1/25



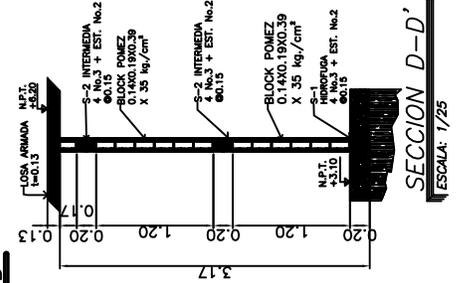
DET. ARMADO DE ZAPATA
ESCALA: 1/25



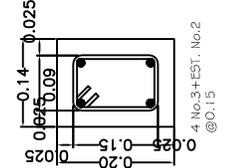
ISOMETRICO
CIMENTO INDIVIDUAL
ESCALA: 1/50



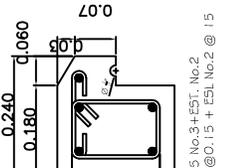
SECCION C-C'
ESCALA: 1/25



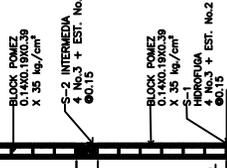
SECCION D-D'
ESCALA: 1/25



DET. S-1
SOLERA HIDROFUGA
ESCALA: 1/5

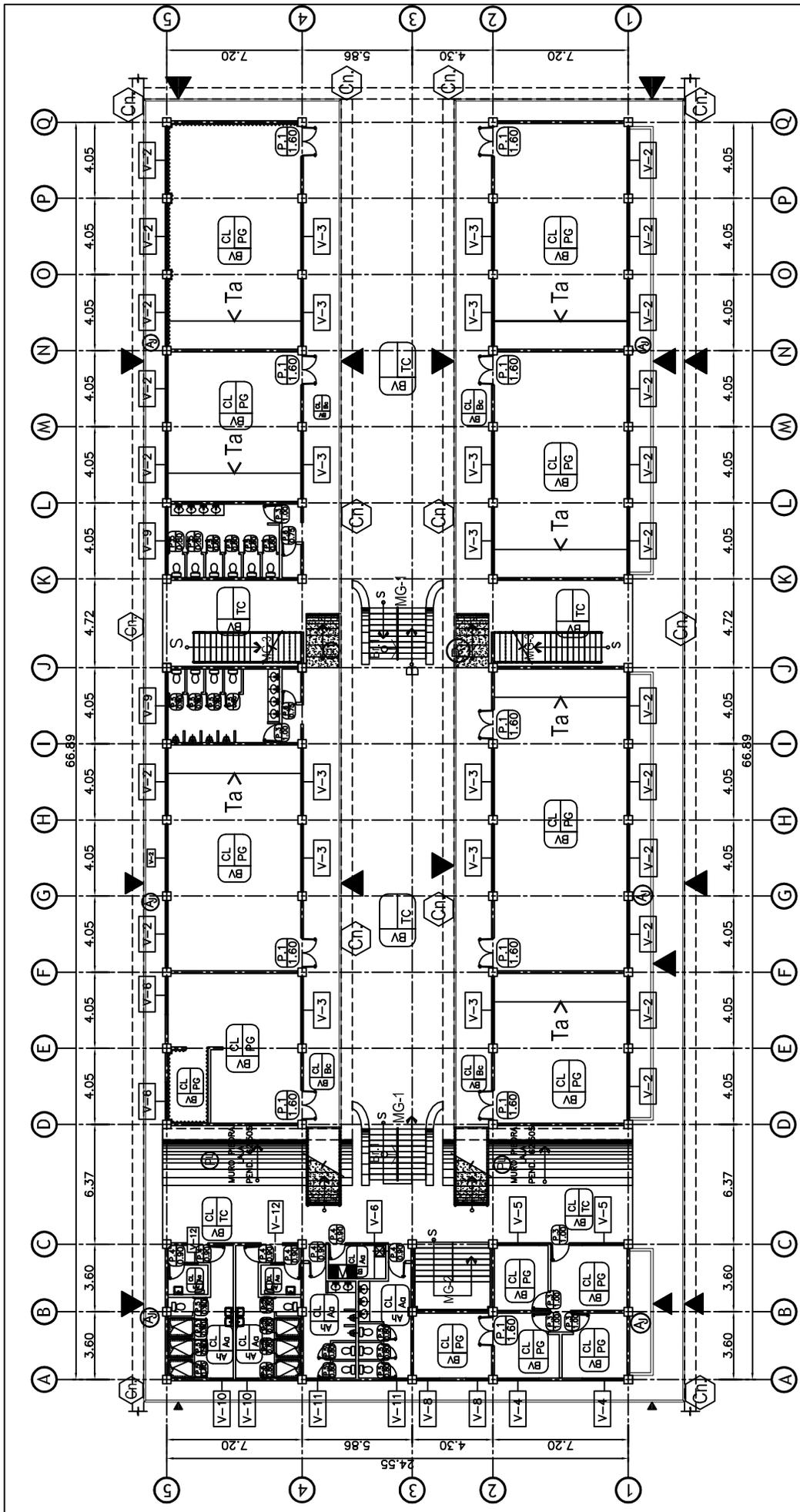


DET. S-2
SOLERA INTERMEDIO
ESCALA: 1/5



DET. S-3
SOLERA SILLAR
ESCALA: 1/5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACION DE DOS UNIDADES EN LA ZONA RURAL	
CONTRATO: CORTES DE MUROS Y DETALLES DE ARMADOS	
DISEÑADOR: CARLOS INGENIERO EN INGENIERIA	ESCALA: INDICADA
SUPERVISOR: WILSON INGENIERO EN INGENIERIA	FECHA: JULIO 2010
V. B.	8/30
ING. OSCAR FLORES TORRES ASISTENTE EN JEFE	
ING. OSCAR FLORES TORRES ASISTENTE EN JEFE	



PLANTA DE ACABADOS NIVEL No. 1
 ESCALA: 1/100

NOTA: VER:

- 1.) DETALLE DE RAMPAS TIPO 1, TIPO 2, TIPO 3, Y TIPO 4 EN HOJA 17/30 Y 18/30
- 2.) DETALLE DE GRADAS TIPO 1 Y EN DETALLES DE ACABADOS HOJA 1/30
- 3.) DETALLE DE GRADAS TIPO 2 Y TIPO 3 EN HOJA 19/30
- 4.) DETALLE DE BARANDAS EN HOJA DE DETALLES DE ACABADOS 1/30

Simbolo	Descripción
(R)	TIPO DE RAMPA
(M)	MURO PIEDRA LAMA
(P)	PISO CERAMICO
(A)	AZULEJO 0.15X0.15 h=1.00
(B)	ALUMINIO 0.15X0.15 h=1.80
(C)	ALUMINIO 0.15X0.15 h=1.80
(D)	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
(E)	AREA A JARDINIZAR
(F)	BORDILLO
(G)	TIPO DE BARRANDA
(H)	TIPO DE PUERTA
(I)	ANGULO DE PUERTA
(J)	TIPO DE MODULO DE GRADAS
(K)	BLOCK VISTO, POMEZ (0.14X0.19X0.39)
(L)	PISO DE GRANITO
(M)	CUBIERTA DE LOSA
(N)	BANQUETA DE CONCRETO
(O)	CUBIERTA DE LAMINA
(P)	CERRNO EN COLUMNAS

Simbolo	Descripción
(1)	1. ACABADO EN PARED
(2)	2. ACABADO EN PISO
(3)	3. ACABADO EN CIELO
(4)	TIPO DE VENTANA
(5)	1. TIPO DE PUERTA
(6)	2. ANGULO DE PUERTA
(7)	TIPO DE MODULO DE GRADAS
(8)	BLOCK VISTO, POMEZ (0.14X0.19X0.39)
(9)	PISO DE GRANITO
(10)	CUBIERTA DE LOSA
(11)	BANQUETA DE CONCRETO
(12)	CUBIERTA DE LAMINA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA
 CAPACITACION DE DOS NIVELES EN LA OLA PALENCIA

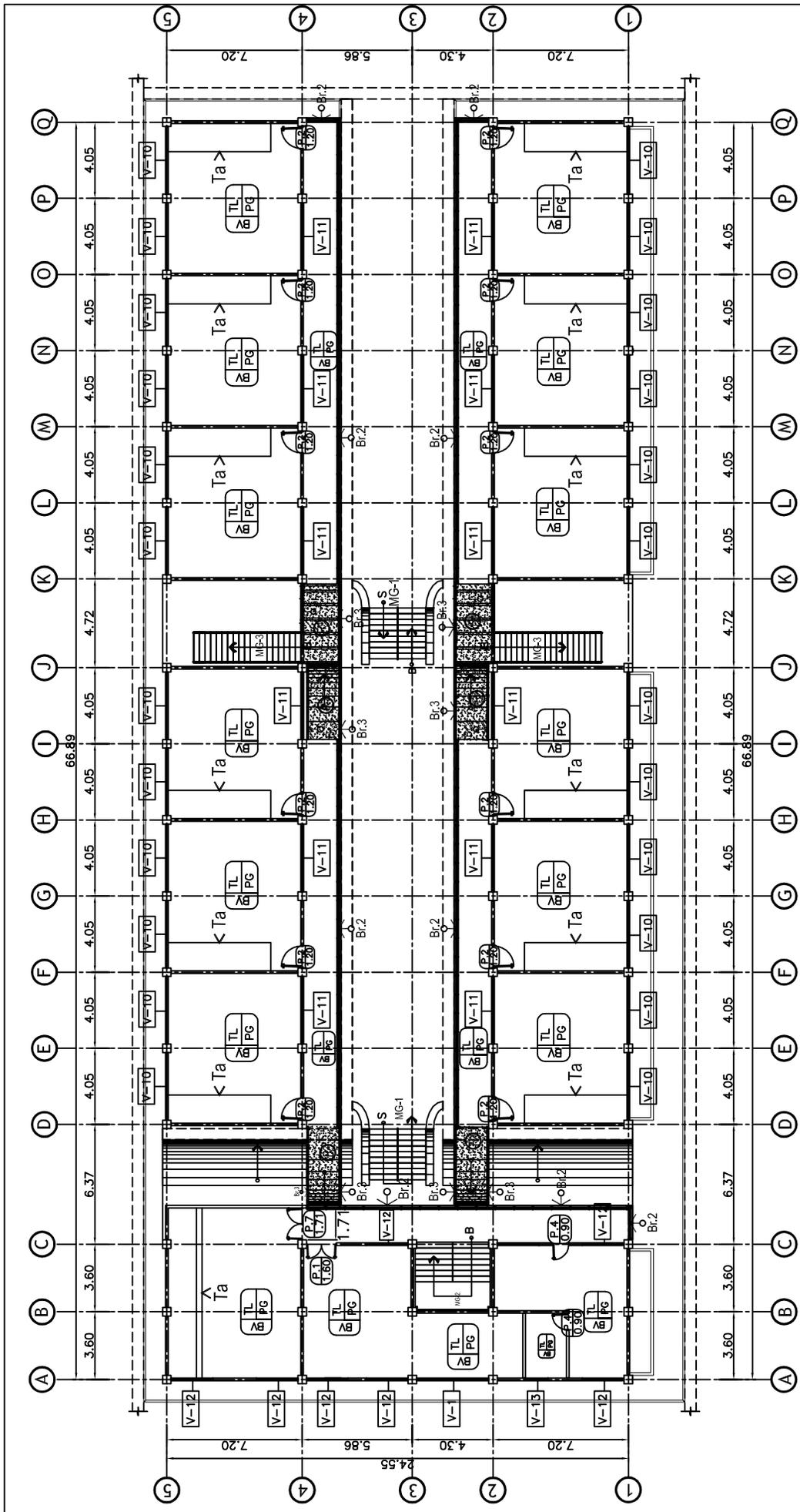
PROYECTO: PLANTA DE ACABADOS NIVEL NO. 1

ESCALA: 1/100

FECHA: 9 / 30

INGENIERO: [Nombre]

BO. Bo.



PLANTA DE ACABADOS NIVEL No. 2
 ESCALA: 1/100

NOTA: VER:

- 1.) DETALLE DE RAMPAS TIPO 1, TIPO 2, TIPO 3, Y TIPO 4 EN HOJA 17/30 Y 18/30
- 2.) DETALLE DE GRADAS TIPO 1 Y EN DETALLES DE ACABADOS HOJA 11/30
- 3.) DETALLE DE GRADAS TIPO 2 Y TIPO 3 EN HOJA 19/30
- 4.) DETALLE DE BARANDAS EN HOJA DE DETALLES DE ACABADOS 11/30

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
Simbol	Descripción
(C)	TIPO DE RAMPA
(M)	MURO PIEDRA LAJA
(P)	PSO. CERAMICO
(A)	AZULEJO 0.15X0.15 h=1.00
(B)	AZULEJO 0.15X0.15 h=1.30
(C)	AZULEJO 0.15X0.15 h=1.80
(D)	PSO. CERAMICO ANTIDESLIZANTE
(E)	AREA A JARDINIZAR
(F)	BORRILLO
(G)	TIPO DE BARANDA
(H)	CUNETA TRAPEZOIDAL
(I)	ALMOCORRIDA 0.15X0.30
(J)	CERAMICO EN COLUMNAS

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
Simbol	Descripción
(1)	1. ACABADO EN PARED
(2)	2. ACABADO EN PISO
(3)	3. ACABADO EN CIELO
(V)	TIPO DE VENTANA
(1)	1. TIPO DE PUERTA
(2)	2. ANCHO DE PUERTA
(MC-#)	TIPO DE MODULO DE GRADAS
(P)	BLOCK VISTO. POMEZ (0.14X0.19X0.39)
(PG)	PSO. DE CERAMTO
(CL)	CUBIERTA DE LOSA
(Bc)	BAQUETA DE CONCRETO
(TL)	CUBIERTA DE LAMINA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE
 CAPACITACION DE DOS NIVELES EN LA ZONA URBANA

CONTRIBUCION: PLANTA DE ACABADOS NIVEL No. 2

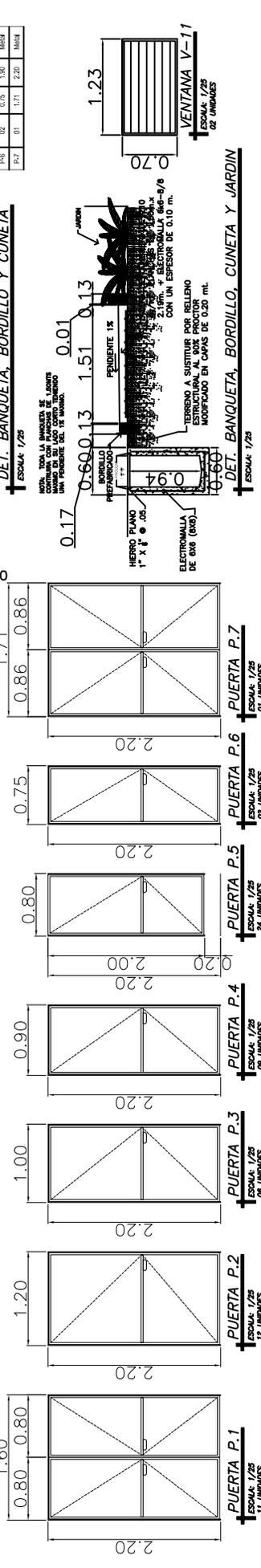
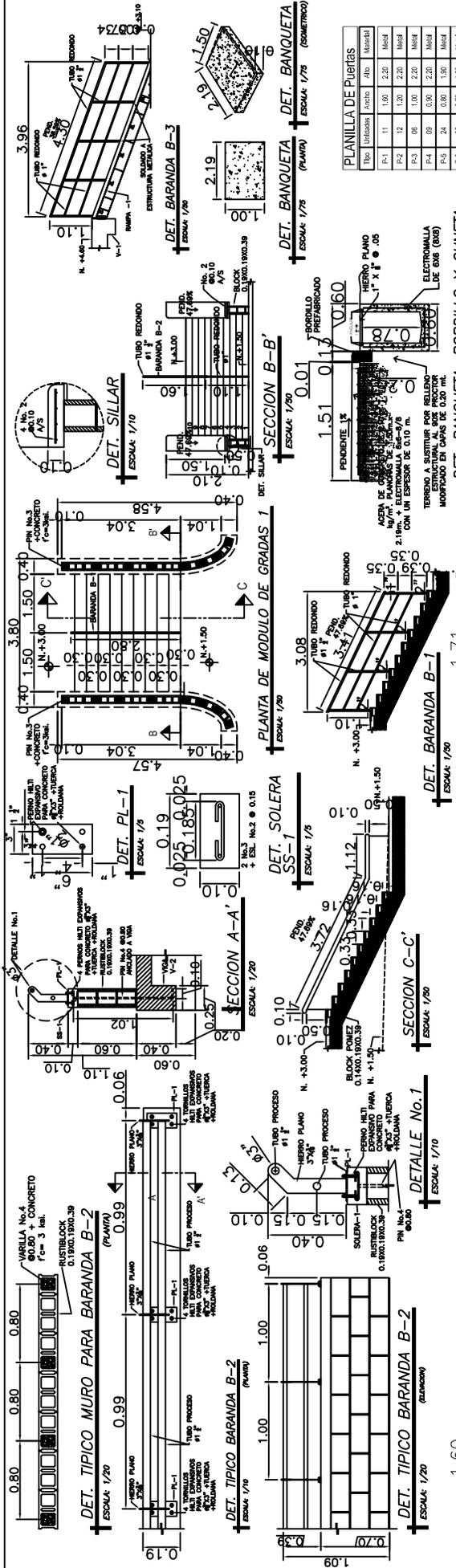
ESCALA: 1/100

FECHA: 10/30

PROYECTISTA: INGENIERO ARQUITECTO FREDERICO J. MARTINEZ
 INGENIERO ARQUITECTO FREDERICO J. MARTINEZ
 INGENIERO ARQUITECTO FREDERICO J. MARTINEZ

Vo. Bo. _____

ING. OSCAR FLORES FERNANDEZ
 ASESOR - U.P.S.
 ING. ALVARO MORALES
 ASESOR - U.P.S.



PLANILLA DE Puertas

Tipo	Unidades	Ancho	Alto	M ²	Material
P-1	11	1.60	2.20	3.52	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
P-2	12	1.50	2.20	3.30	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
P-3	18	1.00	2.20	3.96	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
P-4	18	1.00	2.20	3.96	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
P-5	24	0.80	2.20	4.22	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
P-6	24	0.80	2.20	4.22	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
P-7	24	0.80	2.20	4.22	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro

PLANILLA DE Ventanas

N.º	Sillar	Detalle	Unidades	Ancho	Alto	M ²	Material
1	1.40	2.70	01	3.06	1.93	5.90	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
2	1.40	2.70	01	3.06	1.93	5.90	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
3	1.40	2.70	02	3.06	1.93	11.80	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
4	1.40	2.70	01	2.22	1.58	3.50	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
5	1.40	2.70	02	2.22	1.58	7.00	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
6	1.40	2.70	02	2.22	1.58	7.00	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
7	1.40	2.70	02	2.22	1.58	7.00	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
8	1.40	2.70	02	2.22	1.58	7.00	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
9	2.00	2.70	02	3.06	0.94	2.88	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
10	2.00	2.70	02	3.06	0.94	2.88	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
11	2.00	2.70	02	1.23	0.70	0.86	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro
12	2.00	2.70	02	0.81	0.70	0.43	Aluminio anodizado - vidrio de 5 mm. claro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA

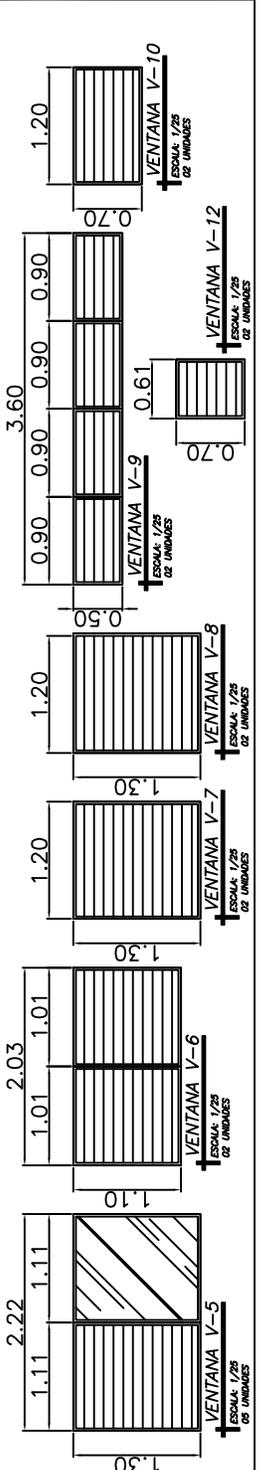
PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACION DE DOS UNIDADES EN LA ZONA PALENCIA.

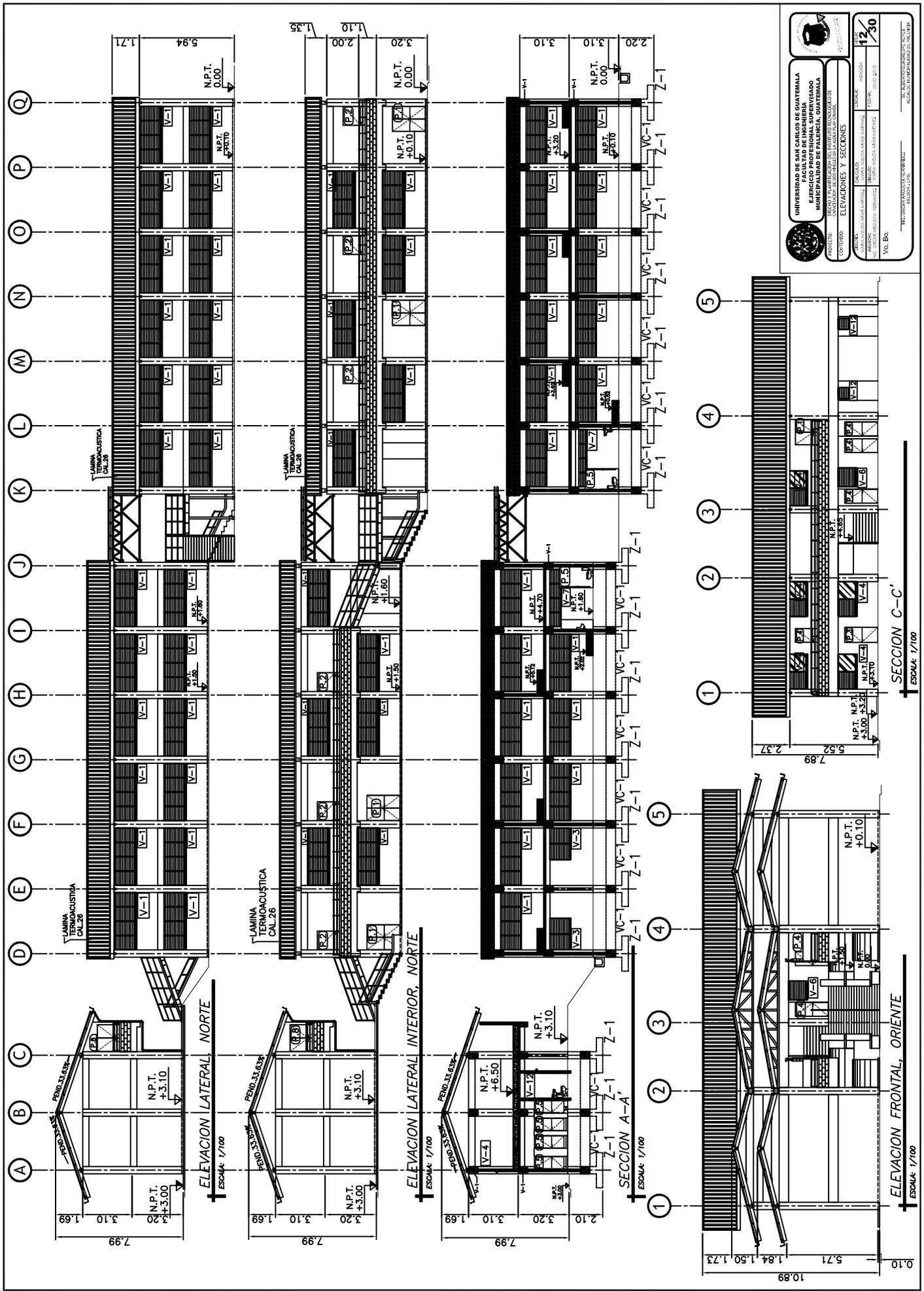
CONTRIBUYENTES: DETALES DE ACABADOS (PUERTAS, VENTANAS, BARANDAS Y MODULO DE GRADAS I).

FECHA: 11/30

ING. OSCAR GUERRA TORRES
 ING. OSCAR GUERRA TORRES
 ING. OSCAR GUERRA TORRES

Vo. Bo.

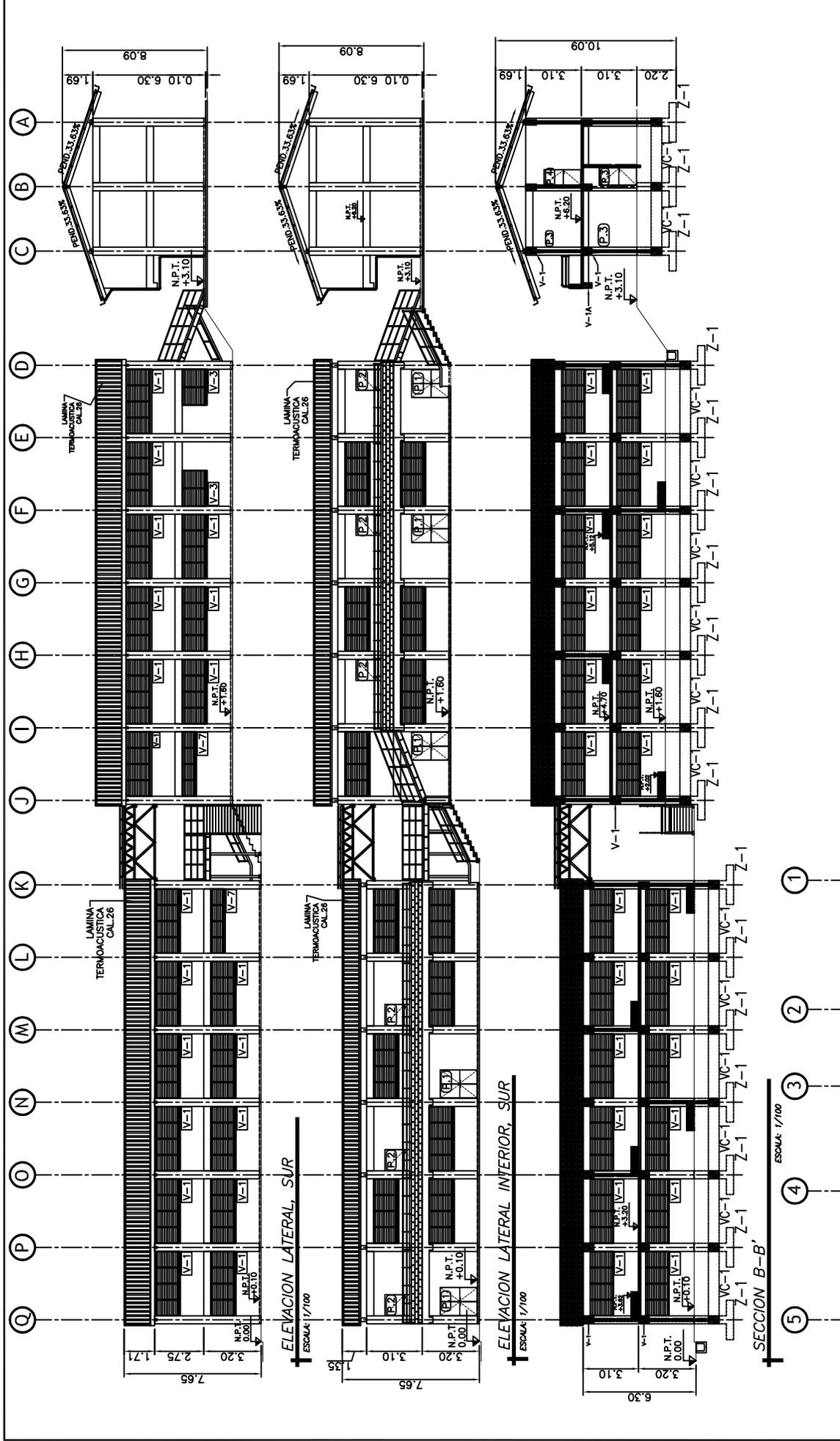




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADA MUNICIPALIDAD DE PALENA, GUATEMALA	
PROYECTO: CONSULTA DE PRELIMINARES PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA ESCUELA DE EDUCACION PRIMARIA DE LA COMUNIDAD DE PALENA, MUNICIPIO DE PALENA, DEPARTAMENTO DE PALENA, GUATEMALA	FECHA: 12/30
AUTOR: ING. OSCAR ARAGÓN, INGENIERO DE PROFESION	ESCALA: 1/30
DISEÑADOR: ING. OSCAR ARAGÓN, INGENIERO DE PROFESION	V.O. BO.

SECCION C-C'
ESCALA: 1/100

ELEVACION FRONTAL, ORIENTE
ESCALA: 1/100



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

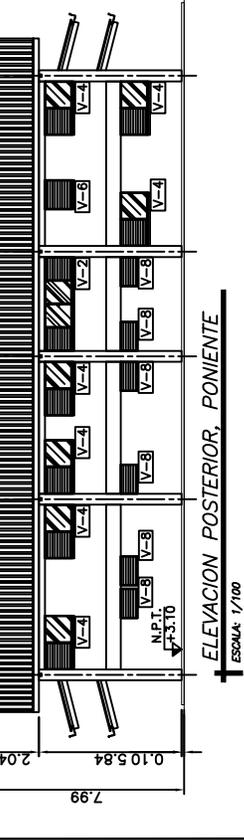
PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACION DE DOS RINCES EN LA ALDEA PALMIRAS

CONTENIDO: ELEVACIONES Y SECCIONES

REFERENCIA: CALAMOS: GUAYMA, MANCITA, AREAS MARITIMAS; INDICADA: GUAYMA, MANCITA, AREAS MARITIMAS; INGENIEROS: ARGENTI, HERVANI

ESCALA: INDICADA: 13/30
 FECHA: JUNIO 2010

Vo. Bo. ING. OSCAR FERRER FERRAZZINI ASSESOR - URS
 ING. OSCAR FERRER FERRAZZINI ASSESOR - URS

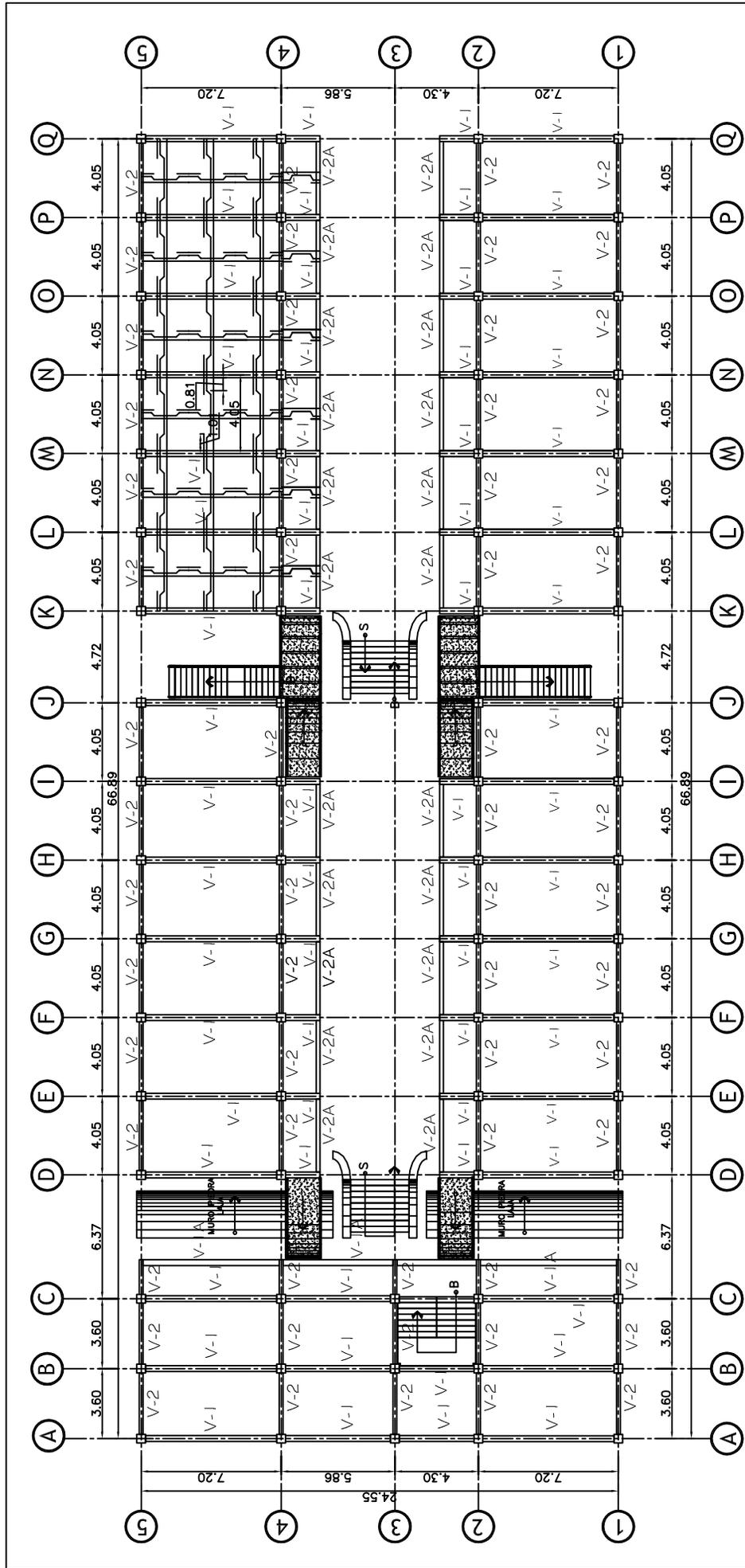


SECCION B-B'
 ESCALA: 1/100

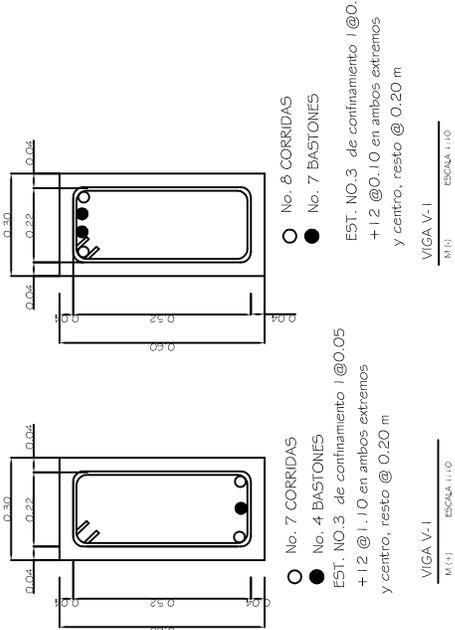
ELEVACION LATERAL INTERIOR, SUR
 ESCALA: 1/100

ELEVACION LATERAL, SUR
 ESCALA: 1/100

ELEVACION POSTERIOR, PONIENTE
 ESCALA: 1/100



PLATA DE ARMADO DE LOSA Y VIGAS
ESCALA: 1/100



○ No. 7 CORRIDAS
● No. 4 BASTONES
EST. NO.3 de confinamiento |@0.05
+12 @ 1.10 en ambos extremos
y centro, resto @ 0.20 m

○ No. 8 CORRIDAS
● No. 7 BASTONES
EST. NO.3 de confinamiento |@0.05
+12 @ 0.10 en ambos extremos
y centro, resto @ 0.20 m

○ No. 6 CORRIDAS
● No. 3 BASTONES
EST. NO.3 @ 0.08 en extremos
y centro, resto 0.15 m

○ No. 6 CORRIDAS
● No. 3 BASTONES
EST. NO.3 @ 0.08 en extremos
y centro, resto 0.15 m

○ No. 6 CORRIDAS
● No. 3 BASTONES
EST. NO.3 @ 0.08 en extremos
y centro, resto 0.15 m

PROYECTO: DISEÑO Y PLANTILLADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA UBICACIÓN: GUATEMALA, GUATEMALA	ESCALA: PLANTA DE ARMADO DE LOSA Y VIGAS.
DISEÑADOR: MARIBEL VILLALBA MATEO INGENIERO: MARIBEL VILLALBA MATEO	CALIFICADO: MARIBEL VILLALBA MATEO INGENIERO: MARIBEL VILLALBA MATEO
FECHA: 14/30 MES: JULIO 2010	V. B.
ING. OSCAR FLORES FERNÁNDEZ ASESOR - U.P.S. INGENIERO PROFESIONAL ALCALDÍA MUNICIPALIDAD DE PALENQUE	

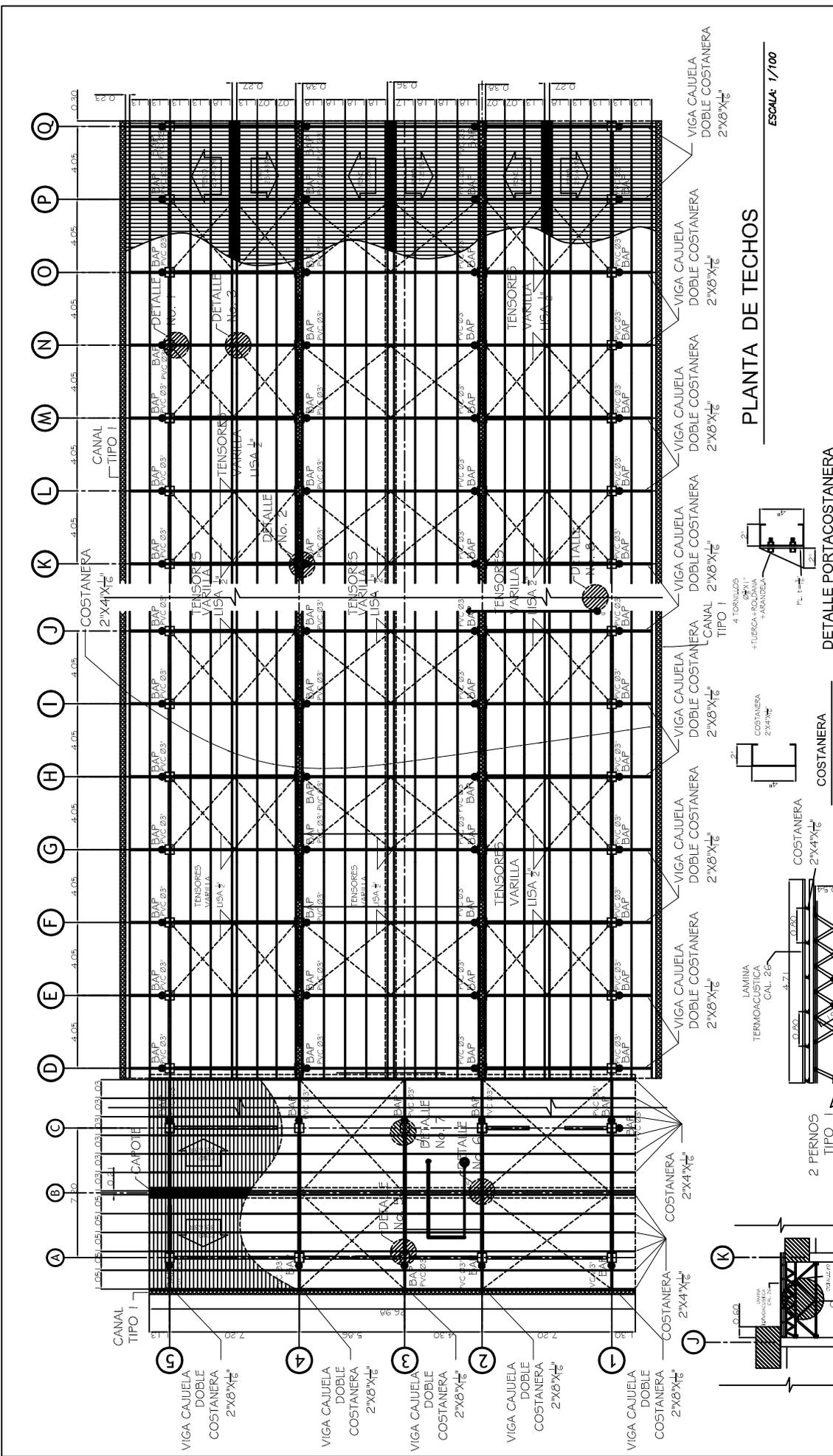
VIGA V-1
M(1) ESCALA 1:10

VIGA V-1
M(1) ESCALA 1:10

VIGA V-2
M(1) ESCALA 1:10

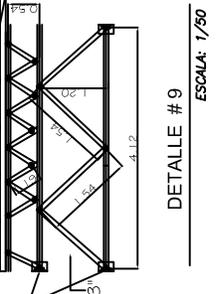
VIGA V-2
M(1) ESCALA 1:10

VIGA V-2A
M(1) ESCALA 1:10



PLANTA DE TECHOS

ESCALA: 1/100



DETAILLE # 8 UNION DE PLATAFORMAS
ESCALA: 1/100



VIGA CAJUELA DOBLE COSTANERA
ESCALA: 1/05



CANAL TIPO 1
ESCALA: 1/05



CANAL TIPO 2
ESCALA: 1/05

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

PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE DOS RIELES
CONTENIDO: PLANTA DE ESTRUCTURA METALICA DE TEGCO Y DETALLES

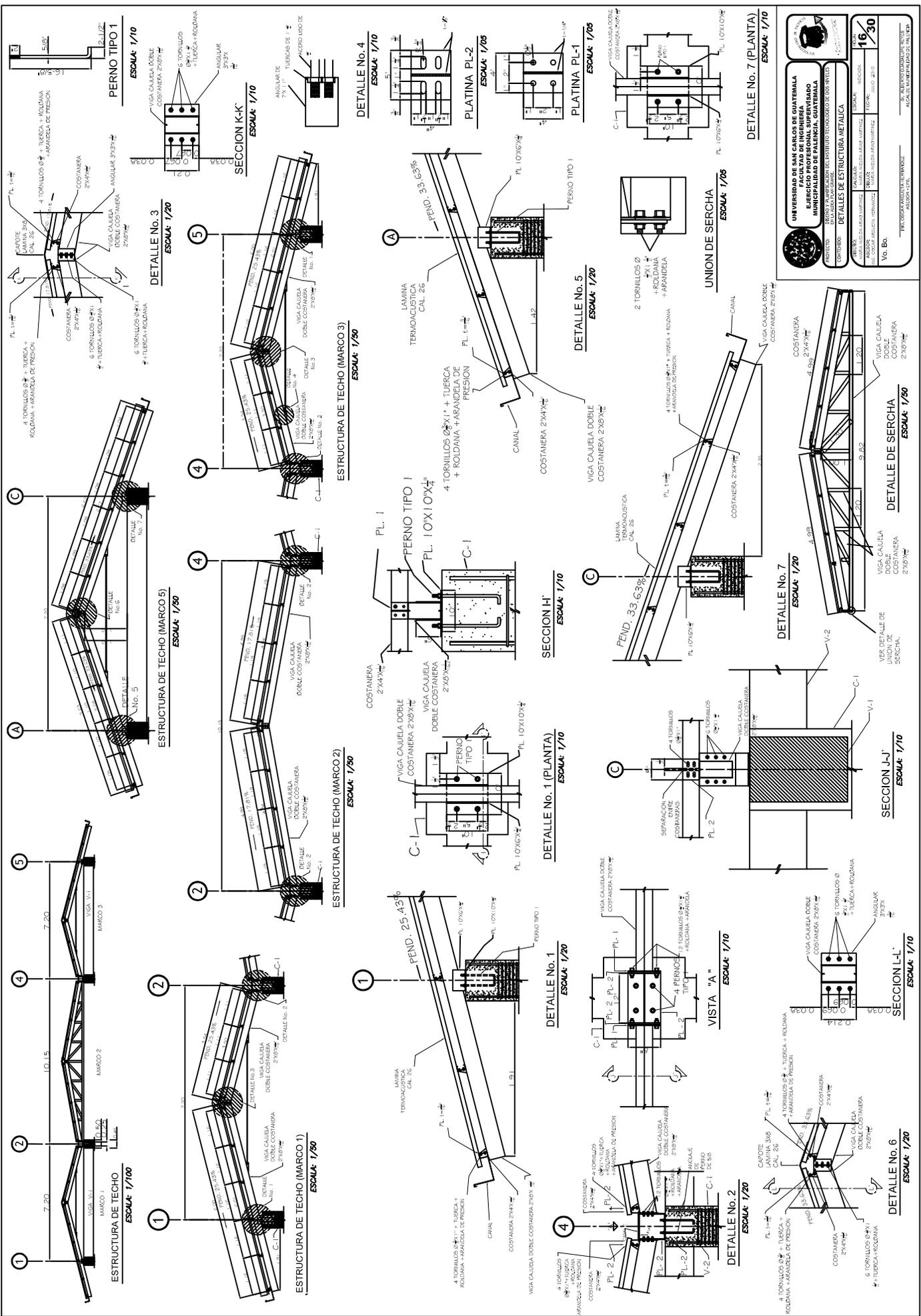
INGENIERO: JUAN CARLOS MARTINEZ
ASESOR: MARIA LUCIA AVILA MARTINEZ
FECHA: JULIO 2010

BOLETA: 15/30

INDICACION: 30

FECHA: JULIO 2010

INGENIERO: JUAN CARLOS MARTINEZ
ASESOR: MARIA LUCIA AVILA MARTINEZ



ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 1)
ESCALA: 1/100

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 2)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 3)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 5)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 1)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 2)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 3)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 5)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 1)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 2)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 3)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 5)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 1)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 2)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 3)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 5)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 1)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 2)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 3)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 5)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 1)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 2)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 3)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 5)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 1)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 2)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 3)
ESCALA: 1/50

ESTRUCTURA DE TECHO (MARCO 5)
ESCALA: 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA

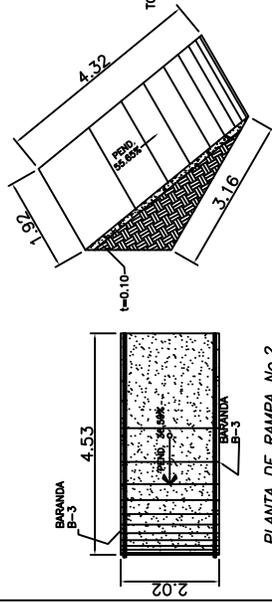
PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LOS RÍOS
CONTENIDO: DETALLES DE ESTRUCTURA METALICA

ASISTENTE: JUAN CARLOS MONTIEL
PROFESOR: JUAN CARLOS MONTIEL

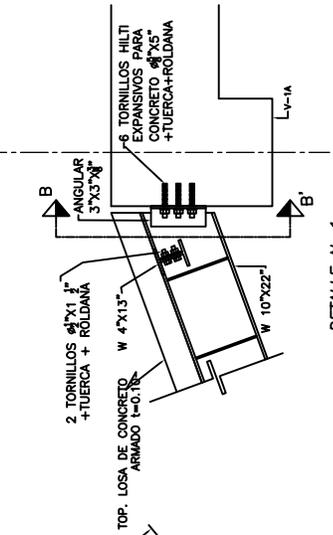
No. Bo. 16/30

FECHA: 15/05/2010

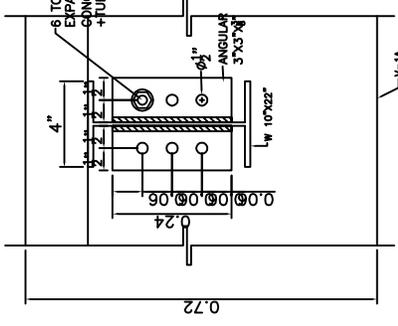
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LOS RÍOS
AV. CALERÓN GUATEMALA, GUATEMALA



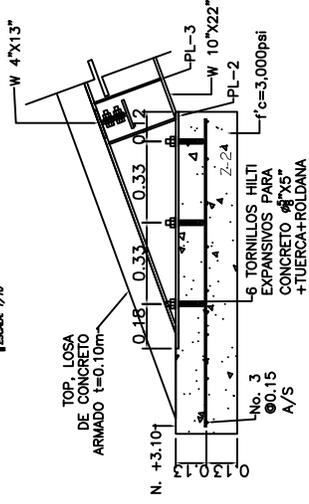
ISOMETRICO RAMPA No. 1
ESCALA: 1/50



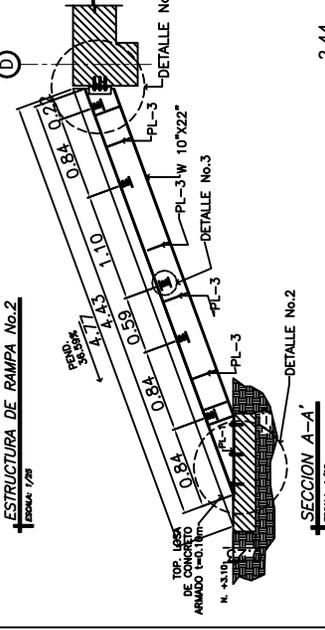
DETALLE No. 1
ESCALA: 1/10



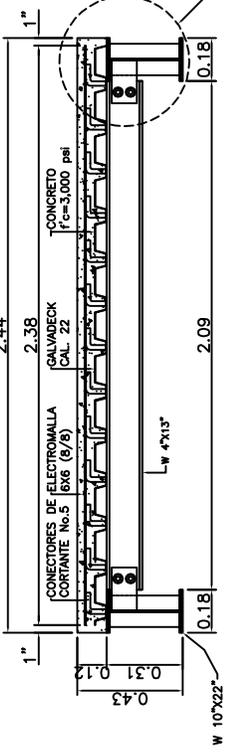
SECCION B-B'
ESCALA: 1/5



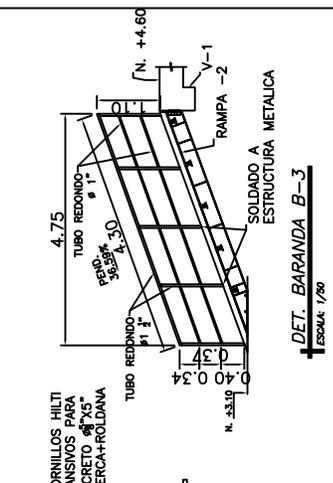
DETALLE No. 2
ESCALA: 1/10



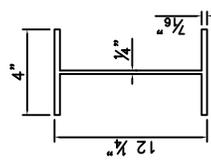
ESTRUCTURA DE RAMPA No. 2
ESCALA: 1/5



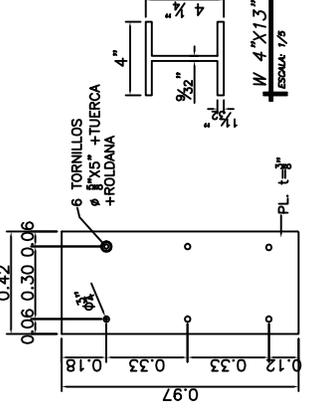
DETALLE No. 4
ESCALA: 1/5



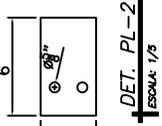
DET. BARANDA B-3
ESCALA: 1/50



DET. PL-3
ESCALA: 1/5

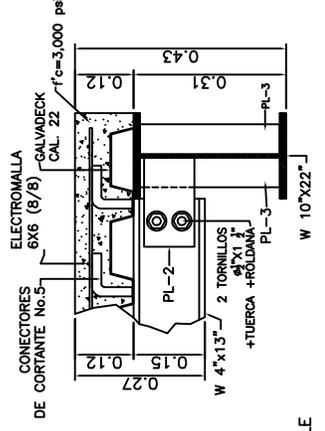


DETALLE PL-1
ESCALA: 1/10



DET. PL-2
ESCALA: 1/5

DETALLE No. 3
ESCALA: 1/5



DETALLE No. 4
ESCALA: 1/5

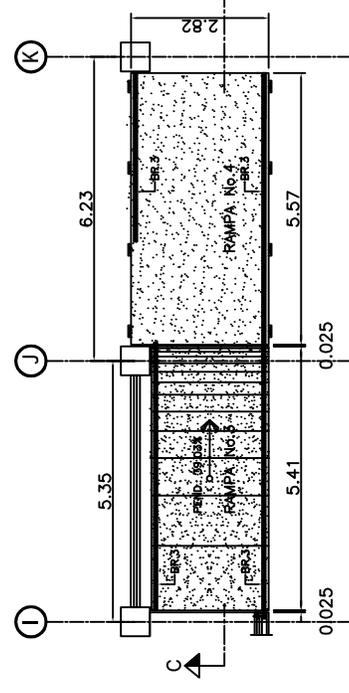
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DOS RIELES
DE LA ALTA PAIN GRANDE.

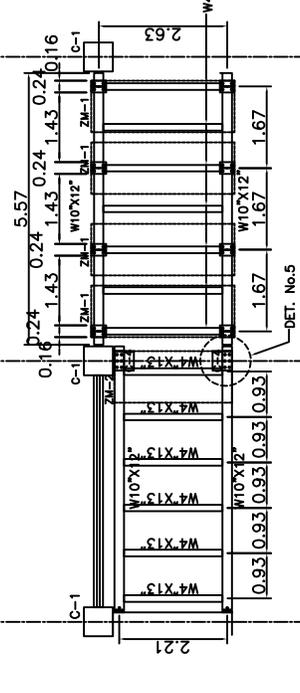
ASISTENTE: JUAN CARLOS MARTINEZ
DISEÑADOR: JUAN CARLOS MARTINEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

VOL. 17/30

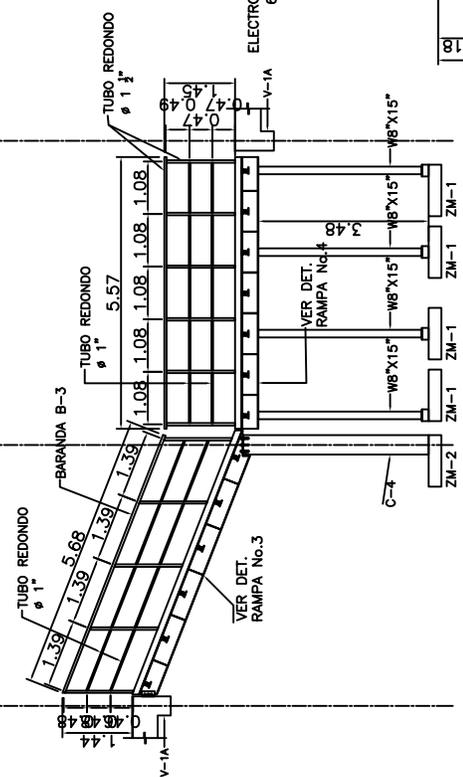
ING. OSCAR ANASTASIO TELLO
ASISTENTE TECNICO



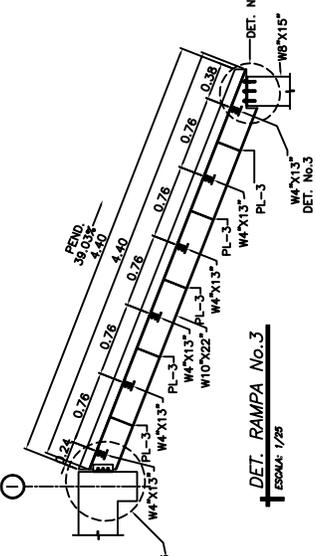
DET. RAMPA No. 3 Y No. 4
ESCALA: 1/20
(PLANTA ABSTRAIDA)



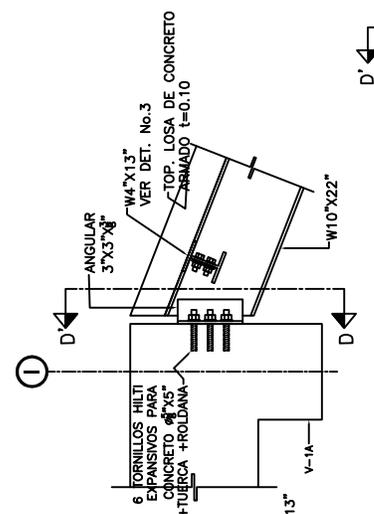
DET. RAMPA No. 3 Y No. 4
ESCALA: 1/20
(PLANTA ESTRUCTURAL)



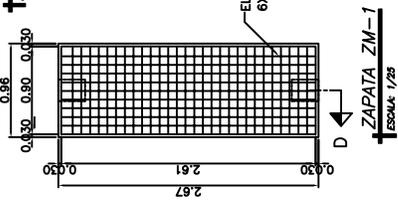
SECCION C-C'
ESCALA: 1/50



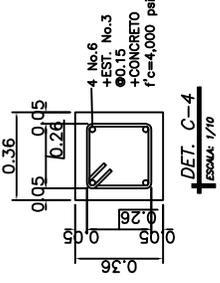
DET. RAMPA No. 3
ESCALA: 1/20



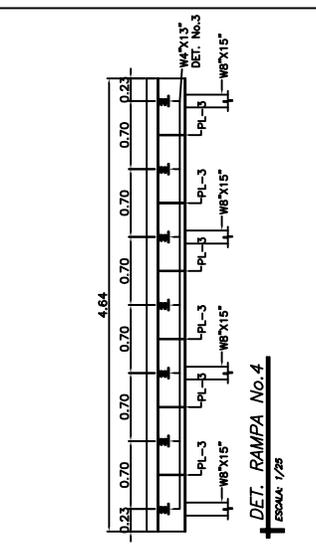
DETALLE No. 6
ESCALA: 1/10



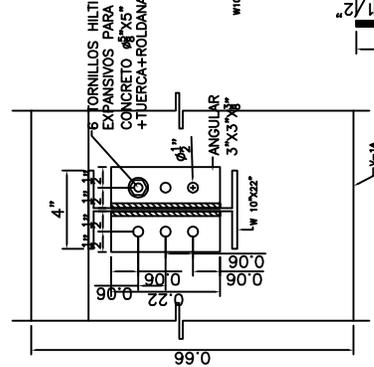
SECCION D-D'
ESCALA: 1/20



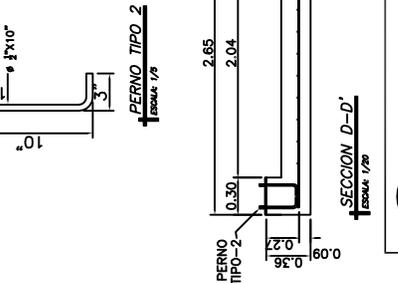
DET. C-4
ESCALA: 1/10



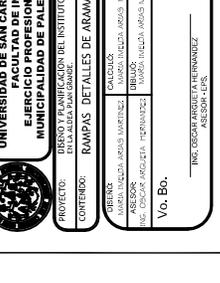
DET. RAMPA No. 4
ESCALA: 1/20



DETALLE No. 7
ESCALA: 1/10



SECCION D-D'
ESCALA: 1/20



DET. C-4
ESCALA: 1/10

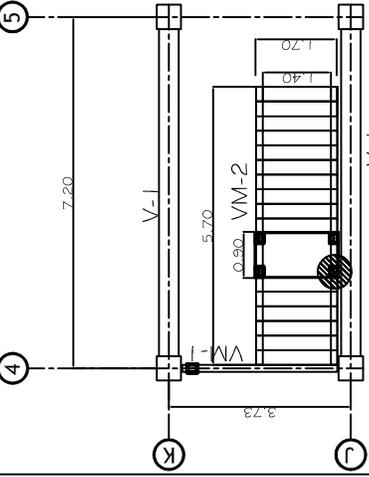
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA

PROYECTO: PUERTO Y MANIFIESTACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DOS VÍAS DEL ALTO DE SAN RAMÓN.

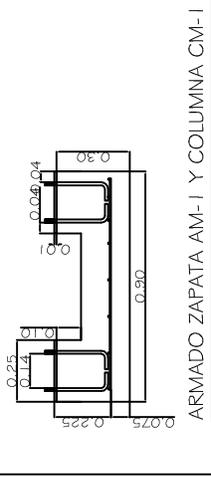
CONTENIDO: RAMPAZ DETALLES DE ARMADO TIPO 3 Y TIPO 4.

FECHA: 18/03/2010

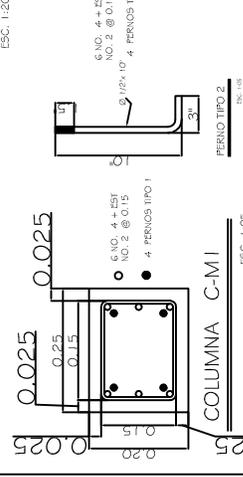
ING. OSCAR ERNESTO LÓPEZ RIVERA
ING. OSCAR ERNESTO LÓPEZ RIVERA
ING. OSCAR ERNESTO LÓPEZ RIVERA



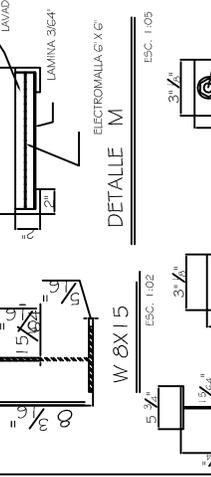
MODULO DE GRADAS 3
ESC. 1:50



ARMADO ZAPATA AM-1 Y COLUMNA CM-1
ESC. 1:20



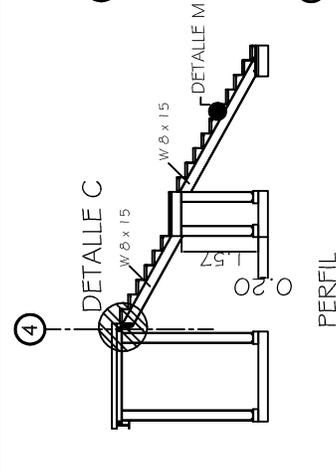
ZAPATA Z-M1
ESC. 1:25



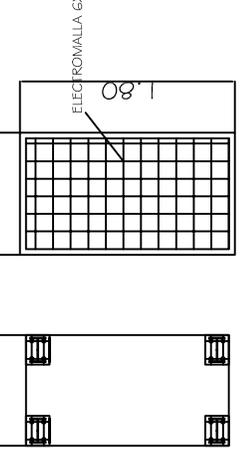
ZAPATA Z-M2
ESC. 1:25



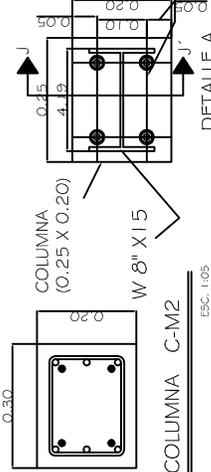
ZAPATA Z-M2
ESC. 1:25



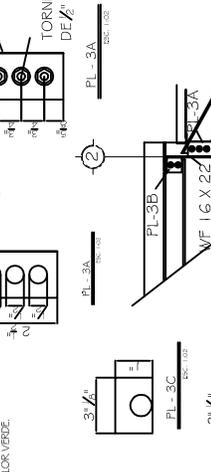
MODULO DE GRADAS 2
ESCALA 1:50



ZAPATA Z-M2
ESC. 1:25



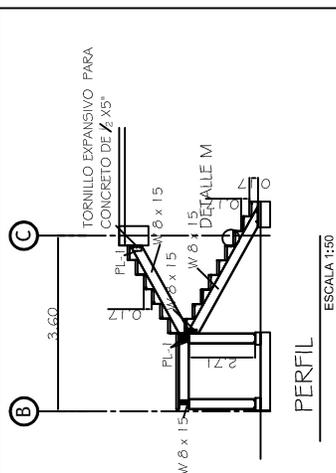
ZAPATA Z-M2
ESC. 1:25



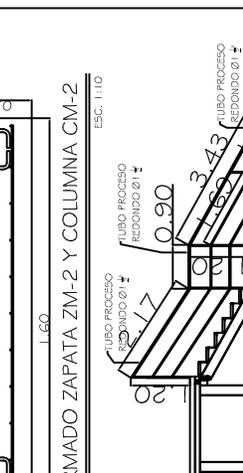
ZAPATA Z-M2
ESC. 1:25



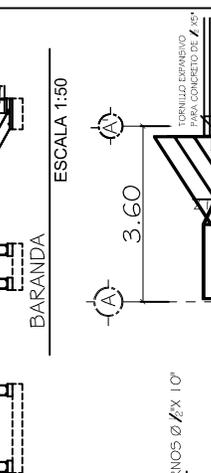
ZAPATA Z-M2
ESC. 1:25



PERFIL
ESCALA 1:50



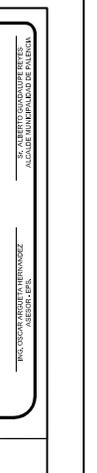
PERFIL
ESCALA 1:50



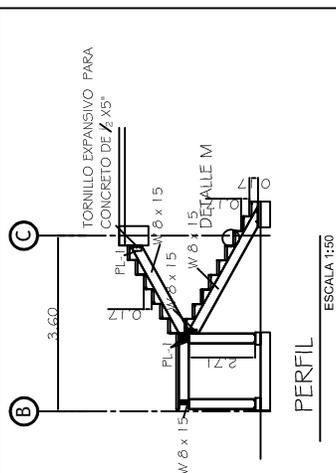
PERFIL
ESCALA 1:50



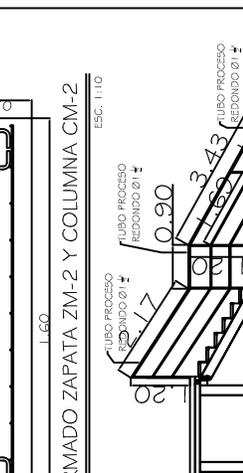
PERFIL
ESCALA 1:50



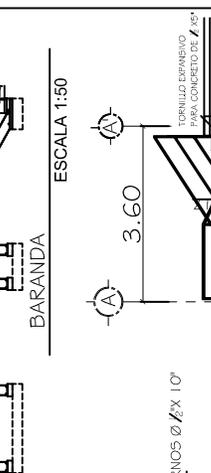
PERFIL
ESCALA 1:50



PERFIL
ESCALA 1:50



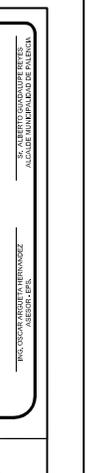
PERFIL
ESCALA 1:50



PERFIL
ESCALA 1:50



PERFIL
ESCALA 1:50

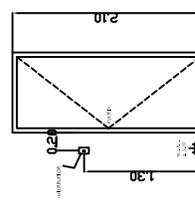
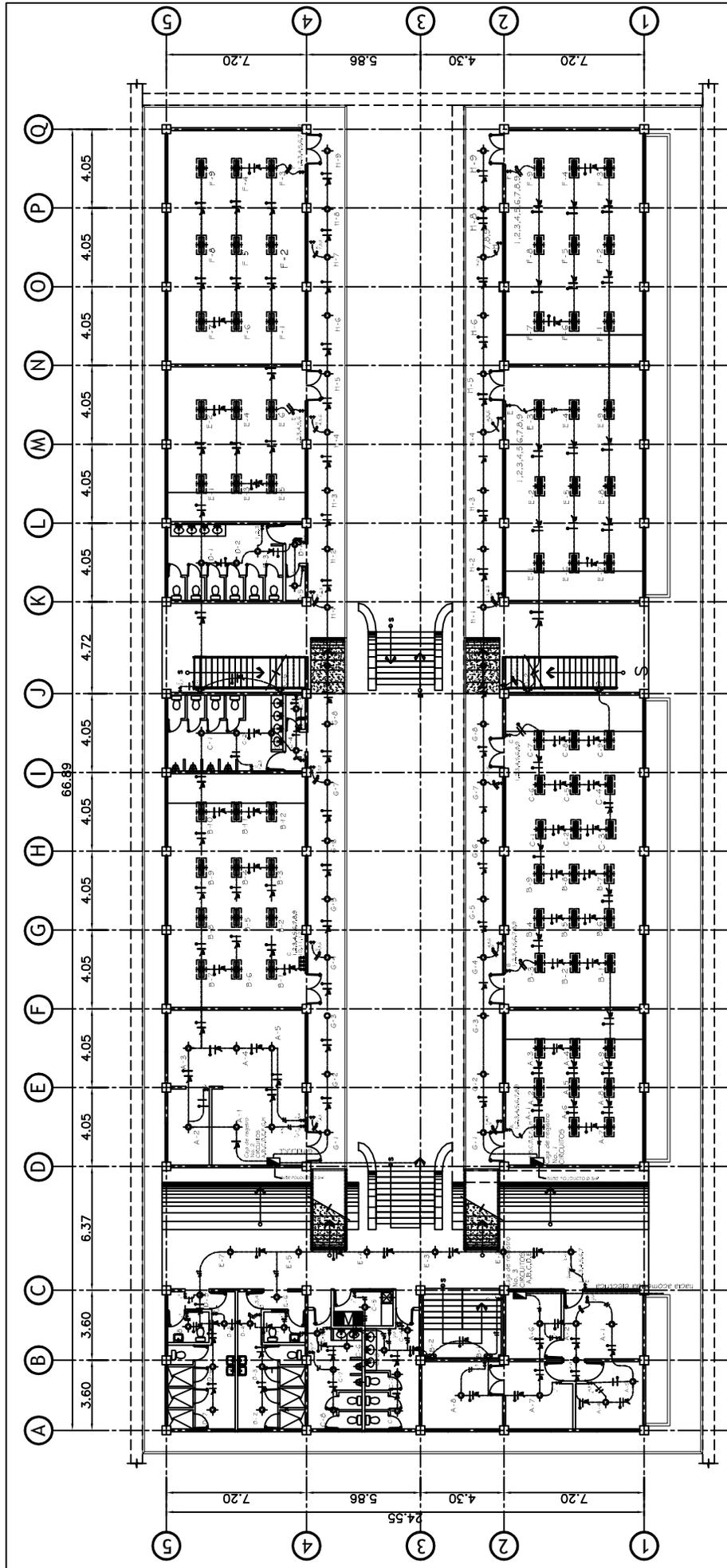


PERFIL
ESCALA 1:50

NOTA:
DE LOS TRES MODULOS DE GRADAS
EXISTENTES EN TODO EL INSTITUTO
EL MODULO UNO ES DEL QUE SE DEBE
DE REALIZAR DOS.

ESPECIFICACIONES:
TODOS LOS MODULOS DE GRADAS SERAN DE ESTRUCTURA METALICA ARMADA EN EL LUGAR, SOLDADA Y ATORNILLADO SEGUN COMO SE INDICA EN PLANOS. LA BARANDA DEBERA DE IR SOLDADA Y A LAS VIGAS EN EL INICIO DE LA MISMA Y SOLDADA ENTRE SI PARA FORMAR LOS BARROTES. SE RECUBRAN LAS GRADAS EN LA HUELLA CON UN TOP DE CONCRETO DE COLOR VERDE. AL IGUAL QUE SE DEBERA DE PINTAR TODA LA ESTRUCTURA CON UNA PINTURA ANTICORROSIVA SE ESTIPULA COLOR VERDE OSCURO. EN LO QUE ES LA BASE DE INICIO SE UTILIZARAN PERNOS PARA UNIR LA ESTRUCTURA Y LA SUPERFICIE ENTRE EL DESCANSO Y LA VIGA SE DEBERA DE ATORNILLAR.

		<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVIZADO MUNICIPIO DE PATATEMA, GUATEMALA</p>	<p>PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL INSTITUTO TECNICO DE PATATEMA</p>
<p>CONTEIDO: DISEÑO DE GRADAS 2 Y 3 - PERFILES Y DETALLES DE ARMADOS</p>	<p>PROYECTANTE: ING. ALBERTO RODRIGUEZ REYES</p>	<p>REVISOR: ING. ALBERTO RODRIGUEZ REYES</p>	<p>FECHA: JULIO 2010</p>
<p>ING. ALBERTO RODRIGUEZ REYES ASISTENTE DE PROYECTO</p>	<p>ING. ALBERTO RODRIGUEZ REYES ASISTENTE DE PROYECTO</p>	<p>ING. ALBERTO RODRIGUEZ REYES ASISTENTE DE PROYECTO</p>	<p>ING. ALBERTO RODRIGUEZ REYES ASISTENTE DE PROYECTO</p>



NIVEL No. 1
ESCALA 1/100

PLANTA DE ILUMINACION

- ESPECIFICACIONES TECNICAS
- A) EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SEGA THINN No. 12 AWG Y NO. 10
 - B) LA TUBERIA ELECTRICA DEBERA QUEDAR FUERA DE LA COLUMNAS
 - C) TABLERO DE DISTRIBUCION DE 16 CIRCUITOS
 - D) DIAGRAMA UNIFILAR.

Simbología de Electricidad (Iluminación)

IMP-1	EN LOSA DE CONCRETO
CAJA	OCULTORIAL
REFLECTOR DOBLZ	
DUCTO PARED Y/O CIELO Ø 1/2"	
INTERRUPTOR SIMPLE (H = 1.30 N.P.T)	
CONDUCTOR NEUTRO CAIBRE 12	
CONDUCTOR RETORNO CAIBRE 12	
CONDUCTOR POSITIVO CAIBRE 12	
TABLERO DE DISTRIBUCION TI = 1.70 N.M. 6 E.L.	

NIVEL No. 1 TABLERO TD-3

CIRCUITO	No. DE LU.	WATT	VOLTIOS	FUP-ON	USO
A	6	660	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
B	2	220	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
C	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
D	9	330	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
E	7	770	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
TOTAL	35	3,190	110 V.	1 x 20	ILUMINACION

NIVEL No. 1 TABLERO TD-2

CIRCUITO	No. DE LU.	WATT	VOLTIOS	FUP-ON	USO
A	6	660	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
B	12	1320	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
C	7	770	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
D	5	550	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
E	6	660	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
F	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
G	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
H	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
TOTAL	63	6,330	110 V.	1 x 20	ILUMINACION

NIVEL No. 1 TABLERO TD-1

CIRCUITO	No. DE LU.	WATT	VOLTIOS	FUP-ON	USO
A	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
B	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
C	2	220	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
D	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
E	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
F	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
G	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
H	9	990	110 V.	1 x 20	ILUMINACION
TOTAL	63	7,150	110 V.	1 x 20	ILUMINACION

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

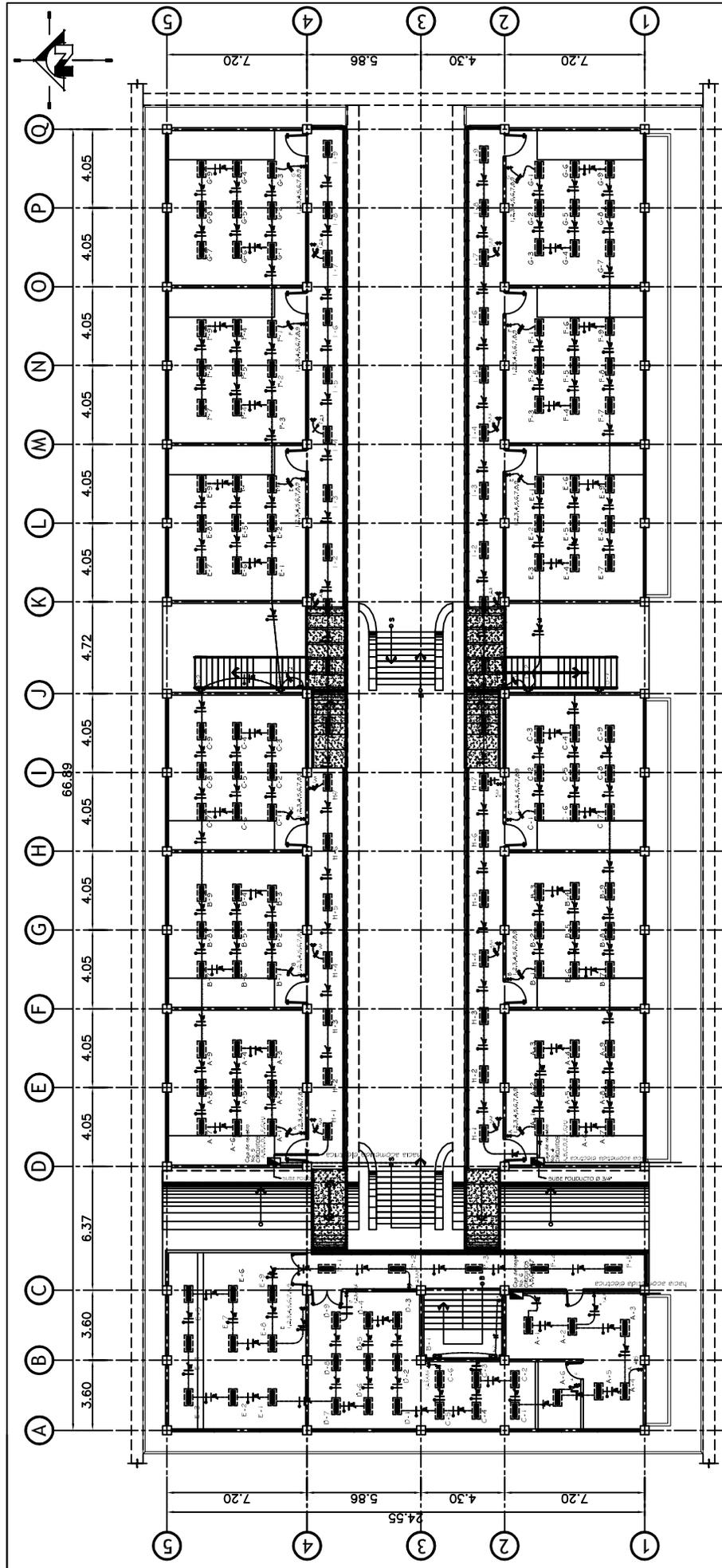
PROYECTO: DISEÑO Y EJECUCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD PARA EL NIVEL NO. 1 DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE LA MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA.

CONTRATO: PLANTA DE ILUMINACION NIVEL NO. 1

REVISOR: [Signature] INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ASESOR: [Signature] INGENIERO EN ELECTRICIDAD
CALCULO: [Signature] INGENIERO EN ELECTRICIDAD
DISEÑO: [Signature] INGENIERO EN ELECTRICIDAD
FECHA: 10/02/2010

20/30

V. B. [Signature]
INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ASISTENTE EN JEFE
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA



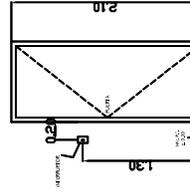
PLANTA DE ILUMINACION

NIVEL No. 2

ESCALA: 1/100

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- A) EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERA THHN No. 12 AWG Y NO. 10
- B) LA TUBERIA ELECTRICA DEBERA QUEDAR FUERA DE LA COLUMNAS
- C) TABLERO DE DISTRIBUCION DE 16 CIRCUITOS
- D) DIAGRAMA UNIFILAR:



NIVEL No. 2

TABLERO TD-4			TABLERO TD-5		
CIRCUITO	No. DEL	WATT	CIRCUITO	No. DEL	WATT
A	9	990	A	9	990
B	9	990	B	9	990
C	9	990	C	9	990
D	2	220	D	2	220
E	9	990	E	9	990
F	9	990	F	9	990
G	9	990	G	9	990
H	9	990	H	9	990
I	9	990	I	9	990
TOTAL	74	5,140	TOTAL	74	5,140

NIVEL No. 2

TABLERO TD-4			TABLERO TD-5		
CIRCUITO	No. DEL	WATT	CIRCUITO	No. DEL	WATT
A	9	990	A	9	990
B	9	990	B	9	990
C	9	990	C	9	990
D	2	220	D	2	220
E	9	990	E	9	990
F	9	990	F	9	990
G	9	990	G	9	990
H	9	990	H	9	990
I	9	990	I	9	990
TOTAL	74	5,140	TOTAL	74	5,140

NIVEL No. 2

TABLERO TD-6			TABLERO TD-6		
CIRCUITO	No. DEL	WATT	CIRCUITO	No. DEL	WATT
A	6	660	A	6	660
B	2	220	B	2	220
C	6	660	C	6	660
D	3	330	D	3	330
E	9	990	E	9	990
F	5	550	F	5	550
TOTAL	31	3,070	TOTAL	31	3,070

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)

	2 LAMPAS COLGADA CON CABLE A TECNO RETRACO
	REFLECTOR DOBLE
	DUCTO PARED Y/O CIELO Ø 1/2"
	INTERRUPTOR SIMPLE (P+I, S+I, P+I, S+I)
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE 12
	CONDUCTOR RETORNO CALIBRE 12
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE 12
	TABLERO DE DISTRIBUCION H = 1,70 Mt. 6 CL.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA

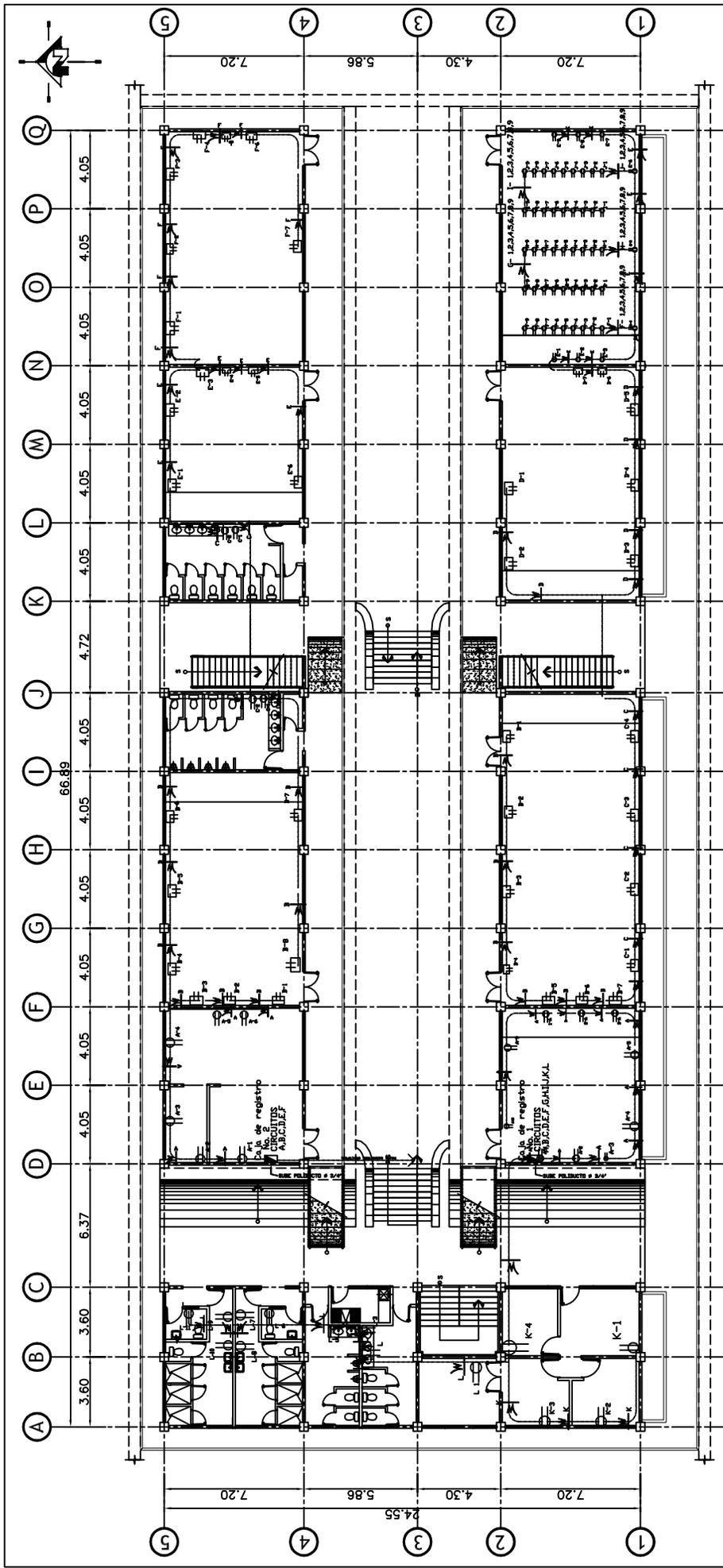
PROFESOR: DR. JOSE ANTONIO...
ASISTENTE: DR. JOSE ANTONIO...
DISEÑO Y ELABORACION DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PALENCIA

CONTRIBUYENTE: PLANITA DE ILUMINACION NIVEL NO. 2

ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO 2010

Vo. Bo. **2130**

INGENIERO EN ELECTRICIDAD
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA



PLANTA DE FUERZA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- A) LOS TOMACORRIENTES SERAN MARCA BITICINO CON PLACA DE METAL
- B) NO COLOCAR CAJAS DE PVC PARA TOMACORRIENTES
- C) COLOCAR PARA ALAMBRAR: POSITIVO = ROJO NEGATIVO = NEGRO TIERRA = BLANCO
- D) TODA LA TUBERIA DE FUERZA SERA POLIETILNO DE Ø 3/4"
- E) EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERA THN No. 12 0 No. 10
- F) LA TUBERIA ELECTRICA DEBERA QUEDAR FUERA DE LA COLUMNAS

NIVEL No. 1
ESCALA 1/100

NIVEL No. 1

CIRCUITO	No. DE U.	WATT	VOLTIOS	FLUP-ON	USO
A	10	1,100	110 V.	1 x 20	FUERZA
B	7	1,540	220 V.	1 x 20	FUERZA
C	4	880	220 V.	1 x 20	FUERZA
D	7	1,980	220 V.	1 x 20	FUERZA
E	9	1,980	220 V.	1 x 20	FUERZA
F	9	1,980	110 V.	1 x 20	FUERZA
H	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
I	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
J	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
K	4	440	110 V.	1 x 20	FUERZA
L	11	1,210	110 V.	1 x 20	FUERZA
TOTAL	88	12,710		1 x 20	FUERZA

NIVEL No. 1

CIRCUITO	No. DE U.	WATT	VOLTIOS	FLUP-ON	USO
A	6	660	110 V.	1 x 20	FUERZA
B	8	880	110 V.	1 x 20	FUERZA
C	4	880	220 V.	1 x 20	FUERZA
E	6	1,320	220 V.	1 x 20	FUERZA
F	7	1,540	220 V.	1 x 20	FUERZA
TOTAL	31	5,280		1 x 20	FUERZA

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)

	INTERRUPTOR DOBLE EN PARED 220v. / SUELO
	INTERRUPTOR DOBLE EN PARED 110v./ SUELO
	DUCTO PARED Y/O SUELO Ø 1/2"
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE 12
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE 12
	TABLERO DE DISTRIBUCION h = 1,70 Mt. G.E.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA
CAPATIZACION DE DOS NIVELES EN LA AJUA Y RANCHAS

PROYECTO: PLANTA DE FUERZA NIVEL No. 1

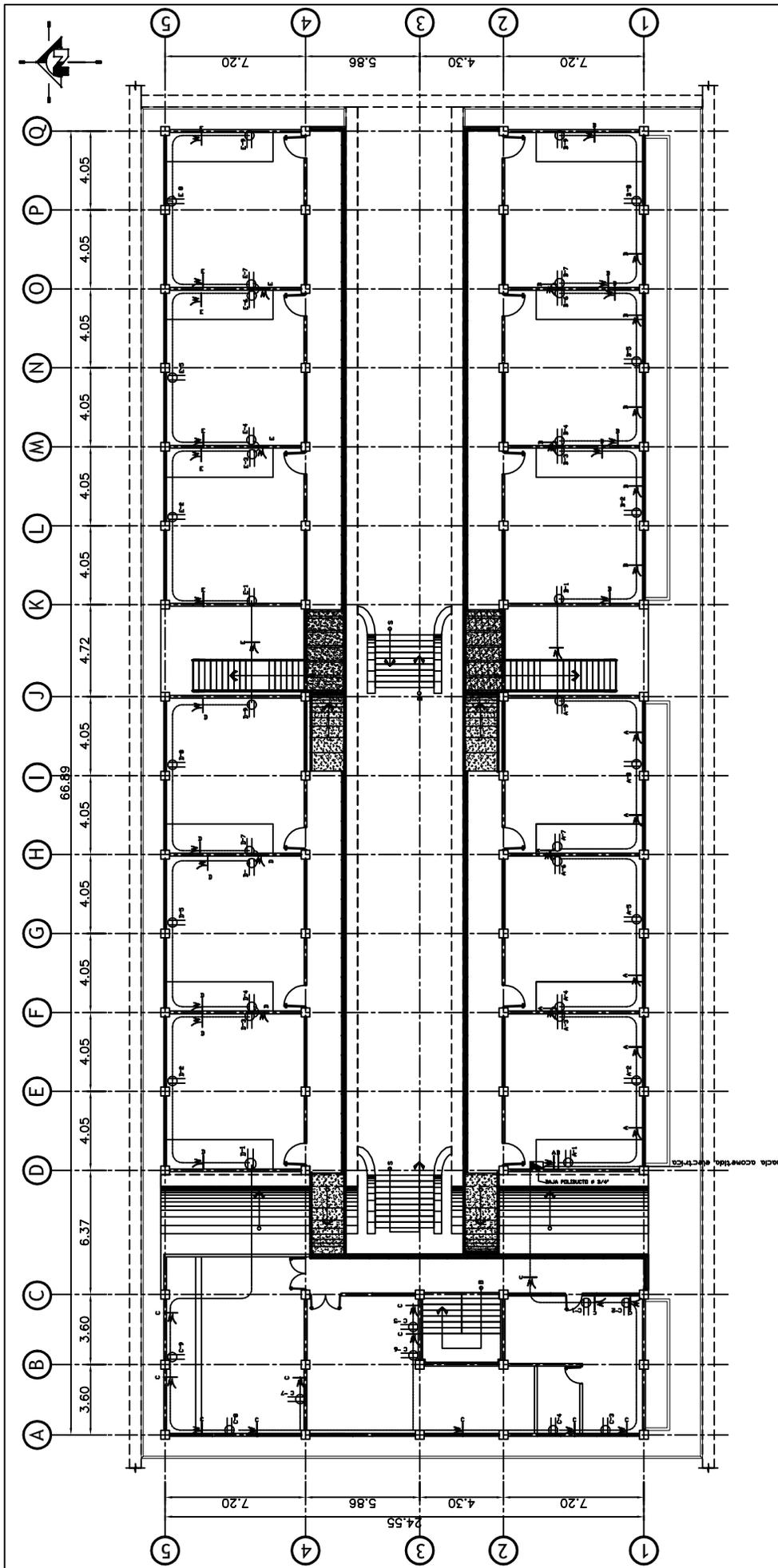
CLIENTE: INGENIERIA ASOCIADA PARA INGENIERIA

FECHA: JUNIO 2010

INDICADA: 22/30

ING. OSCAR FLORES FERNANDEZ
ASESORA - U.S.

ING. OSCAR ANGELICA HERNANDEZ
ASESORA - U.S.



PLANTA DE FUERZA
NIVEL No. 2
ESCALA: 1/100

NIVEL No. 2

CIRCUITO	No. DE U.	WATT	VOLTIOS	FLIP-ON	USO
A	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
B	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
C	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
D	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
E	9	990	110 V.	1 x 20	FUERZA
TOTAL	45	4,950	110 V.	1 x 20	FUERZA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

LOS TOMACORRIENTES SERAN MARCA BITICINDO CON PLACA DE METAL NO COLOCAR CAJAS DE PVC PARA TOMACORRIENTES
 COLLOCAR PARA ALAMBRAR: POSITIVO = ROJO NEGATIVO = NEGRO TIERRA = BLANCO
 TODA LA TUBERIA DE FUERZA SERA POLIDUCTO DE Ø 3/4" EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERA THN No. 12 O No. 10 LA TUBERIA ELECTRICA DEBERA QUEDAR FUERA DE LA COLUMNAS

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)

	INTERRUPTOR DOBLE EN PARED / SUELO
	DUCTO PARED Y/O SUELO Ø 1/2"
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE 12
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE 12
	TABLERO DE DISTRIBUCION h = 1.70 MT. G.E.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO Y PLANTILLA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
 CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ZONA RURAL
 CONTRATO: PLANTA DE FUERZA NIVEL NO. 2

INSTRUMENTACIÓN: INGENIERO EN ELECTRICIDAD
 INGENIERO EN ELECTRICIDAD
 INGENIERO EN ELECTRICIDAD
 INGENIERO EN ELECTRICIDAD

FECHA: JULIO 2010

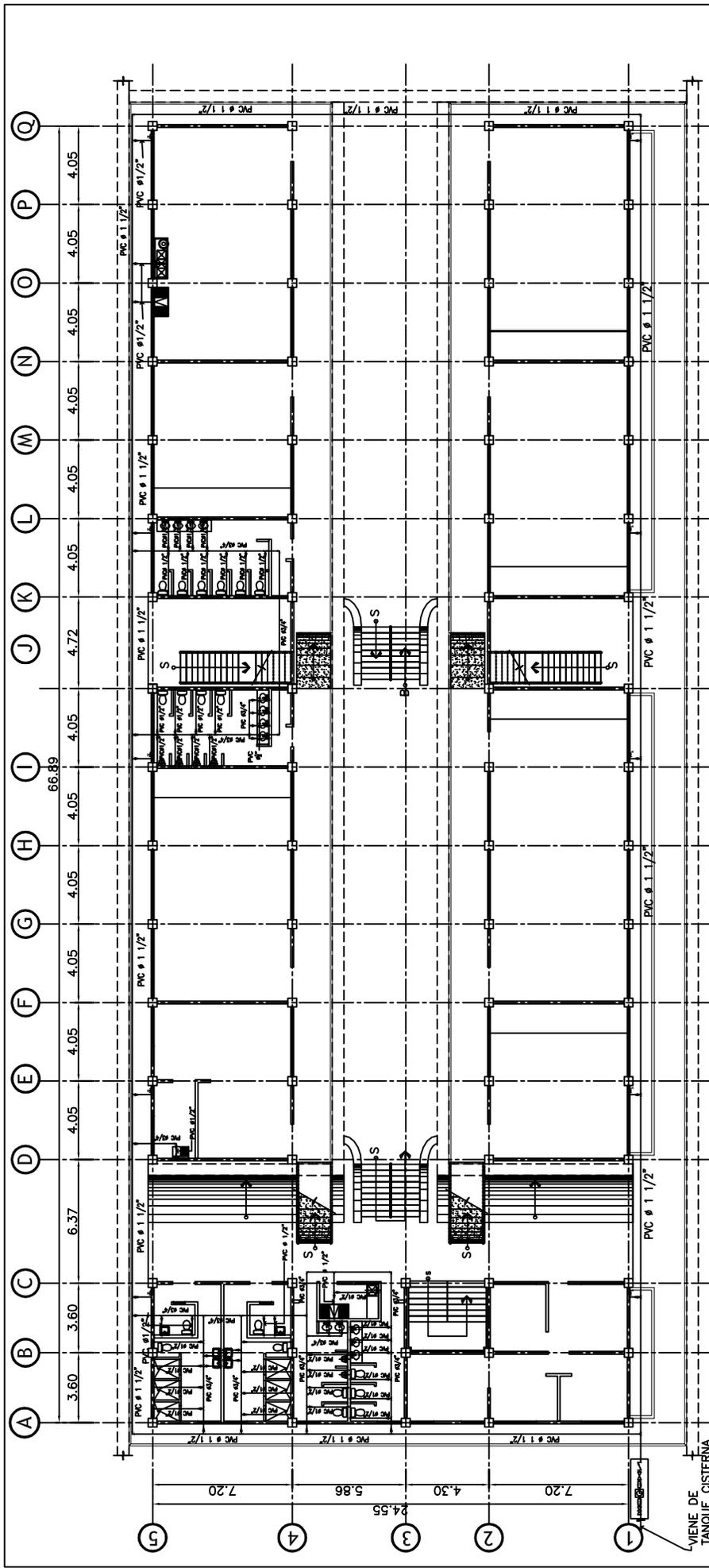
ESCALA: INDICADA

23/30

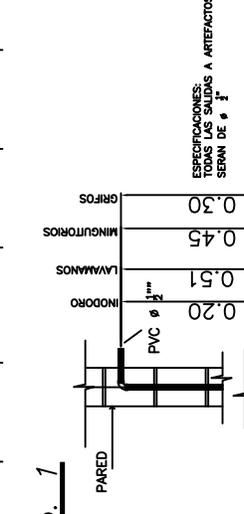
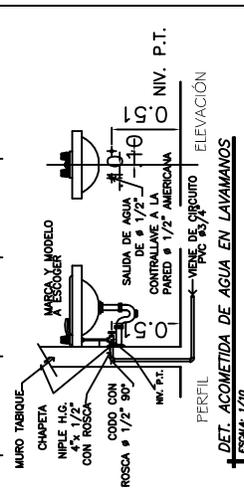
Vo. Bo.

ING. OSCAR FERNANDEZ
 ASesor-UPR

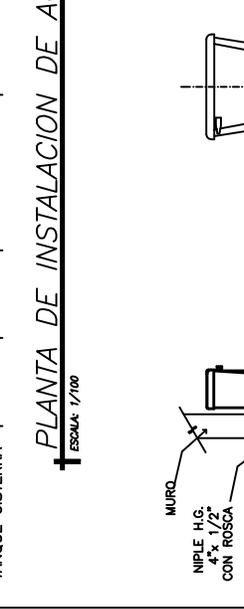
ING. QUINTERO REYES
 ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA



PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE NIVEL No. 1
ESCALA: 1/100



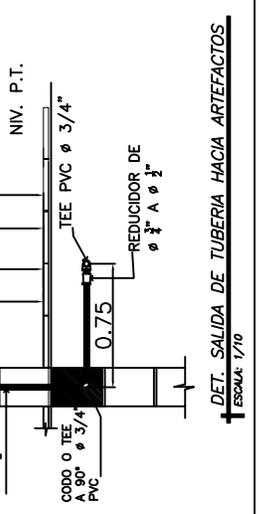
Item	Simbolo	Descripcion
1		Valvula de globo
2		Contador de volumen de agua (3/4\"/>
3		Valvula de expansion
4		Valvula de retencion o cheque
5		Valvula de paso
6		Union de expansion
7		Tubo PVC Ø 3/4\"/>
8		Reductor PVC Ø 3/4\"/>
9		Tee de PVC Ø indicado (elevacion)
10		Tee de PVC Ø indicado (plana)
11		Codo PVC de 90° (plana) Ø indicado
12		Codo PVC 90° perfil Ø indicado
13		Grifo para maniguera perfil
14		Accesorio en cruz PVC Ø indicado (elevacion)
15		Indica Ingreso



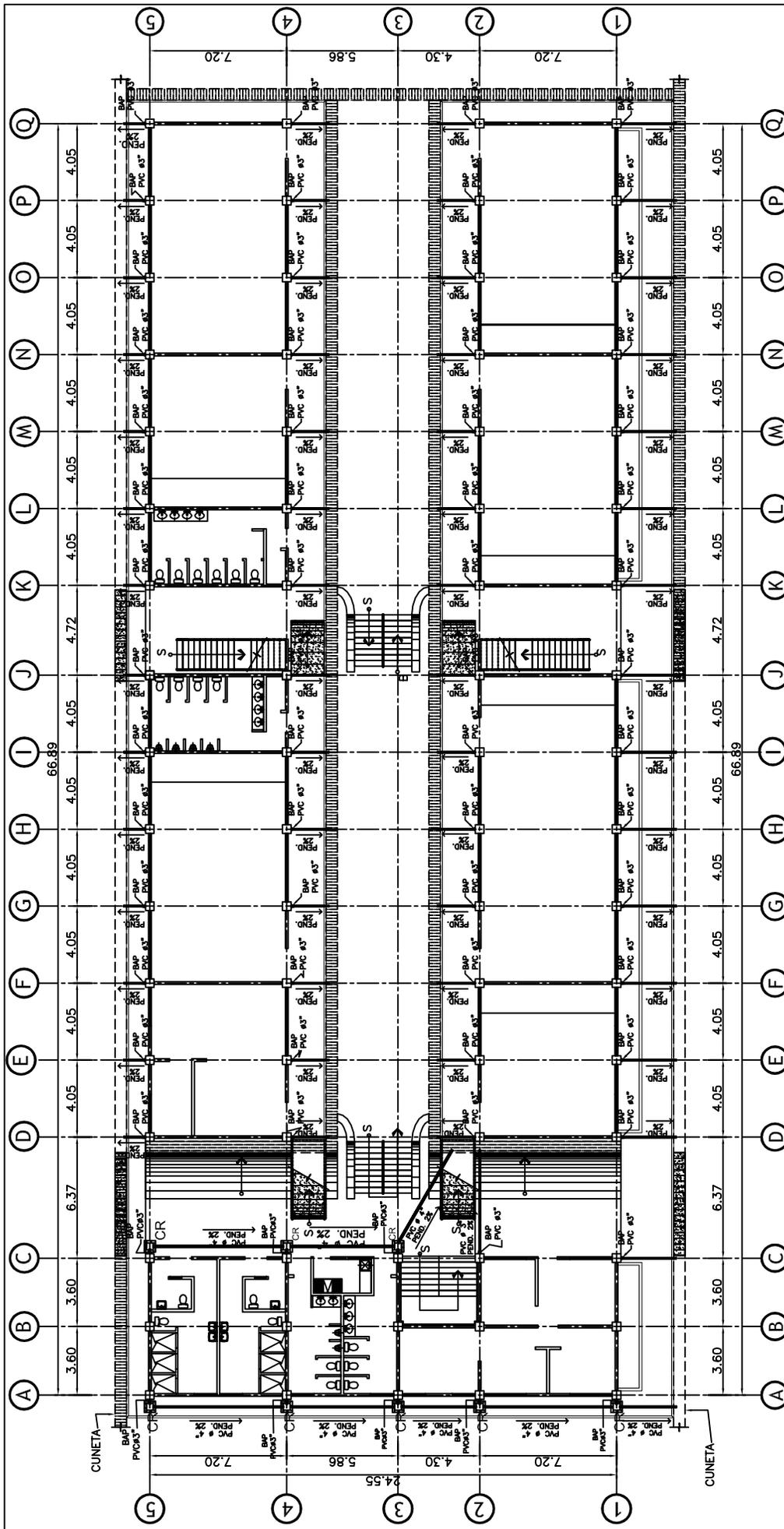
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA
DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE DOS NIVELES
EN LA ALTA PALENCIA

PROYECTO:	INSTALACION DE AGUA POTABLE NIVEL 1 + DETALLES
AREAS:	CAJALTES
ASISTENTE:	DIANA MARCELA ARS MARENTE
PROFESOR:	DIANA MARCELA ARS MARENTE
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	FECHAS JULIO 2010
HOJA:	24 / 30

Vo. Bo. _____
ING. OSCAR FLORES TORRES
ASESORA U.P.S.
ALCALDIA MUNICIPALIDAD DE PALENCIA



DET. SALIDA DE TUBERIA HACIA ARTEFACTOS
ESCALA: 1/10



SIMBOLOGIA DE Instalaciones Pluviales	
Item	Simbolo Descripción
1	Caja recolectora CR
2	Indica pendiente de tubería
3	Tubos PVC para drenaje aguas pluviales (Ø Indicado)
4	Codo a 90° - planta PVC Ø Indicado
5	Bajada de agua pluviales PVC Ø Indicado
6	Disipador de energía
7	Cuneta con rejilla

PLANTA INSTALACION DRENAJE PLUVIAL NIVEL No. 1

ESCALA: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE DOS NIVELES DE LA ALTA PALENCIA.

CONTRIBUCION: PLANTA DE INSTALACION DRENAJE PLUVIAL NIVEL 1.

ALUMNO: ANTONIO LUCAS MARTINEZ

INSTRUMENTOS: ANTONIO LUCAS MARTINEZ

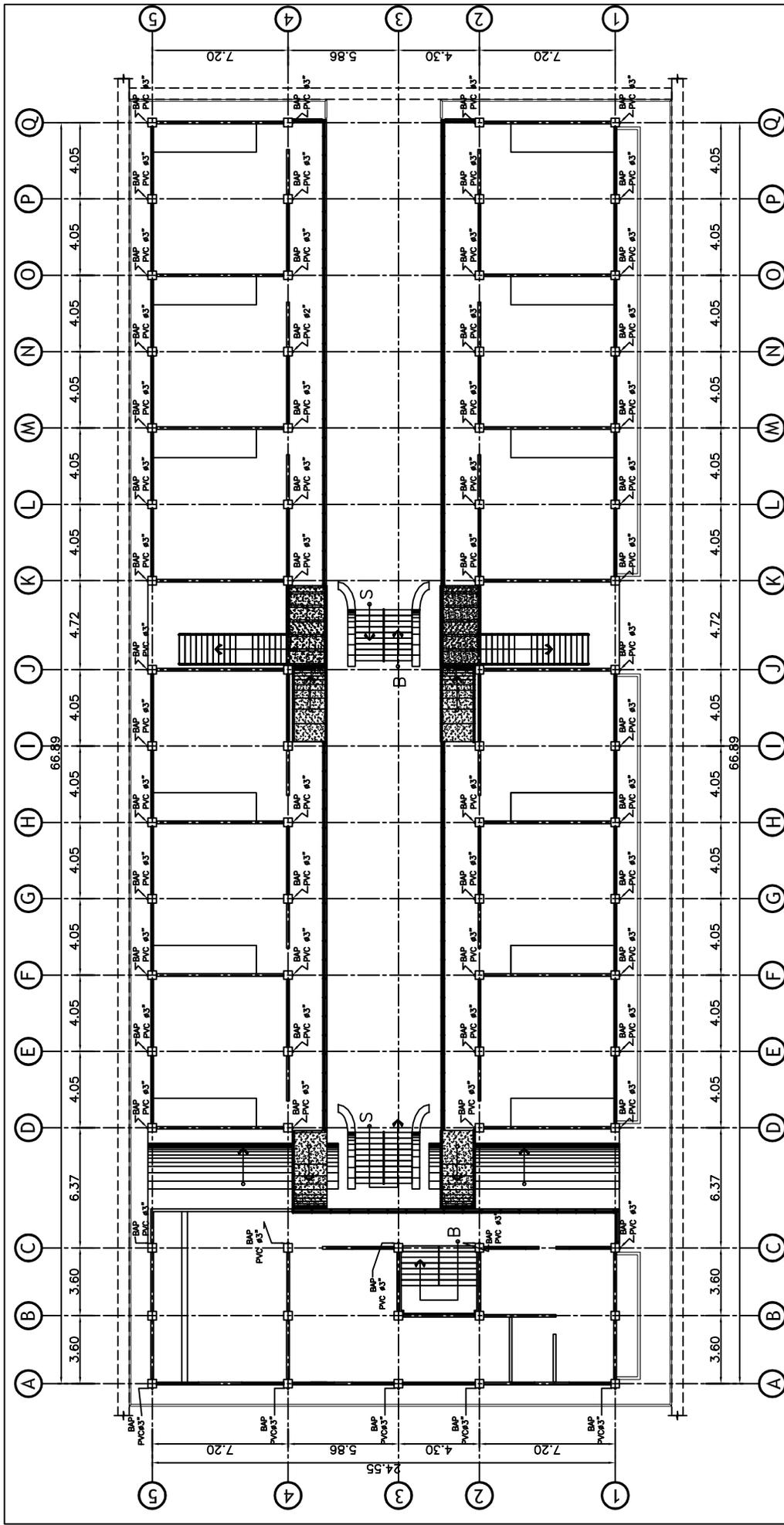
ESCUELA: PALENCIA

FECHA: MARZO 2010

NO. DE PLAN: 26

TOTAL: 30

Vo. Bo. ING. OSCAR J. GONZALEZ



SIMBOLOGIA DE Instalaciones Pluviales	
Item	Simbolo Descripción
1	Caja recolectora CR
2	Indica pendiente de tubería
3	Tubería PVC para drenajes aguas pluviales (Ø Indicado)
4	Codo a 90° planta PVC Ø Indicado
5	Bóveda para aguas pluviales PVC Ø Indicado
6	Disipador de energía
7	Cuneta con rejilla

PLANTA INSTALACION DRENAJE PLUVIAL NIVEL No. 2
 ESCALA: 1/100

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

PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE DOS NIVELES DE LA ALTA PALENCIA.

CONTRIBUCION: PLANTA DE INSTALACION DRENAJE PLUVIAL NIVEL 2.

INGENIERO: ALVARO LUCIANO ARENAS MARTINEZ

INGENIERO AUXILIAR: ROSARIO ESCOBAR ANGULO, HERNANDEZ

COORDINADOR: DANIEL MANCADA ARENAS MARTINEZ

BOLETIN: DANIEL MANCADA ARENAS MARTINEZ

ESCALA: 27/30

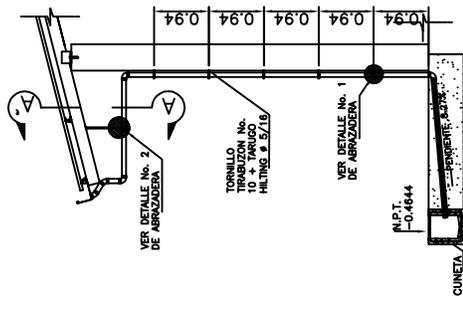
FECHA: JULIO 2010

Vo. Bo. _____

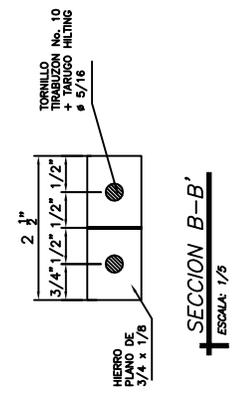
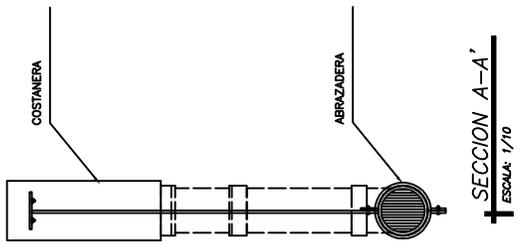
INGENIERO EN JEFE: _____

INGENIERO EN CARGO: _____

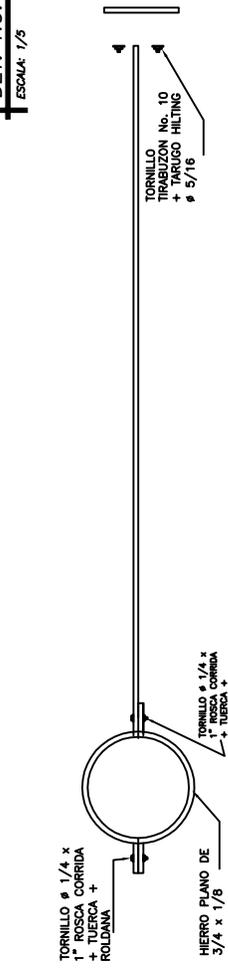
ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA.



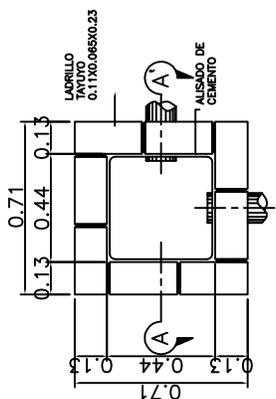
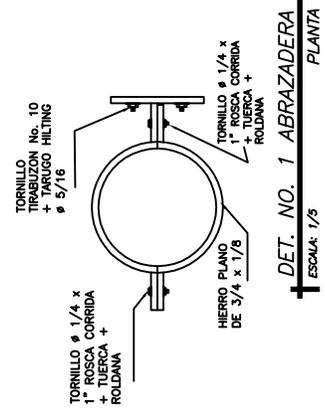
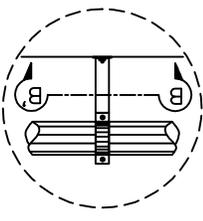
DETALLE DE UNION DE ABRAZADERA CON TUBO DE BAJADA DE AGUA PLUVIAL
ESCALA: 1/20



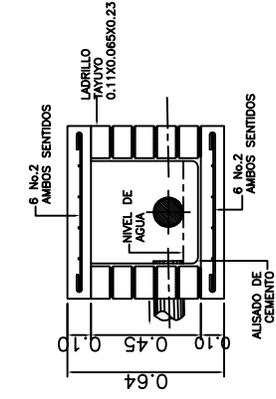
DET. No.1 ABRAZADERA ELEVACION
ESCALA: 1/10



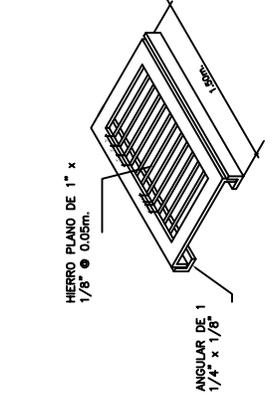
DET. NO. 2 ABRAZADERA
ESCALA: 1/5



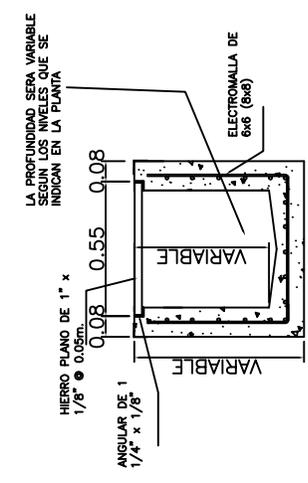
DET. CAJA DE UNION
ESCALA: 1/10



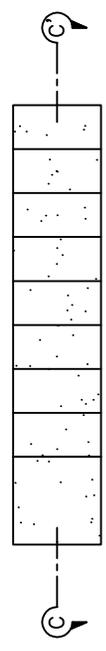
SECCION A-A'
ESCALA: 1/10



DET. DE REJILLA CUNETA
ESCALA: 1/10

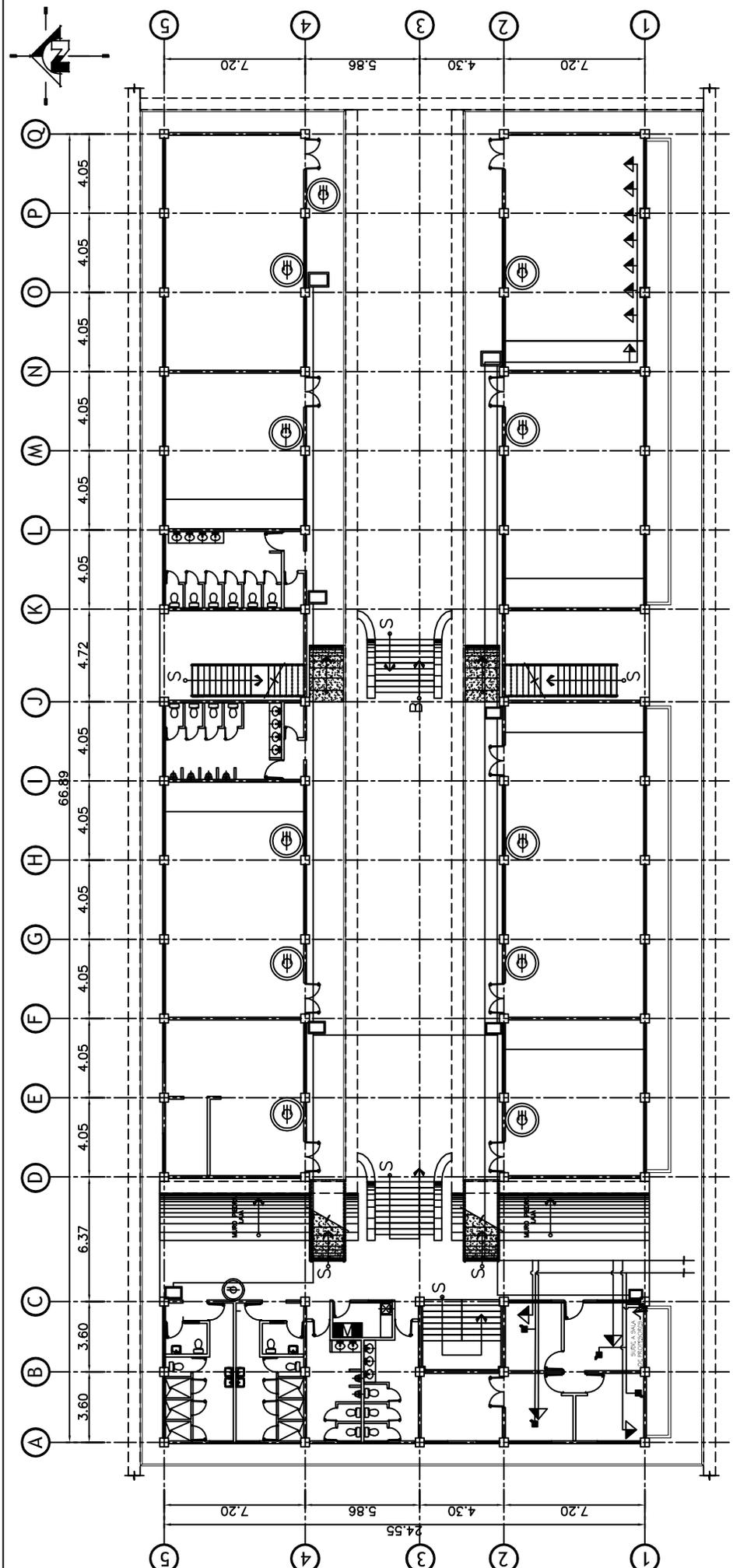


DET. No.2 DETALLE DE CUNETA
ESCALA: 1/10



PLANTA DISIPADOR DE ENERGIA
ESCALA: 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA		PROYECTO: DISEÑO Y PLANIFICACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE DOS NIVELES ETAPA: DISEÑO DE PALENCIA	
CONTRIBUCION: DETALLES DE DRENAJE PLUVIAL		ESCALA: INDICADA	
INGENIERO: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	COORDINADOR: MARCO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	FECHA: JULIO 2010	HOJA: 28 / 30
Vo. Bo.		INGENIERO SUPERVISOR: PEDRO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	
INGENIERO EN JEFE: PEDRO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ		INGENIERO EN JEFE: PEDRO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	
INGENIERO EN JEFE: PEDRO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ		INGENIERO EN JEFE: PEDRO ANTONIO ARZUAGA MARTINEZ	



INSTALACIONES ESPECIALES

NIVEL No. 1
ESCALA: 1/100

INDICA:
EXTINGUIDOR PEQUEÑO
ABD CONTRA INCENDIOS
DE 2.5 LIBRAS



NOTA:
TODOS LOS CABLE IRAN ENTUBADOS POR UN
POLIDUCTO DE 1"
ESPECIFICACIONES:
TODA LA TUBERIA IRÀ OCULTA AL RAS DE
LA PARED Y LA DEL 2do. NIVEL A LA PAR
DE LAS COSTANERAS.
DEJANDO EL DEBIDO ESPACIO PARA
LA INSTALACION DE ACCERORIOS.

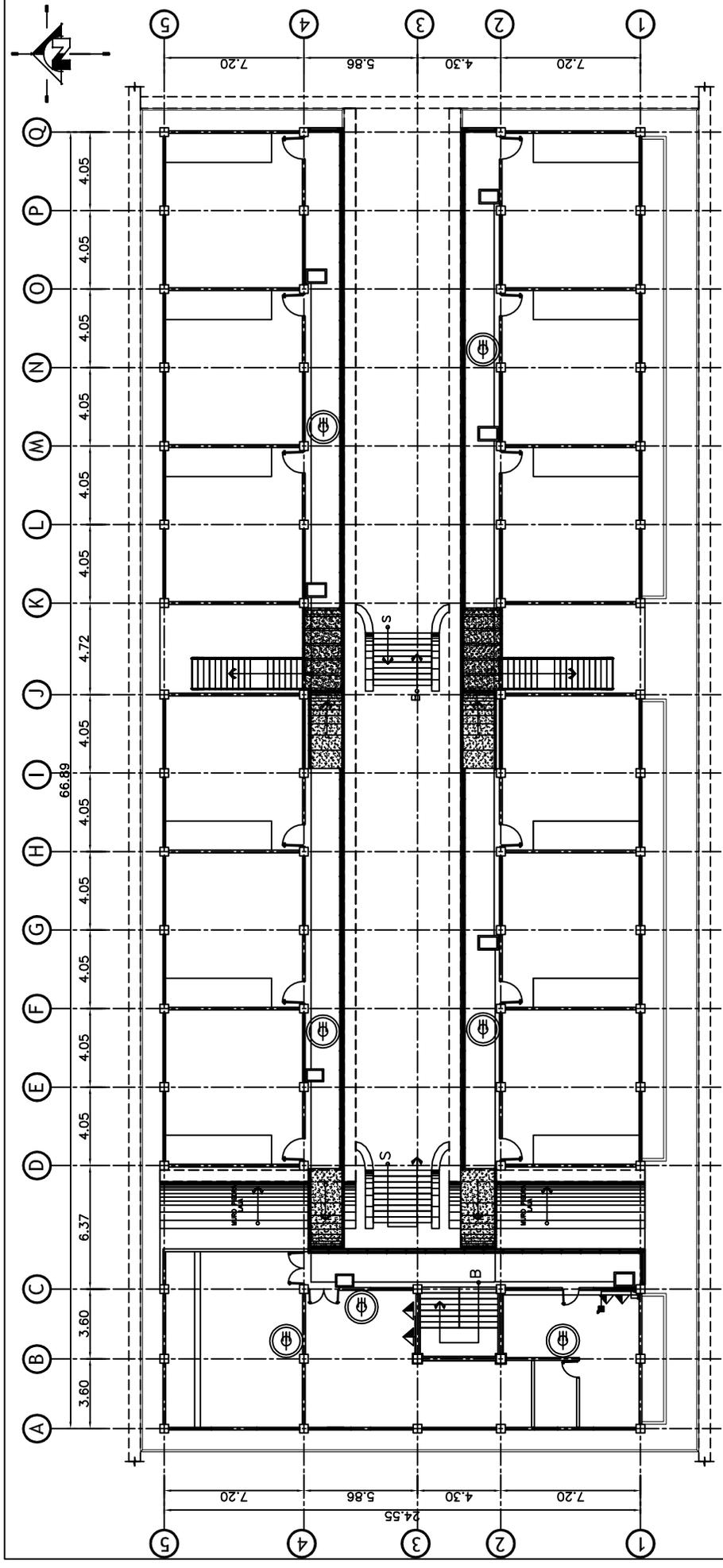
SIMBOLO	SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES
	CABLE DE TELEFONO
	CABLE DE INTERNET
	CABLE DEL SONIDO
	BOCINAS
	TUBO PVC 3" + TUBERIA HG DE 3/4"
	SALIDA DE INTERNET



DETALLE DE BOCINA EMPOTRADA EN PARED

ESCALA 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE PALENCIA, GUATEMALA	
PROYECTO: OBRAS Y PAQUETERIA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAPACITACIÓN DE DOS NIVELES EN LA ALDEA PAJAN GRANDE	
CONTENIDO: INSTALACIONES ESPECIALES NIVEL 1 (INTERNET, SONIDO, EXTINGUIDORES)	
DISEÑO: JAZARA FLORES ARBAS MARTINEZ ASESOR: ING. OSCAR ANASTACIO TORREALBA	ESCALAS: INDICADA FECHA: JUNIO 2010
Vo. Bo.	
ING. OSCAR ARGUE ETXERANDIZ ASESOR-EPS	
ING. ALBERTO GUADALUPE REYES ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA	



INSTALACIONES ESPECIALES NIVEL No. 2
 ESCALA: 1/100

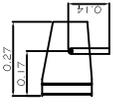
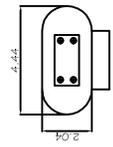


INDICA:
 EXTINGUIDOR PEQUEÑO
 ABD CONTRA INCENDIOS
 DE 2.5 LIBRAS

NOTA:
 TODOS LOS CABLE IRAN ENTUBADOS POR UN
 POLIDUCTO DE 1"
 ESPECIFICACIONES:

TODA LA TUBERIA IRÀ OCULTA AL RAS DE
 LA PARED Y LA DEL 2do. NIVEL A LA PAR
 DE LAS COSTANERAS.
 DEJANDO EL DEBIDO ESPACIO PARA
 LA INSTALACION DE ACCERORIOS.

SIMBOLO	SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES
—	CABLE DE TELEFONO
—	CABLE DE INTERNET
—	CABLE DEL SONIDO
□	BOCINAS
—	TUBO PVC 3" + TUBERIA HG DE 3/4"
▼	SALIDA DE INTERNET



**DETALLE DE BOCINA
 EMPOTRADA EN PARED**
 ESCALA 1:10

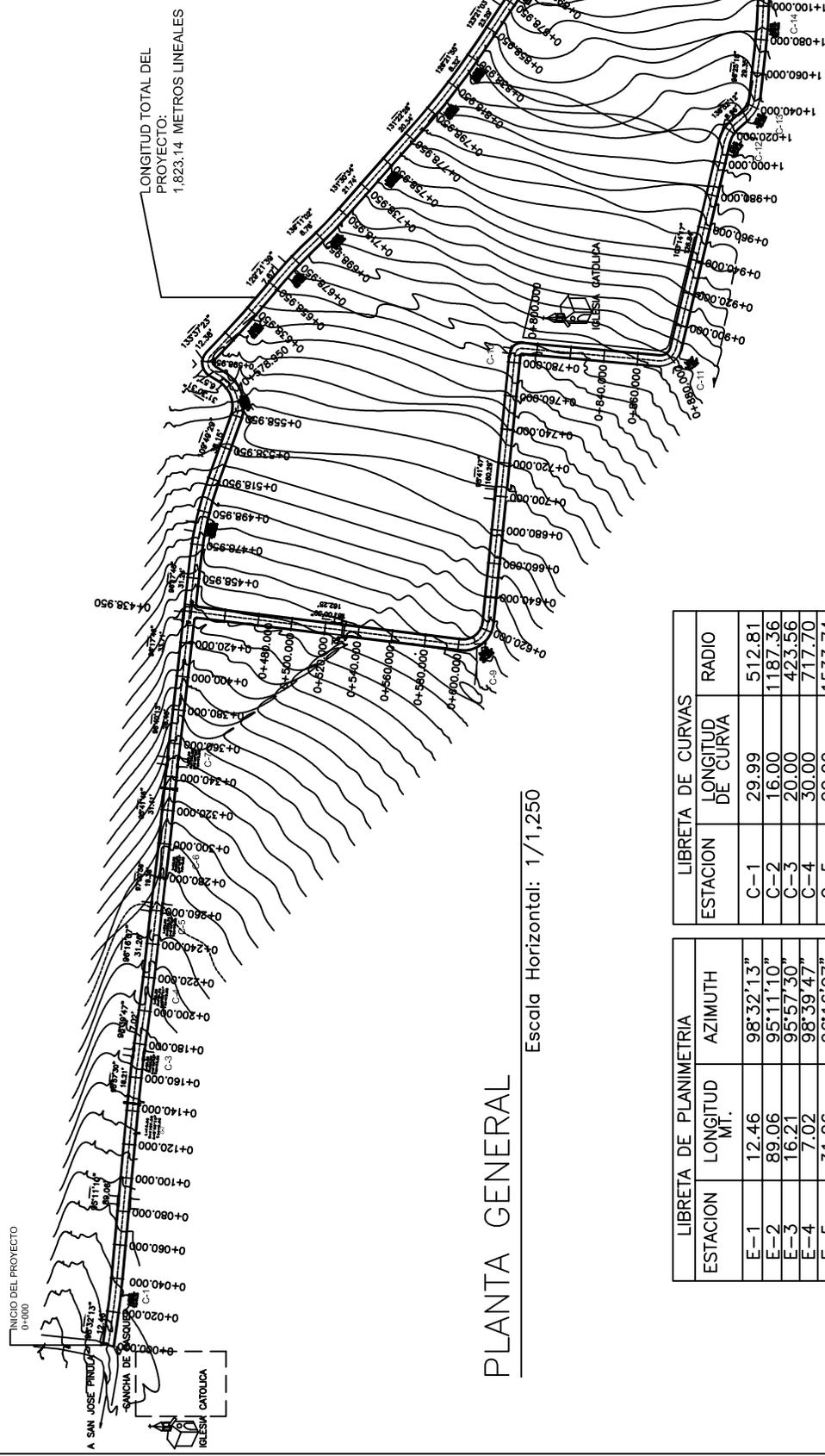
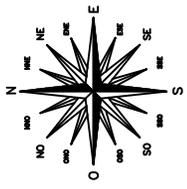
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE PALENQUE, GUATEMALA <small>CAPACITACION DE DOS INGENIEROS EN LA LIDERAZGO</small>	
PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO	ESCALA: 1:10
CONTENIDO: INSTALACIONES ESPECIALES NIVEL 2 (INTERNET, SONIDO, EXTINGUIDORES)	FECHA: JULIO 2010
DISEÑADOR: INGENIERO EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA FRANCISCO JAVIER ARZUAGA MANTERIZO	DIBUJANTE: INGENIERO EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA FRANCISCO JAVIER ARZUAGA MANTERIZO
V. Bo.	No. 30
<small>ING. OSCAR FERRER GUERRA</small> <small>ASESORA - URS</small> <small>ING. ALFONSO GUERRA</small> <small>ASESORA - URS</small>	

Apéndice 2

Juego de Planos del proyecto de pavimentación.

PAVIMENTO

1. PLANTA GENERAL
2. PLANTA Y PERFIL NO.1 DE LA 0+00 A LA 0+620 DEL LADO DE LA ESCUELA E IGLESIA
3. PLANTA Y PERFIL NO.2 DE LA 0+620 A LA 1+200 DEL LADO DE LA ESCUELA E IGLESIA
4. PLANTA Y PERFIL NO.3 DE LA 0+438,95 A LA 1+058,15 DEL LADO CONTRARIO DE LA ESCUELA E IGLESIA
5. SECCIONES DE LA 0+00 A LA 0+680 DEL LADO DE LA ESCUELA E IGLESIA
6. SECCIONES DE LA 0+700 A LA 1+200 DEL LADO DE LA ESCUELA E IGLESIA
7. SECCIONES DE LA 0+458,95 A LA 1+ 038,95 DEL LADO CONTRARIO DE LA ESCUELA E IGLESIA
8. DETALLES GENERALES DEL PAVIMENTO



PLANTA GENERAL

Escala Horizontal: 1/1,250

LIBRETA DE CURVAS		
ESTACION	LONGITUD DE CURVA	RADIO
C-1	29.99	512.81
C-2	16.00	1187.36
C-3	20.00	423.56
C-4	30.00	717.70
C-5	20.00	1533.74
C-6	16.00	694.68
C-7	20.00	1176.08
C-8	20.00	3060.98
C-9	23.36	14.66
C-10	6.30	4.03
C-11	13.17	9.21
C-12	11.61	18.67
C-13	11.45	15.45
C-14	29.98	362.70
C-15	13.77	7.34

LIBRETA DE PLANIMETRIA		
ESTACION	LONGITUD MT.	AZIMUTH
E-1	12.46	98°32'13"
E-2	89.06	95°11'10"
E-3	16.21	95°57'30"
E-4	7.02	98°39'47"
E-5	31.26	96°16'07"
E-6	19.38	97°00'56"
E-7	31.42	95°41'46"
E-8	26.46	96°40'13"
E-9	33.71	96°17'46"
E-10	162.25	187°00'30"
E-11	160.29	95°41'47"
E-12	81.76	185°12'24"
E-13	126.84	103°14'17"
E-14	8.96	138°52'12"
E-15	29.35	96°25'18"
E-16	85.71	91°41'07"
E-17	0.18	344°15'14"

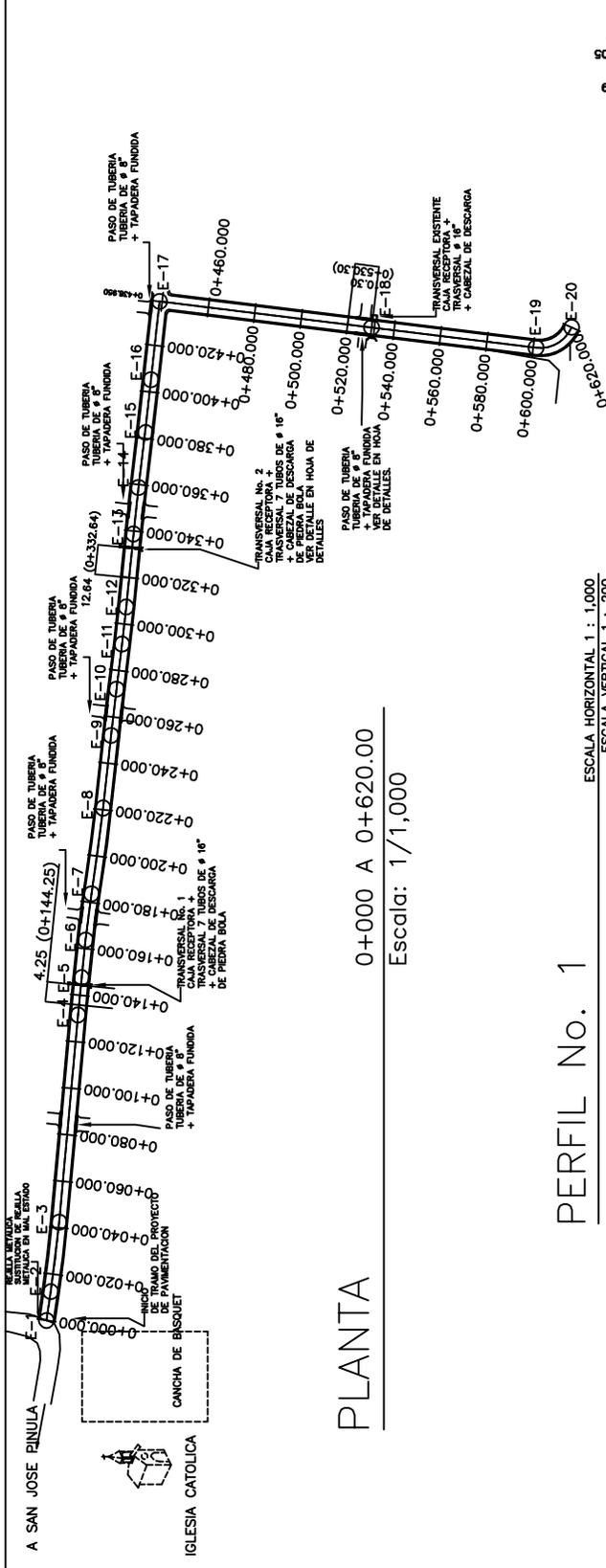
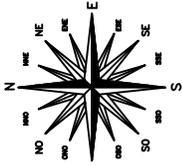
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE PALENCA, GUATEMALA

PROYECTO: EL PLAN DE PURIFICACION DEL PAVIMENTO REGIDO POR LA ALCA
GOBIERNO: PLANTA GENERAL

AUTOR: ALVARO LIZARRAGA MARTINEZ	ESCALA: 1/2000	FECHA: 1/8	
DESENHO: ALVARO LIZARRAGA MARTINEZ	REVISOR: JESSICA ALVARO MARTINEZ	FECHA: MARZO 2010	
PROYECTO: EL PLAN DE PURIFICACION DEL PAVIMENTO REGIDO POR LA ALCA	GOBIERNO: PLANTA GENERAL		

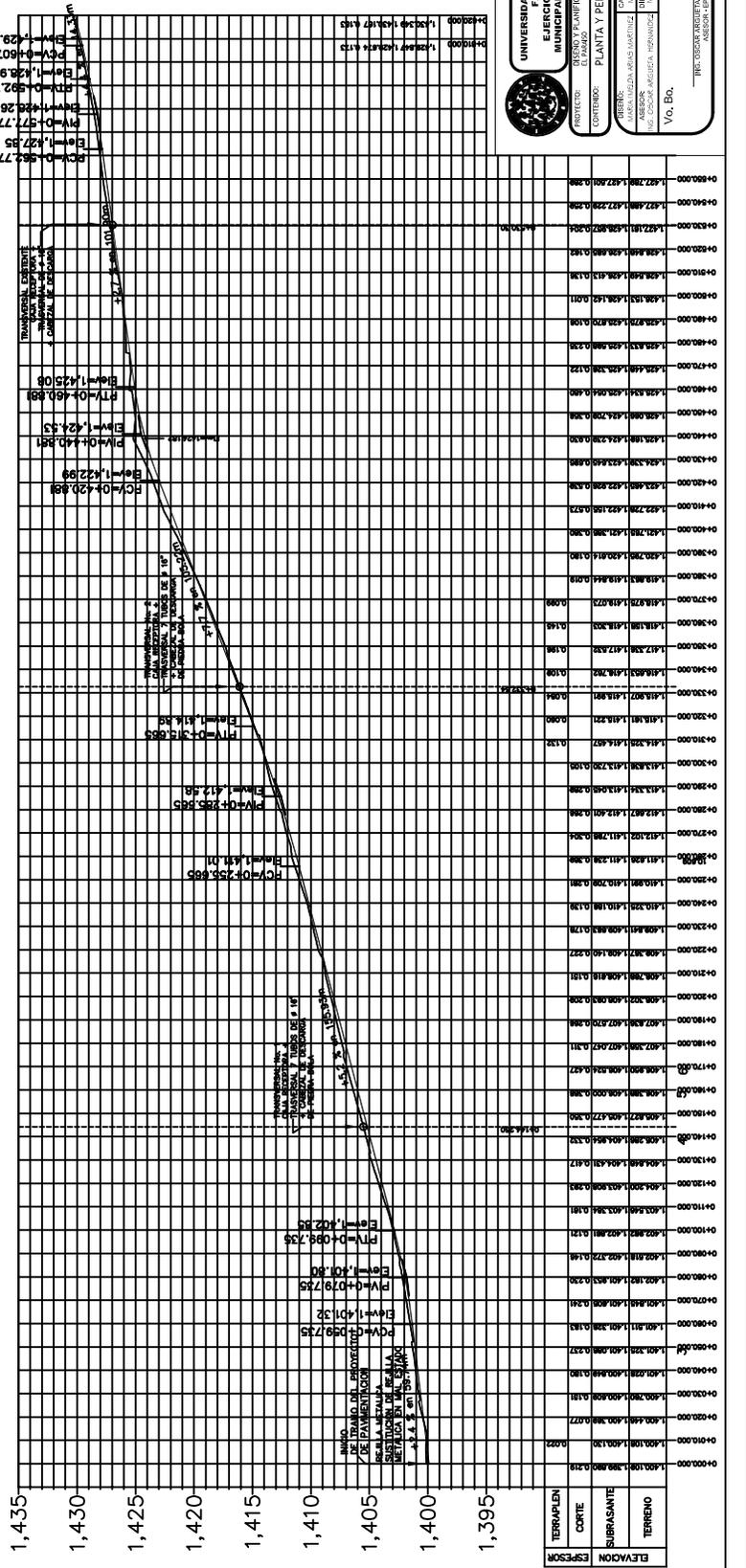
Vo. Bo.

ING. COMODOR ROBERTO FERNANDEZ
ASESOR - EPS.
ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCA



PLANTA
 0+000 A 0+620.00
 Escala: 1/1,000

PERFIL No. 1
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1,000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

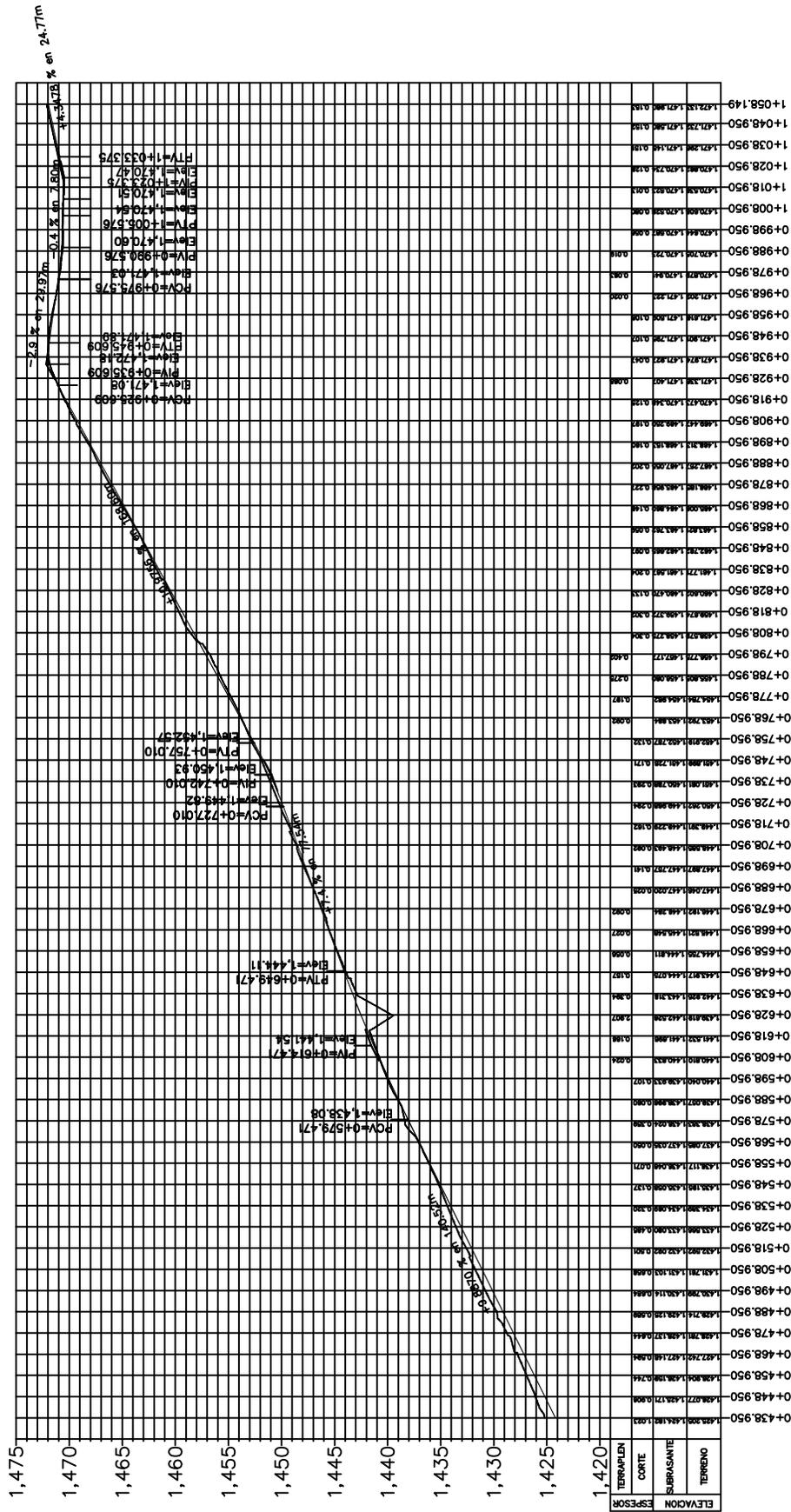
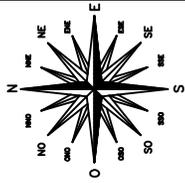


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE PALENQUE, GUATEMALA

PROYECTO: PLANIFICACION DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALCA
 CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL NO. 1

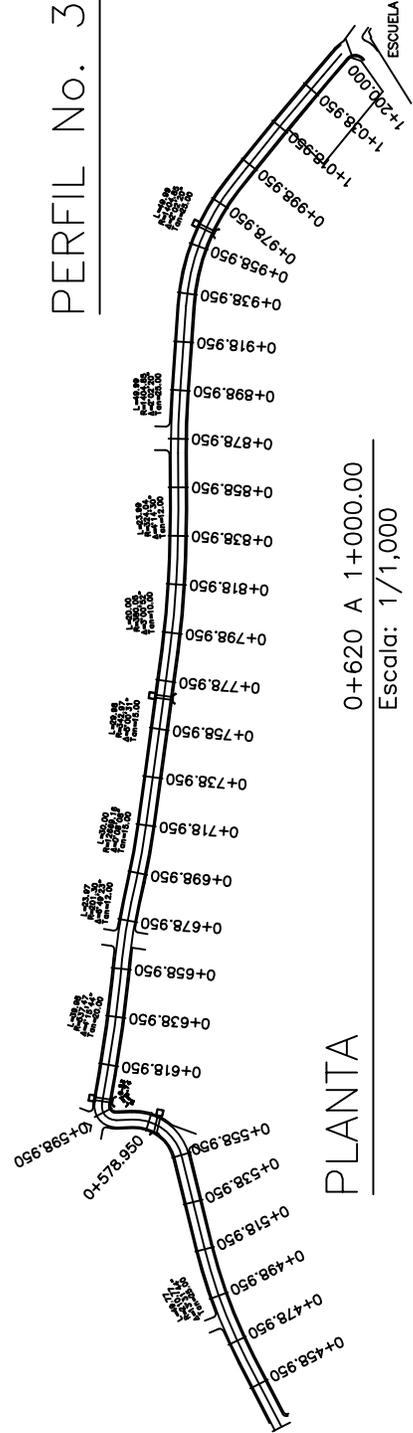
FECHA: 28
 ASSESOR: ALBERTO GARCIA MORALES
 DIBAJADOR: MARCELO AGUIAR MARTINEZ
 INGENIERO EN CARGAS: ALBERTO GARCIA MORALES
 INGENIERO EN CARGAS: ALBERTO GARCIA MORALES
 INGENIERO EN CARGAS: ALBERTO GARCIA MORALES
 INGENIERO EN CARGAS: ALBERTO GARCIA MORALES

Vo. Bo.



PERFIL No. 3

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1,000
ESCALA VERTICAL 1 : 200



PLANTA

0 + 620 A 1 + 000.00
Escala: 1/1,000

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

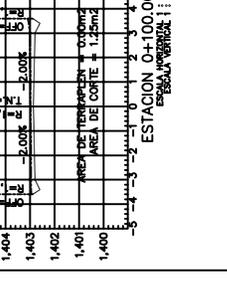
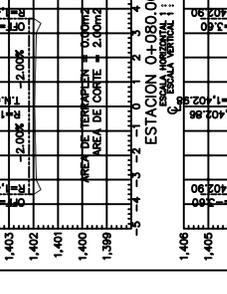
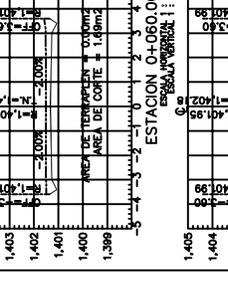
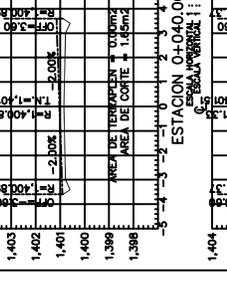
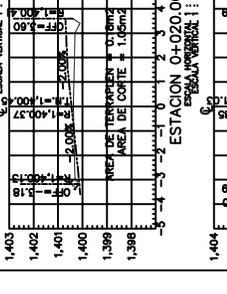
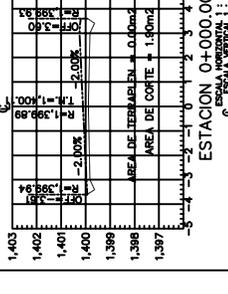
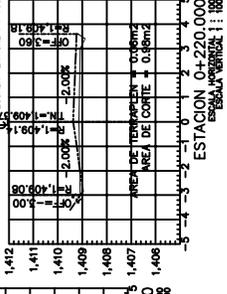
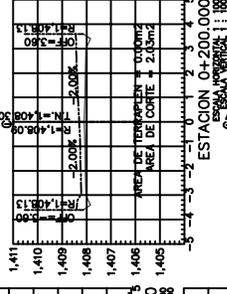
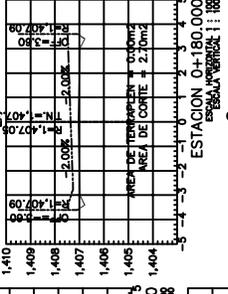
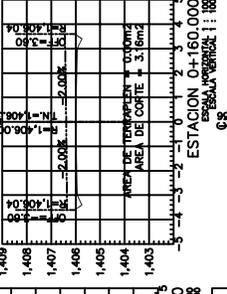
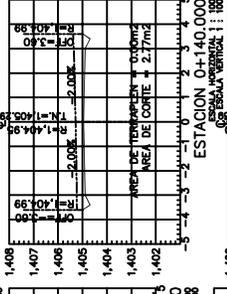
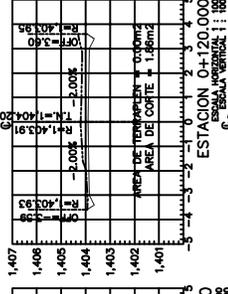
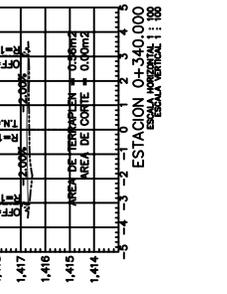
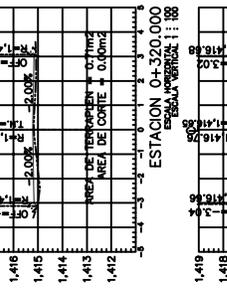
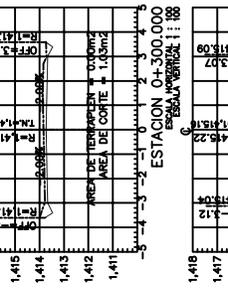
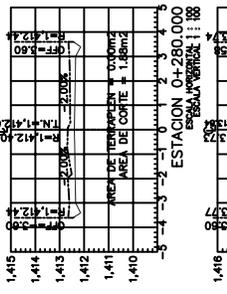
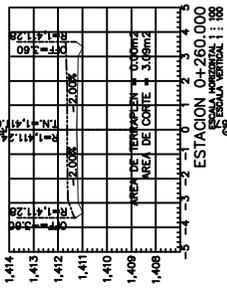
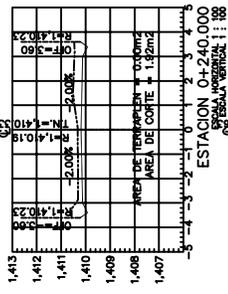
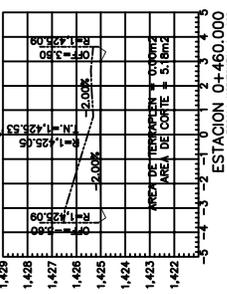
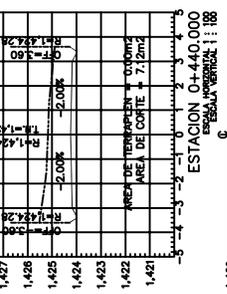
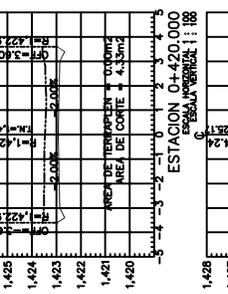
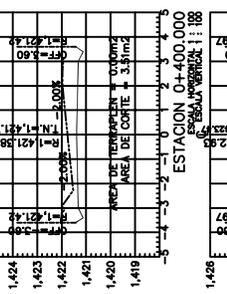
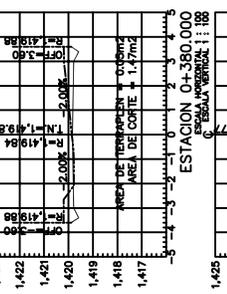
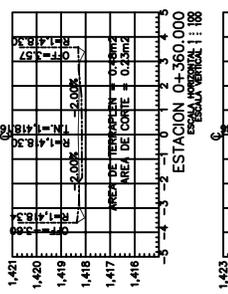
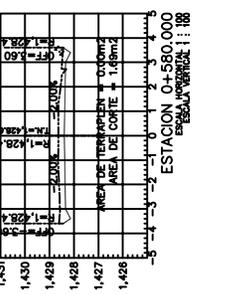
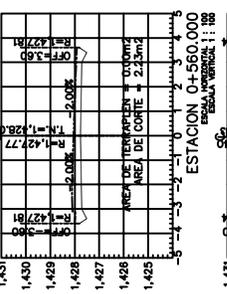
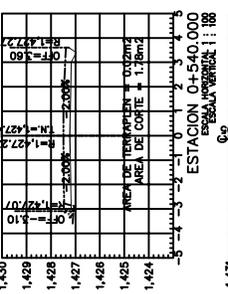
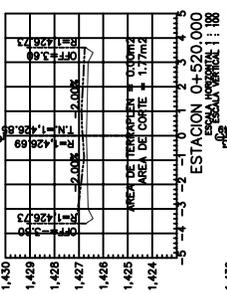
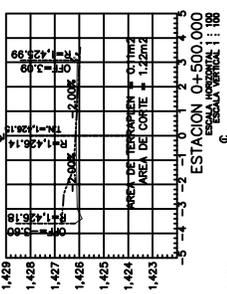
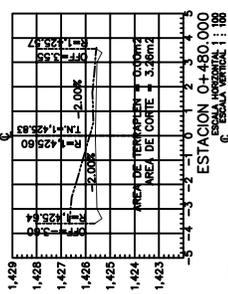
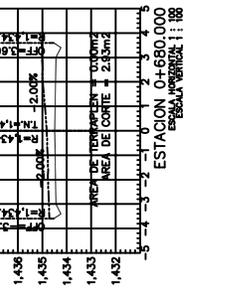
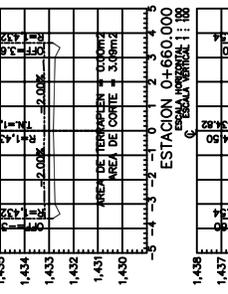
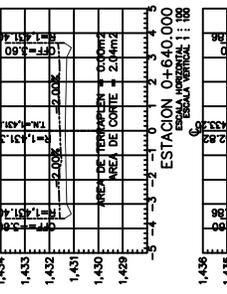
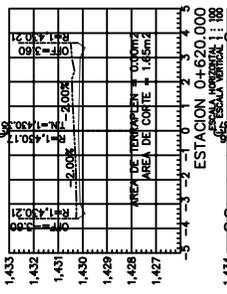
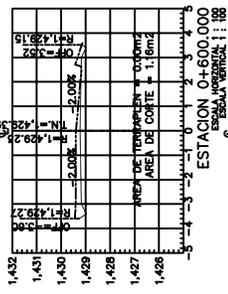
PROYECTO: EL PLAN DE PURIFICACION DEL PAVIMENTO REGIDOS POR LA ACUA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL NO. 3 DEL LABO CONTRA EL DE LA ESCUELA E IBERIA

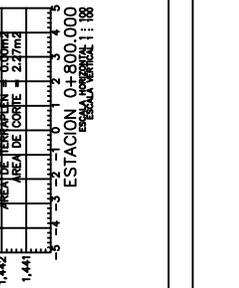
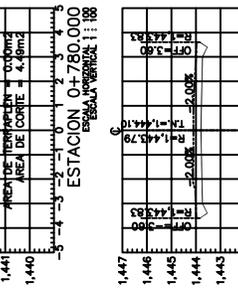
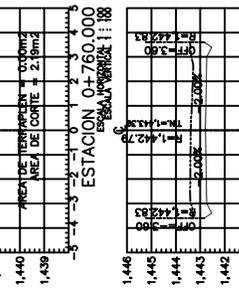
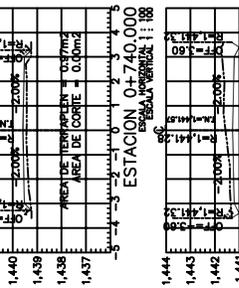
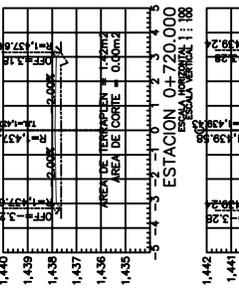
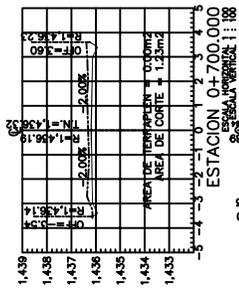
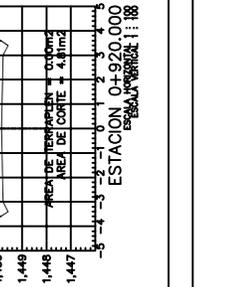
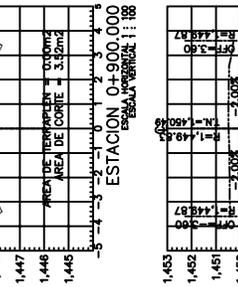
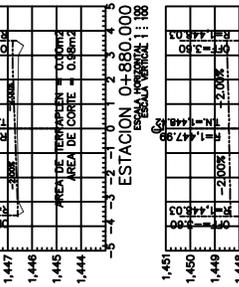
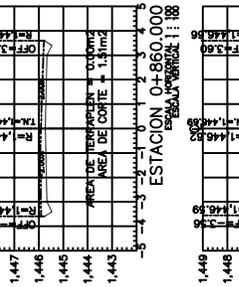
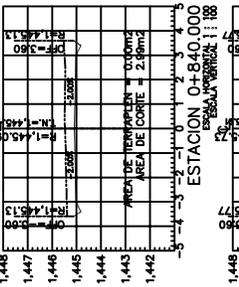
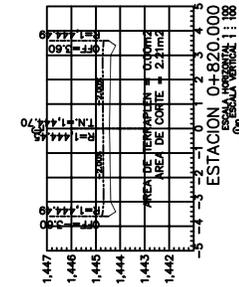
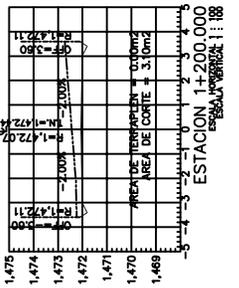
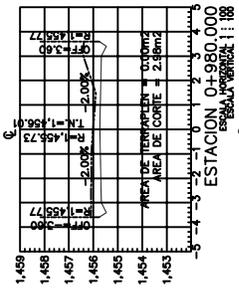
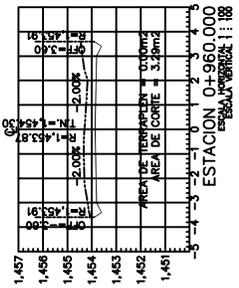
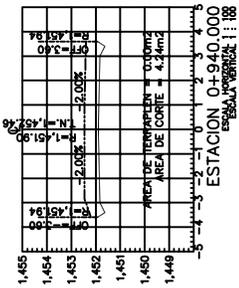
ELABORADO POR: MARIO ANTONIO MARTINEZ
DIBUJADO POR: MARGARITA ROSA MARTINEZ
CORRECCION: JESSICA LIZBETH ROSA MARTINEZ
AUTOR: INOCENCIO
FECHA: MARZO 2010

V. O. B. O. 4/8

ING. CONDOMINIO "EL BARRIO VERDE"
ASOCIACION CIVIL

ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENA







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



PROYECTO: EL PALENCIA
CONTENIDO: SECCIONES DE LA Q-700 A LA 1-200 DEL LADO DE LA ESCUELA E. RUELA

ESCALA: 1:100
DIBUJANTE: JESSICA LUZEA ARBAS MARTINEZ
REVISOR: JESSICA LUZEA ARBAS MARTINEZ
FECHA: MARZO 2010

6
8

Vo. Bo. _____
ING. OSCAR ROBERTO FERNANDEZ
ASESOR - I.P.R.
ALCALDE MUNICIPALIDAD DE PALENCIA

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

PROYECTO: PLAN DE PURIFICACION DEL PAVIMENTO REGIDO POR LA ACQUA
CONTENIDO: SECCIONES DE LA CARRERA LAS URSAS DEL CANTON DE LA URSA

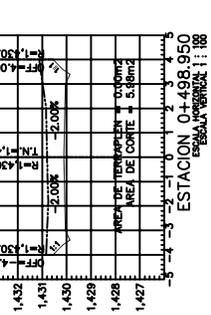
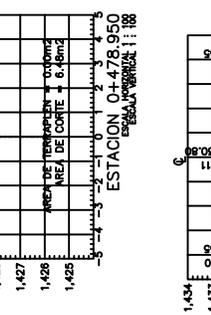
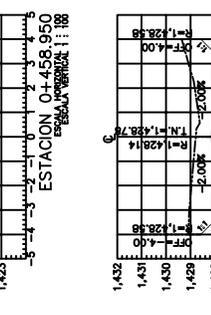
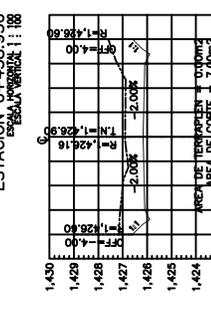
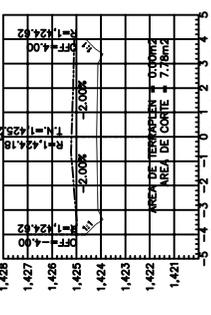
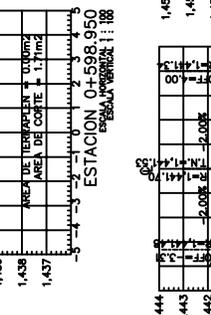
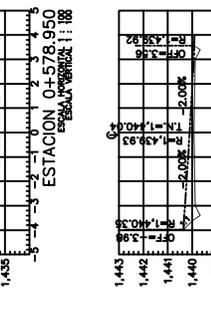
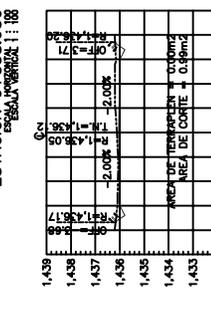
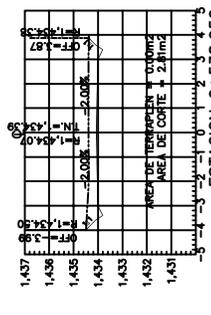
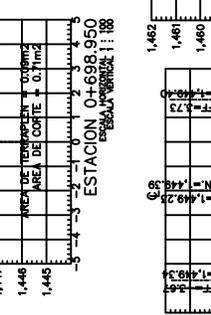
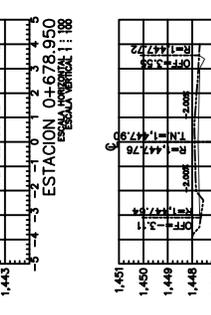
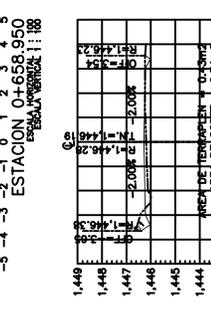
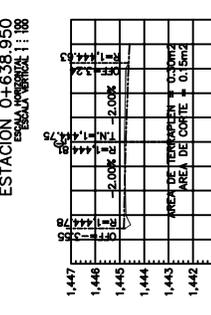
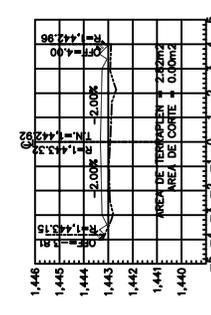
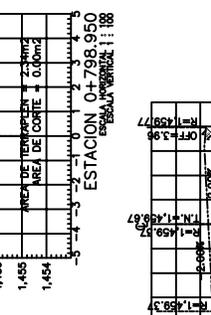
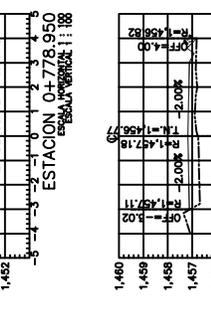
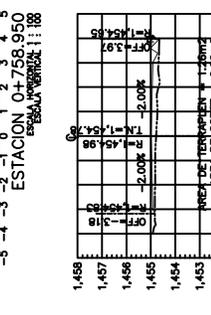
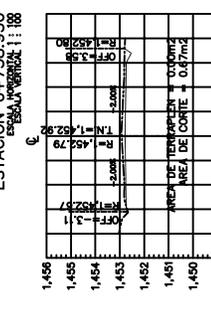
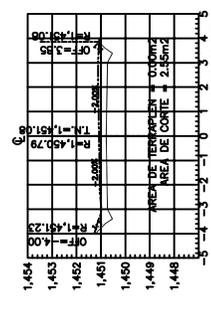
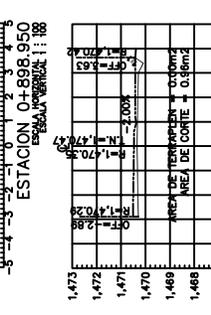
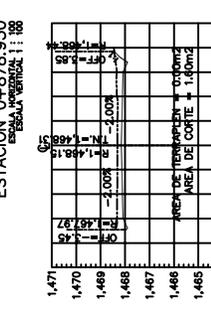
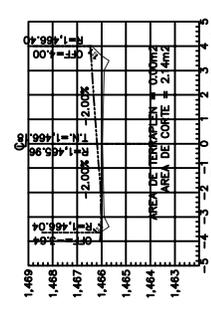
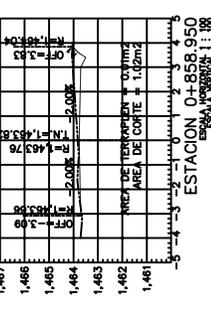
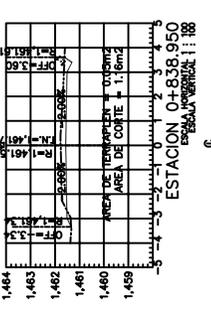
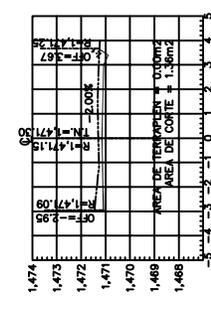
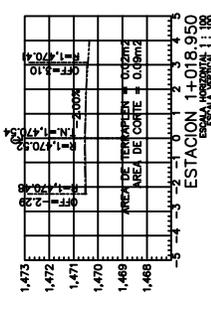
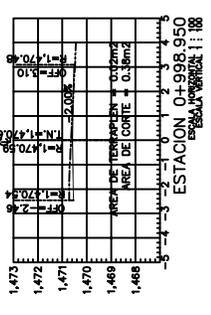
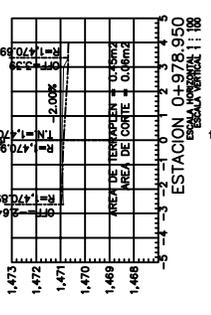
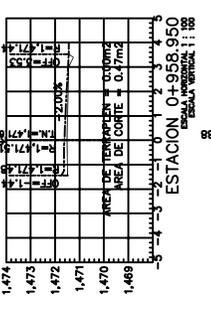
ASISTENTE: MARCELA ROSA MARTINEZ
DISEÑADA: MARCELA ROSA MARTINEZ
FECHA: MARZO 2010

7/8

VO. BO.

ING. COMODORO FERRER FERRER
ASESOR EN P.V.

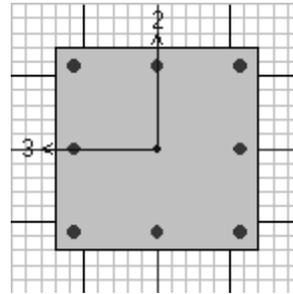
SECRETARIA DE EDUCACION SUPERIOR
ALCALDE MUNICIPAL DE PALENQUE



Apéndice 3

Datos del programa etab`s para el diseño de la columna. C-1

Story Level: STORY4
 Element: C35
 Section Name: **COLUMNA**
 Frame Type: Sway Special



L=4,50
 B=0,450
 E=2,531E+09
 fy= 42 184 177,6
 RLLF=1,000
 D = 0,450
 fc = 28 12278,505
 fys = 4 218 4177,6
 dc = 0,040
 Lt.Wt. Fac. = 1,000

Axial Force & Biaxial Moment Check for Pu-Mu2-Mu3 Interaction

Column End	Rebar Area	Rebar %	D/C Ratio		
Top	0,004	2,014	0,067		
Bottom	0,004	2,014	0,262		
Column End	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3	Station Loc	Controlling Combo
Top	5 388,216	-2 597,555	-155,234	1,500	DCON13
Bottom	6 086,903	-8 619,460	-175,402	0,000	DCON2

Shear Reinforcement for Major Shear (V2)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	3,750E-04	28,596	1,500	DCON38
Bottom	3,750E-04	28,596	0,000	DCON38

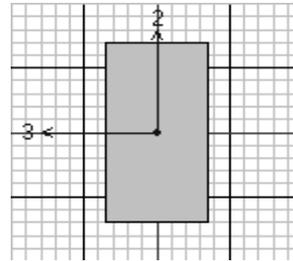
Shear Reinforcement for Minor Shear (V3)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	3,750E-04	744,573	1,500	DCON37
Bottom	3,750E-04	744,573	0,000	DCON37

Apéndice 4

Datos del programa etab`s para el diseño de la viga V-1

Story Level: STORY3
 Element: **B4**
 Section Name: **VIGA V1**
 Frame Type: Sway Special



L=9,280
 D=0,600 B=0,300 bf = 0,300
 ds=0,000 dct=0,040 dcb = 0,040
 E=2,531E+09 fc=2 812 278,505 Lt.Wt. Fac.=1,000
 fy=4 218 4177,6 fys=42 184 177 6

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment

----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----		
Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	
9,190E-04	0,511	9,736E-04	0,541	0,002	0,857	Top (+2 Axis)
7,543E-04	0,419	9,739E-04	0,541	2,950E-04	0,164	Bot (-2 Axis)
Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	
-18 595,961	0,225	-19 641,716	6,702	-30 140,653	7,200	Top (+2 Axis)
15 402,187	2,218	19 646,850	3,713	4 648,990	8,864	Bot (-2 Axis)
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo		
DCON13		DCON14		DCON14		Top (+2 Axis)
DCON2		DCON2		DCON13		Bot (-2 Axis)

Shear Reinforcement for Major Shear (V2)

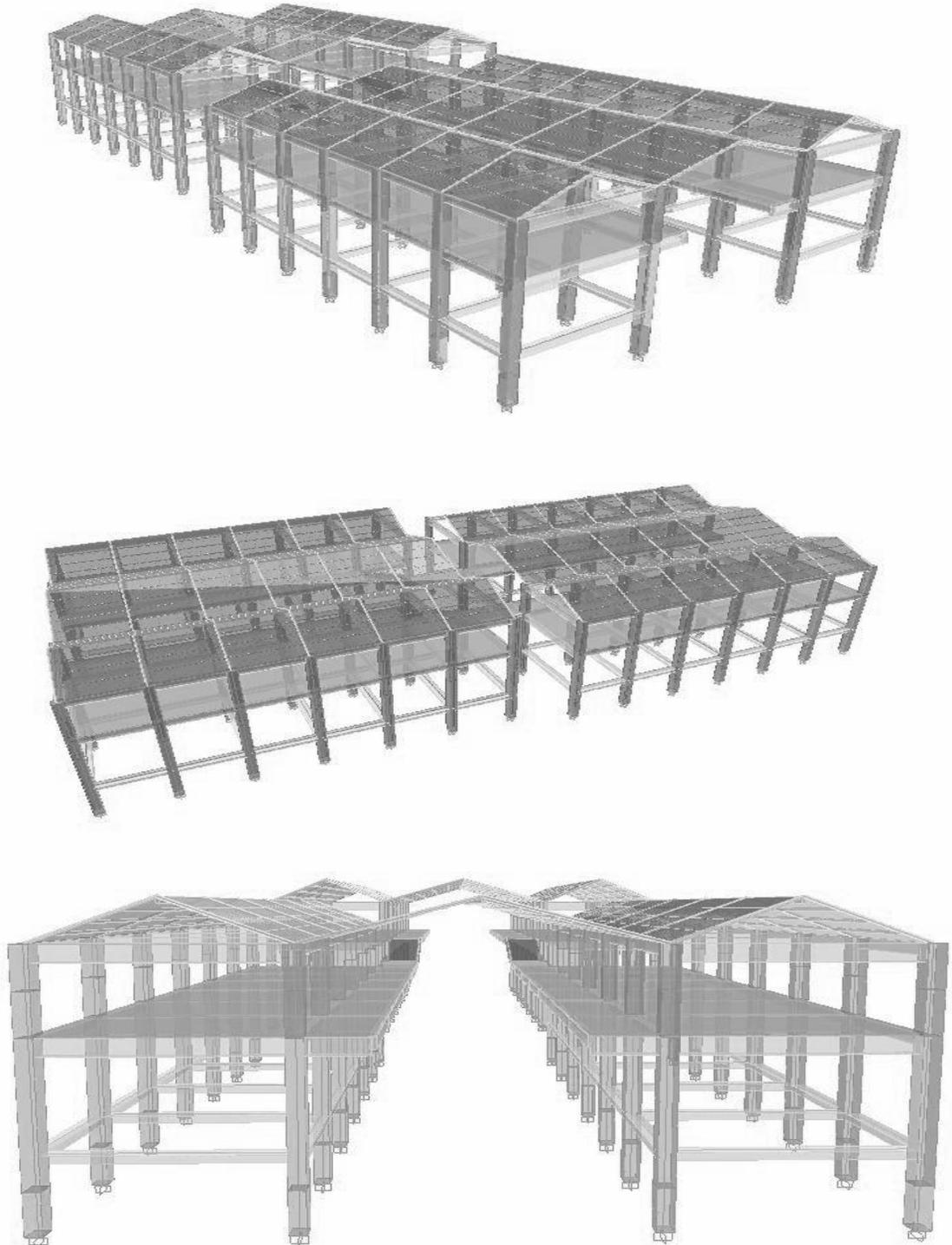
----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----	
Rebar Av/s		Rebar Av/s		Rebar Av/s	
7,823E-04		8,077E-04		9,638E-04	
Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc
25 065,387	0,225	25 515,117	6,702	28 281,017	7,200
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo	
DCON14		DCON14		DCON14	

Torsion Reinforcement

----- Shear -----		----- Longitudinal -----	
Rebar At/s		Rebar A1	
1,258E-04		7,681E-04	
Design Tu	Station Loc	Design Tu	Station Loc
729,768	9,280	729,768	9,280
Controlling Combo		Controlling Combo	
DCON9		DCON9	

Apéndice 5

Imágenes de la estructura por medio del programa etab's

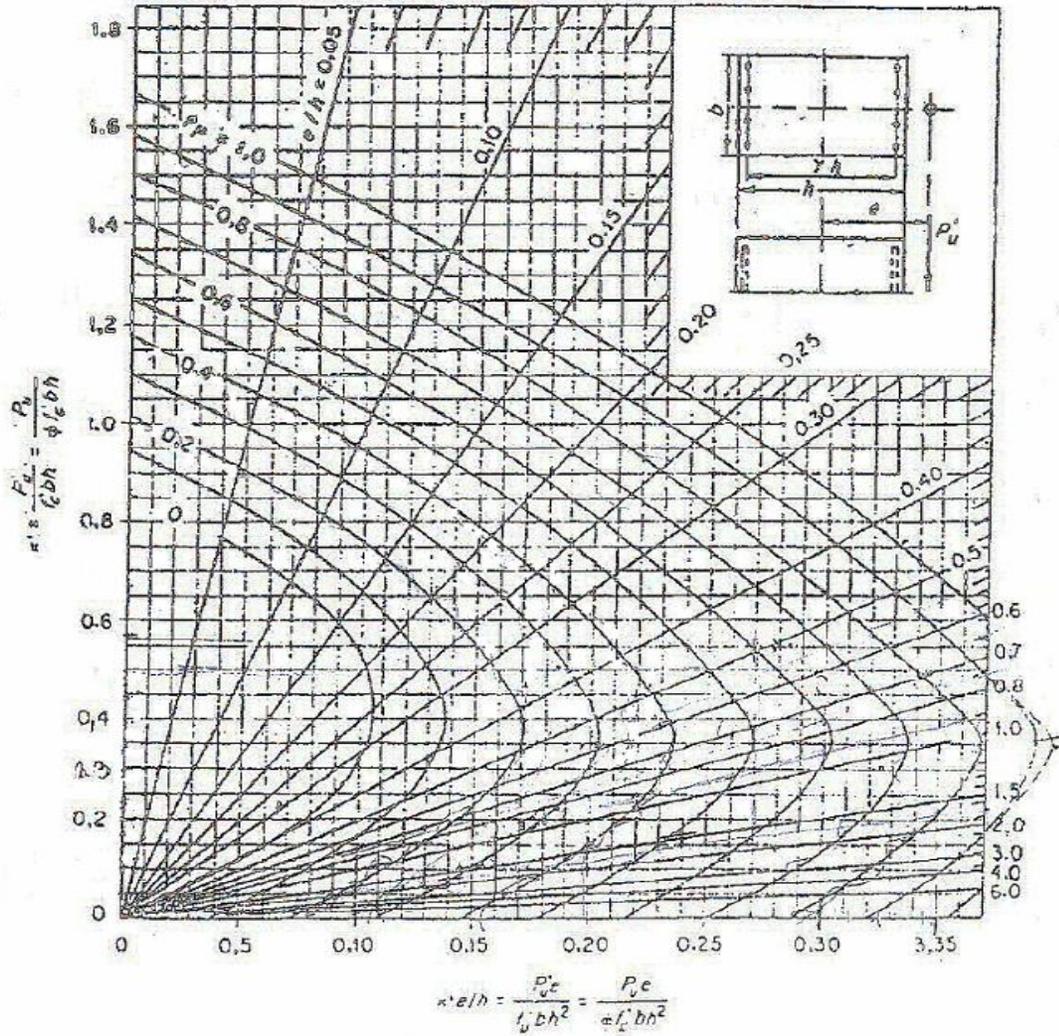


A N E X O S

Anexo 1

Diagrama de Interacción para columna rectangular

$$\gamma = 0,80$$



Con: $f'c < 281 \frac{kg}{cm^2}$ & $f_y = 4,200 \frac{kg}{cm^2}$

Anexo 2

Resultados del estudios de suelos de perforaciones 1 y 2



PALA
PAVIMENTO Y LABORATORIO DE SUELOS
SOIL MECHANICS

Proyecto: Instituto Tecnológico de Capacitación, Palencia, Guatemala P-1

profundidad (m)	número de golpes (N)	N _c	N _q	N _y	$\gamma =$ peso suelo húmedo kN/m ³	C kPa	ϕ (SPT)	C _n	N ₆₀ corregido	N ₆₅ corregido	N ₇₀	q _a kg/cm ²
1.0	3.00	15.78	6.2	4	22.80	13.68	18	1.74	5	6	4	0.5
2.0	3.00	15.78	6.2	4	24.00	11.25	18	1.43	4	5	4	0.4
3.0	8.00	22.14	10.58	7.82	23.20	24.53	23	1.17	9	10	8	1.0
4.0	11.00	29.94	16.62	13.7	23.20	33.12	27	1.01	13	14	11	1.3
5.0	14.00	32.36	18.58	15.7	23.20	37.72	28	0.91	14	16	12	1.5
6.0	18.00	37.2	22.5	19.7	24.90	44.02	30	0.82	17	18	14	1.8
7.0	22.00	44.9	29.5	27.85	24.90	55.45	32	0.76	21	23	18	2.2
8.0	28.00	48.75	33	31.925	24.90	65.81	33	0.71	25	27	22	2.6
9.0	49.00	95.7	73.32	100.4	24.90	106.33	39	0.67	41	45	35	4.3

* los valores de N_c, N_q y N_y, fueron calculados de acuerdo a la tabla 4-2 (Bearing-Capacity factors for the Terzaghi equations)
Del Libro: FOUNDATIONS ANALYSIS AND DESIGN Autor: Joseph Bowles Pag: 222

Proyecto: Instituto Tecnológico de Capacitación, Palencia, Guatemala P-2

profundidad (m)	número de golpes (N)	N _c	N _q	N _y	$\gamma =$ peso suelo húmedo kN/m ³	C kPa	ϕ (SPT)	C _n	N ₆₀ corregido	N ₆₅ corregido	N ₇₀	q _a kg/cm ²
1.0	2.00	15.78	6.2	4	21.00	8.70	18	1.86	3	4	3	0.3
2.0	2.00	15.78	6.2	4	22.80	7.75	18	1.48	3	3	3	0.3
3.0	4.00	16.74	6.8	4.5	23.20	12.53	19	1.20	5	5	4	0.5
4.0	5.00	17.7	7.4	5	24.90	15.16	20	1.02	6	6	5	0.6
5.0	7.00	20.66	9.52	6.88	24.90	18.83	22	0.91	7	8	6	0.8
6.0	11.00	29.94	16.62	13.7	24.90	25.86	27	0.82	10	11	9	1.1
7.0	14.00	32.36	18.58	15.7	24.90	35.24	28	0.76	13	15	12	1.4
8.0	17.00	34.78	20.54	17.7	24.90	39.91	29	0.71	15	17	13	1.6
9.0	19.00	37.2	22.5	19.7	24.90	41.96	30	0.67	16	17	14	1.7

* los valores de N_c, N_q y N_y, fueron calculados de acuerdo a la tabla 4-2 (Bearing-Capacity factors for the Terzaghi equations)
Del Libro: FOUNDATIONS ANALYSIS AND DESIGN Autor: Joseph Bowles Pag: 222

Pavimentos Y Laboratorios de Suelos

36 Avenida "A" 13-50 Jardines de la Asunción Sur
23361050-23361051

N-01-009-MP01

Anexo 3

Resultados del estudios de suelos de perforaciones 3 y sondeos 1 y 2



PALA
PAVIMENTO Y LABORATORIO DE SUELOS
SOIL MECHANICS

Proyecto: Instituto Tecnológico de Capacitación, Palencia, Guatemala P-3

profundidad (m)	número de golpes (fl)	Nc	Nq	Ny	$\gamma =$ peso suelo húmedo kN/m ³	C kPa	Φ (SPT)	Cn	N60 corregido	N65 corregido	N70	qa kg/cm ²
1.0	2.00	15.78	6.2	4	21.00	8.70	18	1.66	3	4	3	0.3
2.0	2.00	15.78	6.2	4	24.00	7.65	18	1.46	3	3	3	0.3
3.0	7.00	20.66	9.52	6.88	23.20	21.74	22	1.18	8	9	7	0.9
4.0	8.00	22.14	10.58	7.82	24.90	24.10	23	1.01	9	10	8	1.0
5.0	17.00	34.78	20.54	17.7	24.90	45.49	29	0.90	17	19	16	1.8
6.0	18.00	37.2	22.5	19.7	24.90	43.77	30	0.82	17	18	14	1.8
7.0	20.00	41.05	26	23.775	24.90	50.16	31	0.76	19	21	16	2.0
8.0	28.00	48.75	33	31.925	24.90	65.54	33	0.70	25	27	21	2.6
9.0	30.00	48.75	33	31.925	24.90	65.08	33	0.66	25	28	22	2.6

* los valores de Nc, Nq y Ny, fueron calculados de acuerdo a la tabla 4-2 (Bearing-Capacity factors for the Terzaghi equations)
Del Libro: FOUNDATIONS ANALYSIS AND DESIGN Autor: Joseph Bowles Pag: 222

Proyecto: Instituto Tecnológico de Capacitación, Palencia, Guatemala S-1

profundidad (m)	número de golpes (fl)	Nc	Nq	Ny	$\gamma =$ peso suelo húmedo kN/m ³	C kPa	Φ (SPT)	Cn	N60 corregido	N65 corregido	N70	qa kg/cm ²
1.0	2.00	15.78	6.2	4	21.00	8.70	18	1.66	3	4	3	0.3
2.0	2.00	15.78	6.2	4	24.00	7.65	18	1.46	3	3	3	0.3
3.0	10.00	25.1	12.7	9.7	22.90	31.15	25	1.19	12	13	10	1.2
4.0	13.00	29.94	16.62	13.7	24.90	39.25	27	1.02	15	16	13	1.6
5.0	25.00	48.75	33	31.925	24.90	67.02	33	0.90	26	28	22	2.7
6.0	39.00	57.8	41.4	42.4	24.90	94.98	35	0.82	36	40	31	3.8
7.0	67.00	134	116.82	198.95	24.90	175.00	42	0.76	63	91	71	>6
7.31	69.00	95.7	81.3	100.4	24.90	169.41	40	0.74	65	71	55	>6

* los valores de Nc, Nq y Ny, fueron calculados de acuerdo a la tabla 4-2 (Bearing-Capacity factors for the Terzaghi equations)
Del Libro: FOUNDATIONS ANALYSIS AND DESIGN Autor: Joseph Bowles Pag: 222

Proyecto: Instituto Tecnológico de Capacitación, Palencia, Guatemala S-2

profundidad (m)	número de golpes (fl)	Nc	Nq	Ny	$\gamma =$ peso suelo húmedo kN/m ³	C kPa	Φ (SPT)	Cn	N60 corregido	N65 corregido	N70	qa kg/cm ²
1.0	2.00	15.78	6.2	4	21.00	8.70	18	1.66	3	4	3	0.3
2.0	2.00	15.78	6.2	4	24.00	7.65	18	1.46	3	3	3	0.3
3.0	7.00	20.66	9.52	6.88	22.80	21.81	22	1.19	8	9	7	0.9
4.0	12.00	27.52	14.66	11.7	24.90	35.23	26	1.02	14	15	12	1.4
5.0	18.00	16.74	6.8	4.5	24.90	49.25	19	0.90	18	20	16	1.9
6.0	28.00	48.75	33	31.925	24.90	68.19	33	0.82	26	28	22	2.7
7.0	60.00	95.7	81.3	100.4	24.90	150.57	40	0.76	57	63	49	>6
7.93	87.00	134	116.82	198.95	24.90	175.00	42	0.71	78	85	67	>6

* los valores de Nc, Nq y Ny, fueron calculados de acuerdo a la tabla 4-2 (Bearing-Capacity factors for the Terzaghi equations)
Del Libro: FOUNDATIONS ANALYSIS AND DESIGN Autor: Joseph Bowles Pag: 222

Pavimentos Y Laboratorios de Suelos

36 Avenida "A" 13-50 Jardines de la Asunción Sur
23361050-23361051

N-01-009-MP01

Anexo 4

Resultado del ensayo de compactación



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



Nº 008958

INFORME No. 460 S.S. O.T.: 26,349

Interesado: Maria Imelda Arias Martinez, carne 2004-12844.

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:

Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: EPS, Diseño y Plaficación del Pavimento Rígido, para la Aldea el Paraiso.

Ubicación: Municipio de Palencia, Guatemala.

Fecha: 10 de Noviembre de 2009.



Descripción del suelo: Arcilla limo arenosa color café

Densidad seca máxima γ_d : 1456 Kg/m³ 90.9 lb/ft³

Humedad óptima Hop.: 26.5 %

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo 5

Resultado del ensayo de razón soporte california CBR



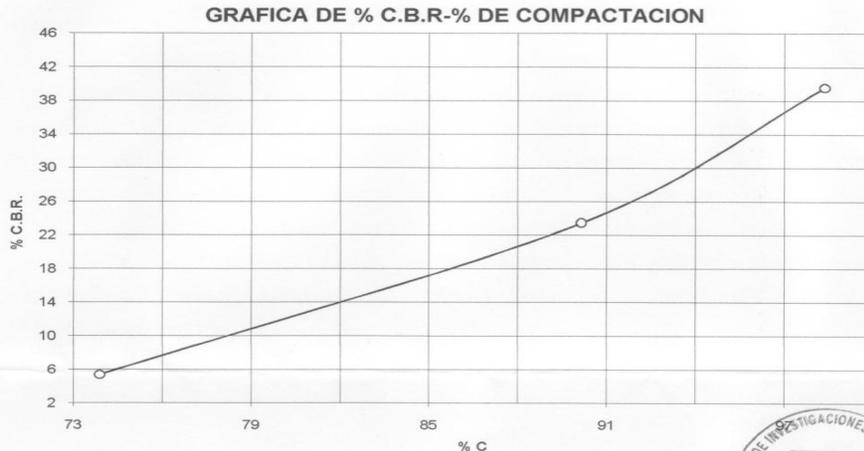
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008959

INFORME No.: 461 S.S. O.T.: 26,349
 Interesado: Maria Imelda Arias Martinez, carne 2004-12844.
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: EPS, Diseño y Plaficación del Pavimento Rígido, para la Aldea el Paraiso.
 Ubicación: Municipio de Palencia, Guatemala.
 Descripción del suelo: Arcilla limo arenosa color café
 Fecha: 10 de Noviembre de 2009.

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_{c-1} Lb/pie ³	(%)	(%)	(%)
1	10	25.55	67.2	73.90	1.07	5.4
2	30	25.55	81.9	90.13	3.02	23.5
3	65	25.55	89.4	98.37	3.48	39.6



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo 6

Resultado del análisis de granulometría, con tamices y lavado previo



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



Nº 008960

INFORME No. 462 S.S.

O.T. No. 26,349

Interesado: María Imelda Arias Martínez, carne 2004-12844.

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: EPS, Diseño y Plaficación del Pavimento Rígido, para la Aldea el Paraiso.

Procedencia: Municipio de Palencia, Guatemala.

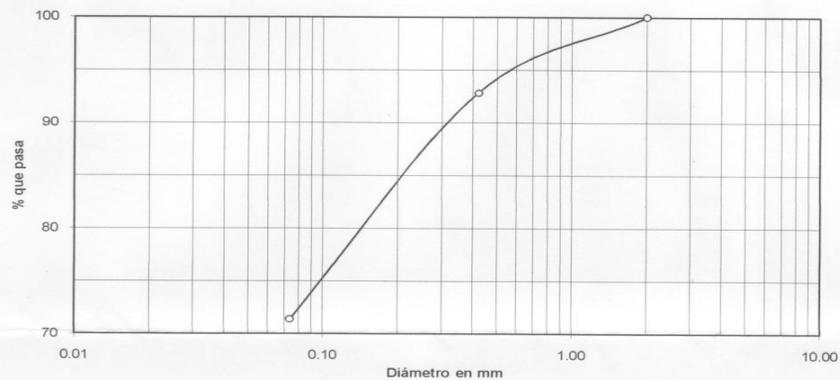
Fecha: 10 de Noviembre de 2009.

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	100.00
10	2.00	100.00
40	0.42	92.85
200	0.074	71.43

% de Grava: 0.00

% de Arena: 28.57

% de Finos: 71.43



Descripción del suelo: Arcilla limo arenosa color café
Clasificación: S.C.U.: MH P.R.A.: A-7-6
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Anexo 7

Resultado de límites de Atterberg



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



Nº 008961

INFORME No. 463 S. S. O.T.: 26,349

Interesado: Maria Imelda Arias Martinez, carne 2004-12844.
Proyecto: EPS, Diseño y Plaficacion del Pavimento Rigido, para la Aldea el Paraiso.
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90
Ubicación: Municipio de Palencia, Guatemala.
FECHA: 10 de Noviembre de 2009.

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	45.7	4.9	MH	Arcilla limo arenosa color café

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



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

Vo. Bo.

Telma Maridela Cano Morales
Ing. Telma Maridela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

