

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DEL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

ERICK GIOVANNI ALVAREZ MARTÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 1, 1996

PROPIONIO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

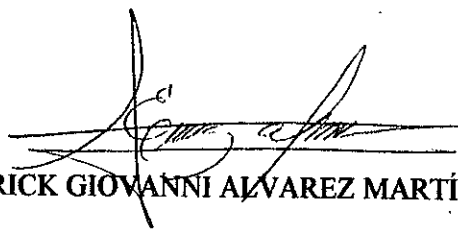
08
T(3787)
L.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROYECTO DEL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil con fecha 24 de abril de 1,996.



ERICK GIOVANNI ALVAREZ MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO:	ING. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO:	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLÓRZANO
VOCAL TERCERO:	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRÍA MÉNDEZ
VOCAL CUARTO:	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEÓN CONTRERAS
VOCAL QUINTO:	BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
EXAMINADOR:	ING. WALTER ROGELIO CORZO CHACÓN
EXAMINADOR:	ING. HUGO ISMAEL HERRERA SEGURA
EXAMINADOR:	ING. MARIO ALFREDO GARCÍA ESCOBAR
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 15 de octubre de 1996

Ingeniero
Ricardo Augusto Ibarra M.
Jefe del Departamento de Estructuras
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

Estimado Ingeniero Ibarra:

Por este medio tengo el gusto de informarle que he
revisado el trabajo de tesis "PROYECTO DEL EDIFICIO DE
RECURSOS ESTUDIANTILES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA", del
estudiante Erick Giovanni Alvarez Martínez.

De la revisión y análisis de este trabajo de tesis he
considerado que cumple con los objetivos planteados y que
representa un aporte importante a la Facultad, por lo que me
permite aprobarlo en calidad de asesor del mismo.

Atentamente,


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, octubre 28 de 1996

Ingeniero
Jack Douglas Ibarra,
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil,
Facultad de Ingeniería,
U S A C.

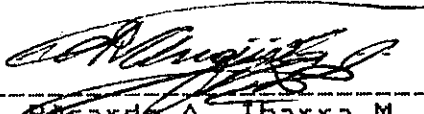
Señor Director

Por medio de la presente informo a usted, que he revisado el trabajo de tesis titulado PROYECTO DEL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, elaborado por el estudiante universitario Erick Giovanni Alvarez Martinez y asesorado por usted.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, y que será de gran beneficio para la Facultad de Ingeniería de nuestra universidad, el suscrito le da su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente,



Ing. Ricardo A. Ibarra M.
Jefe del Departamento de Estructuras

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, y como Cordinador, Jefe del Departamento de Estructuras Ing. Ricardo A. Ibaara M. al trabajo de tesis del estudiante Erick Giovanni Alvarez Martinez, titulado "PROYECTO DEL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA", da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, noviembre 1, 1996.

JDIS/isa.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



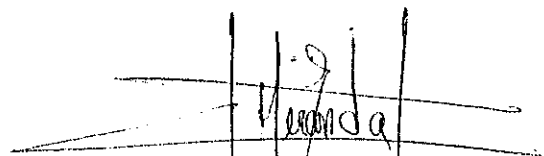
FACULTAD DE INGENIERIA

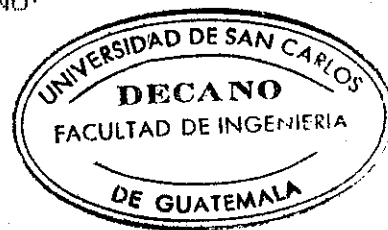
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **PROYECTO DEL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**, del estudiante Erick Giovanni Alvarez Martínez.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, noviembre de 1,996

/isa.

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS **Quien es la luz del amanecer y atardecer de nuestras vidas, origen de nuestros triunfos y tristezas.**

MIS PADRES **RAMIRO ALVAREZ YOS**
ANA MARINA MARTÍNEZ CORONA DE ALVAREZ
Como fruto espiritual de todos sus esfuerzos.

MI ESPOSA **JULIA ELVIRA JOYA DE ALVAREZ**
Por su amor y entrega.

MI HIJO **ERICK GIOVANNI ALVAREZ JOYA**
Por ser el motivo de mis actos.

MIS HERMANOS **Glendy, Melvin, Gerzon, Monica, Juan Carlos, Federico,**
Becki, Haroldo, Cesar y Julio.

Familiares y Amigos.

AGRADECIMIENTO

A: Constructora del Pacifico, S.A., por la ayuda ofrecida durante mis años de estudio y en la elaboración de esta Tesis.

Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, por la valiosa asesoría en la elaboración del presente trabajo.

Julia Elvira Joya de Alvarez, por la ayuda y gran apoyo recibido para culminar mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE GRÁFICAS.....	II
LISTA DE TABLAS.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IV
GLOSARIO.....	V
INTRODUCCIÓN.....	VI
OBJETIVOS.....	VII

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Breve historia de la Universidad de San Carlos y Facultad de Ingeniería.....	1
1.1.2 Distribución de áreas de la ciudad Universitaria zona 12.....	3
1.1.3 Planificación de la Ciudad Universitaria zona 12.....	5
1.1.3.1 Planificación número cinco.....	6
1.1.4 Criterios de diseño para la Ciudad Universitaria.....	7
1.1.5 Conclusiones del análisis de la planta física de la Ciudad Universitaria.....	9
1.1.6 Definición de la problemática de la Universidad de San Carlos.....	9
1.2 Análisis de ocupación del espacio del edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería.....	10
1.3 Propuesta para el uso del Nuevo espacio.....	16
1.3.1 Beneficios obtenidos.....	17

CAPÍTULO II DISEÑO ARQUITECTÓNICO

2.1 Impacto Ambiental.....	21
2.1.1 Principales Características del Impacto Ambiental.....	22
2.1.2 Procedimiento general para realizar la evaluación de Impacto Ambiental.....	22
2.2 Evaluación de Impacto Ambiental para el edificio de Recursos Estudiantiles.....	28
2.3 Emplazamiento dentro del complejo de Ingeniería.....	34
2.3.1 Plano de emplazamiento, definición.....	34

2.3.2 Emplazamiento del edificio dentro del complejo de Ingeniería.....	35
2.4 Reconocimiento del terreno y niveles.....	35
2.4.1 Generalidades sobre el reconocimiento.....	35
2.4.2 Evaluación del terreno para el edificio de Recursos estudiantiles.....	37
2.5 Programa de necesidades.....	38

CAPÍTULO III INVESTIGACIÓN DE SUELOS

3.1 Importancia.....	41
3.2 Obtención de Muestras de Suelos.....	42
3.3 Profundidad de las Perforaciones.....	43
3.4 Perfil de Suelos.....	43
3.5 Definición de capacidad soporte del suelo.....	44

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 Ingeniería Estructural.....	48
4.2 Ingeniería Sísmica.....	51
4.3 Análisis Estructural del Edificio de Recursos Estudiantiles.....	58
4.3.1 Predimensionamiento.....	58
4.3.2 Integración de Cargas Gravitacionales.....	64
4.3.3 Integración de Cargas Laterales o de Sismo.....	68
4.3.4 Análisis Estructural de Marcos Típicos.....	85
4.3.5 Envolventes.....	95
4.4 Diseño de Losas.....	96
4.5 Diseño de Vigas.....	96
4.6 Diseño de Columnas.....	100
4.7 Diseño de Zapatas.....	115

CONCLUSIONES.....	VIII
RECOMENDACIONES.....	IX
BIBLIOGRAFÍA.....	X
APÉNDICE (Planos).....	XI

I. LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	Pag.
1	Ocupación del nivel 0 edificio T-3.....	13
2	Ocupación del nivel 1 edificio T-3.....	13
3	Ocupación del nivel 2 edificio T-3.....	14
4	Ocupación del nivel 3 edificio T-3.....	14
5	Ocupación del nivel 4 edificio T-3.....	15
6	Ocupación del nivel 0 del Edificio T-3 después de ejecutado el proyecto.....	18
7	Ocupación del nivel 1 edificio T-3 después de ejecutado el proyecto.....	18
8	Ocupación del nivel 2 edificio T-3 después de ejecutado el proyecto.....	19
9	Ocupación del nivel 3 edificio T-3 después de ejecutado el proyecto.....	19
10	Ocupación del nivel 4 edificio T-3 después de ejecutado el proyecto.....	20
11	Perfil de suelos de la Ciudad Universitaria.....	47
12	Proceso Cíclico del análisis y diseño.....	50

II. LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA	DESCRIPCIÓN	Pag.
1	Crecimiento Estudiantil de la Facultad de Ingeniería.....	12
2	Composición de la Población Estudiantil de la Facultad de Ingeniería.....	12
3	Áreas Tributarias.....	61
4	Rigideces de elemento, de nodos y de marco, ejes Ay B.....	69
5	Rigideces de elemento, de nodos y de marco, eje C.....	70
6	Rigideces de elemento, de nodos y de marco, ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.....	71
7	Cargas de marco típico para análisis estructural, marco X - X.....	81
8	Rigideces de miembro de marco típico para análisis, marco X - X.....	82
9	Cargas de marco típico para análisis estructural, marco Y - Y.....	83
10	Rigideces de miembro de marco típico para análisis, marco Y - Y.....	84

III. LISTA DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	Pag.
1	Distribución del área total de la Ciudad Universitaria.....	3
2	Análisis del área total de la Ciudad Universitaria.....	3
3	Análisis del área utilizable de la Ciudad Universitaria.....	4
4	Programa de necesidades para la Cafetería de la Facultad de Ingeniería.....	39
5	Programa de necesidades para la Asociación de estudiantes de Ingeniería.....	40
6	Peso y centro de masa del 3er. nivel.....	62
7	Peso y centro de masa del 2do. nivel.....	62
8	Peso y centro de masa del 1er. nivel.....	63
9	Fuerza sísmica por nivel X - X y Y - Y.....	74
10	Corte directo por marco del 3er. nivel.....	74
11	Corte directo por marco del 2do. nivel.....	75
12	Corte directo por marco del 1er. nivel.....	75
13	Corte total por marco del 3er. nivel.....	79
14	Corte total por marco del 2do. nivel.....	80
15	Corte total por marco del 1er. nivel.....	80
16	Resumen de cargas de diseño para columnas.....	101
17	Resumen de cargas de diseño con momentos magnificados para columnas.....	107

IV. LISTA DE SIMBOLOS

Ach	=	Área del nucleo combinado
Ag	=	Área gruesa de columna
As	=	Área del acero en tensión
Av	=	Área del estribo
b	=	Ancho de elemento
CMx	=	Centro de masa en sentido largo de la estructura
CMy	=	Centro de masa en sentido corto de la estructura
CR	=	Centro de rigidez
d	=	Peralte efectivo
di	=	Distancia del eje al centro de rigidez en la dirección "x" o "y"
ex	=	Excentricidad de carga axial en el eje X
ey	=	Excentricidad de carga axial en el eje Y
Ec	=	Módulo de elasticidad del concreto
EI	=	Rigidez a la flexión
Es	=	Módulo de elasticidad del acero
f'c	=	Resistencia del concreto a los 28 días
f'y	=	Esfuerzo de fluencia del acero
hm	=	Altura de la estructura
I	=	Momento de inercia centroidal
J	=	Momento polar de inercia
kLu/r	=	Relación de esbeltez
K	=	Rigidez de un elemento
L	=	Distancia entre apoyo
Lo	=	Longitud mínima de confinamiento
Ln	=	Longitud no soportada para confinamiento
Lu	=	Longitud libre, de columna
M(+)	=	Momento de flexión positivo
M(-)	=	Momento de flexión negativo
Mu	=	Momento de flexión último
Mx	=	Momento en dirección X
My	=	Momento en dirección Y
P	=	Carga axial de trabajo
Pcr	=	Carga crítica que produce pandeo
Pm	=	Carga axial por carga muerta

P'_{o}	=	Carga axial nominal (compresión pura)
P'_{oy}	=	Carga axial última con excentricidad "ey"
P_u	=	Carga axial última
P'_{u}	=	Carga axial de falla o nominal
P_v	=	Carga axial por carga viva
P'_{x}	=	Carga axial nominal con excentricidad "ex"
q	=	Presión ejercida por el suelo sobre la zapata
q_u	=	Presión última ejercida por el suelo sobre la zapata
s	=	Espaciamiento entre estribos por corte
S_o	=	Separación máxima entre estribos de confinamiento
t	=	Espesor de zapata
vc	=	Esfuerzo de corte simple que resiste el concreto
vp	=	Esfuerzo de corte punzonante
vr	=	Esfuerzo de corte punzonante que resiste el concreto
vu	=	Esfuerzo cortante
V	=	Fuerza de sismo
V_a	=	Fuerza de corte actuante
V_c	=	Fuerza de corte nominal que resiste el concreto
V_p	=	Fuerza de corte punzante crítica
V_s	=	Fuerza de corte nominal que resiste el estribo
V_s	=	Fuerza de corte simple crítica
V_s	=	Valor soporte del suelo
V_u	=	Fuerza de corte última
W	=	Peso de un elemento de la estructura
X	=	Distancia al centro de masa de un elemento estructural a partir de un eje de referencia en el sentido largo de la estructura
Y	=	Distancia al centro de masa de un elemento estructural a partir de un eje de referencia en el sentido corto de la estructura.
B_d	=	Factor de flujo plástico
$\&$	=	Magnificador de momentos
ρ	=	Porcentaje de acero
ρ_s	=	Relación volumétrica del volumen de espiral al volumen total del núcleo
ρ_u	=	Producto utilizado en diagramas de interacción
\emptyset	=	Factor de reducción de capacidad
ψ_1	=	Grado de empotramiento (parte superior de columna)
ψ_2	=	Grado de empotramiento (parte inferior de columna)

V. GLOSARIO

Centro de Masa: Punto donde se considera aplicada la fuerza lateral sísmica cuando ocurre el sismo.

Centro de Torsión: También llamado de rigidez, es el punto en el que se encuentra aplicada la resultante de las fuerzas resistentes en el momento en que se aplica la carga sísmica.

Diafragmas Rígidos: Sistemas estructurales considerados indeformables en su plano, que sirven para transmitir cargas laterales a los elementos verticales, tal el caso de las losas de cubierta y entrepiso.

Ductilidad: Propiedad de los materiales y elementos estructurales de resistir grandes deformaciones o de absorber gran cantidad de energía.

Hiperestaticidad: Se le llama así a la propiedad de un sistema estructural de poseer gran número de fuerzas de reacción en diferentes direcciones.

Marco Estructural: Opción de sistemas estructurales, compuesto de vigas y columnas, diseñado para soportar cargas gravitacionales, horizontales y desplazamientos angulares (rotaciones).

Módulo de Elasticidad: Es la relación entre el esfuerzo a que se somete un material y su deformación unitaria. Se obtiene de la gráfica de esfuerzo-deformación del material.

Momento de Inercia (I): Es el resultado de la siguiente integración: $M_y = \int K y^2 dA$ o $M_x = \int K x^2 dA$
Donde M es el momento flexionante de la sección, "y" y "x" son la distancia del eje neutro al diferencial de área. La designación de segundo momento de área es más apropiada que momento de inercia, ya que esta última debería usarse sólo en caso de integrales de masa, sin embargo, en Ingeniería momento de inercia se usa en relación con áreas y en relación con masas.

Momento Polar de Inercia (J): Integral de gran importancia en problemas que involucran torsión o rotación: $J = \int r^2 dA$ donde "r" es la distancia del elemento de área dA (también debería llamarse momento polar de área). Se puede calcular a partir de los momentos de inercia I_x e I_y , ya que "r" depende de las componentes "x" y "y".

Rigidez: Fuerza producida por la unidad de deformación o desplazamiento.

Valor Soporte del Suelo: Esfuerzo máximo que puede soportar el suelo sin que sufra aplastamiento o desplazamiento de sus partículas y se produzcan fallas de corte en su masa.

VI. INTRODUCCIÓN

La facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuenta con 11,800 estudiantes, de los cuales más del 85% ocupan el edificio T-3. En los últimos años se viene desarrollando el fenómeno de sobrepoblación estudiantil, llegando al extremo de recibir clases magistrales en los corredores del edificio, e incluso exámenes parciales y finales. El problema se agudiza más con la ocupación del espacio de aulas y pasillos del T-3 por oficinas administrativas y docentes que disminuyen significativamente el porcentaje de aulas.

Buscando solucionar el problema expuesto, se presenta el siguiente trabajo de tesis, en el que se propone el proyecto para la construcción de un edificio de recursos estudiantiles en la facultad de ingeniería, en el cual se ubiquen la asociación de estudiantes y la cafetería de la facultad, y que el nuevo espacio que se obtenga en el edificio T-3 sea utilizado en salones de clases.

Este trabajo consta básicamente de dos partes: La primera pretende, por medio de una investigación, determinar las causas que originaron el problema y que aún persisten, esto con el fin de justificar claramente la necesidad de un nuevo edificio para la facultad de ingeniería.

En el primer capítulo se presentan la información necesaria del origen de la ciudad universitaria, su planificación, construcción, criterios de diseño y un análisis de hasta dónde se cumplió con la planificación de la ciudad universitaria, que es el origen del problema. Luego de ello se tiene un análisis de la ocupación del edificio T-3, así como la propuesta del uso del nuevo espacio, al momento de trasladar la asociación de estudiantes y la cafetería al edificio que aquí se plantea construir.

La segunda parte de la tesis, va encaminada directamente a la planificación del proyecto, el cual consta de varios capítulos; el segundo capítulo se refiere al diseño arquitectónico, en el cual se plantea un estudio de impacto ambiental, el emplazamiento del edificio dentro del complejo de ingeniería, el reconocimiento del terreno, un programa de necesidades y la propuesta arquitectónica.

En el tercer capítulo se contempla el estudio de suelos previo al diseño de la estructura, la importancia de este estudio, definición de capacidad soporte, cómo obtener las muestras de suelo y qué ensayos son los apropiados.

En estos dos capítulos anteriores, se persigue también proporcionar la información general o teórica de los temas tratados, a fin de que pueda servir como un documento de consulta para todo lector. Luego de esta teoría, se presente el tema central que es la planificación del proyecto del edificio de recursos estudiantiles de la facultad de ingeniería.

El cuarto capítulo está dedicado al análisis y diseño estructural del edificio. Se determinará el tipo de estructura a construir, luego de ello se inicia el análisis estructural, previo predimensionamiento de elementos y la integración de cargas gravitacionales y de sismo. Con los datos arrojados del análisis estructural se procede al diseño de todos los elementos de la estructura.

Por último se hace notar que este trabajo tiene un enfoque de servicio general, ya que el documento servirá de base para los estudios de factibilidad por parte de las autoridades universitarias correspondientes y a la vez puede ser de mucha utilidad para estudiantes o personas interesadas en la materia, ya que abarca puntos teóricos que dieron origen al diseño arquitectónico y estructural del edificio, así como de sus diferentes etapas de anteproyecto y el punto muy importante previo a construir, como lo es el estudio de impacto ambiental.

En conclusión, la problemática actual de la ciudad universitaria, básicamente la sobrepoblación, lleva a determinar que es necesaria la construcción de este edificio, como una alternativa, ya que queda claro en la investigación que el edificio T-3 es insuficiente para la demanda estudiantil y que la cafetería y la A.E.I. están actualmente en instalaciones que no prestan ningún tipo de comodidad y eficiencia.

VII. OBJETIVOS

- 1.- Incrementar el número de salones de clases del edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería para poder atender la creciente demanda estudiantil.
- 2.- Darle tanto a la cafetería de la Facultad como a la Asociación de Estudiantes de Ingeniería, un edificio más apropiado para sus actividades.
- 3.- Elevar el nivel urbano del complejo de ingeniería, paralelamente con el bienestar académico de los estudiantes de la facultad, al contar con todos los servicios adecuados aquí propuestos.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Breve Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Facultad de Ingeniería.

Como un preámbulo a las razones por las cuales se plantea la construcción del Edificio de Recursos Estudiantiles de la facultad, se presenta una breve reseña histórica de la Universidad de San Carlos y de la Facultad de Ingeniería.

La Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución con personalidad jurídica, mantiene su carácter de institución Descentralizada y Autónoma del Estado y tiene la capacidad de darse sus propios Estatutos y Reglamentos. Le corresponde organizar, dirigir y desarrollar la enseñanza estatal de la Nación y la educación profesional universitaria.

Dicha institución fue fundada en el año de 1,676 por la Real Cédula del Rey Carlos II de España. A partir de su fundación la Universidad ha atravesado una serie de transformaciones tanto físicas como administrativas que no vienen al caso mencionar, encaminando nuestro historial conciso en la Facultad de Ingeniería.

En 1,776 se enseña Física y Geometría, iniciando con esto las matemáticas.

En 1,834 se otorgan los primeros títulos a agrimensores.

En 1,875 se crearon formalmente las primeras carreras de ingeniería en la Escuela Politécnica, recién fundada.

En 1,879 se establece la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos.

En 1,882 se eleva a la categoría de facultad

En 1,930 se inicia la carrera de Ingeniería Civil.

A partir de 1,959 ocupa sus propios edificios en la Ciudad Universitaria Zona 12.

En 1,966 se autorizó la diversificación de las carreras de Ingeniería, comenzando por la de Mecánica Industrial.

En 1,967 se incorporó la Ingeniería Química.

En 1,968 se establecen carreras de Ingeniero Mecánico e Ingeniero Industrial separadamente, así como las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

En 1,971 se integran las carreras de Ingeniero en Ciencias y Sistemas y se inaugura el Pénsum flexible.

A partir de la diversificación de carreras autorizadas en el año 1,966, las cuales han hecho necesario la especialización en las diferentes ramas de la ingeniería, se han creado hasta la fecha las siguientes escuelas:

- Escuela de Ingeniería Civil
- Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
- Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
- Escuela de Ingeniería Química
- Escuela de Ciencias
- Escuela Técnica
- Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas
- Carrera de Ingeniería Mecánica
- Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (Nivel de Postgrado).

Carreras a Nivel de Pregrado:

- Ingeniería Civil
- Ingeniería Eléctrica y Electrónica
- Ingeniería Química
- Ingeniería en Ciencias y Sistemas
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Mecánica Industrial
- Ingeniería Mecánica Eléctrica
- Licenciatura en Matemática Aplicada
- Licenciatura en Física Aplicada

La población estudiantil de la facultad de ingeniería es de 11,800 estudiantes (año 1,995), los cuales ocupan un área de 4,811.00 metros cuadrados ¹ dentro de la ciudad universitaria zona 12.

1.1.2 Distribución de Áreas de la Ciudad Universitaria de la Universidad de San Carlos

A continuación se presentará un breve estudio de la forma en que es ocupado el espacio de la ciudad universitaria, a fin de tener una idea clara de las áreas verdes con que se cuenta. Este análisis fue realizado por Ana B. Zetina, Alba L. Fernandez y Gloria R. Lara como parte de su tesis titulada "Análisis para la optimización de las instalaciones físicas de la ciudad universitaria zona 12", en el año de 1991.

TABLA No. 1
DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA TOTAL

USO DEL TERRENO	MTS. CUAD.	MANZANAS	% DEL ÁREA TOTAL
Área Edificada	130,509	18.68	11.00
Área Verde	361,983	51.81	30.48
Área de cultivo y no aprovechable	152,156	21.78	12.81
Área de deportes	58,000	8.30	4.88
Área de Estacionamientos	83,900	12.01	7.06
Circulación peatonal y plazas	48,926	7.00	4.12
Circulación vehicular	72,836	10.42	6.13
Granja experimental de veterinaria	139,740	20.00	11.76
Granja experimental de agronomía	139,740	20.00	11.76
Total	1,187,790	170.00	100.00

TABLA No. 2
ANÁLISIS DEL ÁREA TOTAL

USO DEL TERRENO	MANZANAS	% DEL ÁREA TOTAL
Área utilizable	108.23	63.67
Área de reserva	61.77	36.33
Desglosada así: Área de cultivo no aprovechable 21.77 mz.		
Granja experimental de veterinaria 20.00 mz.		
Granja experimental de Agronomía 20.00 mz.		
Totales	170.00	100.00

¹ Incluye únicamente el área del edificio T-3 destinada para salones de clases y pasillos.

TABLA No. 3
ANÁLISIS DEL ÁREA UTILIZABLE

USO DEL TERRENO	MANZANAS	% ÁREA UTILIZABLE
Área edificada	18.67	17.25
Área de deportes	8.30	7.67
Área de estacionamientos	12.00	11.09
Área circulación peatonal + plazas	7.00	6.47
Circulación vehicular	10.41	9.62
Área verde o de expansión	51.85	47.90
Totales	108.23	100.00

De las tablas anteriores se puede definir:

1.- **Área Edificada:** En esta área están comprendidos todos los edificios destinados a la docencia, administración, mantenimiento, etc..

2.- **Área Verde:** Las áreas verdes pueden definirse como las destinadas a la recreación al aire libre y zonas de espacios abiertos, en las cuales no se puede edificar por diversos motivos.

El objetivo de las áreas verdes o campos de recreación al aire libre es proveer de instalaciones, terrenos y oportunidades para satisfacer la demanda de actividades como caminar, nadar, ciclismo, campismo, deporte, juegos y eventos culturales al aire libre.

Clasificación y Funciones de los Espacios Abiertos: Los terrenos para espacios abiertos o áreas verdes se pueden clasificar en 5 categorías generales; de acuerdo a la función principal, tierras dedicadas a:

1- producción de recursos incluyendo la agricultura y minería.

2- Protección ambiental, abarcando refugios para peces y vida silvestre, áreas de recarga de acuíferos, y áreas protegidas de cuencas y corredores de los ríos.

3- Protección de la salud pública y seguridad incluyendo áreas de inundación, zonas de derrumbes zonas con peligro de incendios, y áreas expuestas a mucho ruido.

4- La satisfacción de las necesidades de recreación al aire libre: parques, campos para juegos, paseos y otras áreas de recreación.

5- Áreas divisorias y de transición entre comunidades adyacentes o usos incompatibles del suelo, control del crecimiento, límites y barreras, y corredores útiles para la transportación, como un determinante de la forma urbana.

En Guatemala son aplicables con mayor relevancia los espacios abiertos del numeral 2 y 4 ya que las áreas verdes y de reforestación son las bases sobre las cuales pueden proyectarse políticas ambientales.

En nuestro medio las áreas verdes se clasifican, de acuerdo a su extensión:

- a) Áreas masivas (barrancos)
- b) Nivel medio (parques y campos)
- c) Nivel medio bajo (arriates que dividen las calles)
- d) Nivel bajo (jardines particulares)

3.- **Área no Aprovechable:** Es aquella comprendida por barrancos, ubicados en la parte sur-oeste y sur de la ciudad universitaria.

1.1.3 Planificación de la Ciudad Universitaria zona 12

Durante los periodos rectorales posteriores a 1,944 se da inicio a la planificación de las instalaciones de la Universidad de San Carlos. Son 5 las planificaciones realizadas para tal fin, del análisis realizado de las 5, se expresa lo siguiente:

Las tres primeras planificaciones únicamente comprendían unificar las instalaciones de la USAC, respondían a una estructura académica tradicional; no acorde a los cambios que se venían operando en la vida universitaria del país. La planificación número 4 daba indicios a esos cambios y reflejaban una planificación física coherente con su estructura académica. De las 4 primeras planificaciones se realizaron algunos trabajos, pero el plan físico de la ciudad universitaria actual responde a la planificación número 5 por lo cual se analiza a continuación. ²

² Análisis realizado por Ana B. Zetina, Alba L. Fernández y Gloria R. Lara, como parte de su tesis titulada "Análisis para la Optimización de las instalaciones Físicas de la Ciudad Universitaria zona 12" Universidad de San Carlos de Guatemala, Año 1991.- pags. 4, 5, 6 y 7.-

1.1.3.1 Planificación número cinco

Durante el periodo rectoral del Licenciado Edmundo Vásquez Martínez (1,966-70) fue fundado el departamento de planificación física y académica de la USAC, que replanteó la organización del plan académico y la posibilidad de enfrentar el crecimiento poblacional de la universidad, con instalaciones y espacios arquitectónicos adecuados a la dinámica de los cambios pedagógicos.

Durante el rectorado del Dr. Roberto Valdeavellano P. se presenta la propuesta de elaboración del estudio por la comisión de planificación, primeramente se plantea la organización del plan académico, se considera que el plan físico debe responder a una estructura académica abierta y así también se adapta a los cambios y modificaciones que en el futuro ofrece la enseñanza. Esta estructura académica (Plan Académico) se enfoca hacia la función **investigación**, la convierte en la función más importante de la vida universitaria, basándose en la expectativa hacia los múltiples cambios que se operan en los renglones de la enseñanza, Pedagogía y los métodos de educación superior, así también le da énfasis a la función **extensión**, es así como esta estructura académica establece los lineamientos en que se basa la planificación cuyo objetivo principal es de disponer de los espacios y medios físicos necesarios para realizar la tarea de formación universitaria del país.

Los hechos que sientan las bases que dieron origen a esta planificación lo constituyen:

- La explosión demográfica estudiantil (existiendo incapacidad para atender en instalaciones adecuadas a la población).
- La demanda de profesionales que presentaban una expectativa cada vez mayor, en correspondencia con el desarrollo previsto del país (necesidad de cubrir campos adicionales).
- Centralizar actividades en ese tiempo diseminadas y desvinculadas para no duplicar esfuerzos y originar pérdidas por la utilización intensiva de los servicios.
- El impulso de la política de desconcentración, descentralización y democratización de la enseñanza superior. El impulso de esta política implica la readecuación total de la estructura universitaria.

La planificación número 5 contemplaba los siguientes renglones:

- 1.- Planteamiento de una estructura académica orientada a las funciones de investigación y extensión, flexible y acorde a las necesidades del país (necesidades profesionales). (Ver plan de desarrollo metropolitano de la Usac, comisión de planificación física Usac, 1,975-79).

- 2.- Construcción acelerada de la ciudad universitaria en la zona 12, a un plazo de 5 años (1,975-80).
- 3.- Establecimiento de un núcleo universitario dentro de la ciudad, de carácter inmediato propuesto en una de las dos propiedades de la USAC, para solucionar el problema que ya se daba en esa época de la concentración estudiantil (desconcentración y dispersión).
- 4.- Establecimiento y construcción de otros núcleos universitarios dentro de la ciudad, en coherencia con la nueva estructura académica propuesta; así también localizados según las tendencias de crecimiento de la ciudad.
- 5.- Creación y construcción de centros regionales, dándole auge a la política de regionalización y producción profesional acorde al desarrollo productivo del país.

1.1.4 Criterios de Diseño para la Ciudad Universitaria

1) Se considero que la solución del espacio físico no debía estar aislada de la organización académica o administrativa; el proyecto debía, como mínimo alojar a la universidad de ese periodo para permitir el funcionamiento de la universidad transformada, según lo propuesto por el plan académico, ser adaptable a cualquier cambio no previsible y que pudiera ocurrir en el futuro dentro del alcance de la vida útil de los edificios que se construyeran (fijados a cincuenta años); considerando los cambios que la universidad del futuro pudiera tener; para esto se establecieron una serie de principios para el proyecto y para cada uno de sus elementos, tales principios son:

- Flexibilidad
- Compasidad
- Versatilidad
- Crecimiento
- Humanización
- Separación de la circulación vehicular y peatonal.

Dentro de estos principios se estudió la solución arquitectónica del conjunto y de los edificios, hasta llegar al concepto adoptado de un campus modulado, con edificios modulados, utilizando como módulo fundamental la célula tipo de 9.00 mts. por 9.00 mts. La circulación peatonal y vehicular y la infraestructura se adaptaron a esta solución modular.

2) Se adoptó la planificación a las construcciones existentes. Hasta 1,968 la ciudad universitaria concebida originalmente como **CAMPUS UNIVERSITARIO**, estaba desarrollada bajo el esquema denominado de pre-guerra con características como:

- Dispersión

- Duplicidad de servicios (aulas, laboratorios, auditorios, etc.)

- Excesiva distancia entre los edificios

- El diseño se consideró para una capacidad de 25,000 estudiantes como mínimo y 35,000 máximo, considerándose el límite de la población a atender.

3) En este proyecto se mantuvo el esquema de la planificación número 4 de diseñar una vía de intercomunicación vehicular, por lo que internamente la ciudad universitaria se considero netamente peatonal, con distancias máximas de 300 a 600 metros, con tiempos de recorrido de 5 a 10 minutos.

4) El conjunto se distribuyó utilizando 71.5 manzanas del área total del terreno, misma que se había destinado en las planificaciones anteriores: pero considerando una mayor densificación, el resto del terreno se destinaría a reserva y campos de experimentación agrícola. Este criterio de densificación fue para crear un eje peatonal; así también la concentración de los edificios permitía una economía de escala y un uso intensivo del espacio.

5) Incorporación en el ambiente de elementos culturales.

6) Jerarquización en elementos arquitectónicos. (edificio de rectoría y de recursos educativos).

7) La zonificación de las áreas se hizo atendiendo al plan académico de la universidad, dividiendo la ciudad universitaria en áreas:

- 1.- Ciencias

- 2.- Ciencias sociales y Humanidades

- 3.- Ciencias de la Salud

- 4.- Área Tecnológica

- 5.- Área Central Administrativa y de Servicios.

8) Se mantuvo el criterio de sacar fuera de conjunto las áreas de estacionamientos generales (para estudiantes), dejando al rededor de la vía perimetral estacionamientos para administración y docencia. Un sistema de buses interno recorrería la ciudad universitaria, transportando estudiantes de las áreas de estacionamiento general a sus respectivas unidades académicas; así también se consideró un sistema de buses de la ciudad universitaria al trébol y viceversa, utilizando el trébol como punto de transferencia.

1.1.5 Conclusiones del análisis de la Planta física de la Ciudad Universitaria

La presente investigación va encaminada al estudio del uso del suelo en la ciudad universitaria, las siguientes conclusiones fueron presentadas ³ luego de un análisis completo de la situación física de la Usac:

1) La forma en que se da el uso del suelo en la ciudad universitaria, limita las posibilidades de expansión y crecimiento de las instalaciones, ya que el área verde viene a ser la equivalente al área recreativa y de expansión disponible.

2) El mal concebido criterio de que a mayor número de estudiantes, mayor número de área; condiciona el uso inadecuado del equipamiento educativo de la ciudad universitaria por facultad o escuela, así también algunas edificaciones albergan en su mayor área a instituciones administrativas, no existiendo una proporción en área en relación al uso académico de las edificaciones.

3) La Facultad de Ingeniería y Calusac, son las unidades funcionales que en base a nuestro análisis logran la optimización del uso del espacio con relación a sus horarios de actividades y al número de estudiantes con que cuenta.

4) En lo que a imagen y a paisaje urbano se refiere, la ciudad universitaria cumple con las características de diseño, siendo el mantenimiento inadecuado que se le da a las instalaciones y los espacios abiertos lo que deteriora en parte la imagen y el paisaje urbano.

1.1.6 Definición de la Problemática de la Universidad de San Carlos

1) El plan físico de la ciudad universitaria responde a la planificación número 5, la cual no se ejecutó en su totalidad debido a situaciones económicas, quedando algunos edificios de la ciudad universitaria sin llegarse a construir. Como consecuencia directa quedaron algunos factores sin solucionar, por ejemplo:

³ Análisis realizado por Ana B. Zetina, Alba L. Fernández y Gloria R. Lara, como parte de su tesis titulada "Análisis para la Optimización de las instalaciones Físicas de la Ciudad Universitaria zona 12" Universidad de San Carlos de Guatemala, Año 1991.

Se sigue dando el acelerado crecimiento de la población estudiantil que se fue concentrando en la ciudad universitaria, influyendo también que los centros regionales se crearon bajo el principio de crear carreras técnicas cortas que respondan a la vocación de la región y a las necesidades profesionales del país; estas carreras no eran las que se desarrollarían dentro de la ciudad universitaria zona I2, lo que siguió generando migración estudiantil a la ciudad capital para estudiar carreras tradicionales.

2) Con respecto a la utilización interna de los edificios existentes, en ellos no se desarrolla una actividad definida, se da una mezcla en el desarrollo de actividades, por ejemplo:

- Actividad académica que se desarrolla: Clase magistral, laboratorios y administración de cada facultad.
- Actividad administrativa: Administración co-académica (cubículos, docencia)
- Actividades complementarias: Cafeterías, cooperativas, asociación de estudiantes, etc.

3) Las áreas verdes existentes dentro de la ciudad universitaria, son sin conformación.

4) La ciudad universitaria fue diseñada para atender un límite de estudiantes (25,000-35,000), la concentración estudiantil en la ciudad universitaria sobrepasa casi el doble de ese límite. Considerando que no se construyeron en su totalidad los edificios proyectados, esto duplica la crisis de utilización de espacios académicos, administrativos y no- académicos.

1.2 ANÁLISIS DE OCUPACIÓN DEL ESPACIO DEL EDIFICIO T-3 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

El edificio T-3 de la facultad de ingeniería fue concluido en el año de 1959, y su construcción se inicio durante el periodo del rector Lic. Vicente Diaz Samayoa (1954-1958), como parte de la planificación No. 3 de la ciudad universitaria, de la cual no se siguió una planificación en conjunto, sino que se trabajó en la planificación y ejecución de edificios aislados, según las necesidades del momento.

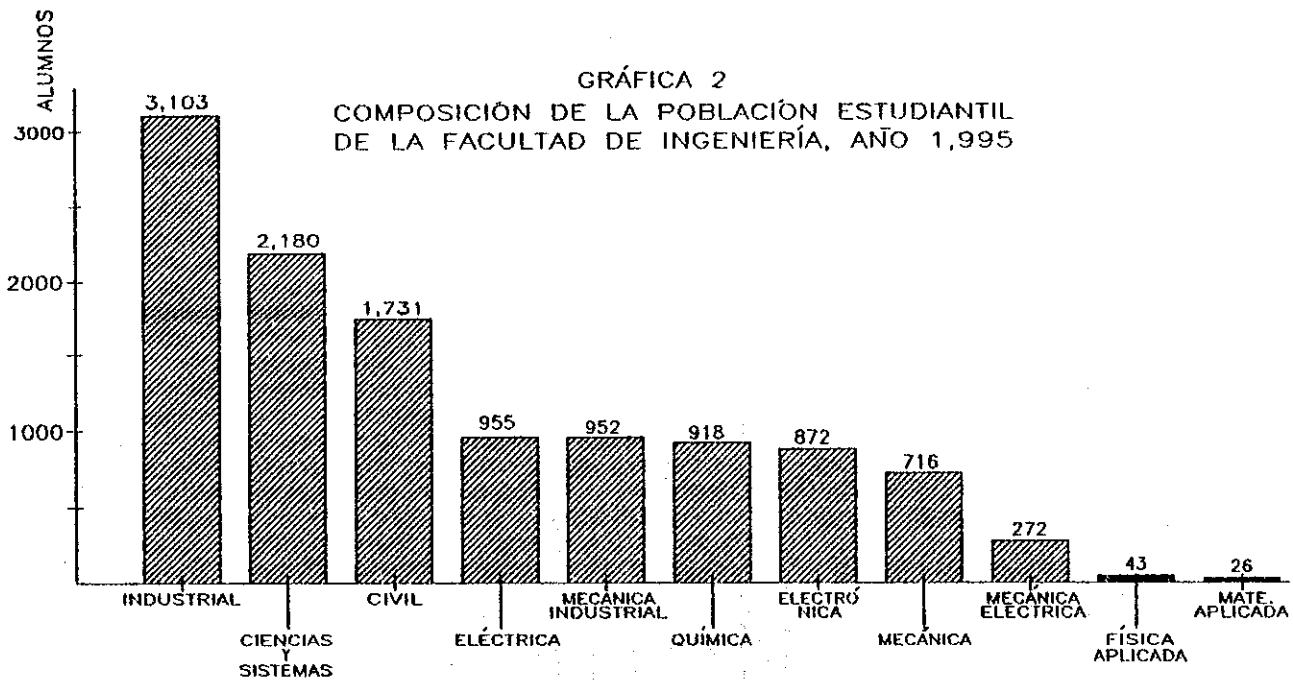
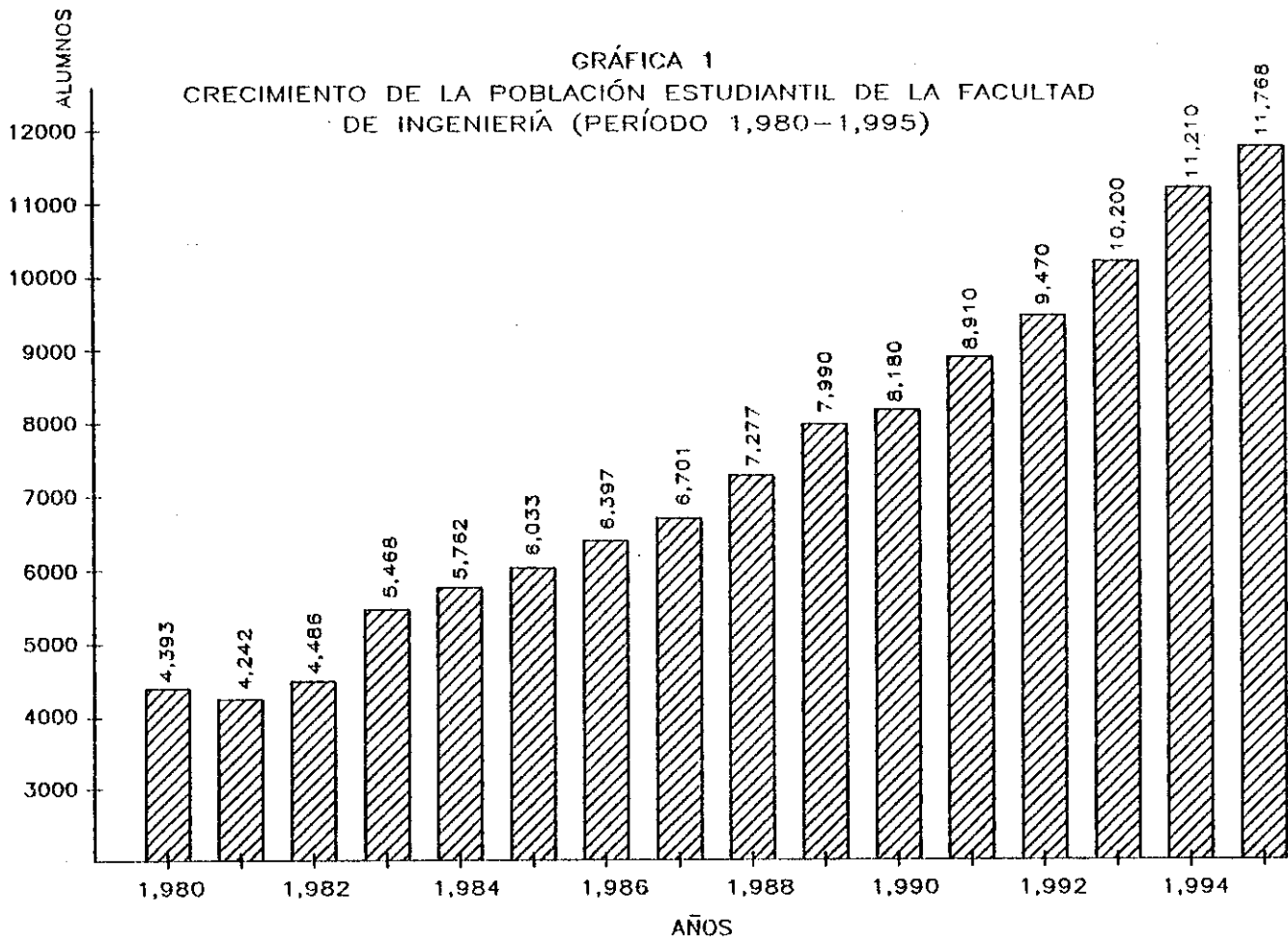
Actualmente la facultad de ingeniería tiene un total de 11,800. Esta cifra significa el 34% de la máxima capacidad de diseño de la Universidad de San Carlos. Los cuatro niveles del edificio T-3 tienen un área de aulas de 2,842 mts. cuadrados, lo cual da un índice de ocupación de aulas de 4 estudiantes por metro cuadrado, ambos datos obtenidos anteriormente, muestran **primero**, que la ciudad universitaria está sobrepoblada y **segundo** que el edificio T-3 de la facultad de ingeniería es insuficiente para la demanda de estudiantes.

Desde su inicio de funciones hasta nuestros días, dos factores afectan el buen funcionamiento del edificio en cuanto a docencia se refiere.

1.- La Sobrepoblación Estudiantil: La Universidad de San Carlos de Guatemala, es una casa de estudios superiores disponible para la población de escasos recursos que desea superarse y ayudar al desarrollo del país. La Usac fue diseñada para 35,000 estudiantes como máximo, evidentemente este criterio de diseño no fue respetado, atendiendo toda la demanda estudiantil sin tomar ningún tipo de medida. Ver las gráficas 1 y 2 en la siguiente hoja.

2.- Debido a falta de edificaciones, algunos salones de clases han tenido que ser utilizados como cubículos de control y administración docente y algunos otros que son ocupados por departamentos de algunas escuelas, así como también por algunos servicios complementarios como lo son la cafetería, centros de fotocopiado, cooperativa, y por último la A.E.I. Todos estos departamentos y servicios, reducen significativamente el área destinada en aulas, según se puede comprobar en un recorrido que se hizo en cada nivel del edificio T-3 arrojando los datos que se muestran en las tablas y planta de cada nivel.

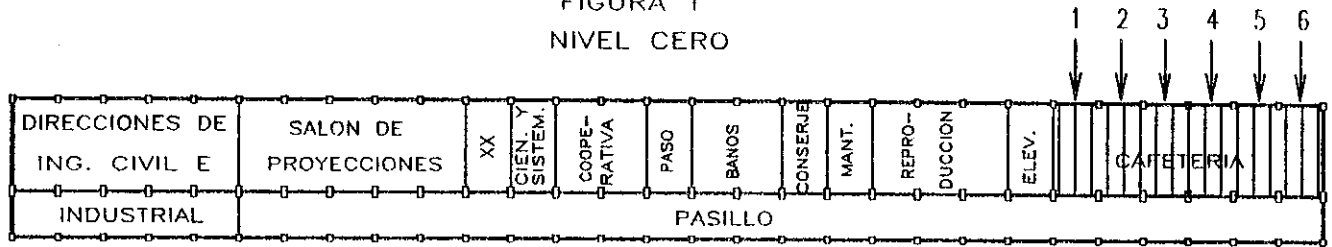
Cada nivel del edificio T-3 de la facultad de ingeniería tiene un área de 1,066 mts. cuadrados, de los cuales, el 33% (355.25 mts. cuadrados) son utilizados en pasillo, quedando 710.50 mts. cuadrados utilizables para salones de clases. Por su diseño estructural formado por marcos, el edificio T-3 esta dividido en 29 módulos de donde se obtuvo el área total, entonces en cada nivel hay 5 módulos que se destinan para el uso de los baños tanto de hombres como de mujeres y para el ducto del elevador, por lo que el porcentaje de aulas para cada nivel es de $(100\% - 5/29) = 83\%$.



FUENTE: CENTRO DE CÁLCULO DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO DE ÁULAS T-3
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

FIGURA 1
NIVEL CERO



ESTE NIVEL ES SOLO PARA USOS VARIOS, EXCLUYENDO EL SALÓN DE PROYECCIONES

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

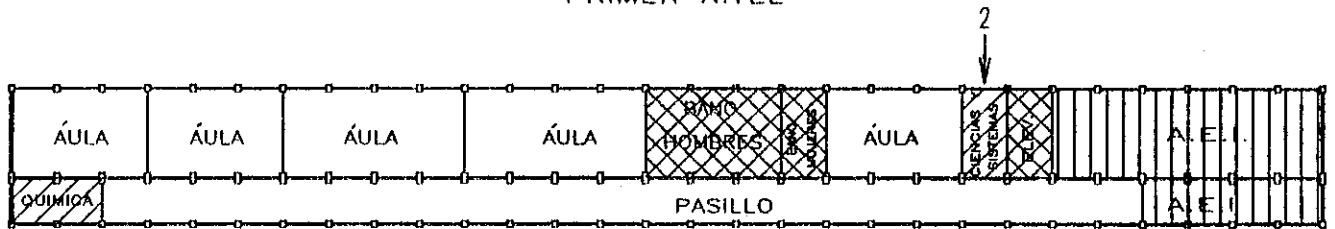
NIVEL 0	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
DIRECCIONES DE ING. CIVIL E INDUSTRIAL	122.50	17
SALÓN DE PROYECCIONES	122.50	17
ADMIN. DOCENTE DE ING. EN CIENCIAS Y SISTEMAS	24.50	3
COOPERATIVA DE INGENIERÍA	49.00	7
ÁREA DE PASO, BAÑOS PERSONAL, CONSERJE Y MANTENIMIENTO	147.00	21
REPRODUCCIÓN	73.50	11
DUCTO DE ELEVADOR	24.50	3
CAFETERÍA	147.00	21
TOTALES	710.50	100

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 0	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
DIRECCIONES DE ING. CIVIL E INDUSTRIAL	61.25	17
PASILLOS HABILITADOS	294.00	83
TOTALES	355.25	100

NOTA: VER SIMBOLOGÍA EN HOJA DEL NIVEL 4

FIGURA 2
PRIMER NIVEL



OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 1	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
ÁULAS	416.50	59
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEV.	24.50	3
COORD. CIENCIAS Y SISTEMAS	24.50	3
A.E.I.	147.00	21
TOTALES	710.50	100

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

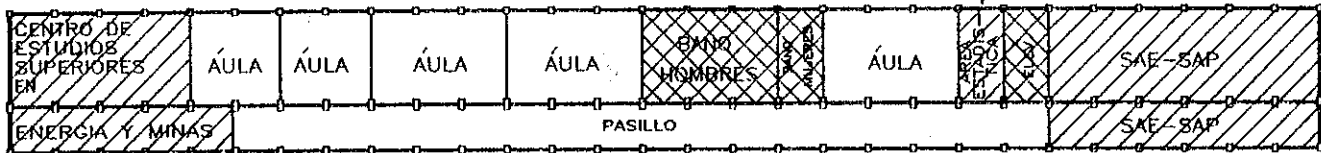
NIVEL 1	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
ADMIN. DOCENTE QUÍMICA	24.50	7
A. E. I.	49.00	14
PASILLOS HABILITADOS	281.75	79
TOTALES	355.25	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ANÁLISIS DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO DE ÁULAS T-3
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

FIGURA 3
SEGUNDO NIVEL



OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

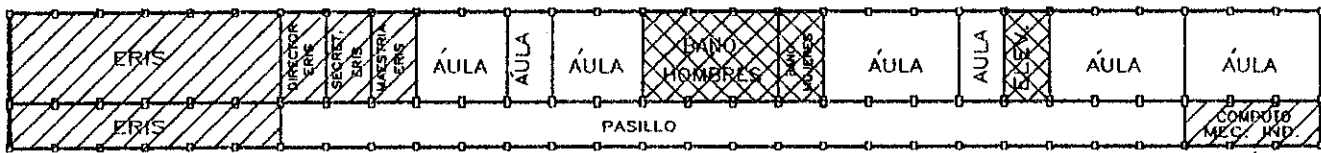
NIVEL 2	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ENERGIA Y MINAS	98.00	14
ÁULAS	318.50	45
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEV.	24.50	3
ADMIN. DOCENTE ESTADISTICA	24.50	3
SAE/SAP	147.00	21
TOTALES	710.50	100

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 2	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ENERGIA Y MINAS	61.25	17
SAE/SAP	49.00	14
PASILLOS HABILITADOS	245.00	69
TOTALES	355.25	100

NOTA: VER SIMBOLOGIA EN HOJA DEL NIVEL 4

FIGURA 4
TERCER NIVEL



OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 3	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
ERIS	220.50	31
ÁULAS	367.50	52
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEVADOR	24.50	3
TOTALES	710.50	100

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 3	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
ERIS	73.50	21
SALA COMPUTO ING. MEC. INDUSTRIAL	36.75	10
PASILLOS HABILITADOS	245.00	69
TOTALES	355.25	100

ANÁLISIS DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO DE ÁULAS T-3
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

FIGURA 5
CUARTO NIVEL



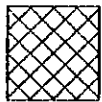
OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 4	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
ÁULAS	563.50	80
ADMIN. DOCENTE TOPOGRAFÍA	24.50	3
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEVADOR	24.50	3
TOTALES	710.50	100

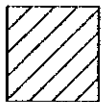
OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE
PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 4	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
ÁULAS	104.00	29
PASILLOS HABILITADOS	251.25	71
TOTALES	355.25	100

SIMBOLOGÍA:



Área para servicio general indispensable, ocupa el 17% del área de aulas en cada nivel.



Oficinas y Cubículos que ocupan espacio de aulas y pasillos.



Áreas propuestas para trasladar al nuevo edificio (cafetería y A.E.I.)



Áulas o salones de clases y pasillos.



Cubículos docentes que se proponen se ubiquen en el área que era la Cafetería, con su posible ubicación.

En base a lo anterior, en cada nivel existe un déficit de aulas, debido al uso del espacio de diferentes oficinas, siendo éstas las siguientes:

- Asociación de estudiantes de ingeniería (ocupa el 21% del espacio en el nivel uno)
- Centro de estudios superiores en energía y minas "CESEM" (ocupa el 14% del espacio en el nivel dos)
- SAE - SAP (ocupa el 21% del espacio en el nivel dos)
- Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria "ERIS" (ocupa el 31% del espacio en el nivel tres)

Existen otras pero de menor importancia en cuanto al uso del espacio. El nivel cero del edificio es más utilizado para oficinas, cooperativa, centro de reproducción, por lo que no es destinado al uso de aulas, en este mismo nivel también se encuentra la cafetería de la facultad.

En promedio, el edificio T-3 tiene actualmente un porcentaje de aulas de 59%, para un 83%, que está capacitado, tienen un déficit del 24%, el cual se piensa disminuir trasladando la AEI y la cafetería a otro edificio. Al trasladar la cafetería y la AEI al nuevo edificio, se logrará aumentar el porcentaje de aulas, de un 59% a un 67%, quedando solamente un déficit del 16% y desocupando también los pasillos del nivel 1 y 3.

1.3 PROPUESTA PARA EL USO DEL NUEVO ESPACIO

Al haber trasladado la cafetería y la AEI a su nuevo edificio, se propone la siguiente alternativa para utilizar el espacio obtenido:

1.- Por su importancia y el espacio considerable que ocupan, no es posible trasladar las siguientes oficinas:

- Centro de Estudios Superiores en Energía y Minas "CESEM"
- SAE - SAP
- Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria "ERIS"

2.- El nivel cero no es recomendable para ser utilizado como salones de clases, debido a la panorámica que muestra (tránsito de vehículos y personas, jardines, etc.), ya que evitan la concentración, por lo que se recomienda, trasladar al área de lo que fue la cafetería, los siguientes departamentos:

- El cubículo de Ciencias y Sistemas del primer nivel, un módulo
- El departamento de Química que se encuentra en el corredor o pasillo del primer nivel, un módulo
- El departamento de Estadística en el segundo nivel, un módulo
- La sala de cómputo de mecánica industrial en el pasillo del tercer nivel, dos módulos.
- El cubículo del área de Topografía del cuarto nivel, un módulo.

Para este traslado, será necesario hacer la tabicación correspondiente para separar los departamentos, los cuales no serán afectados por la panorámica descrita anteriormente.

3.- El área que ocupaba la AEI puede ser perfectamente utilizada para salones de clase, pudiendo ser estos dos salones de tres módulos cada uno. Necesitando solamente de una tabicación para obtener los dos salones.

1.3.1 Beneficios Obtenidos

1.- El nivel cero será exclusivo para oficinas y usos varios.

2.- El primer nivel pasará a ser netamente para salones de clases ya que su porcentaje de uso sería el máximo, que es el 83%, y la totalidad de sus pasillos quedaría libre.

3.- El segundo nivel aumentaría su porcentaje de aulas del 45% al 48%.

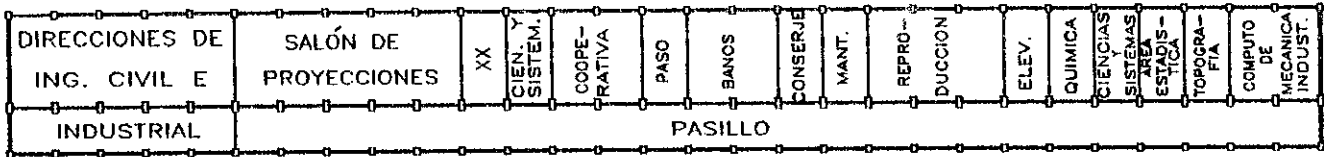
4.- En el tercer nivel, quedaría libre el pasillo este, al evacuar al nivel cero la sala de cómputo de mecánica industrial.

5.- El cuarto nivel también pasaría a ser netamente para salones de clases al llegar su porcentaje al máximo de 83%.

6.- Como una última recomendación, se considera que, los salones de clases deben de ser como máximo de tres módulos de largo, es decir de 10.50 mts. de largo, ya que a una distancia mayor el estudiante empieza a tener problemas visuales y problemas para escuchar, a la vez que hay mayor distracción, mientras que un aula de 3 módulos estos problemas son eliminados en un gran porcentaje.

OCUPACIÓN DEL EDIFICIO T-3 DESPUES DEL TRASLADO DE LA CAFETERÍA Y A.E.I AL NUEVO EDIFICIO

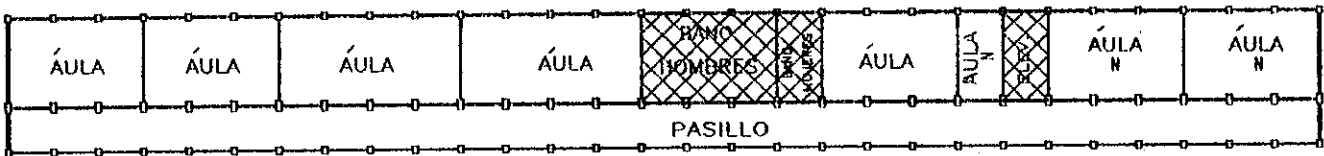
FIGURA 6
NIVEL CERO



ESTE NIVEL ES SOLO PARA USOS VARIOS, EXCLUYENDO EL SALÓN DE PROYECCIONES

NOTA: VER SIMBOLOGÍA EN HOJA DEL NIVEL 4

FIGURA 7
PRIMER NIVEL



OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE PARA AULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

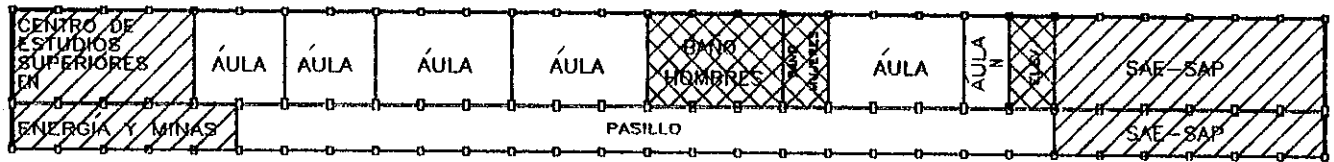
NIVEL 1	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
ÁULAS	588.00	83
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEV.	24.50	3
TOTALES	710.50	100

NOTA:

Se recomienda que el módulo de aula nueva que se obtiene a la par del elevador, se le agregue un módulo más del aula existente, de modo que queden dos aulas con dos módulos cada una.

OCUPACIÓN DEL EDIFICIO T-3 DESPUES DEL TRASLADO DE LA CAFETERÍA Y A.E.I. AL NUEVO EDIFICIO

FIGURA 8
SEGUNDO NIVEL



OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

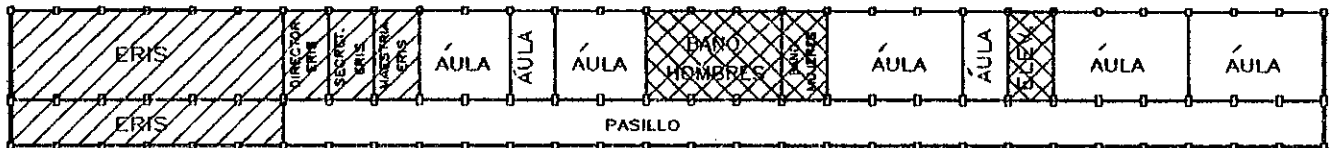
NIVEL 2	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ENERGIA Y MINAS	98.00	14
ÁULAS	343.00	48
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEV.	24.50	3
SAE/SAP	147.00	21
TOTALES	710.50	100

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 2	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ENERGIA Y MINAS	61.25	17
SAE/SAP	49.00	14
PASILLOS HABILITADOS	245.00	69
TOTALES	355.25	100

NOTA: VER SIMBOLOGÍA EN HOJA DEL NIVEL 4

FIGURA 9
TERCER NIVEL



OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 3	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
ERIS	220.50	31
ÁULAS	387.50	52
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEVADOR	24.50	3
TOTALES	710.50	100

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

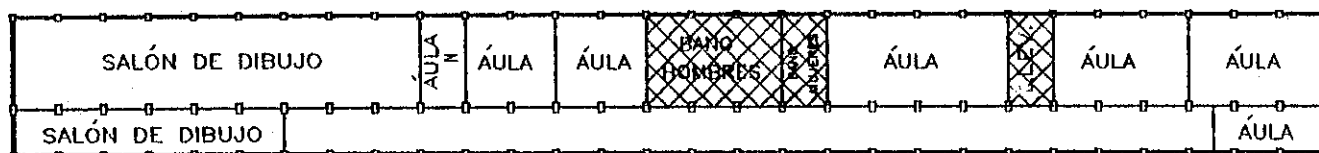
NIVEL 3	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
ERIS	73.50	21
PASILLOS HABILITADOS	281.75	79
TOTALES	355.25	100

NOTA:

Para el aula nueva obtenida en el segundo nivel, tambien se hace la misma recomendación del primer nivel.

OCUPACIÓN DEL EDIFICIO T-3 DESPUES DEL TRASLADO DE LA CAFETERÍA Y LA A.E.I AL NUEVO EDIFICIO

FIGURA 10
CUARTO NIVEL



OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE PARA ÁULAS
TOTAL: 710.50 MTS. CUAD./PISO

OCUPACIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE PARA PASILLOS
TOTAL: 355.25 MTS. CUAD./PISO

NIVEL 4	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 710.5 M-2
ÁULAS	588.00	83
BAÑOS	98.00	14
DUCTO ELEVADOR	24.50	3
TOTALES	710.50	100

NIVEL 4	ÁREA	
	M-2	% SOBRE 355.25 M-2
ÁULAS	104.00	29
PASILLOS HABILITADOS	251.25	71
TOTALES	355.25	100

NOTA:

Se recomienda que el aula nueva obtenida en el cuarto nivel, se comparta con el aula existe al lado derecho, para que se forme un salón de tres módulos.

SIMBOLOGÍA:



Área para servicio general indispensable, ocupa el 17% del área de aulas.



Oficinas y Cubículos que ocupan espacio de aulas y pasillos.



Áulas o salones de clases y pasillos.



Áula nueva que se obtiene al trasladar la Cafetería y la A.E.I. al nuevo edificio.

CAPÍTULO II

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

2.1 IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación del impacto ambiental de un proyecto de desarrollo es un estudio dirigido a identificar, predecir e interpretar los probables impactos que éste tenga sobre el medio, en sus diferentes posibilidades de localización, tamaño y tecnología, así como a determinar las medidas de moderación y reducción de impactos requeridas para cada caso, antes de la toma de decisión para su ejecución.

En todo proyecto de ingeniería es preciso establecer como objetivo paralelo a la preparación, diseño y ejecución de los trabajos, la preservación de los recursos naturales.

Ya que el desarrollo no debe traer como consecuencia la degradación del ambiente, por medio de la evaluación del impacto ambiental se logra predecir y evaluar los impactos adversos y benéficos de cada proyecto sobre el entorno y sus elementos.

Se considera que se da un impacto ambiental cuando determinada acción, actividad o proyecto provoca una perturbación en el ambiente o en alguno de sus componentes. Sus efectos, positivos o negativos, dependerán del grado de complejidad y permanencia de tal perturbación en el tiempo y en el espacio.

Una evaluación de impacto ambiental puede requerir estudios meteorológicos, ecológicos, de la salud humana, de economía, biológicos, físicos, socioeconómicos, etc., ya que el término de medio-ambiente incluye todos los aspectos del entorno natural y humano que pudieran ser perjudicados o beneficiados por la construcción de un proyecto.

La evaluación del impacto ambiental está basada en predicciones. El trabajo técnico que conlleva consiste en estimar las modificaciones en la calidad del medio ambiente que cabe suponer como resultado de la ejecución de un proyecto. Las predicciones pueden basarse, en algunos casos, en fórmulas o modelos matemáticos ya existentes, mientras que en otros casos el análisis numérico no tiene lugar y se recurre a investigaciones en el lugar y a datos históricos que pudieran utilizarse.

Un estudio de impacto ambiental es de carácter multidisciplinario, teniendo un enfoque global y haciendo énfasis en dos aspectos principales que son:

- El ecológico, cubierto por estudios de impacto físico o geofísico.
- El humano, analizado a través de estudios socio-políticos, socioeconómicos y culturales.

2.1.1 Principales Características del Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental debe ser efectivo para cumplir su objetivo en la formulación de un proyecto, por lo tanto, debe de cumplir con las siguientes características: Objetivas, sistemáticas y expeditivas.

Evaluaciones objetivas: Se debe presentar información imparcial, correcta y completa del proyecto bajo estudio, del medio ambiente en su área de influencia y de los probables impactos que el proyecto tenga sobre el medio ambiente, para poder tomar las medidas adecuadas de prevención o de moderación.

Evaluaciones Sistemáticas: Se deben realizar simultáneamente a la formulación de los estudios de preinversión, debiendo incluir la dimensión ambiental de la evaluación en aquellas situaciones en las que se prevean alteraciones del entorno.

Evaluaciones Expeditivas: De una evaluación de impacto ambiental bien estructurada y de su operación ágil, dependerá la resolución oportuna del proyecto, con los consiguientes beneficios en tiempo para su ejecución.

2.1.2 Procedimiento General para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental

Un procedimiento general en la evaluación de impacto ambiental para un proyecto de ingeniería comprende las siguientes etapas.

- 1.- Actividades Preliminares
- 2.- Definición y delimitación geográfica del entorno afectado por el proyecto.
- 3.- Estudio de la evolución del entorno sin proyecto.
- 4.- Análisis del proyecto: sus objetivos y alternativas.
- 5.- Identificación de las actividades del proyecto que pueden causar impactos ambientales.
- 6.- Identificación de impactos ambientales.
- 7.- Estudios básicos: social y ambiental
- 8.- Predicción de los impactos ambientales
- 9.- Valoración de los impactos ambientales
- 10.- Evaluación de la Tecnología
- 11.- Medidas de moderación de los impactos ambientales
- 12.- Análisis económico de costo-beneficio de los impactos ambientales

13.- Comparación de alternativas

14.- Documentación de la evaluación de impacto ambiental

A continuación, se explicará brevemente en qué consiste cada una de las etapas descritas anteriormente.

1.- Actividades Preliminares:

Es una etapa de organización, en la cual se debe establecer:

- Identificar quiénes son los responsables de la toma de decisiones.
- Conformar el equipo de trabajo para la evaluación y designar al coordinador de la misma.
- Asignar la responsabilidad de las fases de la evaluación.
- Describir por escrito el proyecto propuesto.
- Revisar la legislación vigente aplicable al proyecto.

Esta etapa debe ser realizada lo antes posible, siendo lo ideal que se lleve a cabo en cuanto el proyecto haya sido concebido por la entidad promotora o por el gobierno.

2.- Definición y Delimitación Geográfica del entorno alterado por el proyecto:

En esta etapa se persigue definir el ambiente con el cual se da estrecha interrelación **proyecto-entorno**, tanto en las entradas para el proyecto (uso de recursos, mano de obra, materias primas, etc.) como en las salidas (efluentes, desechos sólidos contaminantes, etc.) y, por ende, el ambiente como provisor de recursos y oportunidades, generador de limitantes y receptor de impactos.

Es recomendable que cada analista determine las áreas de influencia en los aspectos de su especialidad, en lugar de establecer un sólo ámbito geográfico para la evaluación, ya que de por sí es muy complicado, pues determinar su extensión variará significativamente de acuerdo al elemento ambiental que se esté analizando.

3.- Estudio de la Evolución del Entorno sin el Proyecto:

Aquí se pretende conocer la evolución del entorno sin el proyecto en sus variables de estado y de flujo. El estudio se vuelve más sencillo cuando el proyecto ha surgido de un plan específico y su realización es factible, ya que el estudio se enfocará a aquellos aspectos que se consideren más importantes. Su contenido deberá ser:

- La descripción del estado actual del medio, llamado estado "cero" o preoperacional, en sus aspectos de calidad, fragilidad y potencialidad.
- La interpretación del estado actual en función de las causas históricas que dieron lugar a su formación.
- La predicción de la evolución del medio sin el proyecto, con respecto a la cual habrán de estimarse sus efectos, ya que el hecho de no llevarlo a cabo también puede tener efectos desfavorables.

4.- Análisis del Proyecto, sus Objetivos y Alternativas:

El proyecto se deberá analizar respecto de la idea que lo originó y los estudios de viabilidad realizados, también deberán considerarse y analizarse alternativas para:

- La Localización geográfica del proyecto y sus elementos, así como su relación con la infraestructura de la zona.
- El proceso tecnológico, tanto de construcción como de operación en:
- El abastecimiento de materias primas y su accesibilidad en la región.
- El suministro de insumos energéticos, sede.
- La mano de obra requerida, su especialización en las fases de construcción y operación, y sus necesidades primarias de alojamiento, alimentación, transporte, etc.
- Las posibilidades de ampliación y modificaciones, incluyendo medidas correctoras paralelas.

5.- Identificación de las Actividades del Proyecto que pueden causar Impactos sobre el Entorno:

Para cada una de las fases de construcción, operación y desmantelamiento de un proyecto de desarrollo se deben identificar aquellas actividades susceptibles de producir algún impacto sobre el ambiente, entonces es necesario analizar las acciones del proyecto que puedan modificar el uso del suelo y provoquen emisión de agentes contaminantes, causen sobre explotación de recursos, entre otras más.

Una vez hecho el análisis, se procede al estudio de las medidas correctoras previstas, ya sea que estén dirigidas a la causa del impacto o al impacto propiamente dicho.

6.- Identificación de Impactos Ambientales:

En esta etapa se busca definir la naturaleza de las relaciones entre las actividades del proyecto causantes del impacto y los elementos del entorno receptores del mismo.

Esta tarea se puede desarrollar en dos partes. **La primera** consiste en la elaboración de una lista de todos los posibles impactos. **La segunda** consiste en examinar detenidamente la lista y elegir un número razonable de impactos importantes para su análisis detallado. Es importante mencionar que esta etapa se auxilia por la recopilación de información, cuyas fuentes pueden ser, por ejemplo: una lista de impactos de proyectos análogos llevados a cabo en condiciones similares.

7.- Estudios Social y Ambiental Básicos:

El propósito de esta etapa es incluir en la investigación un análisis de la conflictividad social que pueda producir el proyecto y sus impactos, también un examen y la documentación de lo que había en el área de influencia del proyecto antes de iniciarse su ejecución.

Esta etapa es importante, ya que aquí se puede llegar a conocer las actitudes, objetivos o prioridades opuestas entre los diferentes sectores sociales involucrados en el impacto ambiental que los pudiera perjudicar o favorecer, la participación pública, entonces, es de mucho beneficio.

8.- Predicción de los Impactos Ambientales:

Un impacto ambiental se basa en predicciones, en muchos supuestos, por lo que el grado de certeza que se obtenga dependerá, en gran parte, de los conocimientos y la experiencia de los analistas ambientales, así como de la mejor selección de los métodos, técnicas y procedimientos de predicción utilizados.

Estas predicciones van encaminadas a medir los cambios que se puedan producir en los vectores ambientales como el aire, agua y suelo, y por consiguiente, en el paisaje, los ecosistemas, la economía y la sociedad en general. La forma de presentar la magnitud de los impactos puede ser:

Cuantitativa: Cuando se recurre a la representación numérica de las interacciones que se dan en el ambiente.

Cualitativa: Cuando se utilizan términos que describen la calidad o cualidad de los cambios inducidos en el entorno.

9.- Valoración de los Impactos Ambientales:

Uno de los mayores obstáculos en la valoración de impactos ambientales se debe a que la tecnología y el conocimiento científico actual no proporcionan medios para cuantificar todos los impactos ambientales. Muy raras veces es posible calcular los cambios ambientales en una forma cuantitativa, por lo tanto existe un alto grado de dificultad, y los procedimientos de valoración van desde ignorar por completo un determinado impacto, hasta incluirlos en forma cualitativa.

Debido a las dificultades planteadas, también es importante buscar a las personas idóneas para realizar los cálculos necesarios a los análisis cualitativos, idealmente deberá tenerse un experto para cada tipo de impacto.

10.- Evaluación de la Tecnología:

Esta es la etapa más desarrollada en la evaluación de impactos; son complemento del estudio y, por lo tanto, deben integrarse en el esquema global de las evaluaciones de impacto ambiental.

La función principal de la evaluación de la tecnología es el estudio de la posibilidad de reducir, previo a su emisión, el potencial contaminante de los desechos, esto es, la disminución de la contaminación en sus orígenes y no al final, cuando ya fue expelida. Las tecnologías que trabajan en esta forma se conocen como "**Tecnologías Limpias**", y lógicamente disminuyen el impacto físico y por consiguiente los impactos biológicos, ecológicos, socioeconómicos, etc., por lo importante de esta etapa, se mencionan 3 tipos de tecnologías ambientales para las diferentes actividades que involucra la ejecución de un proyecto:

- a) **Tecnologías Limpias:** Disminuyen notablemente un impacto ambiental, lo que hace que tengan una gran aceptación internacional, sus desventajas son el requerimiento de una fuerte inversión, tecnología altamente desarrollada, costo de operación alto y su integración al sistema es difícil.
- b) **Tecnologías Intermedias:** Se caracterizan por sus inversiones no muy elevadas, costos de operación moderados y tecnología accesible. Sus desventajas, impactos ambientales altos, su incierta integración en el sistema.
- c) **Tecnologías Apropriadas:** Tienen la ventaja de utilizar tecnologías propias del lugar, su integración al sistema es segura, son autónomas, requieren una inversión baja, hacen uso adecuado de los recursos naturales y su impacto ambiental es admisible. Su desventaja es el alto costo de operación debido a la mano de obra intensiva y su dudosa aceptación internacional.

11.- Medidas de Moderación de los Impactos Ambientales:

La posibilidad de eliminar en su totalidad los impactos ambientales es muy baja, por lo que la opción más factible para todos los casos, es reducir la intensidad de los impactos, esto se logra con las llamadas medidas de moderación o de mitigación, estas medidas pueden ser, por ejemplo:

Obras de Infraestructura: Estanques para lodos de alcantarillado, colectores de polvo, amortiguadores de ruido, etc.

Prácticas Reglamentarias: Rotación de cultivos, desmantelamiento gradual de instalaciones, control de concentraciones en las emisiones, etc.

12.- Comparación de Alternativas:

Es la etapa en que se recopila toda la información técnica obtenida de las anteriores. Se estudian los costos y los beneficios ambientales y económicos para obtener una visión completa de cada alternativa, con el fin de obtener una serie de recomendaciones que facilitarán a los responsables de la toma de decisiones elegir una línea de acción determinada. El recurso humano es el principal para poder hacer la comparación de alternativas.

13.- Documentación de la Evaluación de Impacto Ambiental:

Documentos de Referencia que contienen un registro detallado de los trabajos llevados a cabo en la evaluación y que servirán de guía posteriormente.

Documentos de Trabajo que contienen información específica para una acción determinada.

Los documentos de referencia son utilizados por personal técnico, pueden ser un conjunto de informes, enfocados cada uno a un impacto en particular, o un informe global que los contenga todos, son redactados por los expertos que realizan la evaluación de los impactos.

Los documentos de trabajo constituyen el medio de comunicación entre los expertos y el promotor del proyecto. Su función es transmitir la información de los primeros al segundo, para que se puedan tomar decisiones oportunas y bien fundamentadas.

14.- Toma de Decisiones:

La documentación con la evaluación del impacto ambiental, la cual contiene un resumen detallado de dicha evaluación realizada se transfiere a uno o más responsables de la toma de decisiones, para que luego de comparar y analizar las alternativas presentadas desde el punto de vista económico, social, político y ecológico, tomen la decisión más acertada.

Los responsables de la toma de decisiones no son precisamente los expertos que realizaron los estudios y evaluaciones, ellos solamente analizan, predicen y recomiendan soluciones, los encargados de la toma de decisiones suelen ser personas que han estado alejadas del proceso de evaluación y solamente reciben el resumen detallado para tomar las decisiones más favorables. Estas personas responsables de la toma de decisiones finales pueden ser altos funcionarios gubernamentales, un consejo de administración, una junta directiva, etc.

En general, los responsables de la toma de decisiones pueden optar por:

- Aceptar una de las alternativas del proyecto.
- Solicitar que se hagan nuevos estudios, especificando en forma clara el encaminamiento exacto de estos nuevos estudios para evitar gasto de recursos.
- Rechazar el proyecto en su totalidad, ante lo cual el promotor del proyecto tiene las opciones de apelar tal decisión o aceptarla.

2.2 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A continuación se presenta una evaluación de impacto ambiental, con sus diferentes etapas de evaluación, con el fin de dejar establecido el proceso y los posibles daños o beneficios que se puedan obtener.

2.2.1 Descripción del Proyecto

El edificio de recursos estudiantiles de la Facultad de Ingeniería es un proyecto que tiene por objetivo principal albergar la cafetería de la facultad en su primer nivel, y un segundo nivel para la sede de la asociación de estudiantes de la facultad, ambos deberán contar con todas las instalaciones y servicios indispensables para desarrollar sus actividades de la mejor manera posible. Los módulos que sean evacuados del edificio T-3 al

momento del traslado de los dos entes anteriores, serán utilizados en aulas de clases para poder brindar más comodidades a los estudiantes.

El edificio tendrá las siguientes dimensiones, que incluyen gradas exteriores, y longitud de voladizos: 26.40 mts. de largo orientados de sur a norte y 10.40 mts. de ancho orientados de oeste a este. El edificio será de dos niveles, diseñado para soportar un tercero como medida futurista.

Será diseñado y construido con marcos estructurales de concreto armado y losa prefabricada, con grandes ventanales para poder apreciar el entorno.

El edificio será construido al lado este del edificio T-3, del otro lado de la calle, en una "área jardinizada en abandono, donde el mantenimiento es defectuoso, provocando que dicha área esté en franco deterioro", según clasificación que la división de servicios generales de la USAC dio a esa área, en una investigación realizada en el año de 1985. VER HOJA 1/27 DEL APÉNDICE.

El diseño arquitectónico del edificio se adecuará a los edificios ya existentes, para seguir un mismo patrón arquitectónico y tomando todas las medidas necesarias para lograr el bienestar y seguridad de sus ocupantes.

2.2.2 Aplicación de la Legislación Vigente:

Se tomarán en cuenta durante el proceso de planificación y construcción del proyecto, todas las normas, especificaciones y recomendaciones de la división de servicios generales de la Usac, así como también todos los manuales, especificaciones y técnicas de la Arquitectura e ingeniería en cuanto a bienestar y seguridad de los usuarios del edificio.

Responsables de la toma de Decisiones:

Se propone a las siguientes personas, para que luego de recibir el informe de impacto ambiental, tomen las decisiones convenientes.

- Decano de la facultad de ingeniería
- Director de escuela de Ingeniería Civil
- Presidente de la asociación de estudiantes de ingeniería
- Director de servicios Generales

Procedimiento de Evaluación:

Siguiendo las etapas de evaluación investigadas anteriormente, se procederá a efectuar el estudio de impacto ambiental, tomando en cuenta todos los factores a favor y en contra.

2.2.3 Delimitación Geográfica del Entorno alterado por el proyecto

La delimitación geográfica de la ocupación del suelo por construcciones es fácilmente realizable, por lo que se tomará como delimitación geográfica un rectángulo que abarque 100 mts. al norte, 100 mts. al sur, 25 mts. al este y 25 mts. al oeste, medidas que parten del centro geométrico del edificio, esto con el fin de poder analizar la contaminación audial, visual, de desechos sólidos y del aire que se pudieran presentar por el funcionamiento del edificio.

2.2.4 Evolución del entorno sin el proyecto

Estado actual del medio: Según un estudio realizado por la División de Servicios Generales de la Universidad de San Carlos, el espacio donde se plantea la construcción del edificio es un área jardinizada en completo abandono, donde el mantenimiento es defectuoso, provocando que esté en franco deterioro, este estudio fue realizado en abril de 1985, y de ahí hasta la fecha lo único que se ha hecho es una acera de 1.85 mts. de ancho que une las gradas de arquitectura, que dan acceso al T-3, con las gradas que dan acceso a la biblioteca central, acera que ya existe al lado de la calle pero que es utilizada para parqueo de vehículos. El área cuenta con sus respectivos drenajes pluviales (Cuneta y reposaderas) las cuales no tienen ningún tipo de mantenimiento, lo que hace que el área se hinunde después de fuertes lluvias.

Dentro del área existen dos postes del alumbrado eléctrico y varios árboles de diferentes alturas y especies, entre las cuales sobresalen los eucaliptos, cipreses y jacarandas, la grama con que contaba el lugar casi se ha perdido por completo.

Este espacio de área jardinizada pasó a ser vía peatonal fortuita, es decir, ni es área jardinizada, ni cuenta con la infraestructura necesaria para ser vía peatonal.

Estado actual desde el punto de vista Histórico: El edificio T-3 fue inaugurado en el año de 1,959, como parte de la planificación No. 3 de la Ciudad Universitaria, de la cual no se siguió una planificación en conjunto, si no que se trabajó en la planificación y ejecución de edificios aislados, según las necesidades del momento, cabe entonces mencionar que el espacio en estudio surgió de una planificación individual que se supone fue destinada como espacio libre, en el cual no se dejó claro su uso.

Predicción de la evolución del medio sin el Proyecto: En primer lugar se puede mencionar que existen árboles de considerable altura y que llegan a crecer demasiado, como el caso de dos eucaliptos y un ciprés. Dado que no se le da mantenimiento a estos árboles, van a llegar a crecer (actualmente tienen una altura aproximada de 10 mts.) y entonces sus raíces romperán las banquetas y el pavimento de la calle, algo que ya sucedió en la plaza de los mártires, creando los inconvenientes esperados.

Su grado de jardinzación se irá perdiendo y pronto se convertirá en un área sin un uso productivo, ya que no se podrá considerar ni como jardín ni como vía peatonal, a no ser que se le brinde la atención debida.

2.2.5 Estudio Social y Ambiental

El estudio social llevado a cabo es bastante sencillo y bien encaminado, ya que los grupos que fueron entrevistados son los propios involucrados, es decir los personeros de la cafetería y los directivos de la asociación de estudiantes de ingeniería.

En una breve entrevista realizada en la cafetería de la facultad, se pudo comprobar la gran necesidad de un local adecuado para dicha actividad. De dicha entrevista se obtuvo la siguiente información:

- El personal no cuenta con servicio sanitario
- No existe servicio sanitario para el consumidor
- No cuentan con suficiente espacio para la preparación de los alimentos
- No existe un espacio determinado para la colocación de congeladores, enfriadores, estufas etc.
- No cuentan con una bodega y despensa adecuadas
- El área actual para el consumidor es pequeña, y en horas de mayor demanda es insuficiente.

En cuanto a la asociación de estudiantes de ingeniería, se pudo comprobar que de la misma manera, no cuentan con los espacios adecuados para poder realizar sus actividades, ya que si bien es cierto tienen todos sus departamentos necesarios, éstos no cuentan con suficiente área para un buen desarrollo de actividades. Actualmente la Asociación cuenta con los siguientes departamentos:

- Sala para estudio
- Sala de servicio al estudiante (máquina de escribir, computadoras, etc.)
- Salón de sesiones
- Sala de juegos
- Sala de prácticas de la Estudiantina
- Librería

- Bodega
- Centro de fotocopiado

En resumen se puede puntualizar que tanto la cafetería de la facultad como la sede de la asociación de estudiantes cuentan con instalaciones insuficientes e inadecuadas y que con su traslado a un nuevo edificio, el beneficio social a nivel de estudiantes será mayor, ya que entonces se incrementaría el número de salones de clases, el edificio T-3 será un edificio exclusivo de aulas y la cafetería y la asociación van a estar alejadas del área de docencia y con instalaciones adecuadas.

2.2.6 Actividades del proyecto que pueden causar Impacto sobre el Entorno

Fase de Construcción:

- Derribamiento de diez árboles, siendo éstos tres eucaliptos, un ciprés, una jacarandá y 5 arbustos más

Fase de Operación:

- El uso del suelo cambiaría de área jardinizada a área edificada.
- Cambio del alineamiento actual del paso peatonal, causando cierta inconformidad.
- Toda cafetería o restaurante crea basura en sus alrededores, bolsas plásticas, papeles de envoltorios, vasos y platos desechables que son tirados por los consumidores.
- Al existir la cafetería, el área jardinizada actual, sería exterminada por el constante uso peatonal que se derivaría de la misma.
- Según el análisis de micro-clima efectuado, la fachada del edificio tiene orientación oeste, lo que hace que los rayos del sol en el atardecer penetren en los ambientes de la AEI y los usuarios de la cafetería. Además de eso, los reflejos de los rayos a través de los vidrios de las ventanas del 2o. nivel perjudicarán a la personas que ocupen la plaza Alejandro Cotí, cuando éstas estén prestando su atención a la terraza de la AEI.
- En la fase de preparado y cocción de alimentos, se advierte la emisión de humo y vapores que pueden afectar la zona y el ambiente del edificio.

2.2.7 Identificación de Impactos Ambientales

- Deforestación
- Contaminación de desechos sólidos
- Contaminación Visual
- Contaminación por aire

2.2.8 Medidas de Moderación de los Impactos Ambientales

Debido a la baja magnitud del impacto ambiental que causa el proyecto, se recomiendan a continuación algunas medidas para eliminar el mínimo impacto que pueda causar. En este caso particular no se hace necesario un estudio profundo y detallado, por lo que también se han omitido algunas etapas del proceso de evaluación.

Se recomienda tomar las siguientes medidas:

Deforestación: Una política muy efectiva, en el peor de los casos, es la de sembrar dos árboles por cada uno de ellos que se derribe, entonces es necesario sembrar un mínimo de veinte árboles antes de derribar los que están dentro del área de construcción. Las áreas que se proponen para sembrar esos árboles podrían ser atrás del parqueo de agronomía, justo entre la calle y el límite del terreno de la ciudad universitaria, toda el área no utilizable que se encuentra del lado oeste de la ciudad universitaria justo al lado de la calle, y por último podrían sembrarse en áreas de jardinería factibles.

Es muy importante mencionar que los árboles tienen que ser podados y brindarles mantenimiento para que no crezcan demasiado y puedan causar daños, si se siembran en áreas jardinerías, ya que comúnmente cerca de estas áreas existen edificaciones. También se recomienda que los árboles que existen actualmente cerca del edificio a construir, sean podados y controladas sus alturas, de modo que no causen algún daño.

Por último, para mantener una grama en buen estado es necesario proteger el área norte del edificio, colocando barandales de metal de 1.20 mts. de altura en todo el contorno.

Contaminación de Desechos Sólidos: La ciudad universitaria cuenta con servicio de extracción de basura por camiones autorizados por la municipalidad capitalina, por lo que la contaminación que aquí se analiza es de carácter educativa y de conciencia de los estudiantes y visitantes.

Una recomendación general a largo plazo, es la de educar a la niñez guatemalteca, enseñándoles a depositar la basura en un lugar adecuado y si no lo hay hacer lo posible por guardarla hasta encontrarlo.

La recomendación específica en este caso, es la de construir depósitos de basura a un radio de 50 mts. al rededor de la cafetería, a fin de que los estudiantes, al momento de consumir sus alimentos fuera de la misma tengan donde depositar la basura. Dichos depósitos deben de ser construidos de concreto armado, ya que son los más durables y más resistentes a los maltratos de los usuarios y ciudadanos inconcientes.

Contaminación Visual: Se hacen tres tipos de recomendaciones.

1.- Diseño arquitectónico: Los acabados finales y decoración que se le dé al edificio deben ser de manera tal que armonicen con las edificaciones existentes y que dominan el panorama, estas edificaciones son el conjunto de edificios de la facultad de ingeniería y el edificio T-1 de arquitectura. El edificio debe tener como mínimo dos niveles y como máximo tres para armonizar con el conjunto y que el panorama visual norte-sur no sea afectado cuando se transita del edificio T-1 al T-3.

2.- Prohibición de rótulos luminosos y mantas publicitarias: Deberá evitarse enérgicamente la colocación de rótulos luminosos en las afueras de la cafetería, ya que se trata de una cafetería universitaria y no de un comercio que necesita publicidad.

3.- Colocación de sistemas arquitectónicos en las ventanas del primero y segundo nivel de la fachada del edificio: Con el fin de crear un micro-clima agradable en el interior del edificio y a la vez no perjudicar a los ocupantes de la plaza Alejandro Cotí; se deberán colocar en las ventanas de la fachada algún sistema que impida el paso de los rayos del sol y que pueda ser operado manualmente, ya que debido a los cambios de posición del sol durante el año, un sistema fijo podrá ser inadecuado.

2.3 EMPLAZAMIENTO DENTRO DEL COMPLEJO DE INGENIERÍA

2.3.1 Definición de Plano de Emplazamiento

Proporciona la información acerca de la ubicación física de la construcción, referida no sólo al terreno o solar en el que se piensa edificar, sino a la situación general dentro de un amplio entorno que facilite la localización del edificio. Esta información puede estar contenida en un solo gráfico o en dos gráficos distintos, dependiendo de la escala a la que están representados y el grado de explicación que ésta proporciona.

Las escalas empleadas en este tipo de planos dependerán del tamaño del edificio y del solar correspondiente, así como del entorno urbanístico que permita una fácil identificación del lugar. Las escalas más usuales son 1/500 y 1/1000.

En todo plano de emplazamiento debe figurar la orientación, dato fundamental del proyecto, representada mediante el simbolismo de una flecha en dirección norte. Así mismo ha de constar la superficie del terreno y la superficie de ocupación en planta del edificio. También deben figurar las dimensiones del terreno, por medio de su acotado perimetral, las cotas exteriores de la edificación y las que indican su situación respecto de los diferentes linderos.

Deberán señalarse igualmente las anchuras de las aceras y calles a las que da el edificio, así como la distancia existente entre el mismo y la esquina de la calle más próxima. Y por último indicar nombre de las calles y puntos conocidos que ayuden a conseguir una más rápida localización de su emplazamiento.

2.3.2 Emplazamiento del Edificio dentro del Complejo de Ingeniería

El área que ocupa la facultad de ingeniería es aproximadamente de 23,000 mts. cuadrados o 3.3 manzanas, dentro de las cuales se encuentran la calle que circula todo el complejo de ingeniería, parqueos, áreas jardinizadas y el edificio T-3, que es llamado *áula magna*, el edificio T-4 donde se ubican la tesorería de la facultad, centro de cálculo de ingeniería y las oficinas de la Decanatura, el edificio T-5 en el cual se realizan los laboratorios de ingeniería civil y química, también se encuentra el Cicon; por último el edificio T-6. El complejo de ingeniería también cuenta con su plaza "Alejandro Cotí", la cual se encuentra en el frontispicio del edificio T-3.

El área propuesta para la construcción del edificio de recursos estudiantiles de la facultad de ingeniería se encuentra ubicada al nor-este del complejo, en un área jardinizada justo en el medio de la calle de la facultad y el muro de contención (ver planos)

La fachada del edificio quedará hacia el oeste, de frente al edificio T-3 y plaza Alejandro Cotí, la cual será ampliada hasta el nuevo edificio. VER HOJA 2/27 Y 3/27 DEL APÉNDICE.

2.4 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO Y NIVELES

2.4.1 Generalidades sobre el Reconocimiento

Para la planificación de un proyecto de ingeniería, es necesario, previo a hacer cualquier diseño, realizar una o varias visitas al terreno sobre el cual se piensa hacer la construcción. La información necesaria para el

desarrollo de un proyecto y la forma en la que se describe depende del propósito y la naturaleza del mismo, así como de los recursos con los que se cuenta para su elaboración. La experiencia es la que usualmente indica las categorías de datos que serán más útiles de acuerdo al grado de complejidad que se va a desarrollar, aunque en general hay características que tienden a ser básicas para la elaboración de cualquier proyecto: Topografía, agua, suelos, vegetación, clima, microclima, situación actual, etc.

Por lo general, en nuestro medio no se aplica un proceso de evaluación y análisis de terrenos por no tener claridad sobre la importancia del mismo. Únicamente se evalúan aquellos aspectos que, por el tipo de proyecto, se hacen inevitables (estudio de suelos y topografía, entre otros), y no porque se quiera hacer un análisis integral del terreno. En ese sentido, para hacer una correcta evaluación del terreno, es necesario contar con información sobre las características del mismo, también es útil elaborar un listado inicial para encaminar la búsqueda de esta información en las etapas iniciales, de esta manera se evitarán ajustes innecesarios y pérdida de tiempo. Todo terreno, por inutilizado que esté, ha tenido o tiene en el momento de ser evaluado algún tipo de uso, características, funcionamiento, infraestructura o elementos físicos. Estos deben ser debidamente inventariados y ubicados para determinar su importancia dentro del conjunto y su potencial utilización del proyecto.

El plano del terreno y la elaboración de los planos de construcción deben mostrar con exactitud todos los aspectos físicos del terreno, ya sean naturales o hechos por el hombre. A continuación se presenta una lista con las características que deben ser investigadas:

- 1.- Dimensiones de la propiedad
- 2.- Norte magnético y verdadero
- 3.- Ubicación de mojones, con el dato de la elevación de los mismos en relación a un punto de referencia conocido.
- 4.- Curvas de nivel, en intervalos espaciados, de manera que la topografía del terreno sea fácilmente comprensible.
- 5.- Ubicación de aceras, bordillos y calles públicas adyacentes a la propiedad; así como el pavimento del que están hechos y elevaciones de los mismos en puntos claves: en donde sea necesario, la distancia entre el retiro municipal y las aceras, calles, etc.
- 6.- Ubicar los servicios públicos tales como: drenajes sanitarios y pluviales, líneas de teléfono, electricidad, cable y agua. Ubicar también los pozos de visita, su profundidad (cota invertida) en los puntos más críticos del recorrido.

7.- Anotar las conexiones existentes en las líneas de servicio público del terreno, así como su recorrido y elevación dentro del mismo.

8.- Si hay construcciones existentes, dar su ubicación y dimensión, así como especificaciones sobre su condición y materiales.

9.- Anotar el tamaño y ubicación de pozos, cisternas, fosas sépticas y cualquier otra estructura subterránea.

10.- Árboles significativos, tamaño, variedad, ubicación, diámetro de copa y su condición. Si es un bosque o grupo de árboles muy grandes, marcar solamente el lindero.

11.- Hacer anotaciones sobre cualquier restricción legal que exista para el terreno o el área y establecer qué límite tendrá la construcción para desarrollo de la misma, tales como reglamento estatal o municipal, sobre usos compatibles y restricciones para el sector para equipamiento municipal, etc.

12.- Ríos, riachuelos, correntillas pluviales, estanques. Descripción de calidad del agua, caudal y cauce.

13.- Describir o anotar elementos importantes que estén ubicados en las colindancias y puedan influir en el terreno.

14.- Ubicar accesos existentes al terreno, calles y caminamientos.

2.4.2 Evaluación del Terreno para el Edificio de Recursos Estudiantiles

1.- Área del terreno disponible: 35.00 mts. de largo, sur-norte, por 12.00 mts. de ancho este-oeste, para un área de 420.00 mts. cuadrados.

2.- Al lado oeste del terreno existe una cuneta de 0.40 mts. de ancho, drenada por dos reposaderas de 0.60 mts. por 0.60 mts., luego una acera de concreto de 2.50 mts. para paso peatonal y enseguida la calle de la facultad, la cual es de concreto y tiene un ancho de 9.00 mts., dicha calle cuenta en el área de estudio con dos rejillas para su drenaje.

Al lado este está limitado el terreno por un muro de contención de gravedad, de piedra, con una altura promedio de 4.85 mts.

Al lado sur limita con la acera del paso peatonal que comunica la facultad con la biblioteca central. Por el lado norte el terreno continúa hasta llegar a las gradas que van a arquitectura, no hay concreto al lado norte.

3.- El área cuenta con drenaje sanitario, y pluvial, también está disponible el sistema de agua potable y electricidad- Existe un poste del alumbrado público en el área donde se proyecta la construcción.

4.- El terreno cuenta con ningún tipo de construcción, únicamente una acera de concreto de 1.85 mts. de ancho que atraviesa el terreno de norte a sur.

5.- Existen árboles de tres especies y diferentes tamaños, localizados en el plano y de los cuales se habló en la evaluación de impacto.

En el plano de información general del terreno, se localizaron árboles, reposaderas, cajas de agua potable, postes del alumbrado, cuneta, aceras, se obtuvieron alturas y cotas invert de drenajes. También se trazaron tres ejes sobre el terreno en dirección sur-norte y se obtuvieron sus alturas a cada 10.00 mts., con esta información se dibujaron perfiles transversales y longitudinales. VER HOJA 4/27, 5/27 Y 6/27 DEL APÉNDICE.

2.5 PROGRAMA DE NECESIDADES

Es una herramienta muy importante en la planificación y diseño de un proyecto, ya que en él se dejan plasmadas todas las ideas y se especifican todas las necesidades que hay que satisfacer con la construcción de una edificación. Estas necesidades generalmente son los espacios físicos que se necesitan para el buen desarrollo de las actividades, como pueden ser oficinas, áreas de estar, baños, cuartos de ventilación, etc. un programa de necesidades se puede presentar en forma de cuadro, en el cual se indica el ambiente que se necesita, las actividades de dicho ambiente, el número de personal que lo ocupará, el área que se necesita en metros cuadrados, la altura de piso a cielo, entre los datos más importantes. Puede llevar otros tipos de informaciones, según se necesite, o por el contrario, llevar menos información

La forma más sencilla de presentar el programa de necesidades es indicando el ambiente que se necesita y el área. No existe un patrón a seguir para presentar dicho programa y depende de la magnitud del proyecto la información que contenga, lo que si debe prevalecer es que debe de ser claro y conciso, definiendo únicamente lo importante, evitando dar explicaciones del porqué de la información.

TABLA No. 4
PROGRAMA DE NECESIDADES CAFETERÍA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

MODELO PROPUESTO

USO	AMBIENTE	ACTIVIDAD	OCUPANTES	ÁREA M ² .	ALTURA M	MOBILIARIO Y EQUIPO
C A F E T E R I A	BODEGA	Almacenaje de bebidas gaseosas, y productos que no necesitan refrigeración.		12	2.80	Ninguno
	DESPENSA	Almacenaje de productos que necesitan congelación y frío, frutas y verduras, utensilios de cocina, ollas, sartenes, etc.		7	2.80	Enfriadores, congeladores y gabinetes
	ÁREA DE TRABAJO	Lavado de productos, manipulación de alimentos. Exhibición para venta de alimentos caja y despacho	5	25	2.80	Lava trastos, estufas, gabinetes, mostradores vitrinas
	SERVICIO SANITARIO DE PERSONAL	Higiene personal, lavado de utensilios de limpieza	1	3	2.80	1 Retrete, 1 lavamanos y 1 batea
	GUARDA ROPA	Cambio de ropa de trabajo de personal, área para guardar ropa		2	2.80	Lockers colgadores
	CONSUMO DE ALIMENTOS	Área para que los estudiantes consuman los alimentos o bebidas	120	140	2.80	Mesas, sillas y depósitos de basura
	S.S. HOMBRES	Higiene personal	3	13	2.80	1 Retrete, 2 mingitorios y 3 lavamanos
	S.S. MUJERES	Higiene personal	3	13	2.80	3 Retretes y 3 lavamanos

TABLA No. 5
PROGRAMA DE NECESIDADES ASOCIACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

MODELO PROPUESTO

USO	AMBIENTE	ACTIVIDAD	OCUPANTES	ÁREA M ² .	ALTURA M	MOBILIARIO Y EQUIPO
S E D E A. E. I.	SALA DE ESTUDIO	Los estudiantes realizan sus tareas, se preparan para sus exámenes. Repaso general	40	24	2.80	Sillas, Escritorios
	SALA DE SERVICIO AL ESTUDIANTE	La AEI presta máquinas de escribir a estudiantes para sus obligaciones académicas.	5	42	2.80	Sillas, Escritorios y máquinas de escribir
	SALÓN DE SESIONES	Reuniones ordinarias y extraordinarias de los directivos de la AEI.		37	2.80	Sillas, mesa de sesiones y librerías
	SALA DE JUEGOS	Pin-pon, ajedrez, dama		26	2.80	Mesa para jugar pin-pon, sillas y mesas pequeñas
	SALA DE PRÁCTICAS DE ESTUDIANTINA	La estudiantina de la facultad practica sus cantos, así como otras actividades culturales	10	20	2.80	
	LIBRERÍA	Venta de libros y folletos	2	20	2.80	Librerías y mostradores
	BODEGA	Almacenaje de enseres de sus diferentes actividades culturales y políticas.		12	2.80	Estantes
	CENTRO DE FOTOCOPIADO	Servicio de fotocopiado para el estudiante.	3	8	2.80	Silla, mesa, mostrador y fotocopiadoras

CAPÍTULO III

INVESTIGACIÓN DE SUELOS

3.1 IMPORTANCIA

Una de las etapas más importantes en la solución de los problemas de diseño y construcción consiste en determinar las propiedades del suelo. En realidad, el suelo viene a ser una parte de la estructura, tan importante como el hierro y el concreto, con el agravante de que sólo se tiene un control muy pequeño sobre sus características. Por lo tanto, los diseños deben ajustarse a las condiciones existentes, cosa que no sucede con los materiales fabricados por el hombre, pues el ingeniero puede pedirlos en la forma que considere más favorable.

No sólo los diseñadores tienen interés en conocer las condiciones en que se encuentra el suelo, sino también los compradores y los contratistas; pues, si se tienen datos exactos sobre las características del terreno, se pueden planear los costos con mayor exactitud, y se puede desarrollar el trabajo en una forma más inteligente. Así, cuando un diseñador se encuentra con datos inadecuados, se compensa usando mayores coeficientes de seguridad; cuando a un contratista se le proporcionan datos incompletos, se asegura aumentando sus precios, para contrarrestar posibles contingencias.

Una investigación del suelo constaría de los siguientes puntos:

- 1.- Determinación de la naturaleza del depósito (historia y geología).
- 2.- Determinación de la profundidad, grosor, extensión y composición de cada estrato.
- 3.- Localización del agua subterránea.
- 4.- Determinación de la profundidad y características de la roca.
- 5.- Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los estratos.

La fuente directa de información es la suministrada por las perforaciones de ensayo. Consisten esencialmente en un agujero abierto en el suelo, del cual se extraen muestras que, analizadas en el laboratorio, proporcionan los datos sobre las características del material que va a resistir las cargas de la estructura propuesta. El equipo con que se hace ese ensayo varía desde el taladro de mano, usado para obtener muestras alteradas y de poca profundidad, hasta las máquinas perforadoras rotativas de núcleo, que se utilizan para obtener muestras inalteradas de suelos y rocas a profundidades de centenares de metros.

En conclusión, se puede afirmar que uno de los mayores riesgos que pueden correrse en el campo de la ingeniería, es el tratar de iniciar cualquier obra de construcción sin antes hacer un estudio del suelo debajo de ella, que será en definitiva su superficie de apoyo.

3.2 OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS

Para determinar las propiedades de un suelo en laboratorio es preciso contar con muestras representativas de dicho suelo. Las muestras pueden ser de dos tipos: **alteradas o inalteradas**. se dice que una muestra es **alterada** cuando no guarda las mismas condiciones que cuando se encontraba en el terreno de donde procede, e **inalterada** en caso contrario.

Para obtener muestras alteradas el muestreo debe efectuarse según el fin que se persiga. Para tomar muestras individuales de un sondeo a cielo abierto (pozo de 1.50 m x 1.50 m de sección y de la profundidad requerida) se efectúa el procedimiento siguiente:

- a) Se rebaja la parte seca y suelta de suelo con el propósito de obtener una superficie fresca.
- b) Se toma una muestra de cada capa en un recipiente y se coloca una tarjeta de identificación
- c) Las muestras se envían en bolsas a laboratorio.

Para tomar muestras individuales mediante perforaciones con barrena se hace lo siguiente:

- a) Se coloca el suelo excavando en hilera con el debido orden.
- b) Se toma una porción representativa de cada clase de suelo encontrado y se colocan en bolsas separadas con su identificación correspondiente.
- c) Las bolsas con material se envían a laboratorio.

Para obtener una muestra **inalterada** de la pared de un sondeo a cielo abierto o de la pared de un corte, el procedimiento que debe seguirse es el siguiente:

- a) Se limpia y alisa cuidadosamente la cara de la superficie y se marca el contorno.
- b) Se excava alrededor y por atrás dándole forma al trozo. Para ello se usa un cuchillo de hoja delgada.
- c) Se corta el trozo con el cuchillo y se retira del hoyo cuidadosamente. Se marca la cara superior.
- d) Se emparafina, para su traslado a laboratorio.

La excavación de pozos a cielo abierto rinde siempre una información correcta hasta donde él llega, pues permite la inspección visual de los estratos del suelo. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones del suelo requieren estudios del terreno a profundidades mayores que las que pueden ser alcanzadas satisfactoriamente con excavaciones a cielo abierto. El procedimiento usual de detener la excavación a la profundidad donde se construirán los cimientos no da ninguna información respecto a la naturaleza del terreno que quedará debajo de los cimientos y hasta cierta profundidad de los mismos, y éste es, precisamente, el que tiene que sostener la estructura, de aquí que para poder obtener la información requerida para hacer un buen análisis de los cimientos es necesario realizar perforaciones de profundidad. Estas perforaciones pueden hacerse mediante el uso de barrenas hasta llegar al estrato requerido, y ahí sacar con un muestreador especial --como el tubo shelby-- la muestra inalterada. Las barrenas pueden ser de diferentes tipos. La mayoría de ellas son relativamente cortas, variando su tamaño desde unos cuantos centímetros hasta casi medio metro.

Estas barrenas se hincan en el suelo por rotación haciendo uso de uno o varios tubos de un maneral. El suelo que la barrena va cortando es retenido en la misma, la cual se saca del agujero cada vez que se llena.

3.3 PROFUNDIDAD DE LAS PERFORACIONES

Es imposible establecer un grupo de reglas definitivas para determinar la profundidad a que deben llegar las perforaciones. La profundidad hasta la cual debe investigarse un suelo puede estar basada en el tipo de suelo encontrado y en el tamaño y peso de la estructura que se va a construir, considerando que los esfuerzos desarrollados en el suelo dependen de la carga distribuida en toda el área cargada, además de las cargas debajo de las zapatas individuales. Salvo en casos muy especiales, no es necesario investigar el suelo a profundidades mayores de 1 a 1.5 veces la menor dimensión del área cargada. Llegar a profundidades de 1.5 veces la menor dimensión del área cargada es muy recomendable en el caso de estructuras muy pesadas como silos y edificios de muchos pisos.

3.4 PERFIL DE SUELOS

Cualquiera que sea el tipo de perforación que se ejecute, a medida que se va profundizando en ella se deben anotar los espesores de los distintos estratos atravesados, indicando cuáles son gravas, arenas, limos, arcilla, o mezcla de los mismos; cómo son los granos de los materiales; dónde son de tamaño uniforme o graduado de gruesos a finos; color, olor y aspereza de los granos. Con estos datos y los de las pruebas que a los materiales se les ejecute se hace un perfil de suelos.

Las muestras inalteradas al llegar a laboratorio se desempacan cuidadosamente, se labran los especímenes que se necesitan y se les practican los ensayos necesarios en las condiciones en que se encuentran. Sin embargo, las muestras alteradas necesitan procesos diferentes para su ensayo.

3.5 DEFINICIÓN DE CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO

Quiere decir el máximo de carga que se puede aplicar a un determinado suelo, sin que se produzcan fallas por corte dentro de su masa.

Cuando un suelo sobrecargado no resiste el peso de la estructura se produce un movimiento de sus partículas. Pronto toda una masa de suelo, esquivando la presión, fluye hacia los lados y hacia arriba, formando abultamiento en los bordes de la edificación. El resultado es un hundimiento (vertical o combinado con ladeo) que produce serios daños a la obra y con frecuencia su total destrucción. La experiencia ha demostrado que la superficie de falla es curvilínea.

3.5.1 Resistencia al corte de los Suelos:

El interés principal en el estudio de suelos para un proyecto de un edificio es encontrar la capacidad de soporte del suelo, a fin de poder diseñar el área de presión de los cimientos que transmitirán la carga del edificio al suelo, para posteriormente diseñar los refuerzos de los cimientos.

Para poder determinar la resistencia al corte de los suelos, o su valor soporte, es necesario realizar pruebas de laboratorio, la primera que se realizó y que es la más sencilla es la prueba de corte directo. Otra prueba que se usa para este propósito y que es más efectiva es la prueba de compresión triaxial ⁴

Dentro de ciertos límites, los suelos se comportan bajo la acción de las cargas como materiales elásticos, aunque en algunos casos se producen deformaciones mayores que las normales, teniéndose que recurrir entonces a cálculos que tengan en cuenta la plasticidad del suelo. Una muestra de suelo sometida a un esfuerzo de corte tiende a producir un desplazamiento de las partículas entre si o de una parte de la masa del suelo con respecto al resto del mismo. Estos movimientos dentro de la masa de suelo tienden a ser contrarrestados por la llamada resistencia al corte del suelo. Se acepta que la resistencia al corte del suelo viene dada por la ecuación de Coulomb:

$$r = C + P_i \tan \phi$$

⁴ El procedimiento y resultados de pruebas se pueden consultar en el libro de Mecánica de suelos y cimentaciones, del Ing. Carlos Crespo Villaluz, cuarta edición, año 1990.

en la que:

r = Resistencia al corte del suelo

C = Cohesión del suelo

P_i = Presión intergranular

ζ = Ángulo de fricción interna del suelo, el cual se supone que es constante.

Al aplicar la fórmula, se debe de prestar atención y trabajar con un mismo sistema de unidades. Esta fórmula es general y varía de acuerdo a las características del suelo en estudio, éstas son, de acuerdo a la fórmula:

Cohesión: Es la adherencia entre las partículas del suelo debida a la atracción entre ellas en virtud de las fuerzas moleculares.

Ángulo de Fricción Interna: Es un valor de convenio, introducido para simplificar, y se le considera constante aunque no lo es, depende de la uniformidad de las partículas del suelo, del tamaño y forma de los granos y de la presión normal.

En general, los suelos poseen al mismo tiempo cohesión y fricción interna; sin embargo, existen dos casos límites, los cuales se mencionarán para tener una idea más clara del valor soporte:

a) Las arenas lavadas y secas que no poseen cohesión, en las que la carga de ruptura se produce para un valor de

$$r = P_i \tan \zeta$$

b) Las arcillas blandas, las que se comportan como si ζ fuese igual a cero, resultando la carga de ruptura constante e igual a la cohesión del suelo, por lo tanto

$$r = c$$

3.5.2 Cargas Admisibles en los Suelos

A continuación se presentará un listado con los valores de soporte de los suelos que se pueden admitir sin necesidad de hacer el estudio de suelos, esto cuando se trata de una edificación que se puede considerar pequeña desde el punto de vista de la presión que ejercerá sobre el suelo.

Es necesario entonces en este caso, realizar una perforación a cielo abierto para obtener un perfil estratigráfico con la identificación de los suelos que se encuentren a una profundidad previamente determinada.

Con este perfil se procede a comparar el suelo de cada estrato con cada uno de los de la tabla y encontrar el que más se parezca, dando entonces ese valor soporte al suelo estudiado.

CARGAS ADMISIBLES

TIPOS DE SUELOS	VALOR SOPORTE
Arcilla blanda, densidad media	15 ton/M ²
Arcillas de mayor densidad	25 ton/M ²
Arena fina suelta	20 ton/M ²
Arena gruesa, suelta, arena fina compactada y mezcla de arena y gravas sueltas.	30 ton/M ²

En base a la información anterior y al perfil de suelos mostrado en la pagina siguiente, la estructura del edificio de recursos estudiantiles se puede cimentar a una profundidad de 1.70 mts. Esta profundidad incluye el ancho de la zapata y de la viga de cimentación.

El suelo encontrado en el primer estrato se puede asociar con la descripción de una "arena suelta" indicada en esta tabla. El valor soporte del suelo sobre el que se cimentará el edificio se tamará de 20 toneladas por metro cuadrado.

$$VS = 20 \text{ ton/M}^2$$

PERFIL DE SUELOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA

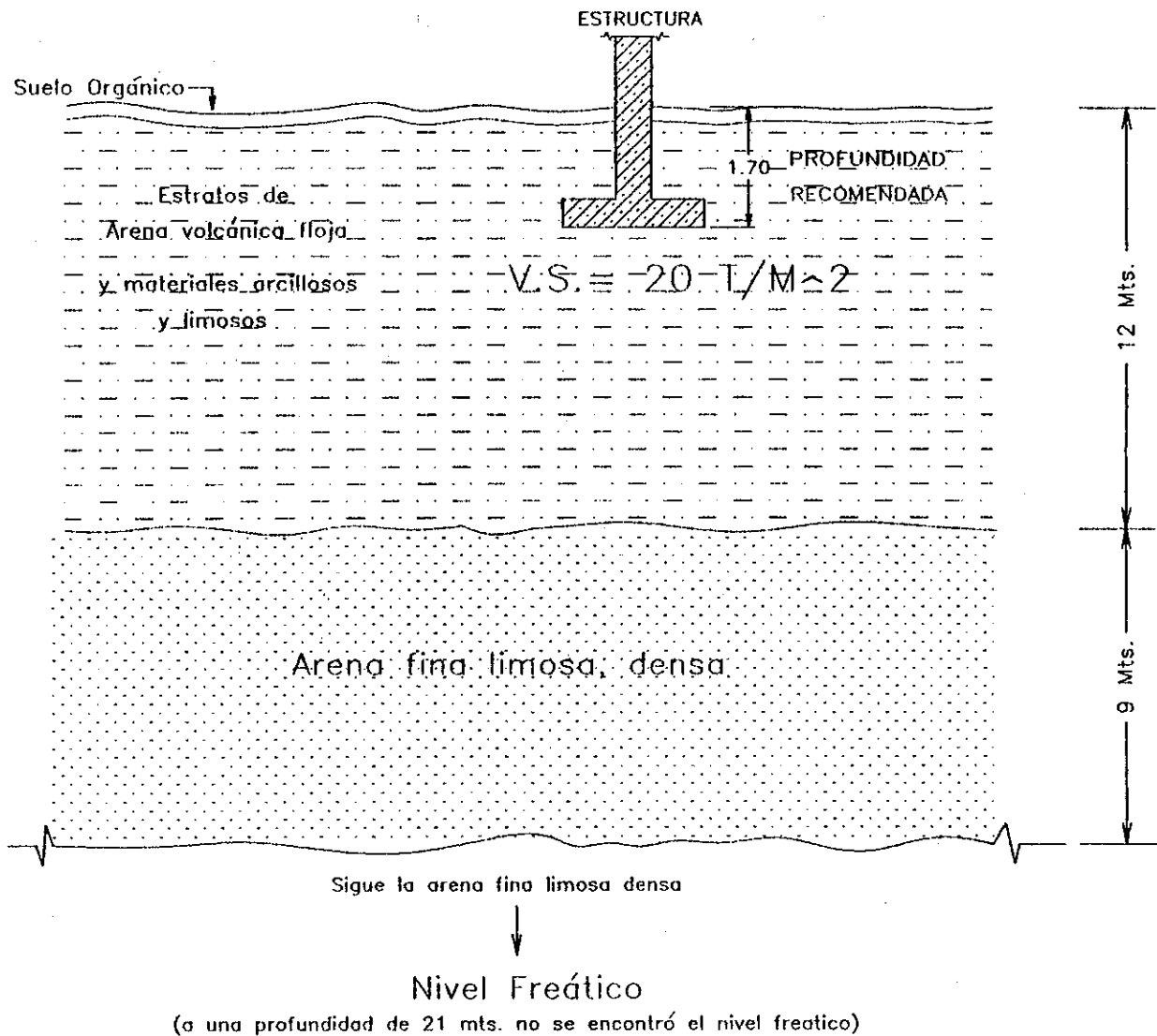
PROYECTO: Edificio de Recursos Estudiantiles de la facultad de ingeniería

UBICACIÓN: Lado este del Complejo de Ingeniería

Ver el pie de página.

FIGURA 11

DATOS RECOMENDADOS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO:



Fuente:

Perfil obtenido en base a las perforaciones hechas en el año de 1,958, como parte del trabajo de tesis de Pedro Conh Pollag "La Capacidad Soporte de los Suelos".

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 INGENIERÍA ESTRUCTURAL

Antes de entrar al análisis y el diseño estructural del edificio mencionado, es importante ver en perspectiva la relación del análisis con los objetivos de la ingeniería estructural en su totalidad. En términos simples, la ingeniería estructural consiste en etapas tanto del análisis como del diseño de un sistema estructural. Los objetivos técnicos del procedimiento de análisis, en su mayor parte, se refieren a la determinación de fuerzas y desplazamientos de una estructura dada. Los objetivos técnicos del proceso de diseño incluyen la selección y el detallamiento de los componentes que conforman el sistema estructural o ambos. Aun cuando estos dos aspectos de la ingeniería estructural se llevan con frecuencia en cursos separados en los planes de estudio de ingeniería, en la práctica son inseparables.

El análisis completo de una estructura suele requerir de un conocimiento de los tamaños de todos sus miembros, los que están determinados por decisiones de diseño.

Estas decisiones de diseño deben basarse en el conocimiento de las fuerzas en la estructura que resultan de un análisis. En forma más clara, para salir de este círculo y empezar el proceso completo, el ingeniero en estructuras debe hacer estimaciones iniciales. Esto puede constituir un diseño "preliminar", el cual define temporalmente el tamaño de los miembros. El diseño preliminar a menudo está basado en un análisis más o menos burdo o simple, y está muy influido por la experiencia y el criterio del ingeniero. Habiendo determinado un conjunto inicial de tamaño de los miembros, puede hacerse un análisis más detallado para determinar las fuerzas y los desplazamientos. Esto puede entonces conducir a un rediseño y a un análisis subsecuente.

Esta situación es típica de la interacción entre el análisis y el diseño. El proceso de ingeniería en su conjunto es claramente cíclico, como se ilustra en la figura 12. En ella, S_i representa la colección de todos los tamaños de los miembros (como el área de la sección transversal y la inercia) para el ciclo de diseño i . Las cantidades F_i , A_i , Q_i son, respectivamente las fuerzas en los miembros, los desplazamientos estructurales importantes y los esfuerzos pertinentes en los miembros para el ciclo i .

Los términos $Q_{m\acute{a}x}$ y $A_{m\acute{a}x}$ son los esfuerzos y los desplazamientos máximos permisibles, que por lo común están especificados en códigos como los publicados por el Instituto Estadounidense de la Construcción en Acero (AISC), el Instituto Estadounidense del concreto (ACI) o el Instituto Estadounidense de la Construcción en

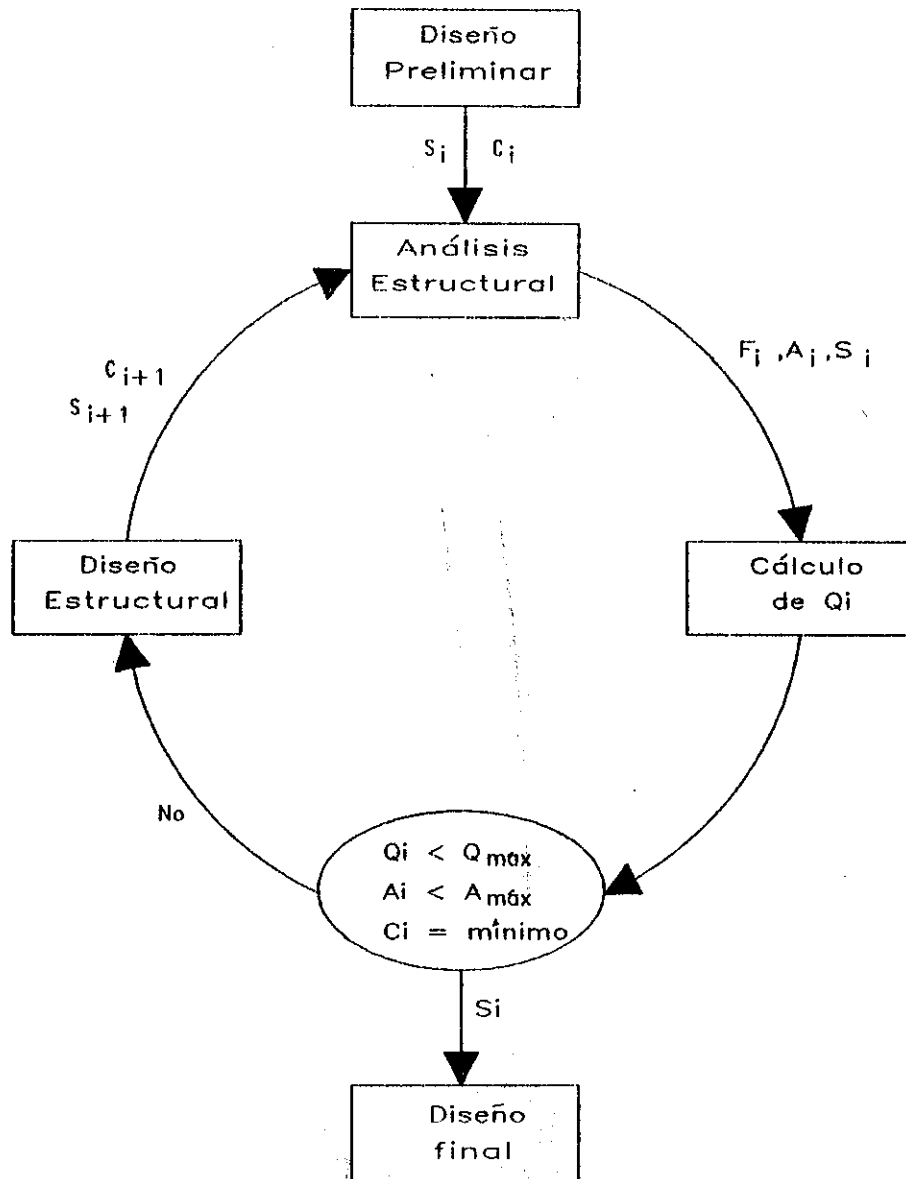
Madera (AITC). Estos y otros códigos internacionales y guatemaltecos proporcionan orientación para seleccionar las cargas a aplicar en la estructura.

El proceso de análisis y diseño puede en realidad ser considerado como un problema de optimización. Para ilustrar este hecho, se introdujo el término C_i en la figura 12 para representar el costo del sistema estructural. Sería ideal poder satisfacer todos los requisitos de esfuerzos y restricciones de desplazamiento (es decir, $Q_i < Q_{\text{máx}}$ y $A_i < A_{\text{máx}}$), y, al mismo tiempo, minimizar el costo. Bajo ciertas condiciones, el costo puede ser reemplazado por el peso de todos los elementos por diseñar. El proceso de minimizar un costo (es decir, una función objeto) sujeto a algunos criterios de ejecución (restricciones) es un problema matemático típico de optimización.

Para estructuras pequeñas o bien sencillas, el diseño óptimo puede por lo general ser encontrado por ensayo y error. Si se intenta una optimización en sistemas estructurales más complejos, será necesario utilizar técnicas bien conocidas, como la programación lineal.

En un sentido más amplio, la ingeniería estructural va más allá de la fase del diseño y del análisis. La mayor parte de los proyectos de ingeniería también incluyen fases de planeación general o de conceptualización, estimación de tiempos, fabricación, construcción e inspección de una estructura. El Ingeniero en estructuras puede ser requerido para participar en cualquiera de esos niveles y para utilizar habilidades y juicios analíticos. Es evidente que la discusión anterior acerca del proceso de análisis es solo una parte de todas las responsabilidades del ingeniero en estructuras. Sin embargo es un paso muy importante para alcanzar el objetivo final de la ingeniería: una estructura segura y económica. Los errores cometidos en el análisis durante cualquier fase de un proyecto pueden resultar catastróficos en grado extremo, generando quizá una cuota muy alta de pérdida de vidas o de dinero. Es por esta razón que los análisis son revisados y comprobados muy a menudo por diferentes individuos dentro de una empresa, incluso los aparentemente infalibles resultados de los análisis efectuados por computadora deben ser revisados de modo exhaustivo.

FIGURA 12
 PROCESO CÍCLICO DEL ANÁLISIS Y DISEÑO



- Q_i = Esfuerzos
- S_i = Tamaños de los miembros
- C_i = Costo
- f_i = Fuerzas de los miembros
- A_i = Desplazamientos estructurales

4.2 INGENIERÍA SÍSMICA

4.2.1 Edificios con pisos Rígidos en planta

Las estructuras de edificios son tridimensionales y podrían analizarse como tales mediante el método del elemento finito. Con este método pueden representarse las losas, vigas, muros, columnas, diagonales, etc., mediante diferentes tipos de elementos, que tienen de 3 a 6 grados de libertad por nudo. Sin embargo, en la práctica esto origina, entre otras cosas, las siguientes dificultades: a) Es muy alto el número de grados de libertad que resultan para el edificio completo, y aun empleando computadoras grandes se requiere de tiempos exagerados de proceso y de entrada y salida de datos; b) Por ser elevada la cantidad de datos que hay que proporcionar, y laboriosa su organización, son muchas las posibilidades de cometer errores, algunos muy difíciles de localizar; c) Es bastante difícil interpretar, verificar y visualizar los resultados, tanto por su número como porque están referidos a ejes tridimensionales, frecuentemente distintos de un elemento a otro; nuevamente es muy fácil equivocarse.

Por lo anterior, un análisis tridimensional de esta naturaleza está reservado a estructuras muy importantes, o a partes limitadas de una estructura. En edificios, para hacer el análisis tridimensional, la práctica más frecuente es idealizar la construcción como un conjunto de sub-estructuras (marcos y muros) planas verticales, ligadas por los sistemas de piso.

En muchos casos es aceptable suponer que el edificio está formado por marcos y/o muros, ligados entre sí por sistemas de piso, los que se consideran indeformables en su plano, o sea que funcionan como diafragmas infinitamente rígidos en planta. Esto implica que los desplazamientos laterales de cualquier punto en los pisos del edificio se pueden expresar en términos de dos desplazamientos horizontales y un giro alrededor de un eje vertical de un punto cualquiera de cada piso, de modo que, cuando las cargas laterales están aplicadas en los pisos, el problema se puede reducir a uno de sólo tres grados de libertad por cada nivel.

Cuando se considera que un edificio está formado por sistemas planos se están despreciando las rigideces a torsión de vigas, columnas y muros; esto podría ser inaceptable en ciertas estructuras, por ejemplo aquellas que tienen muros de forma tubular. Por otro lado, existen casos en que algunos marcos no son planos, como en edificios de planta circular.

La hipótesis de que los pisos son diafragmas rígidos es inadmisibles en algunos edificios; como en aquellos cuya longitud en planta es varias veces su ancho, y cuya rigidez ante cargas laterales no está distribuida de una manera sensiblemente uniforme en todo su largo, también es el caso de edificios de losas precoladas y de los que poseen elementos verticales resistentes a cargas laterales cuya rigidez sea comparable con la de las losas.

4.2.2 Análisis Sísmico estático de Edificios

Aspectos Generales: El análisis sísmico de edificios con altura menor de 60m. se puede realizar de acuerdo con el método estático.

La aplicación de este método consta esencialmente de los siguientes pasos:

- a) Se representa la acción del sismo por fuerzas horizontales que actúan en los centros de masas de los pisos, en dos direcciones ortogonales.
- b) Estas fuerzas se distribuyen entre los sistemas resistentes a carga lateral que tiene el edificio (muros y/o marcos).
- c) Se efectúa el análisis estructural de cada sistema resistente ante las cargas laterales que le correspondan.

4.2.2.1 Valuación de Fuerzas Sísmicas sin estimar el período fundamental del edificio

Las fuerzas cortantes sísmicas en los diferentes niveles de una estructura pueden valuarse suponiendo un conjunto de fuerzas horizontales que actúan sobre cada uno de los puntos donde se supongan concentradas las masas. La fuerza actuante donde se concentra una masa i es igual al peso de la misma, W_i , por un coeficiente proporcional a la altura h_i de la masa en cuestión sobre el desplante (o nivel a partir del cual las deformaciones estructurales pueden ser apreciables).

Distribución de las fuerzas sísmicas entre los elementos resistentes del edificio: en este paso del análisis sísmico hay que considerar que el momento torsionante se tomará igual a la fuerza cortante de entrepiso multiplicada por la excentricidad que para cada marco resulte más desfavorable de las siguientes $1.5e_s + 0.1b$, ó $e_s - 0.1b$, donde e_s es la excentricidad torsional calculada en el entrepiso considerado y b es la máxima dimensión en planta de dicho entrepiso, medida perpendicularmente a la dirección del movimiento del terreno que se esté analizando.

El procedimiento de distribución de fuerzas sísmicas entre los elementos resistentes consiste en los siguientes pasos:

- a) La fuerza horizontal P_i aplicada en el centro de gravedad de cada nivel i se calcula como ya se describió.

b) Se obtiene por equilibrio estático la línea de acción de la cortante sísmica en cada entrepiso para las dos direcciones ortogonales paralelas a los sistemas resistentes.

c) Se calculan las rigideces de entrepiso de los elementos resistentes en ambas direcciones y en todos los entrepisos.

d) Se determina la posición del centro de torsión en cada entrepiso. Este centro es el punto por el que debe pasar la línea de acción de la fuerza cortante sísmica para que el movimiento relativo de los dos niveles consecutivos que limitan el entrepiso sea exclusivamente de traslación. En caso contrario existe torsión o rotación relativa entre dichos niveles.

Las expresiones para calcular el centro de torsión son:

$$X_t = \frac{\sum K_{m_{jy}} \cdot X_j}{\sum K_{m_{jy}}} \quad Y_t = \frac{\sum K_{m_{jx}} \cdot Y_j}{\sum K_{m_{jx}}}$$

X_j, Y_j son las coordenadas de los elementos resistentes.

e) La fuerza cortante que debe ser resistida por un elemento resistente cualquiera es igual a la suma de dos efectos: el debido a la fuerza cortante del piso, supuesta actuando en el centro de torsión, y el debido al momento torsionante del piso. Si la dirección analizada del sismo es paralela al eje X, se obtienen las cortantes siguientes:

En los elementos resistentes 'x', por efecto de la fuerza cortante aplicada en el centro de torsión:

$$\frac{V_x \cdot K_m}{\sum K_m}$$

En los elementos resistentes X, por efecto de la torsión:

$$\frac{M_t \cdot K_{jx} \cdot Y_{jt}}{\sum K_{jx} \cdot Y_{jt}^2 + \sum K_{jy} \cdot X_{jt}^2}$$

En los elementos resistentes Y, por efecto de la torsión:

$$\frac{M_t \cdot K_{jy} \cdot X_{jt}}{\sum K_{jx} \cdot Y_{jt}^2 + \sum K_{jy} \cdot X_{jt}^2}$$

En las expresiones anteriores, V_x , V_y , fuerza cortante sísmica en el entrepiso considerado en las direcciones X y Y, respectivamente. X_{jt} , Y_{jt} distancias de los elementos resistentes con respecto al centro de torsión del entrepiso en cuestión.

M_t momento torsionante en el entrepiso considerado, que es igual al producto de la fuerza cortante en el entrepiso por la más desfavorable de las siguientes excentricidades :

$$e_1 = 1.5e_s + 0.10b \quad (6)$$

$$e_2 = e_s - 0.10b \quad (7)$$

donde e_s es la excentricidad calculada como distancia entre la línea de acción de la cortante y el centro de torsión, y b la mayor dimensión en planta del entrepiso, medida perpendicularmente a la dirección del sismo. En la ecuación (6), a la excentricidad calculada amplificada se le suma, en el mismo sentido, la excentricidad accidental $0.1b$. En la ecuación (7), en cambio, a la excentricidad calculada se le resta en sentido contrario, la excentricidad accidental; puede ocurrir que en este caso la excentricidad resultante se de signo opuesto al de la calculada. Para cada sistema plano deberá investigarse cuál de las dos excentricidades dadas por las ecuaciones (6) y (7) produce efectos más desfavorables.-

f) Para cada sistema plano deberán calcularse las fuerzas laterales debidas a la suma del 100% de los efectos debidos al sismo actuando en la dirección X, con 30% de los efectos producidos por el sismo actuando en la dirección Y y viceversa. Rige el mayor de los resultados.-

g) Conocido el sistema de cargas que actúa en cada elemento resistente, se procede al análisis estructural.-

4.2.3 Criterios de Estructuración:

Es frecuente, en la práctica, que la mayoría del tiempo que se dedica al diseño estructural de un edificio se invierta en los procesos de análisis y diseño, y que se examinen con brevedad los aspectos de diseño conceptual y de estructuración. Desde el punto de vista de diseño sísmico, esta costumbre es particularmente peligrosa, puesto que no se puede lograr que un edificio mal estructurado se comporte satisfactoriamente ante sismos, por mucho que se refinen los procedimientos de análisis y dimensionamiento.

A continuación se exponen varios conceptos que constituyen una guía que se debe procurar seguir en el diseño sísmico de edificios, aunque, naturalmente, solo se trata de lineamientos generales, que deben conjugarse con el criterio y la experiencia del ingeniero. No obstante, en lo posible se debe evitar salirse de estos lineamientos;

de no ser así el edificio debe ser materia de análisis y dimensionamiento detallados cuidadosos, de manera que se consideren los efectos desfavorables a que el sismo daría lugar.

4.2.3.1 Características Generales Deseables:

Se ha visto que la respuesta ante sismos depende de las características de masa y de rigidez de los sistemas estructurales. Son así mismo importantes la resistencia, el amortiguamiento, y la capacidad de absorción de energía. A continuación se describen características que, según la experiencia adquirida del estudio de los efectos de sismos intensos en edificios, son recomendables para lograr un comportamiento satisfactorio.

a) **Poco Peso:** Reconociendo que las fuerzas de inercia son proporcionales a la masa y, en consecuencia, al peso del edificio, debe procurarse que la estructura y los elementos no estructurales tengan el menor peso posible. Es importante además observar que en voladizos, o en vigas que tengan claros sumamente largos, el peso excesivo también puede producir fuerzas de inercia verticales de magnitud apreciable, que se sumarían a las de gravedad, que conviene reducir al mínimo.-

b) **Sencillez, Simetría y Regularidad en Planta:** Existen diversas razones para buscar la sencillez en la estructuración. En primer lugar, se entiende mejor el comportamiento sísmico global con respecto al de una estructura compleja; En segundo lugar es más fácil preparar, dibujar, entender y construir detalles estructurales. Además la falta de regularidad de la estructura da lugar, generalmente, a falta de simetría, ya sea en masas, rigideces o resistencias y produce efectos de torsión difíciles de evaluar con precisión y, en el caso de sismos intensos, hace que las deformaciones inelásticas se concentren en ciertas zonas, las más débiles produciendo daños que pueden ser muy apreciables.

De acuerdo a lo anterior, no son convenientes formas muy alargadas en planta y, en lo posible, deben evitarse las plantas con entrantes o salientes con dimensiones que ya se deben considerar como irregulares. En caso que las dimensiones de entrantes sean mayores, puede resultar conveniente utilizar juntas de construcción aislantes ⁵ que dividan a la planta global en varias formas rectangulares.

Otra fuente de torsiones indeseables lo constituyen la irregularidad debido a una distribución, excéntrica de rigideces o de masas, es decir una mala distribución de las masas y de los elementos que resisten el sismo.

⁵ Las juntas de construcción es un tema bastante interesante tanto en el análisis sísmico como en los análisis térmicos, para una investigación más a fondo se recomienda la Tesis "Criterios Localización de Juntas", de Jaime Elías Serrano Ramírez, del año 1,981.

c) **Plantas poco Alargadas:** También es recomendable procurar que las plantas no sean muy alargadas; mientras mayor sea la dimensión, mayor es la probabilidad de que actúen sobre el edificio movimientos que difieren en un extremo y otro del mismo, lo cual es opuesto a la suposición usual de análisis sísmico, y puede producir en el edificio efectos perjudiciales. Nuevamente, se sugieren en casos extremos, juntas de construcción aislantes que dividan al edificio en varios cuerpos de formas no alargadas.

d) **Sencillez, Simetría y Regularidad en Elevación:** Son deseables por los mismos motivos que lo son en planta. Además, en elevación es conveniente que no existan cambios bruscos en las dimensiones del edificio, ni en las distribuciones de masas, rigideces y resistencias. El principal objetivo es evitar que se produzcan concentraciones de esfuerzos en ciertos pisos que son débiles con respecto a los demás; esto puede dar origen a que en un solo piso se forme un mecanismo de desplazamientos laterales con articulaciones plásticas en los extremos de las columnas de ese nivel; en estas secciones es probable que se generen demandas de giros inelásticos mayores de las que son capaces de soportar, por lo que se producirá el colapso del piso entero.

Los cambios bruscos en elevación hacen también que ciertas partes del edificio se comporten como apéndices, con el riesgo de que se produzca el fenómeno de ampliación dinámica ⁶ de fuerzas conocido como chicoteo, que en sismos reales es muy dañino. En cuanto a la relación entre la altura total y la dimensión mínima de la base de edificio, Dowric ⁷ sugiere que ésta no pase de cuatro, con el objeto de poder transmitir adecuadamente los momentos de volteo a los pisos inferiores y a la cimentación y, en particular, de reducir las fuerzas que estos momentos producen en las columnas exteriores de los primeros niveles.

e) **Uniformidad en la Distribución de Resistencia, Rigidez y Ductilidad:** Esta recomendación está ligada a las de regularidad y simetría en planta y elevación. Hay además algunas reglas de uniformidad que darán a la estructura mejores posibilidades de comportarse bien ante un sismo. Entre ellas están; que los elementos que soportan las cargas verticales (columnas y/o muros) estén distribuidos uniformemente y sean continuos desde la cimentación hasta el último nivel; que en lo posible, los claros tengan dimensiones similares; que las vigas y columnas estén en el mismo plano y que sus ejes se intercepten, con el propósito de lograr que haya una adecuada transmisión de elementos mecánicos; para este fin también es deseable que las columnas y vigas contiguas sean de dimensiones similares, lo que además facilita el detallado de las uniones. Ningún tipo de elemento estructural importante debe cambiar bruscamente de dimensiones ni de refuerzos.

⁶ Para la ampliación de este concepto enfocado en el análisis sísmico, se recomienda la Tesis "**Consideraciones sobre Estructuración y Diseño de Estructuras Sismo Resistentes**" de Alfredo Arce Valenzuela, del año 1983.

⁷ "**Manual de Configuración y Diseño Sísmico de Edificios**" de Christopher Arnold y Roberto Reitherman, Editorial Limusa, S.A., México, 1,991.

El empleo de claros muy desiguales en un mismo marco ocasiona fuerzas cortantes y momentos flexionantes elevados en las vigas de los claros más cortos. Estos elementos mecánicos pueden alcanzar valores excesivos en edificios altos e incluso provocar variaciones inconvenientes en la carga axial de las columnas adyacentes; en edificios bajos estos efectos pueden ser insignificantes.

f) **Hiperestaticidad y Líneas Escalonadas de Defensa Estructural:** La resistencia de un edificio a sismos depende de su capacidad para disipar energía. Mientras mayor continuidad y monolitismo tenga el sistema estructural, esto es, mientras más hiperestático sea, mayor será su posibilidad de que, sin convertirse en un mecanismo inestable, se formen en él articulaciones plásticas, con alta capacidad de absorción de energía mediante deformaciones inelásticas, con el consecuente comportamiento aceptable ante sismos. En otras palabras, la redundancia y el comportamiento inelástico hacen posible que las estructuras hiperestáticas tengan varias líneas de defensa ante los temblores, ya que varios elementos pueden "fallar" pero quedan los elementos restantes para seguir resistiendo el sismo. Siguiendo la misma idea, puede convenir diseñar la estructura para que durante un sismo intenso los daños se concentren en zonas previstas para servir como "fusibles estructurales", disipadores, mediante deformaciones inelásticas, de la mayor parte de la energía que introduce el temblor, sin que se produzcan daños graves en el resto de la estructura.

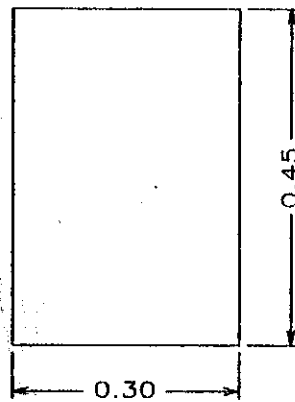
Las consideraciones anteriores sirven solamente de fundamento para la estructuración asísmica del edificio propuesto, la cual según lo estudiado es relativamente sencilla ya que es un edificio bajo, no alargado y simétrico en cuanto a distribución de masas y elementos que soportan cargas, al menos en el eje X que es el más crítico.

4.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

4.3.1 Predimensionamiento

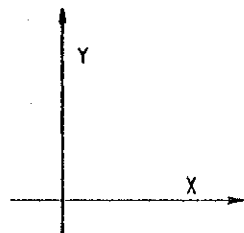
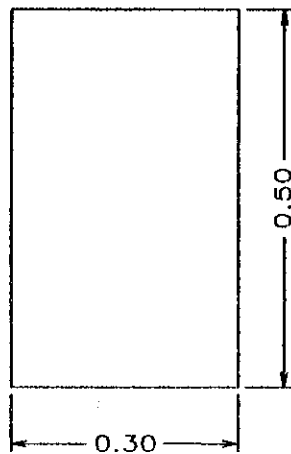
4.3.1.1 Vigas:

Las vigas de todos los marcos tendrán la siguiente sección transversal:

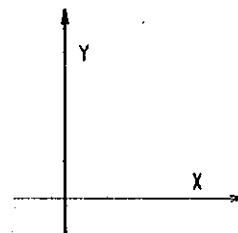
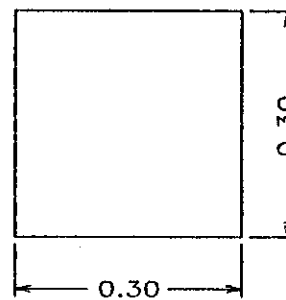


4.3.1.2 Columnas:

Columnas "A"



Columnas "B"



Datos de los elementos:

Vigas:

$$\text{Momento de Inercia, } I = 30\text{cm} \cdot 45^3 \text{ cm} / 12 = 227,812.50 \text{ Cms}^4$$

$$\text{Área de la viga, } A = 30\text{cm} \cdot 45 \text{ cm} = 1,350.00 \text{ Cms}^2$$

Columnas "A" = 30 cms * 50 cms.:

$$\text{Momento de Inercia, } I_{xx} = 50\text{cm} \cdot 30^3 \text{ cm} / 12 = 112,500.00 \text{ Cms}^4$$

$$\text{Momento de Inercia, } I_{yy} = 30\text{cm} \cdot 50^3 \text{ cm} / 12 = 312,500.00 \text{ Cms}^4$$

$$\text{Área de la columna, } A = 30\text{cm} \cdot 50\text{cm} = 1,500.00 \text{ Cms}^2$$

Columnas "B" = 30 cms * 30 cms.:

$$\text{Momento de Inercia, } I_{xx} = 30\text{cm} \cdot 30^3 \text{ cm} / 12 = 67,500.00 \text{ Cms}^4$$

$$\text{Momento de Inercia, } I_{yy} = 30\text{cm} \cdot 30^3 \text{ cm} / 12 = 67,500.00 \text{ Cms}^4$$

$$\text{Área de la columna, } A = 30\text{cm} \cdot 30\text{cm} = 900.00 \text{ Cms}^2$$

4.3.1.3 Cargas Muertas de Diseño:

Concreto	2,400 Kg/m ³
Tabiques de block liviano 15*20*40	180 Kg/m ²
Repello + cernido de tabique, dos caras	60 Kg/m ²
Losa de Cubierta:	
Mezclón + blanqueado sobre la losa	50 Kg/m ²
Repello + cernido bajo la losa	30 Kg/m ²

Losa entrepiso:

Mezclón	60 Kg/m ²
Piso de granito	125 Kg/m ²
Repello + cernido bajo la losa	30 Kg/m ²
Losa prefabricada	270 Kg/m ²

4.3.1.4 Cargas Vivas de Diseño:

Losa de cubierta	100 Kg/m ²
Losa de entrepiso	450 Kg/m ²

4.3.1.5 Integración del peso total de la losa.

Losa de cubierta (tercer nivel):

$$W = w \text{ losa} + w \text{ acabados}$$

$$W = 270 \text{ kg/m}^2 + 80 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 350 \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 0.35 \text{ Ton/m}^2$$

Losa de entrepiso (2o y 1er nivel):

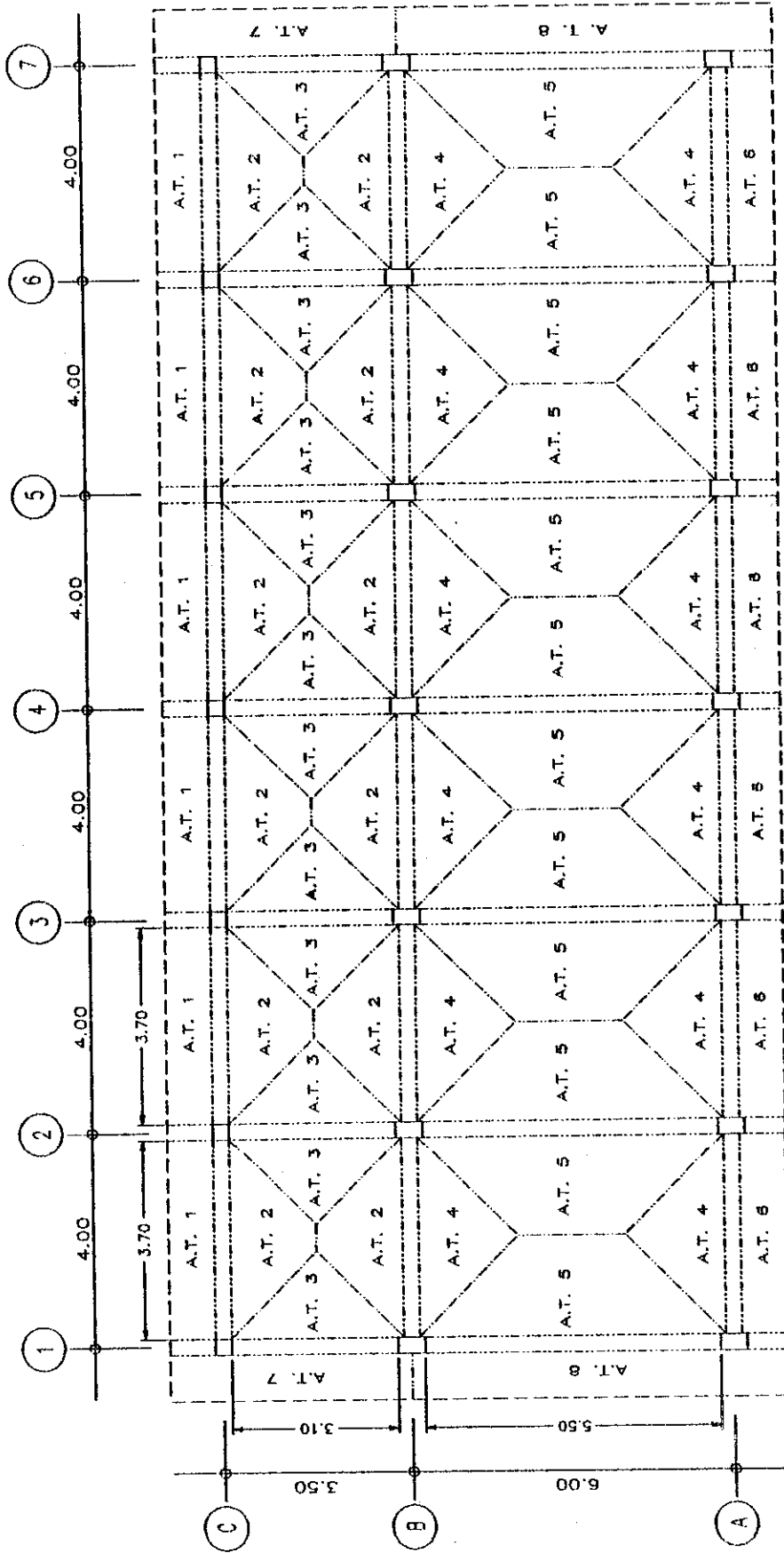
$$W = w \text{ losa} + w \text{ acabados} + w \text{ mezclón} + w \text{ piso}$$

$$W = 270 \text{ kg/m}^2 + 30 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 125 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 485 \text{ Kg/m}^2$$

$$W = 0.49 \text{ Ton/m}^2$$

GRÁFICA 3



ÁREAS TRIBUTARIAS

A.T. 1 = 3.14 M ²	A.T. 5 = 7.12 M ²
A.T. 2 = 3.36 M ²	A.T. 6 = 3.14 M ²
A.T. 3 = 2.56 M ²	A.T. 7 = 3.82 M ²
A.T. 4 = 3.42 M ²	A.T. 8 = 5.95 M ²

VOLADIZOS DE LOSA = 1.00 Mts.
MEDIDOS A PARTIR DE LOS EJES

ESCALA: 1/125

TABLA 6 PESO Y CENTRO DE MASA 3er. NIVEL

ELEMENTO	CÁLCULO DE (W)	W(Ton)	X	Y	WX	WY
Losa A-B	$(6 \times 5.7 + 3.7 + 2 \times 5.95 + 6 \times 3.14) \times 0.35$	55.048	11.950	3.275	657.824	180.282
Losa B-C	$(6 \times 3.2 + 3.7 + 2 \times 3.82 + 6 \times 3.14) \times 0.35$	34.132	11.950	9.175	407.877	313.161
Vigas eje A	$6 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.70 \times 2.40$	7.193	13.000	1.000	93.509	7.193
Vigas eje B	$6 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.70 \times 2.40$	7.193	13.000	7.000	93.509	50.351
Vigas eje C	$6 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.70 \times 2.40$	7.193	13.000	10.500	93.509	75.527
Vigas A-B	$7 \times 0.30 \times 0.45 \times 5.50 \times 2.40$	12.474	13.000	4.000	162.162	49.896
Vigas B-C	$7 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.10 \times 2.40$	7.031	13.000	8.800	91.403	61.873
Col. eje A	$7 \times 0.30 \times 0.50 \times 1.525 \times 2.40$	3.840	13.000	1.000	49.920	3.840
Col. eje B	$7 \times 0.30 \times 0.50 \times 1.525 \times 2.40$	3.840	13.000	7.000	49.920	26.880
Col. eje C	$7 \times 0.30 \times 0.30 \times 1.525 \times 2.40$	2.310	13.000	10.500	30.030	24.255
Tabiques A'	$6 \times 3.70 \times 1.525 \times 0.12$	4.063	12.950	0.050	52.616	0.203
Tabiques B	$6 \times 3.70 \times 1.525 \times 0.12$	4.063	11.950	7.000	48.553	28.441
Tabiques C'	$6 \times 3.70 \times 1.525 \times 0.12$	4.063	12.950	11.450	52.616	46.521
Tabiques A'-B	$7 \times 5.50 \times 1.525 \times 0.12$	7.046	12.950	3.125	91.246	22.019
Tabiques B-C'	$7 \times 3.10 \times 1.525 \times 0.12$	3.971	12.950	9.225	51.424	36.632
		163.460			2026.118	927.074

$$CM_x = W_x/W = 2,026.118/163.46 = 12.40 \text{ Mts.}$$

$$CM_y = W_y/W = 927.074/163.46 = 5.67 \text{ Mts.}$$

TABLA 7 PESO Y CENTRO DE MASA 2o. NIVEL

ELEMENTO	CÁLCULO DE (W)	W(Ton)	X	Y	WX	WY
Losa A-B	$(6 \times 5.7 + 3.7 + 2 \times 5.95 + 6 \times 3.14) \times 0.49$	77.067	11.950	3.275	920.951	252.394
Losa B-C	$(6 \times 3.2 + 3.7 + 2 \times 3.82 + 6 \times 3.14) \times 0.49$	47.785	11.950	9.175	571.031	438.427
Vigas eje A	$6 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.70 \times 2.40$	7.193	13.000	1.000	93.509	7.193
Vigas eje B	$6 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.70 \times 2.40$	7.193	13.000	7.000	93.509	50.351
Vigas eje C	$6 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.70 \times 2.40$	7.193	13.000	10.500	93.509	75.527
Vigas A-B	$7 \times 0.30 \times 0.45 \times 5.50 \times 2.40$	12.474	13.000	4.000	162.162	49.896
Vigas B-C	$7 \times 0.30 \times 0.45 \times 3.10 \times 2.40$	7.031	13.000	8.800	91.403	61.873
Col. eje A	$7 \times 0.30 \times 0.50 \times 3.05 \times 2.40$	7.686	13.000	1.000	99.918	7.686
Col. eje B	$7 \times 0.30 \times 0.50 \times 3.05 \times 2.40$	7.686	13.000	7.000	99.918	53.802
Col. eje C	$7 \times 0.30 \times 0.30 \times 3.05 \times 2.40$	4.612	13.000	10.500	59.956	48.426
Tabiques A'	$6 \times 3.70 \times 3.05 \times 0.12$	8.125	12.950	0.050	105.219	0.406
Tabiques B	$6 \times 3.70 \times 3.05 \times 0.12$	8.125	11.950	7.000	97.094	56.875
Tabiques C'	$6 \times 3.70 \times 3.05 \times 0.12$	8.125	12.950	11.450	105.219	93.031
Tabiques A'-B	$7 \times 5.50 \times 3.05 \times 0.12$	14.091	12.950	3.125	182.478	44.034
Tabiques B-C'	$7 \times 3.10 \times 3.05 \times 0.12$	7.942	12.950	9.225	102.849	73.265
		232.328			2878.724	1313.187

$$CM_x = W_x/W = 2,878.724/232.328 = 12.39 \text{ Mts.}$$

$$CM_y = W_y/W = 1,313.187/232.328 = 5.65 \text{ Mts.}$$

TABLA 8 PESO Y CENTRO DE MASA 1er. NIVEL

ELEMENTO	CÁLCULO DE (W)	W(Ton)	X	Y	WX	WY
Losa A-B	$(6*5.7*3.7+2*5.95+6*3.14)0.49$	77.067	11.950	3.275	920.951	252.394
Losa B-C	$(6*3.2*3.7+2*3.82+6*3.14)0.49$	47.785	11.950	9.175	571.031	438.427
Vigas eje A	$6*0.30*0.45*3.70*2.40$	7.193	13.000	1.000	93.509	7.193
Vigas eje B	$6*0.30*0.45*3.70*2.40$	7.193	13.000	7.000	93.509	50.351
Vigas eje C	$6*0.30*0.45*3.70*2.40$	7.193	13.000	10.500	93.509	75.527
Vigas A-B	$7*0.30*0.45*5.50*2.40$	12.474	13.000	4.000	162.162	49.896
Vigas B-C	$7*0.30*0.45*3.10*2.40$	7.031	13.000	8.800	91.403	61.873
Col. eje A	$7*0.30*0.50*5.625*2.40$	14.175	13.000	1.000	184.275	14.175
Col. eje B	$7*0.30*0.50*5.625*2.40$	14.175	13.000	7.000	184.275	99.225
Col. eje C	$7*0.30*0.30*5.625*2.40$	8.505	13.000	10.500	110.565	89.303
Tabiques A'	$6*3.70*4.575*0.15$	15.235	12.025	0.525	183.201	7.998
Tabiques B	$6*3.70*4.575*0.15$	15.235	11.525	7.000	175.583	106.645
Tabiques C'	$6*3.70*4.575*0.15$	15.235	12.025	11.025	183.201	167.966
Tabiques A'-B	$7*5.50*4.575*0.15$	26.421	12.975	3.563	342.812	94.138
Tabiques B-C'	$7*3.10*4.575*0.15$	14.892	12.975	9.013	193.224	134.222
V-C eje A	$6*0.30*0.30*3.70*2.40$	4.795	13.000	1.000	62.335	4.795
V-C eje B	$6*0.30*0.30*3.70*2.40$	4.795	13.000	7.000	62.335	33.565
V-C eje C	$6*0.30*0.30*3.70*2.40$	4.795	13.000	10.500	62.335	50.348
V-C A-B	$7*0.30*0.30*5.50*2.40$	8.316	13.000	4.000	108.108	33.264
V-C B-C	$7*0.30*0.30*3.10*2.40$	4.687	13.000	8.800	60.931	41.246
		317.197			3583.210	1649.332

$$CM_x = W_x/W = 3,583.210/317.197 = 11.30 \text{ Mts.}$$

$$CM_y = W_y/W = 1,649.332/317.197 = 5.20 \text{ Mts.}$$

4.3.2 Integración de Cargas Gravitacionales

Integración de cargas sobre las vigas:

Datos generales:

Factores de Cargas Últimas según Reglamento ACI 318-89:

Para carga muerta: 1.40

Para carga viva: 1.70

Peso de vigas = $W_{\text{vigas}} = 0.30 \times 0.45 \times 2.40 \times 1.40 = 0.454 \text{ Ton/m}$

Peso de Tabiques 3ro y 2do. niv. = $0.12 \times 1.00 \times 1.40 = 0.168 \text{ Ton/m}$

Integración de cargas para marco X-X:

EJE A:

Área tributaria: $3.42 + 3.14 = 6.56 \text{ M}^2$

Longitud de la viga: 3.70 mts.

Carga muerta 3er nivel:

$W_{\text{losa}} = 0.35 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.56 / 3.70 =$	0.869 T/m
Peso de la viga =	0.454 T/m
	<u>1.323 T/m</u>

Carga viva 3er nivel:

$W_{\text{viva}} = 0.10 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 6.56 / 3.70 = 0.301 \text{ T/m}$

Carga Muerta del 2o y 1er nivel:

$W_{\text{losa}} = 0.49 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.56 / 3.70 =$	1.216 T/m
Peso de la viga =	0.454 T/m
Peso de tabiques =	0.168 T/m
	<u>1.838 T/m</u>

Carga viva del 2o y 1er nivel:

$W_{\text{viva}} = 0.45 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 6.56 / 3.70 = 1.356 \text{ T/m}$

EJE B:

Área tributaria: $3.36 + 3.42 = 6.78 \text{ M}^2$

Longitud de la viga: 3.70 mts.

Carga muerta 3er nivel:

$W_{\text{losa}} = 0.35 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.78 / 3.70 =$	0.898 T/m
Peso de la viga =	0.454 T/m
	<u>1.352 T/m</u>

Carga viva 3er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.10 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 6.78/3.70 = 0.312 \text{ T/m}$$

Carga muerta del 2o y 1er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.49 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.78/3.70 = 1.257 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ \text{Peso de tabiques} &= \underline{0.168 \text{ T/m}} \\ &1.879 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva del 2o y 1er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.45 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 6.78/3.70 = 1.402 \text{ T/m}$$

EJE C:

Área tributaria: $3.14 + 3.36 = 6.50 \text{ M}^2$
Longitud de la viga: 3.70 mts.

Carga muerta 3er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.35 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.50/3.70 = 0.861 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= \underline{0.454 \text{ T/m}} \\ &1.315 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva 3er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.10 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.50/3.70 = 0.299 \text{ T/m}$$

Carga muerta 2o y 1er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.49 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.50/3.70 = 1.205 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ \text{Peso de tabiques} &= \underline{0.168 \text{ T/m}} \\ &1.827 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva 2o y 1er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.45 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 6.50/3.70 = 1.344 \text{ T/m}$$

Integración de cargas para marco Y-Y:

EJES 1 Y 7, TRAMO A-B:

Área tributaria: $5.95 + 7.12 = 13.07 \text{ M}^2$
Longitud de la viga: 5.50 mts.

Carga muerta 3er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.35 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 13.07/5.50 = 1.163 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= \underline{0.454 \text{ T/m}} \\ &1.618 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva 3er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.10 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 13.07/5.50 = 0.404 \text{ T/m}$$

Carga muerta 2o y 1er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.49 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 13.07/5.50 = 1.630 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ \text{Peso de tabiques} &= 0.168 \text{ T/m} \\ &= 2.252 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva 2o y 1er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.45 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 13.07/5.50 = 1.818 \text{ T/m}$$

EJES 2, 3, 4, 5 Y 6, TRAMO A-B:

$$\begin{aligned} \text{Área tributaria: } &7.12 + 7.12 = 14.24 \text{ M}^2 \\ \text{Longitud de la viga: } &5.50 \end{aligned}$$

Cargas muertas 3er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.35 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 14.24/5.50 = 1.269 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ &= 1.723 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Cargas vivas 3er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.10 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 14.24/5.50 = 0.440 \text{ T/m}$$

Carga muerta 2o y 1er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.49 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 14.24/5.50 = 1.776 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ \text{Peso de tabiques} &= 0.168 \text{ T/m} \\ &= 2.398 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva 2o y 1er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.45 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 14.24/5.50 = 1.981 \text{ T/m}$$

EJES 1 Y 7, TRAMO B-C:

$$\begin{aligned} \text{Área tributaria: } &3.82 + 2.56 = 6.38 \text{ M}^2 \\ \text{Longitud de la viga: } &3.10 \text{ mts.} \end{aligned}$$

Cargas muertas 3er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.35 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.38/3.10 = 1.008 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ &= 1.462 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva 3er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.10 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 6.38/3.10 = 0.350 \text{ T/m}$$

Carga muerta 2o y 1er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.49 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 6.38/3.10 = 1.412 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ \text{Peso de tabiques} &= \underline{0.168 \text{ T/m}} \\ &2.034 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Carga viva 2o y 1er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.45 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 6.38/3.10 = 1.574 \text{ T/m}$$

EJES 2, 3, 4, 5 Y 6, TRAMO B-C:

$$\begin{aligned} \text{Área tributaria: } &2.56 + 2.56 = 5.12 \text{ M}^2 \\ \text{Longitud de la viga: } &3.10 \text{ mts.} \end{aligned}$$

Cargas muertas 3er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.35 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 5.12/3.10 = 0.809 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= \underline{0.454 \text{ T/m}} \\ &1.263 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Cargas vivas 3er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.10 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 5.12/3.10 = 0.281 \text{ T/m}$$

Cargas muertas 2o y 1er nivel:

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= 0.49 \text{ ton/m}^2 * 1.40 * 5.12/3.10 = 1.133 \text{ T/m} \\ \text{Peso de la viga} &= 0.454 \text{ T/m} \\ \text{Peso de tabiques} &= \underline{0.168 \text{ T/m}} \\ &1.755 \text{ T/m} \end{aligned}$$

Cargas vivas 2o y 1er nivel:

$$W \text{ viva} = 0.45 \text{ ton/m}^2 * 1.70 * 5.12/3.10 = 1.263 \text{ T/m}$$

4.3.3 Integración de cargas laterales o de Sismo

4.3.3.1 Directas:

Cálculo de rigideces:

El módulo de elasticidad del concreto armado interviene en el cálculo de la rigidez, obtener este valor preciso es muy complicado y para un análisis estructural no vale la pena investigarlo, es por eso que el Reglamento ACI 318-89 recomienda usar un valor representativo de este módulo que sea justificable, y una vez adoptado ese valor se utilice durante todo el análisis.

$$E_c = 15,100 * 281 = 253,122.13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 253.12 \text{ ton/cm}^2 = \text{cte} = 0.10 \text{ (valor representativo)}$$

$$\text{Entonces: } K = 4 EI/L$$

Cálculo de Rigideces de Vigas:

$$I = 227,812.50 \text{ cm}^4 \text{ (para todas las vigas)}$$

K de vigas X-X:

$$L = 370 \text{ cms.} \quad K = 247 \text{ Kg-cm}$$

K de vigas Y-Y:

$$L = 550 \text{ cms.} \quad K = 166 \text{ Kg-cm}$$

$$L = 310 \text{ cms.} \quad K = 294 \text{ Kg-cm}$$

Cálculo de Rigideces de columnas:

K de columnas X-X ejes A y B:

$$I_x = 112,500 \text{ cms}^4$$

$$L = 260 \text{ cms.} \quad K = 173 \text{ Kg-cm}$$

$$L = 365 \text{ cms.} \quad K = 124 \text{ Kg-cm}$$

K de columnas X-X eje C:

$$I_x = 67,500 \text{ cms}^4$$

$$L = 260 \text{ cms.} \quad K = 104 \text{ Kg-cm}$$

$$L = 365 \text{ cms.} \quad K = 74 \text{ Kg-cm}$$

K de columnas Y-Y ejes A y B:

$$I_y = 312,500 \text{ cms}^4$$

$$L = 260 \text{ cms.} \quad K = 481 \text{ Kg-cm}$$

$$L = 365 \text{ cms.} \quad K = 343 \text{ Kg-cm}$$

K de columnas Y-Y eje C:

$$I_y = 67,500 \text{ cms}^4$$

$$L = 260 \text{ cms.} \quad K = 104 \text{ Kg-cm}$$

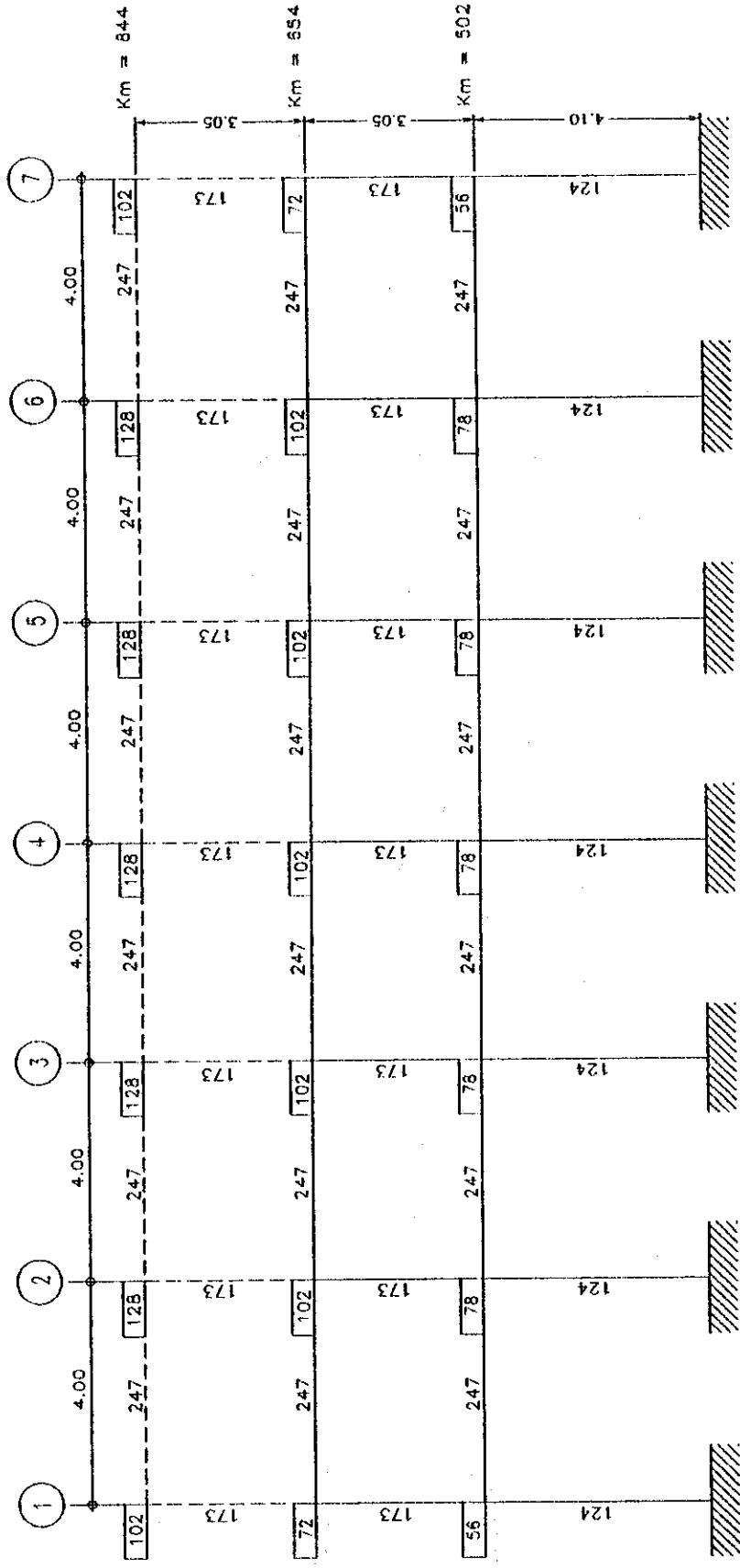
$$L = 365 \text{ cms.} \quad K = 74 \text{ Kg-cm}$$

Nota: Para las columnas:

$$\text{Tercero y segundo nivel: } L = 305 - 45 = 260 \text{ cms.}$$

$$\text{Primer nivel: } L = 410 - 45 = 365 \text{ cms.}$$

GRÁFICA 4



CONTENIDO: RIGIDEZES DE ELEMENTO (K), DE NUDO (Kn) Y DE MARCO (Km)

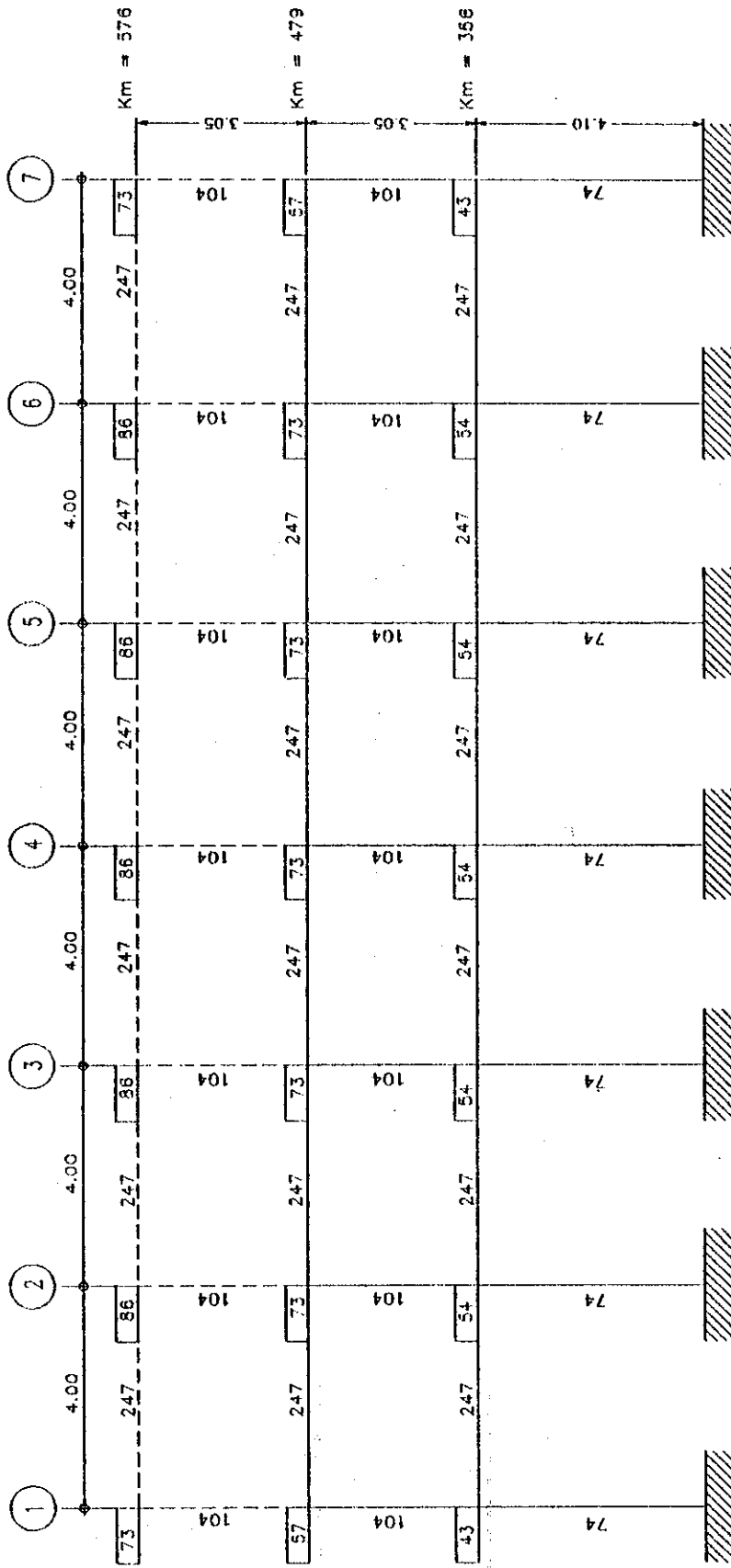
MARCO TÍPICO X-X

EJE(S): A y B

ESCALA: 1/125

NOTA: LAS LÍNEAS DISCONTINUAS DEL TERCER NIVEL, CORRESPONDEN AL MARCO DE LA FUTURA AMPLIACIÓN.

GRÁFICA 5



CONTENIDO: RIGIDEZES DE ELEMENTO (K), DE NUDO (K_n) Y DE MARCO (K_m)

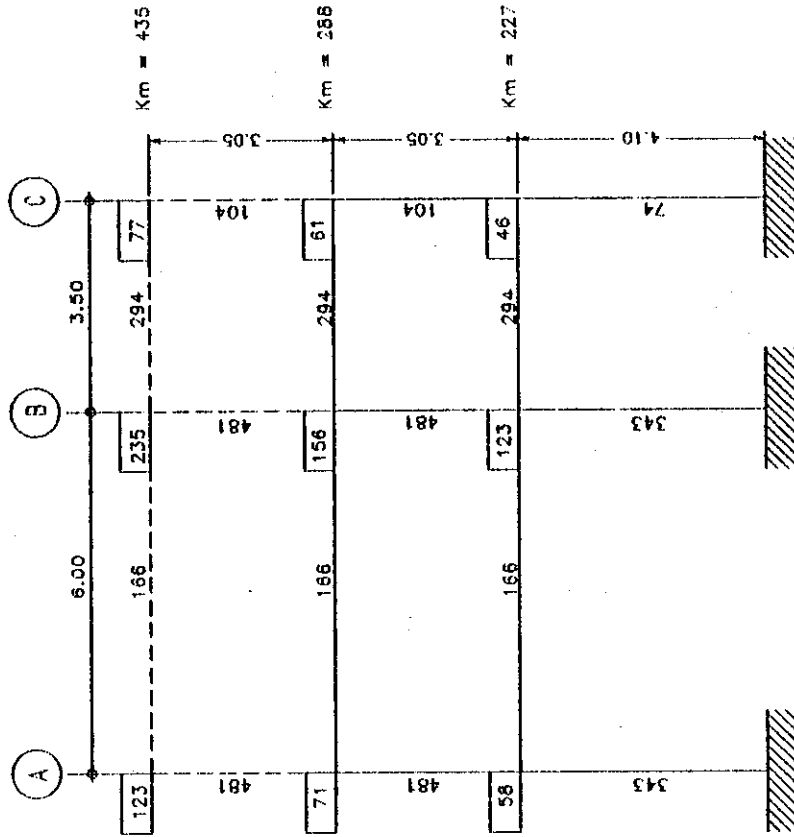
MARCO TÍPICO X-X

EJE(S): c

ESCALA: 1/125

NOTA: LAS LINEAS DISCONTINUAS DEL TERCER NIVEL, CORRESPONDEN AL MARCO DE LA FUTURA AMPLIACION.

GRÁFICA 6



CONTENIDO: RIGIDECES DE ELEMENTOS (K), NUDOS (Kn) Y MARCOS (Km)

MARCO TÍPICO Y-Y

EJE(S): 1, 2, 3, 4, 5, 6 Y 7

ESCALA: 1/125

NOTA: LAS LÍNEAS DISCONTINUAS DEL TERCER NIVEL, CORRESPONDEN AL MARCO DE LA FUTURA AMPLIACIÓN.

Estimación de los factores de rigidez de nudo.

$$f_{kn} = K_c * \frac{K_v}{K_m}$$

donde:

f_{kn} = Factor de rigidez de nudo.

K_c = Rigidez de la columna abajo del nudo.

K_v = Sumatoria de las rigideces de vigas que llegan al nudo.

K_m = Sumatoria de las rigideces de todos los miembros que llegan al nudo.

Estimación del Factor de Rigidez de Marco.

El factor de rigidez de marco es la relación entre los factores de rigidez de nudo de un marco determinado y la totalidad de factores de rigidez de nudo en dirección de la aplicación del sismo. Su valor se obtendrá de la siguiente expresión:

$$\text{Factor de rigidez de marco} = f_{km} = \frac{\Sigma \text{ de factores de rigidez de nudo del marco (} f_{kn} \text{)}}{\Sigma \text{ factores de rigidez de los nudos de los marcos de determinado nivel}}$$

CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE DE SISMO (V):

Para la estimación del corte total lateral sísmico, se utilizará la fórmula proporcionada por UBC (SEAOC-74).

$$V = Z I K C S W$$

Valor a utilizar

Razonamiento:

$$Z = 1.00$$

Considerando una región de alta sismicidad, zona sísmica 4.1

$$I = 1.30$$

Se considera que en el área pueden existir más de 300 personas a la vez.

$$K = 0.67$$

El sistema será de marcos dúctiles capaces de absorber carga lateral.

$$S = 1.50$$

El período de vibración del suelo no puede ser determinado.

TABLE 11
CORTE DIRECTO POR MARCO

2o. nivel		F nivel = 34.46 ton.	
MARCO	Kmarco	Kmarco/Knivel	V marco
A	654	0.366	12.61
B	654	0.366	12.61
C	479	0.268	9.24
	Knivel= 1,787	1.000	34.46
1	288	0.143	4.92
2	288	0.143	4.92
3	288	0.143	4.92
4	288	0.143	4.92
5	288	0.143	4.92
6	288	0.143	4.92
7	288	0.143	4.94
	Knivel= 2,016	1.000	34.46

TABLE 12
CORTE DIRECTO POR MARCO

1er nivel		F nivel = 26.98	
MARCO	Kmarco	Kmarco/Knivel	V marco
A	502	0.369	9.96
B	502	0.369	9.96
C	356	0.262	7.06
	Knivel= 1,360	1.000	26.98
1	227	0.143	3.86
2	227	0.143	3.86
3	227	0.143	3.86
4	227	0.143	3.86
5	227	0.143	3.86
6	227	0.143	3.86
7	227	0.143	3.86
	Knivel= 1,589	1.000	26.98

Estimación de las coordenadas del Centro de Rigidez.

El centro de rigidez es el punto en el que se encuentra aplicada la resultante de las fuerzas resistentes en el momento en que se aplica la carga sísmica. Su posición está en función de la rigidez de cada marco resistente y de su brazo respecto a un eje arbitrario.

La expresión para determinar el centro de Rigidez es la

$$\text{siguiente: } CR = \frac{\Sigma(Km * di)}{\Sigma Km}$$

donde:

CR = centro de rigidez

Km = Rigidez del marco

di = Distancia del marco al eje de referencia, en la dirección X o Y.

Centro de rigidez del 3er nivel:

MARCO	Km	d	Km*d	CALCULO
1	435	1	435	
2	435	5	2,175	CRx = $\frac{43,680}{3,045}$
3	435	9	3,915	
4	435	13	5,655	
5	435	17	7,395	CRx = 13.00 Mts.
6	435	21	9,135	
7	435	25	10,875	
	<u>3,045</u>		<u>39,585</u>	
A	844	1	844	CRy = $\frac{12,800}{2,264}$
B	844	7	5,908	
C	576	10.50	6,048	CRy = 5.65 Mts.
	<u>2,264</u>		<u>12,800</u>	

Centro de Rigidez del 2o nivel:

MARCO	Km	d	Km*d	CALCULO
1	288	1	288	
2	288	5	1,440	CRx = $\frac{26,208}{2,016}$
3	288	9	2,592	
4	288	13	3,744	
5	288	17	4,896	CRx = 13.00 Mts.
6	288	21	6,048	
7	288	25	7,200	
	<u>2,016</u>		<u>26,208</u>	
A	654	1	654	CRy = $\frac{10,261.50}{1,787}$
B	654	7	4,578	
C	479	10.50	5,029.50	CRy = 5.74 Mts.
	<u>1,787</u>		<u>10,261.50</u>	

Centro de Rigidez del 1er nivel:

MARCO	Km	d	Km*d	CALCULO
1	227	1	227	$\frac{20,657}{1,589}$
2	227	5	1,135	CRx = 1,589
3	227	9	2,043	
4	227	13	2,951	
5	227	17	3,859	
6	227	21	4,767	CRx = 13.00 Mts.
7	227	25	5,675	
	<u>1,589</u>		<u>20,657</u>	
A	502		502	CRy = $\frac{7,754}{1,360}$
B	502		3,514	1,360
C	<u>356</u>		<u>3,738</u>	
	<u>1,360</u>		<u>7,754</u>	CRy = 5.70 Mts.

Cálculo de Excentricidades:

Centro de Masa promedio	Centro de Rigidez promedio	Excentricidades
$\overline{CMx} = 12.03$ mts	$\overline{CRx} = 13.00$ mts	$x = 0.97 $
$\overline{CMy} = 5.51$ mts	$\overline{CRy} = 5.70$ mts	$y = 0.19 $

El código SEAOC especifica además de la torsión y la excentricidad real, un valor de "torsión accidental", cuya excentricidad se obtiene a partir del 5% de la dimensión en planta del edificio, en la dirección que se está analizando.

Las excentricidades para análisis serán entonces:

$$ex = 0.97 + 0.05 * 26.00 \text{ mts.} \quad ex = 2.27 \text{ Mts.}$$

$$ey = 0.19 + 0.05 * 11.50 \text{ mts.} \quad ey = 0.77 \text{ Mts.}$$

4.3.3.2 Por Torsión:

El corte torsional resistido por marco se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$V_{\text{tor}} = \frac{T}{J} * d_i * K_m$$

Donde:

T = momento torsionante = total * F nivel

d_i = distancia del marco i al centro de rigidez

K_m = Rigidez del marco

J = Momento polar de las rigideces de los marcos.

$$J = I_{xx} + I_{yy}$$

$$I_{xx} = K_m * X_i^2$$

$$I_{yy} = K_m * Y_i^2$$

Momentos Polares por nivel:

3er. Nivel:

$$I_{xx} = (435 * 4^2 + 435 * 8^2 + 435 * 12^2) * 2 \quad I_{xx} = 194,880.00$$

$$I_{yy} = (844 * 4.70^2 + 844 * 1.30^2 + 576 * 4.80^2) \quad I_{yy} = 33,341.46$$

$$J = 228,221.36 \text{ M}^4$$

2o. Nivel:

$$I_{xx} = (288 * 4^2 + 288 * 8^2 + 288 * 12^2) * 2 \quad I_{xx} = 129,024.00$$

$$I_{yy} = (654 * 4.70^2 + 654 * 1.30^2 + 479 * 4.80^2) \quad I_{yy} = 26,588.28$$

$$J = 155,612.28 \text{ M}^4$$

1er. Nivel:

$$I_{xx} = (227 * 4^2 + 227 * 8^2 + 227 * 12^2) * 2 \quad I_{xx} = 101,696.00$$

$$I_{yy} = (502 * 4.70^2 + 502 * 1.30^2 + 356 * 4.80^2) \quad I_{yy} = 20,139.80$$

$$J = 121,835.80$$

Cálculo del Momento Torsionante (Mt) por nivel:

En general, la expresión es: $Mt = (F \text{ marco}) * t$

3er. nivel:

$$Mt(x) = 34.56 \text{ ton} * +/- 2.27 \text{ mts.} = 78.45 \text{ ton-m.}$$

$$Mt(y) = 34.56 \text{ ton} * +/- 0.77 \text{ mts.} = 26.61 \text{ ton-m.}$$

2o. nivel:

$$Mt(x) = 34.46 \text{ ton} * +/- 2.27 \text{ mts.} = 78.22 \text{ ton-m.}$$

$$Mt(y) = 34.56 \text{ ton} * +/- 0.77 \text{ mts.} = 26.53 \text{ ton-m.}$$

1er nivel:

$$Mt(x) = 26.98 \text{ ton} * +/- 2.27 \text{ mts.} = 61.24 \text{ ton-m.}$$

$$Mt(y) = 26.98 \text{ ton} * +/- 0.77 \text{ mts.} = 20.78 \text{ ton-m.}$$

TABLA 13

CORTE TOTAL POR MARCO 3er. NIVEL

EJE	CORTE DIRECTO	Mt(+/-)	J	di	Km	V tor	V total
A	12.89	26.61	228,221.36	-4.70	844	-0.46	13.35
B	12.89	26.61	228,221.36	1.30	844	0.13	13.02
C	8.78	26.61	228,221.36	4.80	576	0.32	9.10
1	4.94	78.45	228,221.36	-12	435	-1.80	6.74
2	4.94	78.45	228,221.36	- 8	435	-1.20	6.14
3	4.94	78.45	228,221.36	- 4	435	-0.60	5.54
4	4.94	78.45	228,221.36	0	435	0.00	4.94
5	4.94	78.45	228,221.36	4	435	0.60	5.54
6	4.94	78.45	228,221.36	8	435	1.20	6.14
7	4.92	78.45	228,221.36	12	435	1.80	6.72

TABLA 14

CORTE TOTAL POR MARCO 2o NIVEL

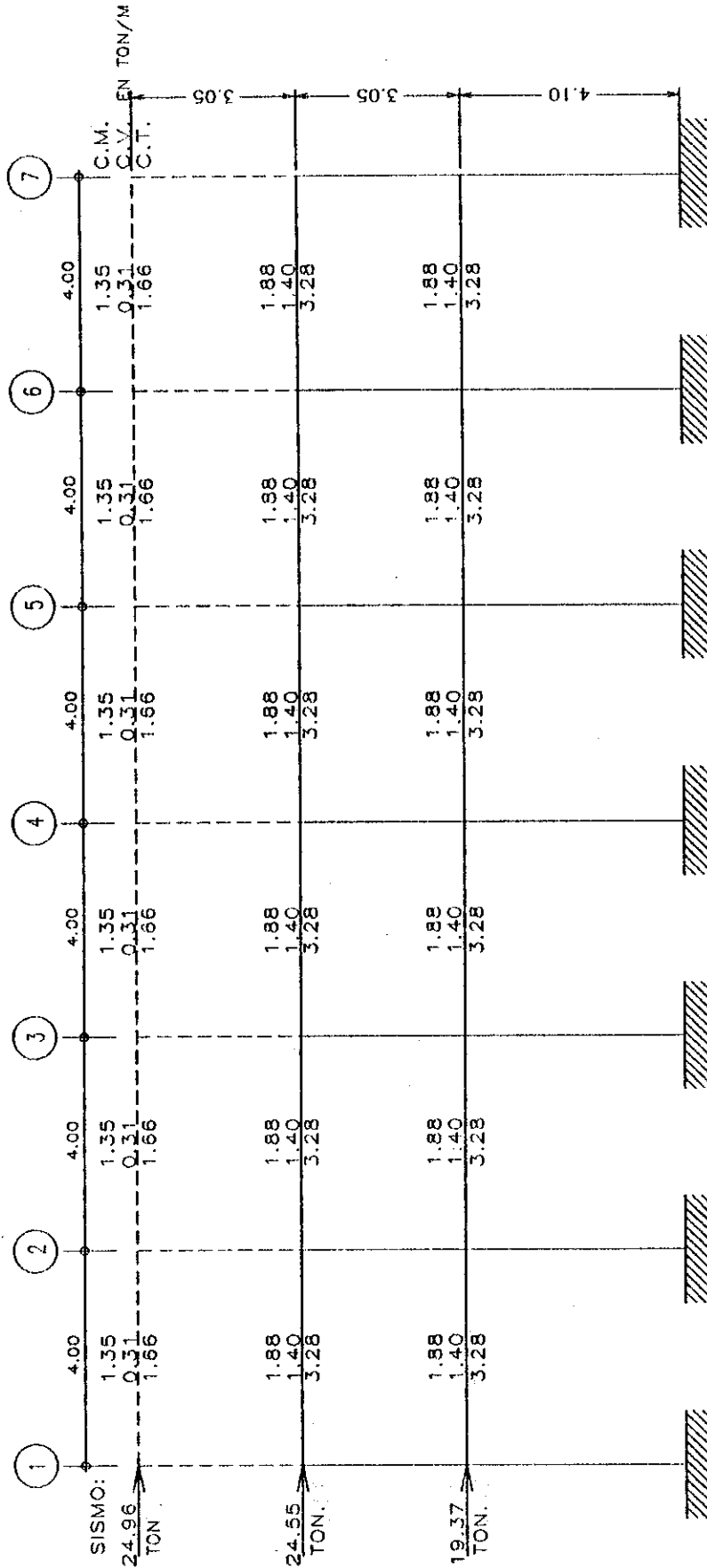
EJE	CORTE DIRECTO	Mt(+/-)	J	di	Km	V tor	V total
A	12.61	26.53	155,612.28	-4.70	654	-0.52	13.13
B	12.61	26.53	155,612.28	1.30	654	0.14	12.75
C	9.24	26.53	155,612.28	4.80	479	0.39	9.63
1	4.92	78.22	155,612.28	-12	288	-1.74	6.66
2	4.92	78.22	155,612.28	- 8	288	-1.16	6.08
3	4.92	78.22	155,612.28	- 4	288	-0.58	5.50
4	4.92	78.22	155,612.28	0	288	0	4.92
5	4.92	78.22	155,612.28	4	288	0.58	5.50
6	4.92	78.22	155,612.28	8	288	1.16	6.08
7	4.92	78.22	155,612.28	12	288	1.74	6.66

TABLA 15

CORTE TOTAL POR MARCO 1er. NIVEL

EJE	CORTE DIRECTO	Mt(+/-)	J	di	Km	V tor	V total
A	9.96	20.78	121,835.80	-4.70	502	-0.40	10.36
B	9.96	20.78	121,835.80	1.30	502	0.11	10.07
C	7.06	20.78	121,835.80	4.80	356	0.29	7.35
1	3.86	61.24	121,835.80	-12	227	-1.37	5.23
2	3.86	61.24	121,835.80	- 8	227	-0.91	4.77
3	3.86	61.24	121,835.80	- 4	227	-0.46	4.32
4	3.86	61.24	121,835.80	0	227	0	3.86
5	3.86	61.24	121,835.80	4	227	0.46	4.32
6	3.86	61.24	121,835.80	8	227	0.91	4.77
7	3.86	61.24	121,835.80	12	227	1.37	5.23

GRÁFICA 7



CONTENIDO: CARGAS DE MARCO TÍPICO PARA ANÁLISIS ESTRUCTURAL

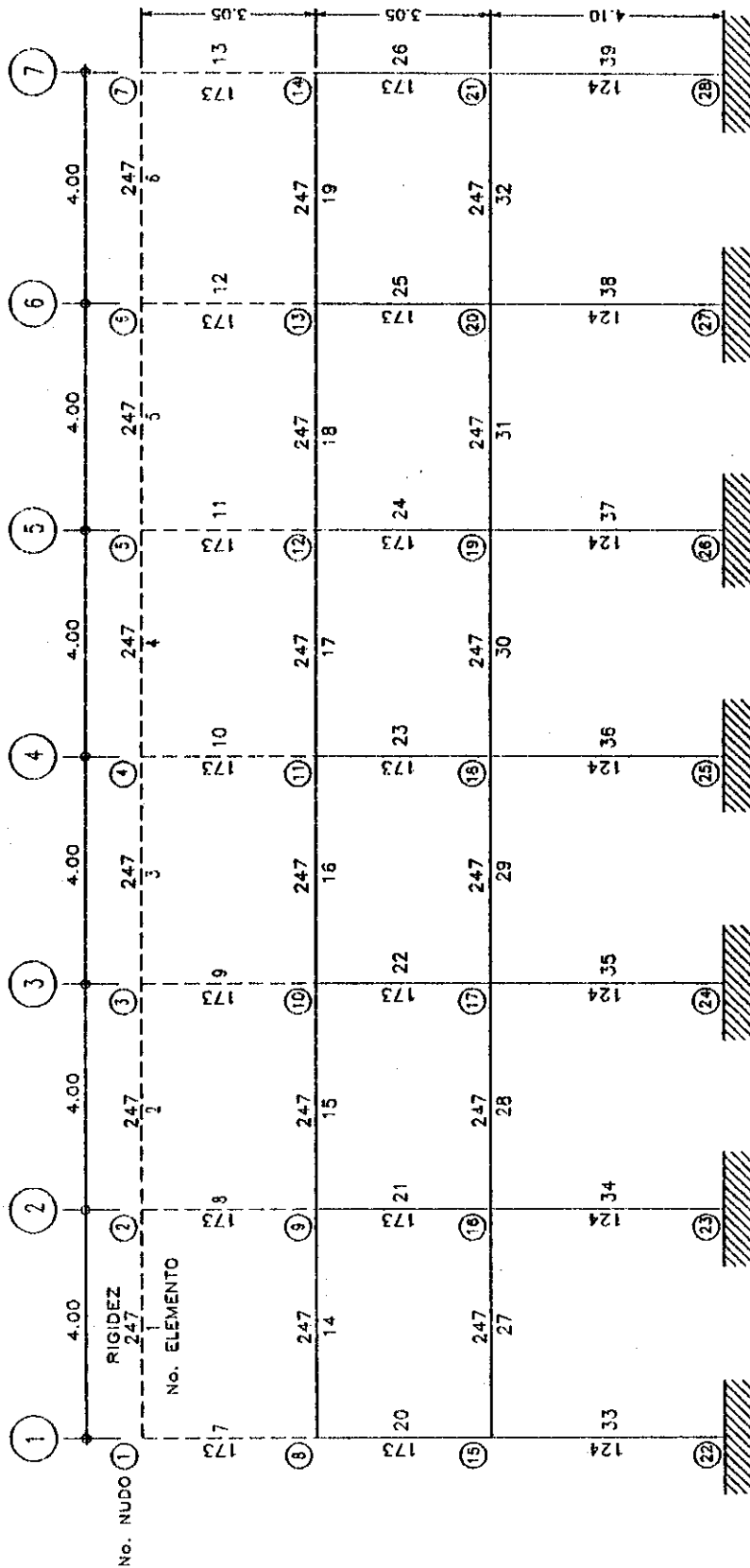
MARCO TÍPICO X-X

C.M. = CARGA MUERTA ÚLTIMA
 C.V. = CARGA VIVA ÚLTIMA
 C.T. = CARGA MUERTA + CARGA VIVA
 LAS CARGAS DE SISMO SON ÚLTIMAS

NOTA:
 LAS LINEAS DISCONTINUIDAS DEL
 TERCER NIVEL, CORRESPONDEN AL
 MARCO DE LA FUTURA AMPLIACION.

ESCALA: 1/125

GRÁFICA 8



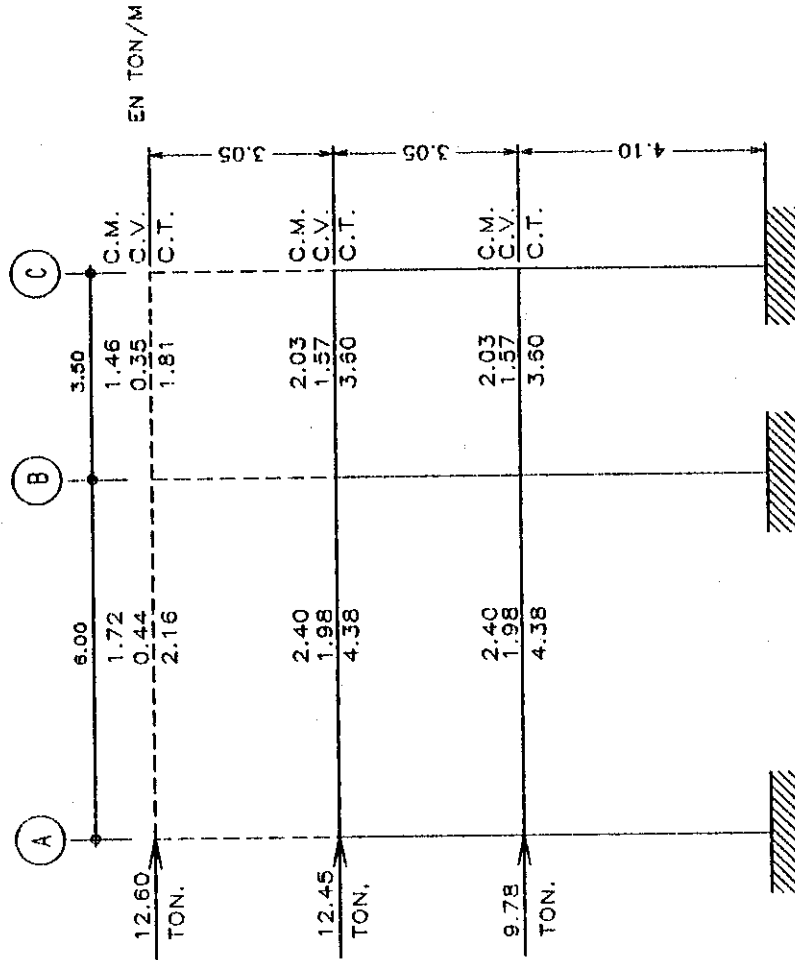
CONTENIDO: RIGIDEZES DE MIEMBRO DEL MARCO TÍPICO PARA ANÁLISIS

MARCO TÍPICO X-X

NOTA: LAS LÍNEAS DISCONTINUAS DEL TERCER NIVEL CORRESPONDEN AL MARCO DE LA FUTURA AMPLIACIÓN.

ESCALA: 1/125

GRÁFICA 9



CONTENIDO: CARGAS DE MARCO TÍPICO PARA ANÁLISIS ESTRUCTURAL

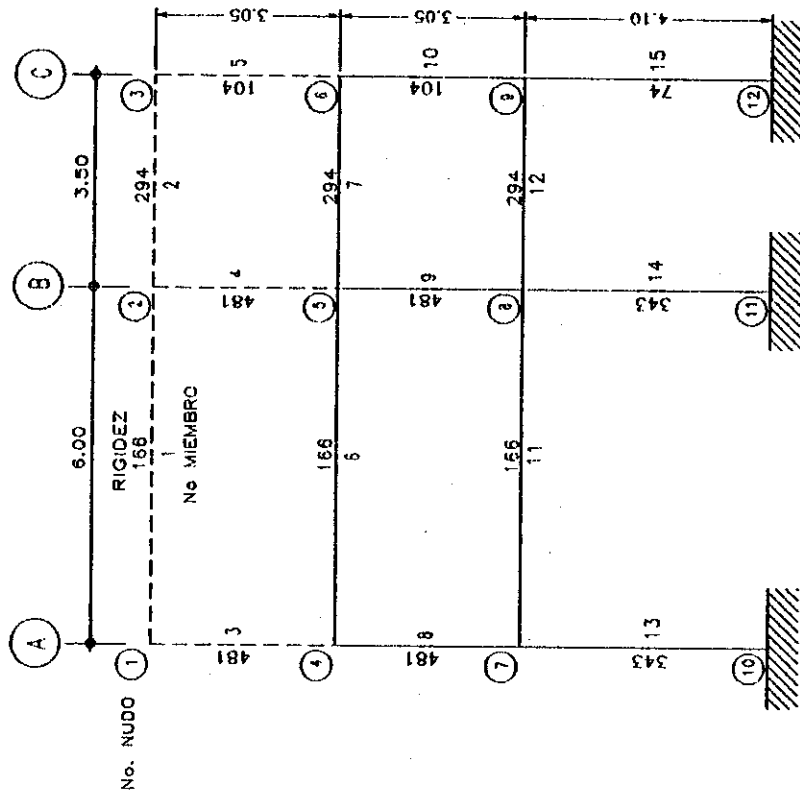
MARCO TÍPICO Y-Y

NOTA: LAS LINEAS DISCONTINUAS DEL TERCER NIVEL, CORRESPONDEN AL MARCO DE LA FUTURA AMPLIACION.

C.M. = CARGA MUERTA ÚLTIMA
 C.V. = CARGA VIVA ÚLTIMA
 C.T. = CARGA MUERTA + CARGA VIVA
 LAS CARGAS DE SISMO SON ÚLTIMAS

ESCALA: 1/125

GRÁFICA 10



CONTENIDO: RIGIDEZES DE MIEMBROS DE MARCO TÍPICO PARA EL ANÁLISIS

MARCO TÍPICO Y-Y

NOTA: LAS LÍNEAS DISCONTINUAS DEL TERCER NIVEL CORRESPONDEN AL MARCO DE LA FUTURA AMPLIACIÓN.

ESCALA: 1/125

4.3.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE MARCOS TÍPICOS

ANÁLISIS ESTRUCTURAL. CARGAS GRAVITACIONALES. MARCO X - X

Las unidades de longitud son: METROS

Las unidades de fuerza son: TONELADAS

Número de nodos = 28

Número de elementos = 39

Nodo	Coordenada x	Coordenada y	Nodo	Coordenada x	Coordenada y
1	0.00	10.20	15	0.00	4.10
2	4.00	10.20	16	4.00	4.10
3	8.00	10.20	17	8.00	4.10
4	12.00	10.20	18	12.00	4.10
5	16.00	10.20	19	16.00	4.10
6	20.00	10.20	20	20.00	4.10
7	24.00	10.20	21	24.00	4.10
8	0.00	7.15	22	0.00	0.00
9	4.00	7.15	23	4.00	0.00
10	8.00	7.15	24	8.00	0.00
11	12.00	7.15	25	12.00	0.00
12	16.00	7.15	26	16.00	0.00
13	20.00	7.15	27	20.00	0.00
14	24.00	7.15	28	24.00	0.00

Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final	Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final
1	1	2	21	16	9
2	2	3	22	17	10
3	3	4	23	18	11
4	4	5	24	19	12
5	5	6	25	20	13
6	6	7	26	21	14
7	8	1	27	15	16
8	9	2	28	16	17
9	10	3	29	17	18
10	11	4	30	18	19
11	12	5	31	19	20
12	13	6	32	20	21
13	14	7	33	22	15
14	8	9	34	23	16
15	9	10	35	24	17
16	10	11	36	25	18
17	11	12	37	26	19
18	12	13	38	27	20
19	13	14	39	28	21
20	15	8			

Clave para los tipos de apoyo de los nodos: 1 = apoyo, 0 = libre

Nodo	Apoyo en x	Apoyo en y	Apoyo en r
22	1.	1.	1.
23	1.	1.	1.
24	1.	1.	1.
25	1.	1.	1.
26	1.	1.	1.
27	1.	1.	1.
28	1.	1.	1.

Elemento	Área	Inercia	Módulo	Elemento	Área	Inercia	Módulo
1	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	21	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
2	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	22	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
3	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	23	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
4	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	24	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
5	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	25	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
6	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	26	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
7	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	27	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
8	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	28	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
9	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	29	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
10	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	30	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
11	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	31	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
12	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	32	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
13	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	33	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
14	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	34	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
15	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	35	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
16	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	36	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
17	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	37	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
18	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	38	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
19	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	39	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
20	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07				

Fuerza en los elementos: Carga distribuida

Elemento	Carga Distribuida	Principio de la Carga	Fin de la Carga	Elemento	Carga Distribuida	Principio de la Carga	Fin de la Carga
1	-1.660	.000	4.000	17	-3.280	.000	4.000
2	-1.660	.000	4.000	18	-3.280	.000	4.000
3	-1.660	.000	4.000	19	-3.280	.000	4.000
4	-1.660	.000	4.000	27	-3.280	.000	4.000
5	-1.660	.000	4.000	28	-3.280	.000	4.000
6	-1.660	.000	4.000	29	-3.280	.000	4.000
14	-3.280	.000	4.000	30	-3.280	.000	4.000
15	-3.280	.000	4.000	31	-3.280	.000	4.000
16	-3.280	.000	4.000	32	-3.280	.000	4.000

MEDIO ANCHO DE BANDA = 24

DESPLAZAMIENTOS, REACCIONES Y FUERZAS EN LOS ELEMENTOS

Desplazamientos nodales:

Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z	Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z
1	.000	.000	.000	15	.000	.000	.000
2	.000	-.001	.000	16	.000	.000	.000
3	.000	-.001	.000	17	.000	.000	.000
4	.000	-.001	.000	18	.000	.000	.000
5	.000	-.001	.000	19	.000	.000	.000
6	.000	-.001	.000	20	.000	.000	.000
7	.000	.000	.000	21	.000	.000	.000
8	.000	.000	.000	22	.000	.000	.000
9	.000	-.001	.000	23	.000	.000	.000
10	.000	-.001	.000	24	.000	.000	.000
11	.000	-.001	.000	25	.000	.000	.000
12	.000	-.001	.000	26	.000	.000	.000
13	.000	-.001	.000	27	.000	.000	.000
14	.000	.000	.000	28	.000	.000	.000

Reacciones:

Nodo	Fuerza x	Fuerza y	Momento z
22	.375	15.435	-.521
23	-.025	33.919	.029
24	.009	32.837	-.015
25	.000	32.896	.000
26	-.009	32.837	.015
27	.025	33.919	-.029
28	-.375	15.435	.521

Fuerzas y momentos en los extremos de los elementos:

Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento z	Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento z
1	1	-.9825	3.1219	-1.4518	20	8	-9.3572	-1.1696	-1.7331
1	2	-.9825	-3.5181	-2.2443	21	16	-20.2681	.0992	-.1749
2	2	-.9424	3.3074	-2.1890	21	9	-20.2681	.0992	.1277
2	3	-.9424	-3.3326	-2.2393	22	17	-19.7757	.0020	.0001
3	3	-.9311	3.3226	-2.2201	22	10	-19.7757	.0020	.0063
3	4	-.9311	-3.3174	-2.2096	23	18	-19.7580	.000	.000
4	4	-.9311	3.3174	-2.2096	23	11	-19.7580	.000	.000
4	5	-.9311	-3.3226	-2.2201	24	19	-19.7757	-.0020	-.0001
5	5	-.9424	3.3326	-2.2393	24	12	-19.7757	-.0020	-.0063
5	6	-.9424	-3.3074	-2.1890	25	20	-20.2681	-.0992	.1749
6	6	-.9825	3.5181	-2.2443	25	13	-20.2681	-.0992	-.1277
6	7	-.9825	-3.1219	-1.4518	26	21	-9.3572	1.1696	-1.8342
7	8	-3.1219	.9825	1.5448	26	14	-9.3572	1.1696	1.7331
7	1	-3.1219	-.9825	-1.4518	27	15	.7951	6.0782	-2.8491
8	9	-6.8256	.0401	-.0669	27	16	.7951	-7.0418	-4.7764
8	2	-6.8256	.0401	.0553	28	16	.7212	6.6095	-4.5264
9	10	-6.6552	.0113	-.0153	28	17	.7212	-6.5105	-4.3285
9	3	-6.6552	.0113	.0192	29	17	.7106	6.5511	-4.3493
10	11	-6.6347	.000	.000	29	18	.7106	-6.5689	-4.3847
10	4	-6.6347	.000	.000	30	18	.7106	6.5689	-4.3847
11	12	-6.6552	-.0113	.0153	30	19	.7106	-6.5511	-4.3493
11	5	-6.6552	-.0113	-.0192	31	19	.7212	6.5105	-4.3285
12	13	-6.8256	-.0401	.0669	31	20	.7212	-6.6095	-4.5264
12	6	-6.8256	-.0401	-.0553	32	20	.7951	7.0418	-4.7764
13	14	-3.1219	.9825	-1.5448	32	21	.7951	-6.0782	-2.8491
13	7	-3.1219	.9825	-1.4518	33	22	-15.4354	-.3745	.5207
14	8	-.1871	6.2353	-3.2779	33	15	-15.4354	-.3745	-1.0149
14	9	-.1871	-6.8847	-4.5765	34	23	-33.9195	.0254	-.0290
15	9	-.1280	6.5579	-4.3819	34	16	-33.9195	.0254	.0750
15	10	-.1280	-6.5621	-4.3903	35	24	-32.8373	-.0086	.0146
16	10	-.1373	6.5584	-4.3687	35	17	-32.8373	-.0086	-.0207
16	11	-.1373	-6.5616	-4.3751	36	25	-32.8957	.000	.000
17	11	-.1373	6.5616	-4.3751	36	18	-32.8957	.000	.000
17	12	-.1373	-6.5584	-4.3687	37	26	-32.8373	.0086	-.0146
18	12	-.1280	6.5621	-4.3903	37	19	-32.8373	.0086	.0207
18	13	-.1280	-6.5579	-4.3819	38	27	-33.9194	-.0254	.0290
19	13	-.1871	6.8847	-4.5765	38	20	-33.9194	-.0254	-.0750
19	14	-.1871	-6.2353	-3.2779	39	28	-15.4354	.3745	-.5207
20	15	-9.3572	-1.1696	1.8342	39	21	-15.4354	.3745	1.0149

ANÁLISIS ESTRUCTURAL. CARGAS DE SISMO. MARCO X - X

Las unidades de longitud son: METROS

Las unidades de fuerza son: TONELADAS

Número de nodos = 28

Número de elementos = 39

Nodo	Coordenada x	Coordenada y	Nodo	Coordenada x	Coordenada y
1	0.00	10.20	15	0.00	4.10
2	4.00	10.20	16	4.00	4.10
3	8.00	10.20	17	8.00	4.10
4	12.00	10.20	18	12.00	4.10
5	16.00	10.20	19	16.00	4.10
6	20.00	10.20	20	20.00	4.10
7	24.00	10.20	21	24.00	4.10
8	0.00	7.15	22	0.00	0.00
9	4.00	7.15	23	4.00	0.00
10	8.00	7.15	24	8.00	0.00
11	12.00	7.15	25	12.00	0.00
12	16.00	7.15	26	16.00	0.00
13	20.00	7.15	27	20.00	0.00
14	24.00	7.15	28	24.00	0.00

Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final	Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final
1	1	2	21	16	9
2	2	3	22	17	10
3	3	4	23	18	11
4	4	5	24	19	12
5	5	6	25	20	13
6	6	7	26	21	14
7	8	1	27	15	16
8	9	2	28	16	17
9	10	3	29	17	18
10	11	4	30	18	19
11	12	5	31	19	20
12	13	6	32	20	21
13	14	7	33	22	15
14	8	9	34	23	16
15	9	10	35	24	17
16	10	11	36	25	18
17	11	12	37	26	19
18	12	13	38	27	20
19	13	14	39	28	21
20	15	8			

Clave para los tipos de apoyo de los nodos: 1 = apoyo, 0 = libre

Nodo	Apoyo en x	Apoyo en y	Apoyo en r
22	1.	1.	1.
23	1.	1.	1.
24	1.	1.	1.
25	1.	1.	1.
26	1.	1.	1.
27	1.	1.	1.
28	1.	1.	1.

Elemento	Área	Inercia	Módulo	Elemento	Área	Inercia	Módulo
1	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	21	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
2	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	22	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
3	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	23	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
4	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	24	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
5	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	25	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
6	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	26	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
7	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	27	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
8	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	28	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
9	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	29	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
10	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	30	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
11	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	31	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
12	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	32	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07
13	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07	33	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
14	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	34	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
15	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	35	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
16	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	36	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
17	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	37	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
18	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	38	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
19	.13500 E+00	.22781 E-02	.25312 E+07	39	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07
20	.15000 E+00	.11250 E-02	.25312 E+07				

Fuerzas aplicadas en los nodos

Nodo	Carga x	Carga y	Momento
1.	24.960	.000	.000
8.	24.550	.000	.000
15.	19.370	.000	.000

MEDIO ANCHO DE BANDA = 24

DESPLAZAMIENTOS, REACCIONES Y FUERZAS EN LOS ELEMENTOS

Desplazamientos nodales:

Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z	Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z
1	.041	.000	-.001	15	.025	.000	-.003
2	.041	.000	.000	16	.024	.000	-.002
3	.041	.000	.000	17	.024	.000	-.002
4	.040	.000	.000	18	.024	.000	-.002
5	.040	.000	.000	19	.024	.000	-.002
6	.040	.000	.000	20	.024	.000	-.002
7	.040	.000	-.001	21	.024	.000	-.003
8	.036	.000	-.002	22	.000	.000	.000
9	.035	.000	-.001	23	.000	.000	.000
10	.035	.000	-.001	24	.000	.000	.000
11	.035	.000	-.001	25	.000	.000	.000
12	.035	.000	-.001	26	.000	.000	.000
13	.035	.000	-.001	27	.000	.000	.000
14	.035	.000	-.002	28	.000	.000	.000

Reacciones:

Nodo	Fuerza x	Fuerza y	Momento z
22	-9.024	-17.293	20.656
23	-10.447	3.594	22.541
24	-10.168	-0.279	22.109
25	-10.15	0.04	22.041
26	-10.073	0.351	21.903
27	-10.249	-3.448	22.12
28	-8.77	17.035	20.081

Fuerzas y momentos en los extremos de los elementos:

Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento (z)	Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento (z)
1	1	-22.543	-1.9988	4.4981	20	8	7.3228	4.6947	8.5795
1	2	-22.543	-1.9988	-3.4969	21	16	-1.1036	8.3478	-12.1761
2	2	-18.4663	-1.6801	3.3351	21	9	-1.1036	8.3478	13.2847
2	3	-18.4663	-1.6801	-3.3853	22	17	.0138	7.8646	-11.274
3	3	-14.472	-1.6672	3.3275	22	10	.0138	7.8646	12.713
3	4	-14.472	-1.6672	-3.3412	23	18	.0086	7.888	-11.3522
4	4	-10.4968	-1.667	3.341	23	11	.0086	7.888	12.7062
4	5	-10.4968	-1.667	-3.327	24	19	.0082	7.8235	-11.2215
5	5	-6.5039	-1.667	3.3804	24	12	.0082	7.8235	12.6403
5	6	-6.5039	-1.667	-3.3277	25	20	1.0855	8.2547	-12.0475
6	6	-2.4267	-1.9991	3.4982	25	13	1.0855	8.2547	13.1292
6	7	-2.4267	1.9991	-4.4983	26	21	-7.2741	4.6401	-5.7116
7	8	1.9988	2.417	-2.8737	26	14	-7.2741	4.6401	8.4406
7	1	1.9988	2.417	4.4981	27	15	-15.0403	-9.9702	22.0824
8	9	-.3187	4.0768	-5.6023	27	16	-15.0403	-9.9702	-17.7982
8	2	-.3187	4.0768	6.832	28	16	-12.9417	-7.4798	14.6704
9	10	-.0129	3.9948	-5.4715	28	17	-12.9417	-7.4798	-15.2488
9	3	-.0129	3.9948	6.7128	29	17	-10.6373	-7.7726	15.6065
10	11	-.0002	3.9759	-5.4442	29	18	-10.6373	-7.7726	-15.4838
10	4	-.0002	3.9759	6.6822	30	18	-8.3747	-7.7407	15.4414
11	12	.0100	3.9936	-5.4732	30	19	-8.3747	-7.7407	-15.5215
11	5	.0100	3.9936	6.7074	31	19	-6.1248	-7.3977	15.0961
12	13	.3221	4.0774	-5.6101	31	20	-6.1248	-7.3977	-14.4945
12	6	.3221	4.0774	6.8259	32	20	-4.1294	-9.7604	17.4559
13	14	-1.9991	2.4266	-2.9027	32	21	-4.1294	-9.7604	-215859
13	7	-1.9991	2.4266	4.4983	33	22	17.2929	9.0242	-20.656
14	8	-22.2729	-5.324	11.4533	33	15	17.2929	9.0242	16.3433
14	9	-22.2729	-5.324	-8.8429	34	23	-3.594	10.4472	-22.5411
15	9	-18.0019	-4.5391	9.0441	34	16	-3.594	10.4472	20.2925
15	10	-18.0019	-4.5391	-9.1122	35	24	.2790	10.1682	-22.1085
16	10	-14.1346	-4.5383	9.0722	35	17	.2790	10.1682	19.5813
16	11	-14.1346	-4.5383	-9.0808	36	25	-.0404	10.1498	-22.0411
17	11	-10.2244	-4.5298	9.0696	36	18	-.0404	10.1498	19.573
17	12	-10.2244	-4.5298	-9.0497	37	26	-.3513	10.0729	-21.9028
18	12	-6.3933	-4.5116	9.0637	37	19	-.3513	10.0729	19.3961
18	13	-6.3933	-4.5116	-8.9825	38	27	3.4483	10.2494	-22.1198
19	13	-2.2143	-5.275	9.7567	38	20	3.4483	10.2494	19.9029
19	14	-2.2143	-5.275	-11.3433	39	28	-17.0346	8.7695	-20.0809
20	15	7.3228	4.6947	-5.7392	39	21	-17.0346	8.7695	15.8742

ANÁLISIS ESTRUCTURAL. CARGAS GRAVITACIONALES. MARCO Y - Y

Las unidades de longitud son: METROS

Las unidades de fuerza son: TONELADAS

Número de nodos = 12

Número de elementos = 15

Nodo	Coordenada x	Coordenada y	Nodo	Coordenada x	Coordenada y
1	.00	10.20	7	.00	4.10
2	6.00	10.20	8	6.00	4.10
3	9.50	10.20	9	9.50	4.10
4	.00	7.15	10	.00	.00
5	6.00	7.15	11	6.00	.00
6	9.50	7.15	12	9.50	.00

Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final	Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final
1	1	2	9	8	5
2	2	3	10	9	6
3	4	1	11	7	8
4	5	2	12	8	9
5	6	3	13	10	7
6	4	5	14	11	8
7	5	6	15	12	9
8	7	4			

Clave para los tipos de apoyo de los nodos: 1 = apoyo, 0 = libre

Nodo	Apoyo en x	Apoyo en y	Apoyo en r
10	1.	1.	1.
11	1.	1.	1.
12	1.	1.	1.

Elemento	Área	Inercia	Módulo	Elemento	Área	Inercia	Módulo
1	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	9	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
2	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	10	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07
3	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07	11	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07
4	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07	12	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07
5	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07	13	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
6	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	14	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
7	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	15	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07
8	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07				

Fuerzas aplicadas en los nodos

Nodo	Carga x	Carga y	Momento
1.	.000	.000	3.200
3.	.000	.000	-3.200
4.	.000	.000	3.760
6.	.000	.000	-3.760
7.	.000	.000	3.760
9.	.000	.000	-3.760

Fuerzas en los elementos: Carga distribuida

Elemento	Carga Dist.	Principio de la Carga	Fin de la Carga
1	-2.160	.000	6.000
2	-1.810	.000	3.500
6	-4.380	.000	6.000
7	-3.600	.000	3.500
11	-4.380	.000	6.000
12	-3.600	.000	3.500

MEDIO ANCHO DE BANDA = 12

DESPLAZAMIENTOS, REACCIONES Y FUERZAS EN LOS ELEMENTOS

Desplazamientos nodales:

Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z	Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z
1	.000	-.001	.000	7	.000	.000	.000
2	.000	-.001	.000	8	.000	-.001	.000
3	.000	.000	.000	9	.000	.000	.000
4	.000	-.001	.000	10	.000	.000	.000
5	.000	-.001	.000	11	.000	.000	.000
6	.000	.000	.000	12	.000	.000	.000

Reacciones:

Nodo	Fuerza x	Fuerza y	Momento z
10	1.091	32.770	-1.370
11	-1.081	48.589	1.635
12	-.010	15.696	-.047

Fuerzas y momentos en los extremos de los elementos:

Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento z	Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento z
1	1	-2.3960	6.6075	-6.4636	8	4	-19.7171	3.-2792	-4.7073
1	2	-2.3960	-6.3525	-5.6983	9	8	-28.7859	3.2220	-5.1175
2	2	.0891	2.8547	-1.8907	9	5	-28.7859	3.2220	4.7096
2	3	.0891	-3.4803	-2.9855	10	9	-9.6720	.0572	-.0439
3	4	-6.6075	-2.3960	4.0444	10	6	-9.6720	.0572	.1306
3	1	-6.6075	-2.3960	-3.2636	11	7	2.1881	13.0530	-12.1576
4	5	-9.2071	2.4851	-3.7720	11	8	2.1881	-13.2270	-12.8794
4	2	-9.2071	2.4851	3.8076	12	8	.0474	6.5761	-4.7831
5	6	-3.4803	-.0891	.0572	12	9	.0474	-6.0239	-3.7967
5	3	-3.4803	-.0891	-.2145	13	10	-32.7702	-1.0911	1.3705
6	4	-.8832	13.1096	-12.5116	13	7	-32.7702	-1.0911	-3.1033
6	5	-.8832	-13.1704	-12.6941	14	11	-48.5889	1.0813	-1.6348
7	5	-.1463	6.4083	-4.2124	14	8	-48.5889	1.0813	2.7987
7	6	-.1463	-6.1917	-3.8334	15	12	-15.6959	.0098	-.0474
8	7	-19.7171	-3.2792	5.2944	15	9	-15.6959	.0098	-.0072

ANÁLISIS ESTRUCTURAL. CARGAS DE SISMO. EJE Y-Y

Las unidades de longitud son: METROS

Las unidades de fuerza son: TONELADAS

Número de nodos = 12

Número de elementos = 15

Nodo	Coordenada x	Coordenada y	Nodo	Coordenada x	Coordenada y
1	.00	10.20	7	.00	4.10
2	6.00	10.20	8	6.00	4.10
3	9.50	10.20	9	9.50	4.10
4	.00	7.15	10	.00	.00
5	6.00	7.15	11	6.00	.00
6	9.50	7.15	12	9.50	.00

Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final	Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final
1	1	2	9	8	5
2	2	3	10	9	6
3	4	1	11	7	8
4	5	2	12	8	9
5	6	3	13	10	7
6	4	5	14	11	8
7	5	6	15	12	9
8	7	4			

Clave para los tipos de apoyo de los nodos: 1 = apoyo, 0 = libre

Nodo	Apoyo en x	Apoyo en y	Apoyo en r
10	1.	1.	1.
11	1.	1.	1.
12	1.	1.	1.

Elemento	Área	Inercia	Módulo	Elemento	Área	Inercia	Módulo
1	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	9	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
2	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	10	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07
3	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07	11	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07
4	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07	12	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07
5	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07	13	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
6	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	14	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
7	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	15	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07
8	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07				

Fuerzas aplicadas en los nodos

Nodo	Carga x	Carga y	Momento
1	12.600	.000	.000
4	12.450	.000	.000
7	9.780	.000	.000

MEDIO ANCHO DE BANDA = 12

DESPLAZAMIENTOS, REACCIONES Y FUERZAS EN LOS ELEMENTOS

Desplazamientos nodales:

Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z	Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z
1	.038	.000	-.001	7	.019	.000	-.004
2	.038	.000	-.001	8	.019	.000	-.003
3	.038	-.001	-.001	9	.019	.000	-.001
4	.031	.000	-.003	10	.000	.000	.000
5	.031	.000	-.002	11	.000	.000	.000
6	.031	-.001	-.001	12	.000	.000	.000

Reacciones:

Nodo	Fuerza x	Fuerza y	Momento z
10	-13.438	-14.376	36.063
11	-16.642	-9.797	40.408
12	-4.751	24.173	10.311

Fuerzas y momentos en los extremos de los elementos:

Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento (z)	Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento (z)
1	1	-9.8205	-2.3559	7.4171	8	4	7.0161	5.7307	13.3241
1	2	-9.8205	-2.3559	-6.7180	9	8	4.9479	13.3202	-17.6273
2	2	-3.0592	-3.3339	6.6245	9	5	4.9479	13.3202	22.9994
2	3	-3.0592	-3.3339	-5.0441	10	9	-11.9639	5.9999	-9.0841
3	4	2.3559	2.7796	-1.0607	10	6	-11.9639	5.9999	9.2156
3	1	2.3559	2.7796	7.4171	11	7	-2.0727	-7.3598	23.1871
4	5	.9780	6.7617	-7.2806	11	8	-2.0727	-7.3598	-20.9717
4	2	.9780	6.7617	13.3425	12	8	1.2490	-12.2093	24.4801
5	6	-3.3339	3.0591	-4.2861	12	9	1.2490	-12.2093	-18.2525
5	3	-3.3339	3.0591	5.0441	13	10	14.3759	13.4380	-36.0631
6	4	-9.4989	-4.6602	14.3848	13	7	14.3759	13.4380	19.0326
6	5	-9.4989	-4.6602	-13.5766	14	11	9.7974	16.6420	-40.4078
7	5	-2.9411	-8.6301	16.7035	14	8	9.7974	16.6420	27.8246
7	6	-2.9411	-8.6301	-13.5017	15	12	-24.1733	4.7511	-10.3112
8	7	7.0161	5.7307	-4.1545	15	9	-24.1733	4.7511	9.1685

NOTA:

El análisis Estructural realizado anteriormente se llevó a cabo por medio del programa denominado "PAEM". Tomado del Libro Análisis de Estructuras de Jack McCormac y Rudolf E. Eling.

Programadores: Amador Terán Gilmore y Hugón Juárez García, Universidad Autónoma Metropolitana, año 1,993. Ediciones Alfa Omega S.A. de c.v.

4.3.5 Envolventes.

En el análisis estructural se analizaron por separado las cargas verticales y las horizontales con el fin de poder hacer la combinación de cargas respectiva.

Cargas Últimas:

Verticales: 1.40 C.M. + 1.70 C.V.

Horizontales: 1.87 S.

Donde S es la carga de sismo por marco obtenida anteriormente.

Combinación de Carga:

Según el Código ACI, la combinación de carga que se adoptará en este caso, tanto para vigas como para columnas, será:

$$M_u = 0.75(1.40 \text{ C.M.} + 1.70 \text{ C.V.} \pm 1.87 \text{ S.})$$

$$V_u = 0.75(1.40 \text{ C.M.} + 1.70 \text{ C.V.} \pm 1.87 \text{ S.})$$

$$P_u = 0.75(1.40 \text{ C.M.} + 1.70 \text{ C.V.} \pm 1.87 \text{ S.})$$

El \pm de la carga de sismo, significa que se debe aplicar la carga de sismo en las dos direcciones, ya que no se sabe por donde pueda actuar, el objetivo de la envolvente es entonces, prevenir la "inversión de momentos".

Luego de obtenida esta combinación de cargas, se comparará con:

$$M_u = (1.40 \text{ C.M.} + 1.70 \text{ C.V.})$$

$$V_u = (1.40 \text{ C.M.} + 1.70 \text{ C.V.})$$

$$P_u = (1.40 \text{ C.M.} + 1.70 \text{ C.V.})$$

Entonces:

La carga de diseño será la **MAYOR** de las obtenidas anteriormente para cada uno de los tres tipos de carga.

4.4 DISEÑO DE LOSAS

Tipo PRECAST PC20 - 20E

Carga Muerta 270 Kg/M²

Carga viva cubierta 100 Kg/M²

Carga viva entrepisos 450 Kg/M²

Consultar los planos para ver el detalle del armado de la losa de entrepiso del primero y segundo nivel.

4.5 DISEÑO DE VIGAS

Todas las fórmulas utilizadas para el diseño de todos los elementos, son las contenidas en el Código ACI-89, en el cual pueden ser consultadas. Ver Bibliografía.

Se diseñará una viga con las mayores cargas obtenidas en cada nivel.

4.5.1 Flexión:

Fórmulas:

$$\mu = 0 \quad [A_s * F_y * (d - A_s * F_y / 1.7 * f'_c * b)] \quad A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} * b * d$$

$$\rho_{\text{min}} = 14.1 / F_y \quad A_{s \text{ máx}} = \rho_{\text{máx}} * b * d \quad \rho_{\text{máx}} = 0.50 \rho_{\text{bal}}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0.85^2 * f'_c * 0.003}{F_y} * \frac{0.003}{0.003 + F_y / E_s}$$

Recomendaciones asísmicas para el armado:

As corrido inferior =	As min 0.50 As(+) 0.50 As(-)	el mayor	En ambos casos deben haber como mínimo 2 varillas.
As corrido superior =	As min 0.33 As(-)	el mayor	

Datos para el diseño:

$$\phi = 0.90$$

$$b = 30 \text{ cms.}$$

$$F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_s = 2.1E06 \text{ Kg/cm}^2$$

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

Cálculo del acero de refuerzo:

VIGAS DE EJES A, B Y C (X-X)

Mu (kg - m)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Asmáx (cm ²)	ARMADO
3er. nivel				
4,460 -	3.02	4.03	17.40	2 # 6
2,280 +	1.52	4.03	17.40	2 # 6
2,210 +	1.48	4.03	17.40	2 # 6
2o. nivel				
11,000 -	7.71	4.03	17.40	3 # 6
6,000 +	4.09	4.03	17.40	2 # 6
4,380 +	2.96	4.03	17.40	2 # 6
1er. nivel				
18,700 -	13.75	4.03	17.40	5 # 6
14,420 +	10.32	4.03	17.40	4 # 6
4,380 +	2.96	4.03	17.40	2 # 6

VIGAS DE EJES DEL 1 AL 7 (Y-Y)

Mu (Kg - m)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Asmáx (cm ²)	ARMADO
3er. nivel tramo A-B				
10,410 -	7.27	4.03	17.40	2 # 7
9,310 -	6.46	4.03	17.40	2 # 7
3,470 +	2.33	4.03	17.40	2 # 6
6,480 +	2.43	4.03	17.40	2 # 6
3,100 +	2.08	4.03	17.40	2 # 6
3er. nivel tramo B-C				
6,620 -	4.53	4.03	17.40	2 # 6
6,010 -	4.10	4.03	17.40	2 # 6
3,550 +	2.39	4.03	17.40	2 # 6
1,850 +	1.23	4.03	17.40	2 # 6
2,000 +	1.33	4.03	17.40	2 # 6
2o. nivel tramo A-B				
20,170 -	14.98	4.03	17.40	4 # 7
19,700 -	14.59	4.03	17.40	4 # 7
6,720 +	4.60	4.03	17.40	2 # 6
13,140 +	9.33	4.03	17.40	2 # 6 + 1 # 7
6,570 +	4.49	4.03	17.40	2 # 6

VIGAS DE EJES DEL 1 AL 7 (Y-Y)

Mu (Kg - m)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Asmáx (cm ²)	ARMADO
2o. nivel tramo B-C				
15,680 -	11.31	4.03	17.40	3 # 7
13,000 -	9.22	4.03	17.40	3 # 7
9,370 +	6.51	4.03	17.40	2 # 7
3,680 +	2.48	4.03	17.40	2 # 7
7,250 +	4.97	4.03	17.40	2 # 7
1er. nivel tramo A-B				
26,510 -	20.66	4.03	17.40	4 # 8
25,240 -	19.47	4.03	17.40	4 # 8
8,840 +	6.12	4.03	17.40	2 # 7
13,140 +	9.33	4.03	17.40	3 # 7
8,410 +	5.81	4.03	17.40	2 # 7
1er. nivel tramo B-C				
21,930	16.50	4.03	17.40	3 # 8
16,540	12.00	4.03	17.40	3 # 8
14,790	10.61	4.03	17.40	3 # 7
4,390	2.97	4.03	17.40	2 # 7
10,840	7.59	4.03	17.40	2 # 7

4.5.2 Corte

Fórmulas de diseño por corte, para elementos sujetos a flexión.

$$S = \frac{A_v * F_y * d}{V_s} \quad V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad V_c = \phi (0.53 * 281) * b * d$$

$$\phi = 0.85$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * 281 * 30 * 40 = 9,062 \text{ Kg} = 9.06 \text{ Ton.}$$

Este será el valor del corte resistente del concreto en todas las vigas. Se diseñarán primero las vigas del sentido Y-Y.

3er. nivel:

$V_u = 6.73 \text{ Ton.} < V_c$. entonces sólo se colocará refuerzo mínimo a espaciamiento mínimo de $d/2$: No. 3 @ 0.20 mts.

2o. nivel:

$V_u = 13.37 \text{ Ton.} > V_u$. entonces calcular refuerzo.

$V_s = 13.37/0.85 - 9.06/0.85 = 5.07 \text{ ton.}$ Usando acero No. 3:

$s = 1.42 * 4200 * 40 / 5,070$ $s = 47 \text{ cms.}$ Entonces colocar a
espaciamiento mínimo $d/2$: No. 3 @ 0.20 mts.

1er. nivel:

$V_u = 15.44 \text{ Ton.} > V_u$. entonces calcular refuerzo.

$V_s = 15.44/0.85 - 9.06/0.85 = 7.51 \text{ ton.}$ Usando acero No. 3:

$s = 1.42 * 4200 * 40 / 7,510$ $s = 32 \text{ cms.}$ Entonces colocar a
espaciamiento mínimo $d/2$: No. 3 @ 0.20 mts.

Corte en sentido X-X:

$V_u \text{ 3er. nivel} = 4.13 \text{ ton.}$

$V_u \text{ 2o. nivel} = 9.15 \text{ ton.}$

$V_u \text{ 1er. nivel} = 12.46 \text{ ton.}$

Estos valores son menores a los del sentido Y-Y, por lo tanto aqui
también se colocará el acero mínimo a espaciamiento mínimo $d/2$.

No. 3 @ 0.20 mts.

4.5.3 Confinamiento

Relaciones volumétricas del refuerzo de confinamiento:

$$\rho_s = \frac{0.45 * f'_c}{F_y} * [A_g / A_{ch} - 1] > \frac{0.12 * f'_c}{F_y}$$

Longitud mínima de confinamiento para el elemento:

Tres opciones: 1) 0.45 cms.

2) Lado menor de la sección del elemento

3) Longitud/6 = $L/6$

$$\rho_s = \frac{0.45 * 281}{4200} * [(30 * 45) / (24 * 35) - 1] = 0.0183$$

$$f_s = 0.12 * 281 / 4,200 = 0.008$$

Usar el mayor: $s = 0.0183$

$$S_o = \frac{A_s}{l_n * f_s} \quad \text{Usando siempre refuerzo No. 3:}$$

$$S_o = 1.42 / (35 * 0.0183) \quad S_o = 2.22 \text{ cms. Colocar eslabon.}$$

$$S_o = 1.42 / (24 * 0.0183) \quad S_o = 3.23 \text{ cms. OK}$$

Colocar EST + ESL No. 3 @ 0.04 cms.

Para vigas de 3.10 Mts. $l_o = 0.50 \text{ mts.}$

Para vigas de 3.70 mts. $l_o = 0.60 \text{ mts.}$

Para vigas de 5.50 mts. $l_o = 1.00 \text{ mts.}$

4.6 DISEÑO DE COLUMNAS

4.6.1 Flexocompresión

3er. Nivel:

ELEMENTO	P (Ton)	V (Ton)	M (Ton-M)
X - X			
7	3.84	2.55	4.53
8	6.83	3.06	5.18
9	6.65	3.00	5.05
10	6.63	2.98	5.01
11	6.65	3.00	5.05
12	6.83	3.06	5.18
13	3.84	2.55	4.53
Y - Y			
3	6.72	3.88	8.60
4	9.21	6.93	12.86
5	5.11	3.06	3.94

2o. Nivel:

ELEMENTO	P (Ton)	V (Ton)	M (Ton-M)
X - X			
20	12.51	4.40	7.81
21	20.27	6.34	10.09
22	19.78	5.90	9.54
23	19.76	5.91	9.53
24	19.77	5.86	9.49
25	20.27	6.26	9.98
26	12.47	4.36	7.70
Y - Y			
8	20.06	6.76	13.96
9	28.78	13.32	21.09
10	16.22	6.00	7.01

1er. Nivel:

ELEMENTO	P (Ton)	V (Ton)	M (Ton-M)
X - X			
33	24.54	7.04	16.25
34	33.92	7.86	16.96
35	32.84	7.64	16.60
36	32.90	7.61	16.53
37	32.84	7.56	16.44
38	33.92	7.71	16.65
39	24.35	6.86	15.82
Y - Y			
13	35.35	13.44	29.37
14	48.59	16.64	32.41
15	29.90	4.75	7.77

TABLA 16

RESUMEN DE CARGAS DE DISEÑO

COLUMNA	P (Ton)	V (Ton)	Mx (Ton-M)	My (Ton-M)	My (Ton-M)*
3er. nivel	16.04	6.93	5.18	12.86	3.94
2o. nivel	49.05	13.32	10.09	21.09	7.01
1er. nivel	82.51	16.64	16.96	32.41	7.77

* Solo para diseño de las columnas "C".

4.6.2 Efectos de Esbeltez

4.6.2.1 Magnificación de momentos

Fórmulas:

Factor de Pandeo de la
columna, K:

$$\psi = \frac{K \text{ col}}{K \text{ vigas}}$$

De las fórmulas de Furlong, para miembros a compresión con ladeo y ambos extremos restringidos:

Si $\psi \text{ prom} < 2$ entonces usar la fórmula $K = \frac{20 - \psi \text{ prom}}{20} \sqrt{1 + \psi \text{ prom}}$

Si $\psi \text{ prom} > 2$ entonces usar la fórmula $K = 0.90 \sqrt{1 + \psi \text{ prom}}$

Carga Crítica de Pandeo de Euler, P_{cr} :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Klu)^2} \quad \text{donde} \quad EI = \frac{E_c I_g / 2.50}{1 + B_d} \quad \text{y} \quad B_d = \frac{C_{Mu}}{C_u}$$

Magnificador de Momentos:

$$\delta = \frac{1}{1 - P_u / \phi P_{cr}} \quad \text{donde} \quad \phi = 0.70$$

Se magnificará si $22 < Klu/r < 100$ donde $r =$ radio de giro

$$r = 0.30 b$$

Magnificación de columnas X - X tercer nivel:

$\psi_1 =$ nudo superior $\psi_2 =$ nudo inferior

$$\psi_1 = \frac{173}{247*2} \quad \psi_1 = 0.35 \quad \psi \text{ prom} = 0.525$$

$$\psi_2 = \frac{173*2}{247*2} \quad \psi_2 = 0.70$$

$$K = \frac{20 - 0.525}{20} * \sqrt{1 + 0.525} \quad K = 1.20$$

$$Klu/r = \frac{1.20 \times 2.60}{0.30 \times 0.30} \quad Klu/r = 34.67 \quad \text{Se magnifica}$$

$$Bd = 1.35/1.66 = 0.81 \quad EI = \frac{15,100 \times \sqrt{281} \times 112,500/2.50}{1+0.81} \quad EI = 6.29E09$$

$$Pcr = \frac{\pi^2 \times 6.29E09}{(1.20 \times 260)^2} \quad Pcr = 638,050 \text{ Kg.} = 638.05 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{16.04}{0.70 \times 638.05}} \quad \& = 1.04 \text{ 3er. nivel X-X}$$

Columnas Y - Y tercer nivel:

Columnas A y B:

$$\psi_1 = \frac{481}{166 \times 294} \quad \psi_1 = 1.05 \quad \psi_{\text{prom}} = 1.57$$

$$\psi_2 = \frac{481 \times 2}{166 + 294} \quad \psi_2 = 2.09$$

$$K = \frac{20 - 1.57}{20} \times \sqrt{1 + 1.57} \quad K = 1.48$$

$$Klu/r = \frac{1.48 \times 2.60}{0.30 \times 0.50} \quad Klu/r = 25.65 \quad \text{Se magnifica}$$

$$Bd = 1.72/2.16 = 0.796 \quad EI = \frac{15,100 \times \sqrt{281} \times 312,500/2.5}{1 + 0.796} \quad EI = 1.76E10$$

$$Pcr = \frac{\pi^2 \times 1.76E10}{(1.48 \times 260)^2} \quad Pcr = 1,171,648 \text{ Kgs.} = 1,171.65 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{16.04}{0.70 \times 1,171.65}} \quad \& = 1.02 \text{ 3er. nivel Y-Y col. A y B}$$

Columna C:

$$\psi_1 = \frac{104}{294} = 0.354 \quad \psi_{\text{prom}} = 0.53$$

$$\psi_2 = \frac{104 \times 2}{294} = 0.707$$

$$K = \frac{20 - 0.53}{20} \times \sqrt{1 + 0.53} \quad K = 1.20$$

$$Klu/r = \frac{1.20 \times 2.60}{0.30 \times 0.30} = 34.67 \quad \text{Se magnifica}$$

$$Bd = 1.46/1.81 = 0.81 \quad EI = \frac{15,100 \cdot \sqrt{281} \cdot 67,500/2.50}{1 + 0.81} = 3.77E9$$

$$Pcr = \frac{\pi^2 \cdot 3.77E9}{(1.20 \cdot 260)^2} = 382.83 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{16.04}{0.70 \cdot 382.83}} \quad \& = 1.06 \text{ tercer nivel Y-Y col. C}$$

Magnificación 2o. Nivel X-X

$$\psi_1 = \frac{173 \cdot 2}{247 \cdot 2} = 0.70 \quad \psi_{\text{prom}} = 0.65$$

$$\psi_2 = \frac{173 + 124}{247 \cdot 2} = 0.60$$

$$K = \frac{20 - 0.65}{20} \cdot \sqrt{1 + 0.65} \quad K = 1.24$$

$$Klu/r = \frac{1.24 \cdot 2.60}{0.30 \cdot 0.30} = 35.82 \text{ Se magnifica}$$

$$Bd = 1.88/3.28 = 0.57 \quad EI = \frac{15,100 \cdot \sqrt{281} \cdot 112,500/2.50}{1 + 0.57} \quad EI = 7.26E09$$

$$Pcr = \frac{\pi^2 \cdot 7.26E09}{(1.24 \cdot 260)^2} \quad Pcr = 688.89 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{49.05}{0.70 \cdot 688.89}} \quad \& = 1.11 \text{ 2o. nivel X-X}$$

Magnificación 2o nivel Y-Y

Columnas A y B:

$$\psi_1 = \frac{481 \cdot 2}{166 + 294} \quad \psi_1 = 2.09 \quad \psi_{\text{prom}} = 1.94$$

$$\psi_2 = \frac{481 + 343}{166 + 294} \quad \psi_2 = 1.79$$

$$K = \frac{20 - 1.94}{20} \cdot \sqrt{1 + 1.94} \quad K = 1.55$$

$$Klu/r = \frac{1.55 \cdot 2.60}{0.30 \cdot 0.50} = 26.87 \text{ Se magnifica}$$

$$Bd = 2.40/4.38 = 0.55 \quad EI = \frac{15,100 \cdot \sqrt{281} \cdot 312,500/2.5}{1 + 0.55} \quad EI = 2.04E10$$

$$Pcr = \frac{\pi^2 * 2.04E10}{(1.55*260)^2} \quad Pcr = 1,240,503 \text{ Kg.} = 1,240.50 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{49.05}{0.70*1,240.50}} \quad \& = 1.06 \text{ 2o. nivel Y-Y col. A y B}$$

Columna C:

$$\psi_1 = \frac{104*2}{294} = 0.707 \quad \psi_{prom} = 0.66$$

$$\psi_2 = \frac{104+74}{294} = 0.605$$

$$K = \frac{20 - 0.66}{20} * \sqrt{1 + 0.66} \quad K = 1.25$$

$$Klu/r = \frac{1.25*2.60}{0.30*0.30} = 36.11 \quad \text{Magnificar}$$

$$Bd = 2.03/3.60 = 0.56 \quad EI = \frac{15,100*\sqrt{281}*67,500/2.5}{1 + 0.56} \quad EI = 4.38E09$$

$$Pcr = \frac{\pi^2*4.38E09}{(1.25*260)^2} \quad Pcr = 409.36 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{49.05}{0.70*409.36}} \quad \& = 1.21 \text{ 2o. nivel Y-Y col. C}$$

Magnificación 1er. nivel X-X

$$\psi_1 = \frac{173+124}{247*2} = 0.60 \quad \psi_{prom} = 0.30$$

$$\psi_2 = 0$$

$$K = \frac{20 - 0.30}{20} * \sqrt{1 + 0.30} = 1.12$$

$$Klu/r = \frac{1.12*3.65}{0.30*0.30} = 45.42 \quad \text{Magnificar}$$

$$Bd = 1.88/3.28 = 0.57 \quad EI = \frac{15,100*\sqrt{281}*112,500/2.5}{1 + 0.57} \quad EI = 7.26E09$$

$$Pcr = \frac{\pi^2*7.26E09}{(1.12*365)^2} \quad Pcr = 428,470.51 \text{ Kg.} = 428.47 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{82.51}{0.70 \cdot 428.47}} \quad \& = 1.38 \text{ 1er. nivel X-X}$$

Magnificación Y-Y 1er. nivel

Columnas A y B:

$$\psi_1 = \frac{481+343}{166+294} \quad \psi_1 = 1.79 \quad \psi_{\text{prom}} = 0.90$$

$$\psi_2 = 0$$

$$K = \frac{20 - 0.90}{20} \cdot \sqrt{1 + 0.90} \quad K = 1.32$$

$$Klu/r = \frac{1.32 \cdot 3.65}{0.30 \cdot 0.50} = 32.12 \quad \text{Se magnifica}$$

$$Bd = 2.40/4.38 = 0.55 \quad EI = \frac{15,100 \cdot \sqrt{281} \cdot 312,500/2.5}{1 + 0.55} \quad EI = 2.04E10$$

$$Pcr = \frac{\pi^2 \cdot 2.04E10}{(1.32 \cdot 365)^2} \quad Pcr = 867,909 \text{ Kg.} = 867.91 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{82.51}{0.70 \cdot 867.91}} \quad \& = 1.16 \text{ 1er. nivel Y-Y col. A y B}$$

Columnas C:

$$\psi_1 = \frac{104+74}{294} = 0.605 \quad \psi_{\text{prom}} = 0.30$$

$$\psi_2 = 0$$

$$K = \frac{20 - 0.30}{20} \cdot \sqrt{1 + 0.30} \quad K = 1.12$$

$$Klu/r = \frac{1.12 \cdot 3.65}{0.30 \cdot 0.30} = 45.42 \quad \text{Se magnifica}$$

$$Bd = 2.03/3.60 = 0.56 \quad EI = \frac{15,100 \cdot \sqrt{281} \cdot 67,500/2.5}{1 + 0.56} \quad EI = 4.38E09$$

$$Pcr = \frac{\pi^2 \cdot 4.38E09}{(1.12 \cdot 365)^2} \quad Pcr = 258.73 \text{ Ton.}$$

$$\& = \frac{1}{1 - \frac{82.51}{0.70 \cdot 258.73}} \quad \& = 1.84 \text{ 1er. nivel Y-Y col. C}$$

TABLA 17

RESUMEN DE CARGAS DE DISEÑO CON MOMENTOS MAGNIFICADOS
(M diseño = M análisis * magnificador)

COLUMNA	P (Ton)	V (Ton)	Mx (Ton-M)	My (Ton-M)	My (Ton-M)*
3er. nivel	16.04	6.93	5.39	13.12	4.18
2o. nivel	49.05	13.32	11.20	22.35	8.48
1er. nivel	82.51	16.64	23.41	37.60	14.30

* Solo para diseño de las columnas C.

Fórmulas para el diseño de Columnas:

$$e = P_u/M_u \quad A_s \text{ min} = 0.01 * B * H \quad P_u = \frac{A_s * F_y}{A_g * 0.85 f'_c}$$

$$P'_{oy} = \phi * K'y * f'_c * B * H \quad P'_{ox} = \phi * K'x * f'_c * B * H$$

Donde K'x y K'y son valores obtenidos en diagramas de interacción

$$P'_o = \phi [A_s * F_y + 0.85 f'_c * B * H]$$

Ecuación de Bresler:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} - \frac{1}{P'_o}} \quad \begin{array}{l} \text{Si } P'_u > P_u, \text{ OK} \\ \text{Si } P'_u < P_u, \text{ Aumentar } A_s \end{array}$$

El recubrimiento del refuerzo será de 3 centímetros.

Diseño de Columnas "A" del tercer nivel:

1) cálculo de excentricidades:

$$e_x = 5.39/16.04 = 0.34 \text{ mts.} \quad e/h)_x = 0.34/0.30 = 1.12$$

$$e_y = 13.12/16.04 = 0.82 \text{ mts.} \quad e/h)_y = 0.82/0.50 = 1.64$$

2) Cálculo del área de acero:

$$A_s \text{ min} = 0.01 * 50 * 30 = 15 \text{ cms}^2 \quad 4 \# 8 = 20.28 \text{ Cms}^2$$

$$P_u = \frac{20.28}{30 * 50} * \frac{4200}{0.85 * 281} = 0.24$$

3) Cálculo de P'u:

de las Gráficas $K'x = 0.125$ $K'y = 0.081$

$$P'o = 0.70[0.85*281*30*50 + 20.28*4200]/1000 = 310.42 \text{ Ton}$$

$$P'ox = 0.125*0.70*281*30*50/1000 = 36.88 \text{ Ton}$$

$$P'oy = 0.081*0.70*281*30*50/1000 = 23.90 \text{ Ton}$$

$$P'u = \frac{1}{1/36.88 + 1/23.90 - 1/310.42} \quad P'u = 15.22 \text{ Ton.}$$

$$P_u = 16.04 \text{ Ton. OK}$$

Diseño de columna "B" del 3er. nivel

$$e_x = 0.34 \quad e/h)_x = 0.34/0.30 = 1.12$$

$$e_y = 4.18/16.04 = 0.26 \quad e/h)_y = 0.26/0.30 = 0.87$$

Asumir acero: $A_s = 4 \# 8 = 20.28 \text{ cms}^2$

$$\beta_u = \frac{20.28}{900} * \frac{4200}{0.85*281} = 0.40$$

Cálculo de P'u:

$K'x = 0.20$ $K'y = 0.25$

$$P'o = 0.70[0.85*281*900 + 20.28*4200]/1000 = 210.10 \text{ Ton}$$

$$P'ox = 0.20*0.70*281*900/1000 = 35.41 \text{ Ton.}$$

$$P'oy = 0.25*0.70*281*900/1000 = 44.26 \text{ Ton.}$$

$$P'u = \frac{1}{1/35.41 + 1/44.26 - 1/210.10} \quad P'u = 21.70 \text{ Ton.}$$

$$P_u = 16.04 \text{ Ton. OK}$$

Diseño de columnas "A" del segundo nivel:

$$e_x = 11.20/49.05 = 0.23 \quad e/h)_x = 0.23/0.30 = 0.76$$

$$e_y = 22.35/49.05 = 0.45 \quad e/h)_y = 0.45/0.50 = 0.90$$

Asumir acero: $A_s = 4 \# 8 + 4 \# 7 = 35.80 \text{ cms}^2$

$$P_u = \frac{35.80 * 4200}{1,500 * 0.85 * 281} = 0.42$$

Cálculo de P'u:

$$K'_x = 0.35 \quad K'_y = 0.275$$

$$P'_{o} = 0.70[0.85 * 281 * 1500 + 35.80 * 4200] / 1000 = 356.04 \text{ Ton.}$$

$$P'_{ox} = 0.35 * 0.70 * 281 * 1500 / 1000 = 103.27 \text{ Ton.}$$

$$P'_{oy} = 0.275 * 0.70 * 281 * 1500 / 1000 = 81.14 \text{ Ton.}$$

$$P'u = \frac{1}{1/103.27 + 1/81.14 - 1/356.04} \quad P'u = 52.09 \text{ Ton}$$

$$P_u = 49.05 \text{ Ton OK}$$

Diseño de columna "B" del segundo nivel:

$$e_x = 11.20 / 49.05 = 0.23 \quad e/h)_x = 0.23 / 0.30 = 0.76$$

$$e_y = 8.48 / 49.05 = 0.17 \quad e/h)_y = 0.17 / 0.30 = 0.60$$

Asumir acero: $A_s = 4 \# 8 + 4 \# 7 = 35.80 \text{ cms}^2$

$$P_u = \frac{35.80 * 4200}{900 * 0.85 * 281} = 0.70$$

Cálculo de P'u:

$$K'_x = 0.45 \quad K'_y = 0.51$$

$$P'_{o} = 0.70[0.85 * 281 * 900 + 35.80 * 4200] / 1000 = 255.73 \text{ Ton}$$

$$P'_{ox} = 0.45 * 0.70 * 281 * 900 / 1000 = 79.66 \text{ Ton}$$

$$P'_{oy} = 0.51 * 0.70 * 281 * 900 / 1000 = 90.28 \text{ Ton}$$

$$P'u = \frac{1}{1/79.66 + 1/90.28 - 1/255.73} \quad P'u = 50.71 \text{ Ton}$$

$$P_u = 49.05 \text{ Ton OK}$$

Diseño de columnas "A" del Primer nivel:

$$e_x = 23.41 / 82.51 = 0.28 \quad e/h)_x = 0.28 / 0.30 = 0.95$$

$$e_y = 37.60 / 82.51 = 0.45 \quad e/h)_y = 0.45 / 0.50 = 0.90$$

Asumir acero: $A_s = 16 \# 8 = 81.12 \text{ cms}^2$

El acero máximo en zonas sísmicas es de $0.06*B*H$

$A_s \text{ máx} = 0.06*50*30 = 90 \text{ cms}^2$ está bien el acero asumido.

$$\rho_u = \frac{81.12}{1,500} * \frac{4200}{0.85*281} = 0.95$$

Cálculo de $P'u$:

$$K'_x = 0.45 \quad K'_y = 0.50$$

$$P'o = 0.70[0.85*281*1500 + 81.12*4200]/1000 = 489.28 \text{ Ton}$$

$$P'ox = 0.45*0.70*281*1500/1000 = 132.77 \text{ Ton}$$

$$P'o_y = 0.50*0.70*281*1500/1000 = 147.52 \text{ Ton}$$

$$P'u = \frac{1}{1/132.77 + 1/147.52 - 1/489.28} \quad P'u = 81.52 \text{ Ton}$$

$$P_u = 82.51 \text{ Ton OK}$$

Diseño de columna "B" del primer nivel:

$$e_x = 23.41/82.51 = 0.28 \quad e/h)_x = 0.28/0.30 = 0.95$$

$$e_y = 14.30/82.51 = 0.17 \quad e/h)_y = 0.17/0.30 = 0.58$$

Asumir acero: $A_s \text{ máx} = 0.06*900 = 54 \text{ cms}^2$

$$A_s = 8 \# 8 + 4 \# 6 = 51.96 \text{ cms}^2$$

$$\rho_u = \frac{51.96}{900} * \frac{4200}{0.85*281} = 1.01$$

Cálculo de $P'u$:

$$K'_x = 0.425 \quad K'_y = 0.625$$

$$P'o = 0.70[0.85*281*900 + 51.96*4200]/1000 = 303.24 \text{ Ton}$$

$$P'ox = 0.425*0.70*281*900/1000 = 75.24 \text{ Ton}$$

$$P'o_y = 0.625*0.70*281*900/1000 = 110.64 \text{ Ton}$$

$$P'u = \frac{1}{1/75.24 + 1/110.64 - 1/303.24} \quad P'u = 52.54 \text{ Ton}$$

$$P_u = 82.51 \text{ Ton}$$

El Asmáx no da la resistencia deseada. Se hará otro análisis del marco Tipico Y-Y solamente de la carga de sismo (la crítica), para obtener la envolvente de la nueva sección, la cual será de 30*50 centímetros cuadrados, igual a las columnas "A".

Ver el análisis en la siguiente hoja.

Diseñando de nuevo:

$$P_u = 82.51 \text{ Ton} \quad M_{ux} = 23.41 \text{ ton-m} \quad M_{uy} = M(\text{anál}) * \text{magnificador}$$

$$M_{uy} = 23.65 * 1.16 = 27.43 \text{ Ton-m}$$

$$e_x = 23.41 / 82.51 = 0.28 \quad e/h)_x = 0.28 / 0.30 = 0.95$$

$$e_y = 27.43 / 82.51 = 0.33 \quad e/h)_y = 0.33 / 0.50 = 0.66$$

$$\text{Asumir acero: } 12 \# 8 + 4 \# 6 = 72.24 \text{ cms}^2$$

$$\rho_u = \frac{72.24 * 4200}{1,500 * 0.85 * 281} = 0.85$$

Cálculo de P'_u :

$$K'_x = 0.425 \quad K'_y = 0.575$$

$$P'_{uo} = 0.70 [0.85 * 281 * 1500 + 72.24 * 4200] / 1000 = 463.18 \text{ Ton}$$

$$P'_{oux} = 0.425 * 0.70 * 281 * 1500 / 1000 = 125.40 \text{ Ton}$$

$$P'_{ouy} = 0.575 * 0.70 * 281 * 1500 / 1000 = 169.65 \text{ Ton}$$

$$P'_u = \frac{1}{1/125.40 + 1/169.65 - 1/463.18}$$

$$P'_u = 85.45 \text{ Ton}$$

$$P_u = 82.51 \text{ Ton OK}$$

SEGUNDO ANÁLISIS PARA COLUMNA DEL PRIMER NIVEL. MARCO Y-Y. SISMO

Las unidades de longitud son: METROS

Las unidades de fuerza son: TONELADAS

Número de nodos = 12

Número de elementos = 15

Nodo	Coordenada x	Coordenada y	Nodo	Coordenada x	Coordenada y
1	.00	10.20	7	.00	4.10
2	6.00	10.20	8	6.00	4.10
3	9.50	10.20	9	9.50	4.10
4	.00	7.15	10	.00	.00
5	6.00	7.15	11	6.00	.00
6	9.50	7.15	12	9.50	.00

Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final	Elemento	Nodo Inicial	Nodo Final
1	1	2	9	8	5
2	2	3	10	9	6
3	4	1	11	7	8
4	5	2	12	8	9
5	6	3	13	10	7
6	4	5	14	11	8
7	5	6	15	12	9
8	7	4			

Clave para los tipos de apoyo de los nodos: 1 = apoyo, 0 = libre

Nodo	Apoyo en x	Apoyo en y	Apoyo en r
10	1.	1.	1.
11	1.	1.	1.
12	1.	1.	1.

Elemento	Área	Inercia	Módulo	Elemento	Área	Inercia	Módulo
1	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	9	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
2	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	10	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07
3	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07	11	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07
4	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07	12	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07
5	.90000 E+00	.67500 E-03	.25312 E+07	13	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
6	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	14	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
7	.13500 E+00	.22780 E-02	.25312 E+07	15	.90000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07
8	.15000 E+00	.31250 E-02	.25312 E+07				

Fuerzas aplicadas en los nodos

Nodo	Carga x	Carga y	Momento
1	12.600	.000	.000
4	12.450	.000	.000
7	9.780	.000	.000

MEDIO ANCHO DE BANDA = 12

DESPLAZAMIENTOS, REACCIONES Y FUERZAS EN LOS ELEMENTOS

Desplazamientos nodales:

Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z	Nodo	Desp. x	Desp. y	Rotación z
1	.033	.000	-.001	7	.015	.000	-.004
2	.033	.000	-.001	8	.015	.000	-.003
3	.033	.000	-.001	9	.015	.000	-.003
4	.026	.000	-.003	10	.000	.000	.000
5	.026	.000	-.002	11	.000	.000	.000
6	.026	.000	-.001	12	.000	.000	.000

Reacciones:

Nodo	Fuerza x	Fuerza y	Momento z
10	-9.689	-13.016	27.127
11	-12.851	-12.864	31.34
12	-12.290	25.880	30.495

Fuerzas y momentos en los extremos de los elementos:

Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento (z)	Elemento	Nodo	F. Axial (x)	F. Cort. (y)	Momento (z)
1	1	-9.8222	-2.3067	7.2975	8	4	6.9098	6.5045	12.9882
1	2	-9.8222	-2.3067	-6.5427	9	8	4.5734	14.2571	-20.7709
2	2	-3.2305	-3.3743	6.6369	9	5	4.5734	14.2571	22.7133
2	3	-3.2305	-3.3743	-5.1731	10	9	-11.4832	4.2890	-5.5642
3	4	2.3067	2.7777	-1.1743	10	6	-11.4832	4.2890	7.5172
3	1	2.3067	2.7777	7.2975	11	7	-6.5952	-6.1062	19.4493
4	5	1.0676	6.5921	-6.9263	11	8	-6.5952	-6.1062	-17.1880
4	2	1.0676	6.5921	13.1796	12	8	-8.0008	-14.3973	24.9334
5	6	-3.3743	3.2306	-4.6801	12	9	-8.0008	-14.3973	-25.4571
5	3	-3.3743	3.2306	5.1731	13	10	13.0160	9.6893	-27.1275
6	4	-8.7231	-4.6031	14.1626	13	7	13.0160	9.6893	12.5988
6	5	-8.7231	-4.6031	-13.4560	14	11	12.8644	12.8513	-31.3399
7	5	-1.0587	-8.1089	16.1837	14	8	12.8644	12.8513	21.3506
7	6	-1.0587	-8.1089	-12.1973	15	12	-25.8804	12.2898	-30.4954
8	7	6.9098	6.5045	-6.8505	15	9	-25.8804	12.2898	19.8929

4.6.3 Corte

3er. nivel:

$$Vuc = 0.85 * 0.53 * (1 + 0.0071 P_u / A_g) * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Se diseñará con la columna "C" de 30*30 cms. que es la crítica.

$$Vuc = 0.85 * 0.53 * (1 + 0.0071 * 8,950 / 900) * \sqrt{281} * 30 * 27 = 6,548.81 \text{ Kg.}$$

$Vuc = 6.55 \text{ Ton.}$ y $Vu = 6.93 \text{ Ton.}$ La diferencia es tan mínima que seguramente necesitará refuerzo mínimo.

Refuerzo por corte = No. 3 @ 0.13 mts. para todas las columnas.

2o. nivel:

$$Vuc = 0.85 * 0.53 * (1 + 0.0071 * 28,690 / 900) * \sqrt{281} * 30 * 27 = 7,501.38 \text{ Kg.}$$

$Vuc = 7.50 \text{ Ton.}$ y $Vu = 13.32 \text{ Ton.}$ calcular refuerzo.

$$Vnc = 7.50 / 0.85 = 8.82 \text{ ton.} \quad Vu / 0.85 = 13.32 / 0.85 = 15.67 \text{ ton.}$$

$Vs = 15.67 - 8.82 = 6.85 \text{ Ton.}$ usando refuerzo No 3:

$$s = 1.42 * 4200 * 27 / 6,850 \quad s = 23 \text{ cms. mayor que } d/2.$$

Refuerzo por corte = No. 3 @ 0.13 mts. para todas las columnas.

1er. nivel:

$$Vuc = 0.85 * 0.53 * (1 + 0.0071 * 54,250 / 1500) * \sqrt{281} * 50 * 27 = 12,812.74 \text{ Kg.}$$

$Vuc = 12.81 \text{ ton.}$ y $Vu = 16.64 \text{ ton.}$ calcular refuerzo.

$$Vnc = 12.81 / 0.85 = 15.07 \quad Vu / 0.85 = 16.64 / 0.85 = 19.58 \text{ ton.}$$

$Vs = 19.58 - 15.07 = 4.51 \text{ ton.}$ diferencia mínima.

Refuerzo por corte = No. 3 @ 0.13 mts. para todas las columnas.

Nota: La P_u que se utilizó en los cálculos anteriores, corresponde a las cargas mínimas del análisis, por ser más críticas.

4.6.4 Confinamiento

Longitud de confinamiento:

Columnas del 2o. y 3er. nivel:

$$Lo = 2.60/6 = 0.43 \text{ mts. tomamos } Lo = 0.50$$

Columnas del 1er. nivel:

$$Lo = 3.65/6 = 0.61 \text{ mts. tomamos } Lo = 0.60$$

$$s(\text{col A}) = 0.45 * [1,500 / (24 * 44) - 1] * 281 / 4200 = 0.0126$$

$$s(\text{col A}) = 0.12 * 281 / 4200 = 0.008 \text{ Entonces usar } s = 0.0126$$

Usando refuerzo No. 3:

$$So = \frac{1.42}{44 * 0.0126} \quad So = 2.56 \text{ cms. entonces colocar eslabones}$$

$$So = \frac{1.42}{24 * 0.0126} \quad So = 4.69 \text{ cms.}$$

Para todas las columnas: EST + ESL No. 3 @ 0.05 mts.

4.7 DISEÑO DE ZAPATAS:

4.7.1 Zapata aislada para columnas de el eje "A"

$$Pu = 82.51 \text{ Ton}$$

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

$$Mux = 23.41 \text{ Ton-m}$$

$$Fy = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Muy = 37.60 \text{ Ton-m}$$

$$W \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/m}^3$$

$$FCU = 1.45$$

$$W \text{ suelo} = 1.4 \text{ Ton/m}^3$$

$$VS = 20 \text{ Ton/m}^2$$

Cargas de servicio:

$$P' = 82.51 / 1.45 = 56.90 \text{ ton}$$

$$M'x = 23.41 / 1.45 = 16.14 \text{ ton-m}$$

$$M'y = 37.60 / 1.45 = 25.93 \text{ ton-m}$$

Área de la zapata:

La primera estimación puede ser igual a $1.5 \cdot P' / VS$. Se llega a la conclusión que el área optima es de $3.25 \text{ m.} \cdot 3.00 \text{ m.} = 9.75 \text{ m}^2$.

Espesor de la zapata = 0.45 mts.

Las presiones en el suelo serán:

Peso del concreto = $2.40 \cdot 9.75 \cdot 0.45 = 10.53 \text{ ton.}$

Peso del suelo = $1.4 \cdot 9.75 \cdot 1.30 = 17.74 \text{ ton.}$

$$P' = \frac{56.90}{85.17} \text{ Ton}$$

$$q = \frac{85.17}{9.75} \pm \frac{16.14}{3.25 \cdot 3^{2/6}} \pm \frac{25.93}{3 \cdot 3.25^{2/6}} \quad q_{\max} = 16.96 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\min} = 0.52 \text{ ton/m}^2$$

Presión de diseño:

$$q_{u(\max)} = 16.96 \cdot 1.45 = 24.59 \quad q_{u(\text{dis})} = 0.85 \cdot 24.59 = 20.75 \text{ ton/m}^2$$

Recubrimiento = 0.07 entonces $d = 0.38 \text{ mts.}$

Chequeo de Corte Punzonante:

$$V_{\text{act}} = (\text{área total} - \text{área crítica}) \cdot 20.75 \text{ t/m}^2 - P_u$$

$$\text{área crítica} = 0.30 + d = 0.30 + 0.38 = 0.68$$

$$V_{\text{act}} = (9.75 - 0.68^2) \cdot 20.75 - 82.51 \text{ ton} = 110.21 \text{ Ton.}$$

$$V_r = 0 \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'c} \cdot (\text{área paralela al } V_{\text{act}})$$

$$V_r = 0.85 \cdot 1.06 \cdot \sqrt{281} \cdot 68 \cdot 4 \cdot 38 / 1000 = 156.11 \text{ Ton.} > V_{\text{act.}} \text{ OK}$$

Chequeo por corte Flexionante:

Área crítica se encuentra a una distancia "d" del rostro de la columna, así: $(3.25/2 - 0.15 - 0.38) \cdot 3.00 = 3.28 \text{ m}^2$

$$V_{\text{act}} = 20.75 \text{ T/m}^2 \cdot 3.28 \text{ m}^2 = 68.06 \text{ ton.}$$

$$V_r = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot (\text{área paralela a } V_{\text{act}})$$

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{281} \cdot 300 \cdot 38 / 1000 = 86.09 \text{ ton.} > V_{\text{act.}} \text{ OK}$$

Refuerzo Por flexión:

Sentido Y-Y:

Sección crítica de flexión es al rostro de la columna,

$l = (3.25/2 - 0.15) = 1.48 \text{ m.}$ Se toma la $q(\text{dis})$ para un metro de ancho de zapata, se tiene:

$$M_u = w l^2/2 \quad M_u = 20.75 * 1.48^2/2 = 22.72 \text{ ton-m}$$

Con $d = 38 \text{ cms}$ el área de acero será $A_s = 16.44 \text{ cms}^2$.

Se propone un armado No. 6 @ 0.15 mts. en sentido Y-Y

Sentido X-X:

$$l = (3/2 - 0.15) = 1.35 \text{ m.}$$

$$M_u = 20.75 * 1.35^2/2 = 18.91 \text{ ton-m}$$

Con $d = 37 \text{ cms}$ el área de acero será $A_s = 14.00 \text{ cms}^2$

Se propone un armado No. 6 @ 0.18 mts. en sentido X-X

4.7.2 Zapata combinada para columnas de ejes B y C:

Datos de columna de eje A: Datos de la columna de eje C:

$$P_u = 82.51 \text{ ton}$$

$$P_u = 63.82 \text{ Ton}$$

$$M_{ux} = 23.41 \text{ ton-m}$$

$$M_{ux} = 23.41 \text{ ton-m}$$

$$M_{uy} = 37.60 \text{ ton-m}$$

$$M_{uy} = 7.77 \text{ ton-m}$$

Cargas de servicio:

Columnas B:

Columnas C:

$$P' = 82.51/1.45 = 56.90 \text{ ton}$$

$$P' = 63.82/1.45 = 44.01 \text{ ton}$$

$$M'x = 23.41/1.45 = 16.14 \text{ ton-m}$$

$$M'x = 23.41/1.45 = 16.14 \text{ ton-m}$$

$$M'y = 37.60/1.45 = 25.93 \text{ ton-m}$$

$$M'y = 7.77/1.45 = 5.36 \text{ ton-m}$$

Luego de varias pruebas, se llega a la conclusión de un área de zapata igual a 5.50 mts. * 2.50 mts. con voladizos de un metro para cada lado exterior de las columnas.

Espesor = 0.45 mts.

Peso del suelo = $1.40 \times 13.75 \times 1.30 = 25.02$ ton

Peso del concreto = $2.4 \times 13.75 \times 0.45 = 14.85$ ton.
39.87 ton.

Presiones en el centro geométrico de la Zapata:

P' de columna B = 56.90 ton
P' de columna C = 44.01 ton
Peso del suelo = 25.02 ton
Peso del concreto = 14.85 ton
140.78 ton

Sumatoria de momentos respecto al centro geométrico de la zapata:

$M_x = 25.93 + 5.36 + 44.01 \times 1.75 - 56.90 \times 1.75 = 8.73$ ton-m

$M_y = 16.14 + 16.14 = 32.28$ Ton-m

$$q = \frac{140.78}{13.75} \pm \frac{32.28}{5.50 \times 2.50^2/6} \pm \frac{8.75}{2.50 \times 5.50^2/6}$$

$q_{\text{máx}} = 16.57$ ton

OK

$q_{\text{min}} = 3.91$ ton

Las presiones del suelo sobre el cimiento y del cimiento, son contrarias a la presión de respuesta del suelo (q_{max}), entonces:

$$q(\text{suelo}) = 1.40 \times 1.25 = 1.75 \text{ Ton/m}^2$$

$$q(\text{concreto}) = 2.40 - 0.45 = 1.95 \text{ Ton/m}^2$$

$$2.83 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_u = (16.57 - 2.83) \times 1.45 = 19.92 \text{ T/m}^2$$

$$q(\text{dis}) = 0.90 \times 19.92 = 17.93 \text{ Ton/m}^2$$

En el sentido largo, el cimiento se diseña como una viga con la carga distribuida del suelo en forma lineal, entonces:

$$w = 17.93 \text{ Ton/m}^2 \times 2.50 \text{ m} = 44.83 \text{ Ton/m}$$

Ahora se asume que se diseñará una viga invertida apoyada en las dos columnas y con la carga linealmente distribuida del suelo calculada anteriormente. De los diagramas de corte y momento, se obtienen los siguientes datos:

Calculado a una distancia "d" del rostro de la columna (sección crítica), se obtiene:

$$V_{act} = V_{m\acute{a}x} - (0.15 + d) * (\%V)$$

Donde %V es la pendiente del diagrama de corte

$$V_{act} = 78.45 - 0.53 * 41.84 = 56.27 \text{ Ton.}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 46.23 \text{ Ton-m (entre las columnas)}$$

$$M_{rostro} = 22.41 \text{ ton-m.}$$

Chequeo de corte flexionante:

$$V_{act} = 56.27 \text{ ton}$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 250 * 38 / 1000 = 71.74 \text{ Ton.} > 56.27 \text{ OK}$$

Chequeo de corte punzonante:

$$V_{act} = 0.88m * 0.68m * 17.93t/m^2 - 82.51 \text{ ton} = 71.84 \text{ Ton.}$$

$$V_r = 0.85 * 1.06 * \sqrt{281} * (0.88 * 2 + 0.68 * 2) * 38 / 1000 = 179.07 > 71.84 \text{ OK}$$

Diseño del acero principal:

Cama superior:

$$M = 4,623,000 \text{ kg-m} \quad f'_c = 281 \text{ kg/m}^2$$

$$F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2 \quad b = 250 \text{ cms.}$$

$$d = 38 \text{ cms} \quad \text{Con estos datos:}$$

$$A_s = 33.20 \text{ cms}^2 \quad \text{Refuerzo No. 6 @ 0.20 mts.}$$

Cama inferior:

$M = 2,241,000 \text{ kg-cm}$ con los mismos datos anteriores:

$A_s = 15.83 \text{ cms}^2$, pero $A_{smin} = 0.002 * b * d = 0.002 * 250 * 38 = 19 \text{ cms}^2$

Colocar A_s minimo: Refuerzo No. 6 @ 0.37 mts.

Vigas Transversales:

Las cargas se transmiten al cimiento por medio de vigas transversales en cada columna, dichas vigas se diseñan con la presión ejercida en el suelo por la carga de la columna más pesada.

Ancho de las vigas Transversales = ancho de columna + 1.5d

Ancho de viga = $0.30 + 1.5 * 0.38 = 0.87 \text{ mts} = 0.90 \text{ mts}$

$$q(\text{dis}) = \frac{82.51 \text{ Ton}}{0.90 * 2.50} \quad q(\text{dis}) = 36.67 \text{ Ton/m}^2$$

$$d = 38 - \text{diámetro de No. 6} = 38 - 2 = 36$$

Chequeando corte flexionante:

$$V_{act} = 36.67 \text{ t/m}^2 * (0.74 * 0.90) \text{ m}^2 \quad V_{act} = 24.42 \text{ Ton.}$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 90 * 36 / 1000 = 24.50 \text{ Ton} > V_{act} \text{ OK}$$

Diseño del refuerzo:

El refuerzo de la viga transversal va en la cama inferior, en el sentido corto del cimiento (en la longitud de 2.50 mts.). Por seguridad, se utilizan los siguientes datos:

$$w = 38.83 \text{ t/m}^2 * 0.90 \text{ m} = 34.95 \text{ ton/m}$$

$$M = 34.95 * 1.10^2 / 2 = 21.14 \text{ ton-m.}$$

$$M = 2,114,000 \text{ Kg-m} \quad b = 90 \text{ cms}$$

$$d = 36 \text{ cms} \quad \text{Con estos datos y los otros conocidos:}$$

$A_s = 16.30 \text{ cms}^2$ Refuerzo No. 6 @ 0.15 mts.

Para obtener refuerzo en este mismo sentido en la cama superior, se colocará acero mínimo debajo del refuerzo principal, así:

Refuerzo por temperatura No. 6 @ 0.37 mts.

4.7.3 Diseño de Soleras Sísmicas:

$P_u = 85.51 \text{ Ton.}$

Esfuerzo de trabajo del refuerzo = $0.60F_y$

$0.60 * 4,200 = 2,520 \text{ Kg/cm}^2$

Diseñar solera para $P = 82.51 * 0.10 = 8.25 \text{ ton}$

$A_s = (8.25 \text{ ton} * 1,000) / 2,520 \text{ Kg/cm}^2$

$A_s = 3.27 \text{ cms}^2$

Refuerzo: 4 varillas No. 5 y EST. No. 3 @ 0.15 mts.

VIII. CONCLUSIONES

- 1.- La ciudad universitaria no cuenta con toda la infraestructura proyectada en la planificación No.5 y su capacidad máxima de estudiantes para la que fue diseñada con toda su infraestructura ha sido excedida.
- 2.- El edificio de aulas T-3, que con el paso del tiempo está siendo ocupado para oficinas administrativas y docentes, tiene un déficit de aulas del 24 %, el cual será disminuido al 16% al trasladar la cafetería y la sede de la AEI al edificio propuesto. Además se logrará desocupar algunos pasillos y obtener ambientes más amplios en las oficinas que se trasladen al nivel 0.
- 3.- Una evaluación de impacto ambiental en nuestros días es de mucha importancia, ya que por medio de éste se logran visualizar los futuros problemas e incluso algunos beneficios importantes, logrando con esto un diseño del proyecto más real y objetivo.
- 4.- El edificio aquí propuesto cumple con todas las características generalés deseables para un comportamiento eficiente ante la acción de un sismo, ya que posee un buen porcentaje de simetría en planta y en elevación, relación ancho-largo aceptable, juntas viga-columna dúctiles, y uniformidad en la distribución de resistencia y rigidez.
- 5.- En el análisis estructural se utilizó un marco típico para cada sentido, seleccionando este marco como aquel con las mayores cargas verticales y horizontales aplicadas. Se utilizó en el análisis el método de rigideces, analizando las cargas vivas y muertas primero, y luego las de sismo, para poder obtener la envolvente de la estructura.
- 6.- En el diseño de las vigas y columnas de cada nivel, se tomaron las mayores cargas para cada elemento, a excepción de las columnas "C" de cada nivel, que fueron diseñadas con sus respectivos momentos de análisis.
- 7.- Las dimensiones de las vigas y las columnas son, en un buen porcentaje, las ideales, ya que las cargas requerían en los elementos refuerzos que estaban comprendidos entre el refuerzo mínimo y el máximo para zona sísmica, concluyendo que todos los elementos están sub-reforzados y libres de falla diagonal, requerimiento importante del Código ACI-89.

8.- Las vigas de borde están libres de torsión, ya que el voladizo de la losa y los muros tabiques del nivel superior, contrarrestan la carga interior y la mínima torsión que se pudiera dar es resistida por el refuerzo mínimo de corte.

9.- La separación del edificio de 0.65 mts. de la banqueta, es para que este espacio se pueda utilizar para el sistema arquitectónico escogido para solucionar el problema de los rayos solares.

10.- Las distancias y cotas que muestran las hojas 4/27, 5/27 y 6/27 del apéndice son confiables, ya que el levantamiento topográfico se realizó con Teodolito y los niveles del terreno con nivel de trípode.

IX. RECOMENDACIONES

- 1.- Al utilizar losa prefabricada, se disminuye el peso muerto de la estructura, obteniendo además las otras ventajas ya conocidas.
- 2.- Para que la cafetería de la facultad aproveche todo su entorno, se podría habilitar el área jardinizada en abandono que se encuentra sostenida por el muro de contención, con mesas y sillas de campo, a modo que los estudiantes puedan optar por consumir sus alimentos al aire libre.
- 3.- Resulta sumamente necesario la colocación de depósitos para basura de concreto, en toda el área de influencia de la cafetería, especialmente en el área mencionada anteriormente.
- 4.- Se debe realizar un estudio ocular de un experto, para asegurarse que el muro de contención no pelagra al momento de hacer la excavación para la cimentación.
- 5.- Se recomienda revisar la hoja 4/27, para evitar daños a las tuberías de Agua potable que pasan por el lugar.
- 6.- El abastecimiento de agua se debe hacer desde el tanque elevado del edificio T-3, si se obtiene la presión necesaria, de lo contrario, se deberá disponer de un sistema elevado en el edificio o un tanque cisterna con equipo hidroneumático.
- 7.- Para las conexiones de agua negra y agua pluvial se recomienda seguir la colocación de la tubería de la forma como se indica en las hojas 22/27 y 26/27, ya que de esa forma, las diferentes cajas y tuberías no se congestionaran entre el edificio y el muro de contención, además si se conectan en el pozo de visita indicado se evita romper la calle y un jardín.
- 8.- La ampliación de la plaza Alejandro Cotí tiene por objetivo el unificar el balcón de la AEI con el complejo de Ingeniería, para lograr esto se deberá dar un acabado especial a la calle de la facultad en el área indicada, para esto se recomienda un acabado semejante al que se le dio a la 6a. av. entre 5a. y 6a. calle de la zona I, la que unifico la Plaza de la Constitución con el Parque Centenario. VER HOJA 11/27 y 12/27.
- 9.- Prestar atención en el sentido de construir un acceso techado desde el pasillo del T-3 al nuevo edificio siguiendo la alineación del pasillo, con un ancho adecuado al tráfico de peatones y una altura que permita el tráfico de vehículos pesados, con el fin de evitar las molestias que ocasiona el invierno. VER HOJA 27/27.

X. BIBLIOGRAFÍA

American Concrete Institute. Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-89) y comentarios: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., México, D.F., Editorial Limusa.

Arnold, Christopher y Robert Reitherman. Manual de Configuración y Diseño Sísmico de Edificios: Editorial Limusa, S.A., 3 volúmenes, México, 1,991.

Bolaños Ortiz, Luis Augusto. Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Ingeniería: Tesis de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,990.

Cohn Pollag, Pedro. La capacidad Soporte de los Suelos: Tesis de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,958.

Coronado Alvarez, Edin Haroldo. Análisis y Diseño de la Ampliación del Edificio de Aulas T-3: Tesis de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1993.

Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones: 4ta. Edición, Editorial Limusa, S.A., de c.v., México 1,990.

Dirección General de Investigación, USAC. Terreno, Construcción y Diseño: "Habitar" No. 8, 22 Abril 1,995.

García Acevedo, Claudia Nineth y Manuel de Jesús Arevalo Mendoza. Centro de Investigaciones de Ingeniería: Tesis de graduación, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,991.

Laible, Jeffrey P. Análisis Estructural: McGraw- Hill/interamericana, México, 1,987.

Mendizabal Ruiz, Ana Lucia. Urbanización y Ecología: "Habitar" No. 19, 23 de Sep. de 1,995.

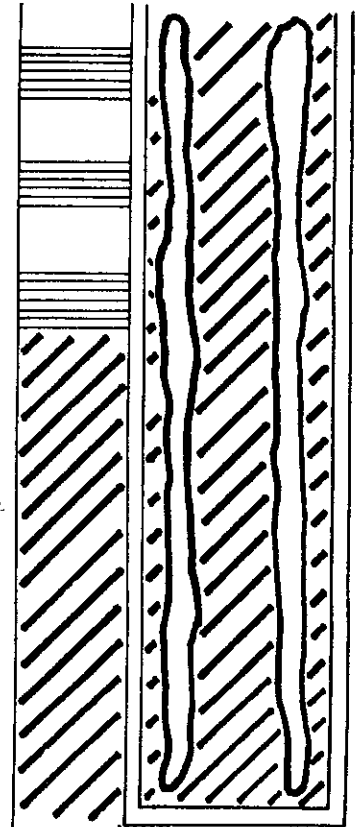
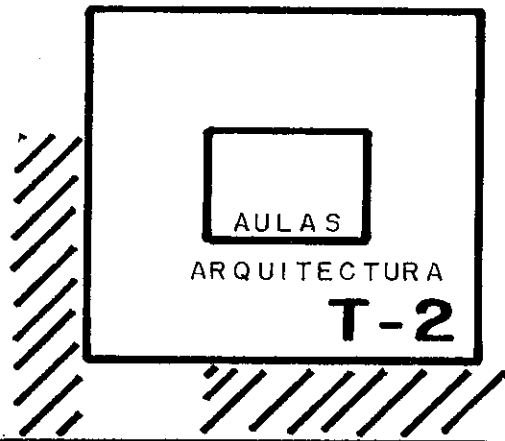
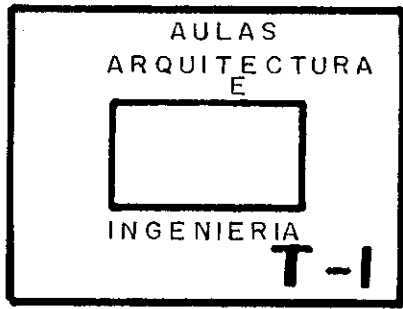
Frederick S. Merritt. Manual del Ingeniero Civil: 3a. Edición, 4 Volúmenes, McGrawhill/Interamericana, México, 1,992.

Zetina, Ana B., Alba L. Fernández y Gloria R. Lara. Análisis para la Optimización de la Instalaciones Físicas de la Ciudad Universitaria zona 12: Tesis de graduación, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,991.

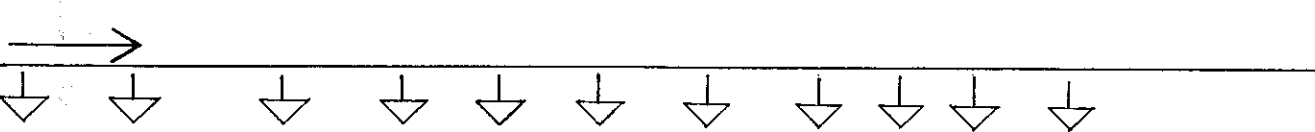
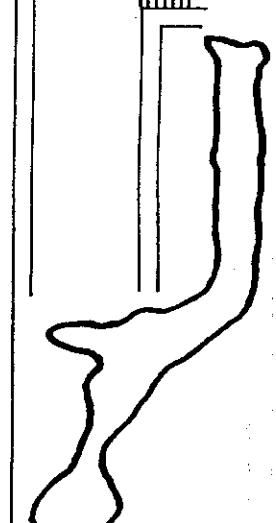
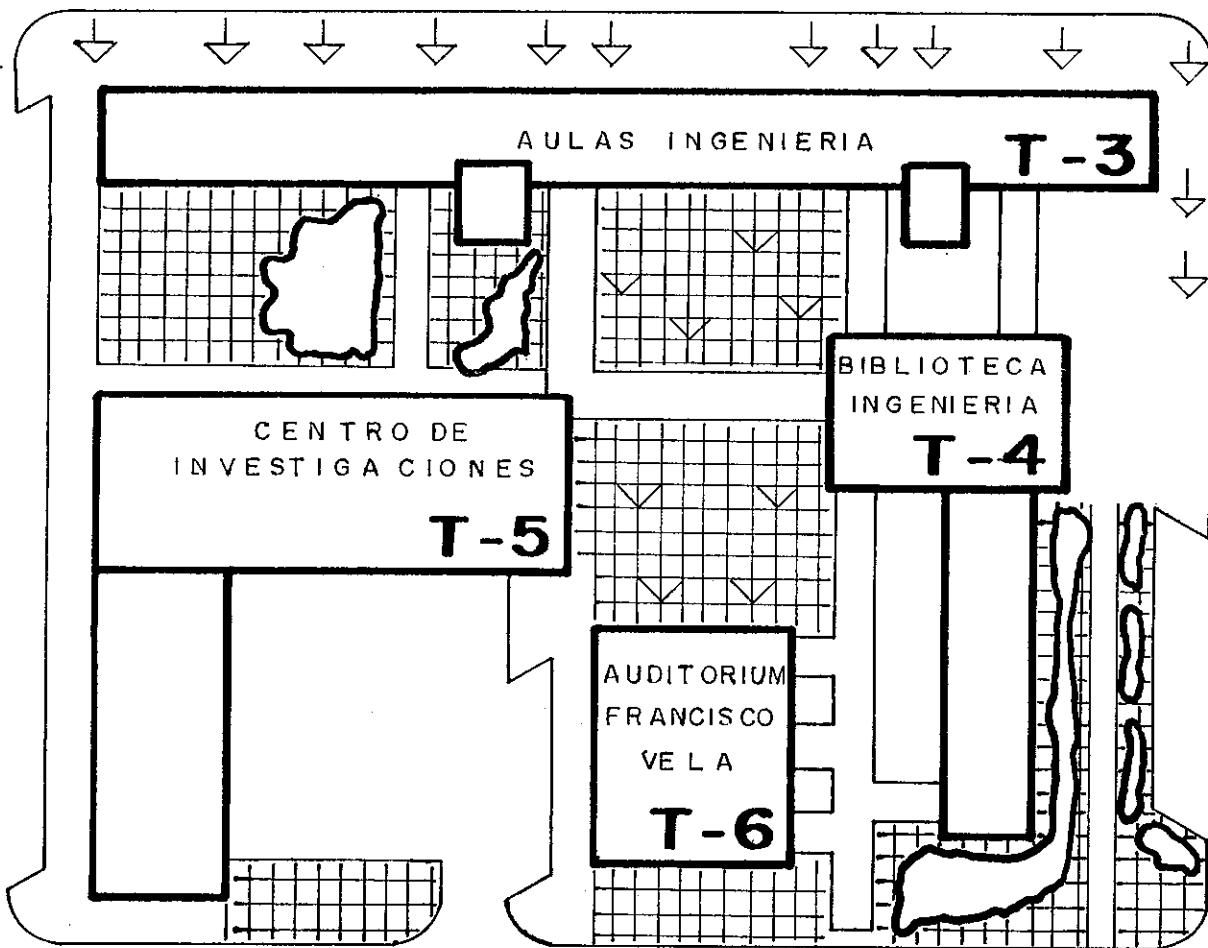
XI. APÉNDICE

PLANOS DE ARQUITECTURA, ESTRUCTURAS

E INSTALACIONES

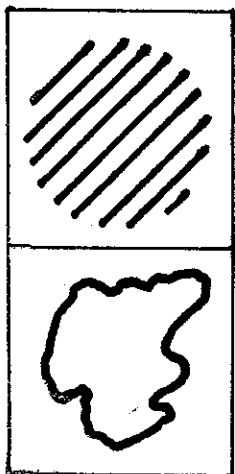


CALLE



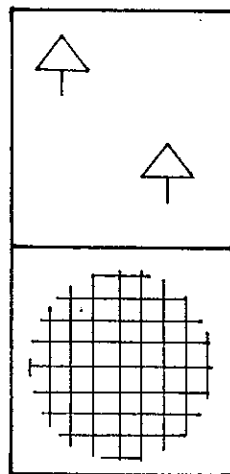
COMPLEJO DE INGENIERIA

EVALUACION DEL ESTADO DE LAS AREAS VERDES Y JARDINIZADAS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA



AREA NO JARDINIZADA, EN ABANDONO DONDE EL MANTENIMIENTO ES DEFECTUOSO, PROVOCANDO QUE ESTEN EN FRANCO DETERIORO

ARBOLEDAS



ARBOLES AISLADOS O EN HILERA

AREA JARDINIZADA DONDE SU ESTADO ES ACEPTABLE, PERO QUE PUEDE MEJORARSE

FUENTE: DIVISION DE SERVICIOS GENERALES, USAC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

INFORMACION

Proyecto

Plano de

Hoja

SIN ESCALA
Escala

SEP - 1,996
Fecha

ARQ AREVALO
Diseño Arquitectonico

ERICK ALVAREZ
Diseño Estructural

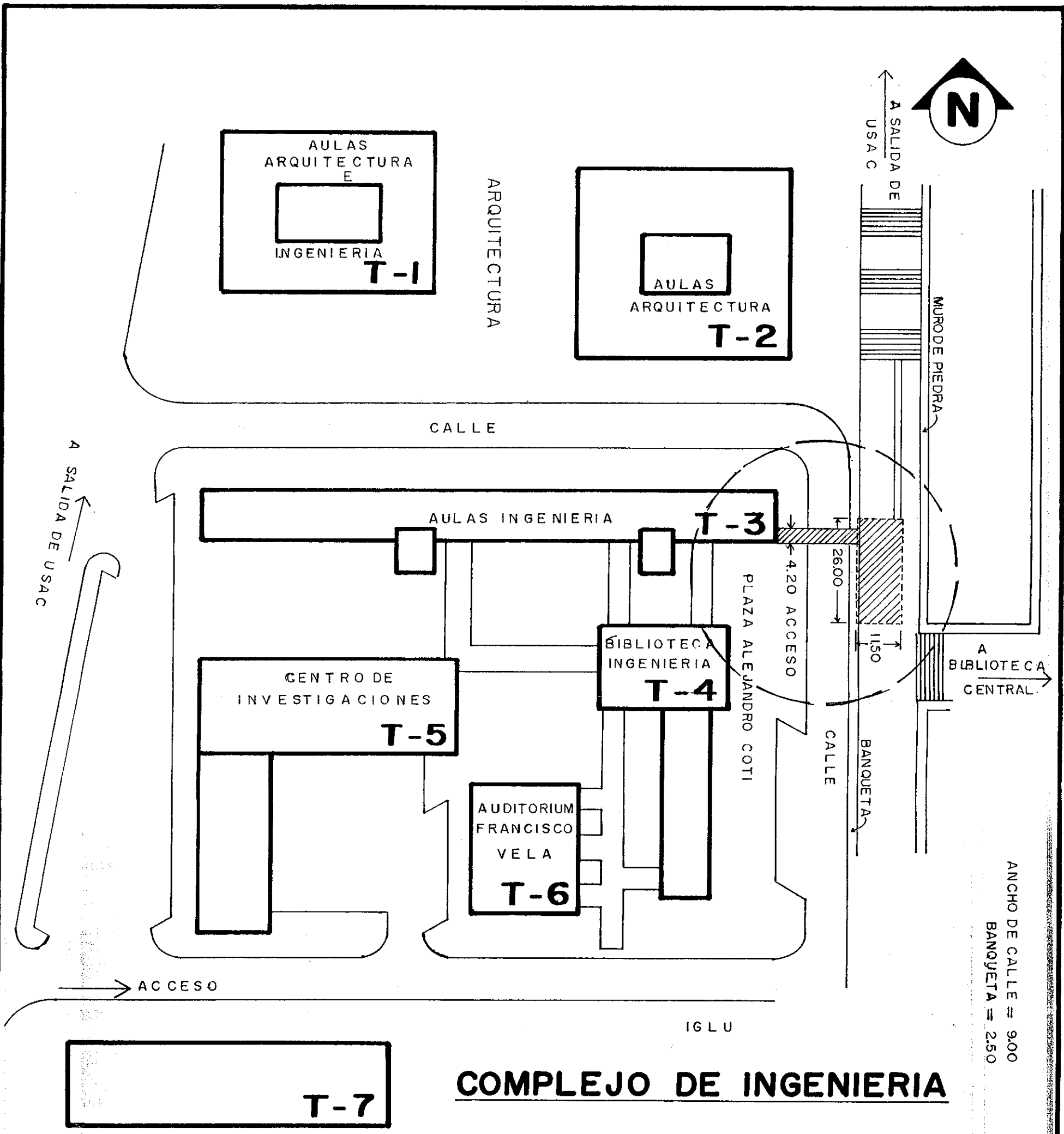
ING. JACK IBARRA
Asesor

Dibujo

27

INGENIERIA

Propiedad de la Universidad de San Carlos de Guatemala
Biblioteca Central



LOCALIZACION DEL EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

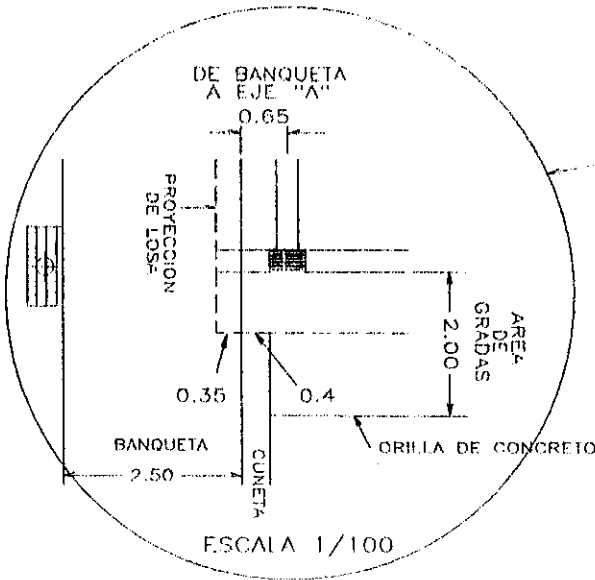


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA						
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION						
EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES				LOCALIZACION		Hoja
Proyecto				Plano de		2
SIN ESCALA	SEP - 1,996	ARQ AREVALO	ERICK ALVAREZ	ING. JACK IBARRA		27
Escala	Fecha	Diseño Arquitectonico	Diseño Estructural	Asesor	Dibujo	



PLAZA ALEJANDRO COTI

UBICACION DEL EJE "A"



CALLE

EJE A

REJILLA

REJILLA

CUNETETA

CANCHA DE BOLEY BALL

A BIBLIOTECA CENTRAL

ORILLA DE CONCRETO

BANQUETA

A ARQUITECTURA

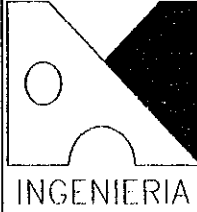
CARRILLO

POSTE ERESO

LEAVE

EJE DE MURO

CORONA DE MURO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -- FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL -- UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

UBICACION

Hoja
3/27

Proyecto
1/400
Escala

SEPT/96
Fecha:

FRICK ALVAREZ
Levantamiento Topografico

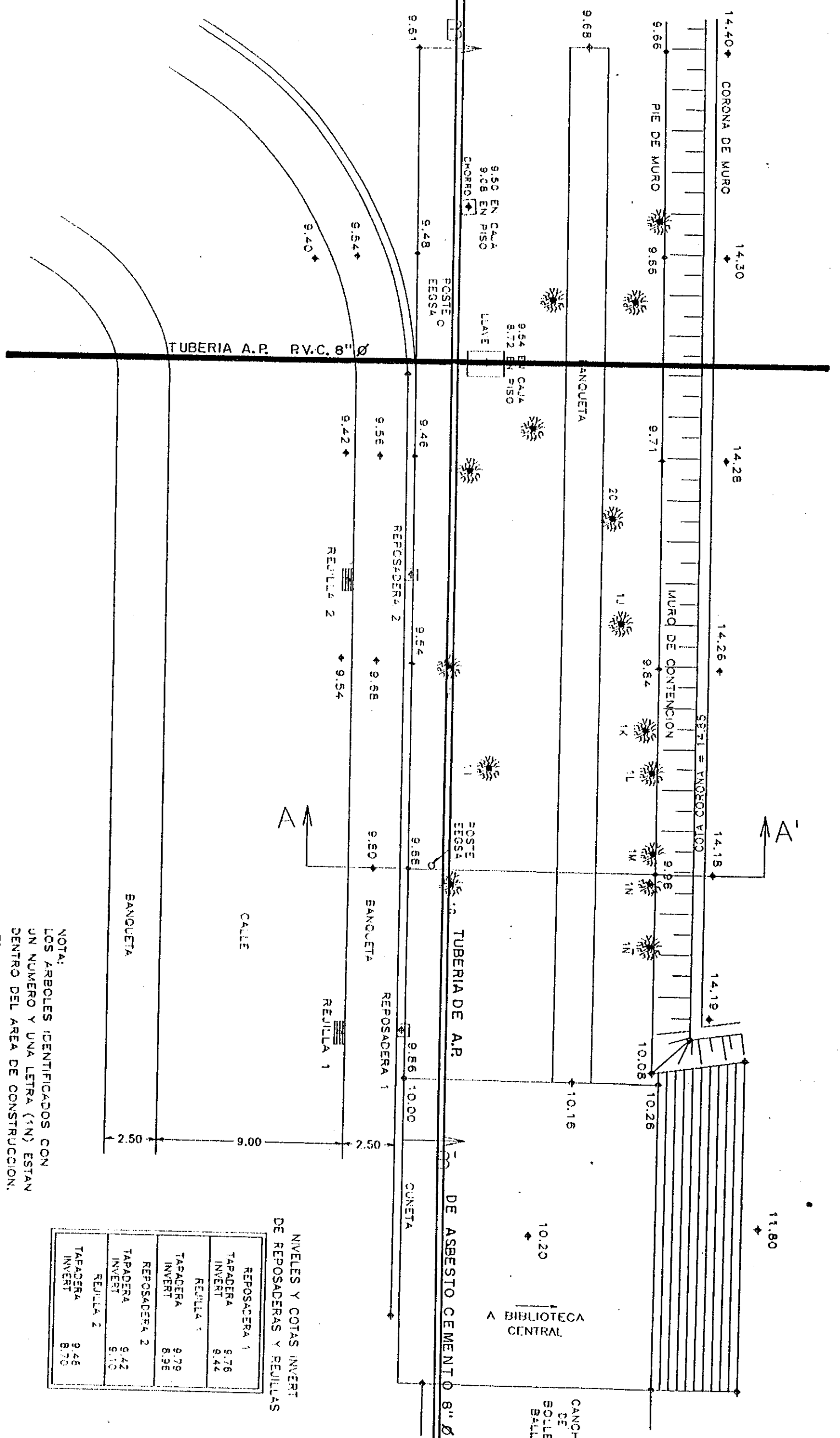
ERICK ALVAREZ
Diseño Estructural

ING. IBARRA SOLORIZANO
Asesor

ERICK ALVAREZ
Dibujo:



RECONOCIMIENTO DEL TERRENO Y NIVELES

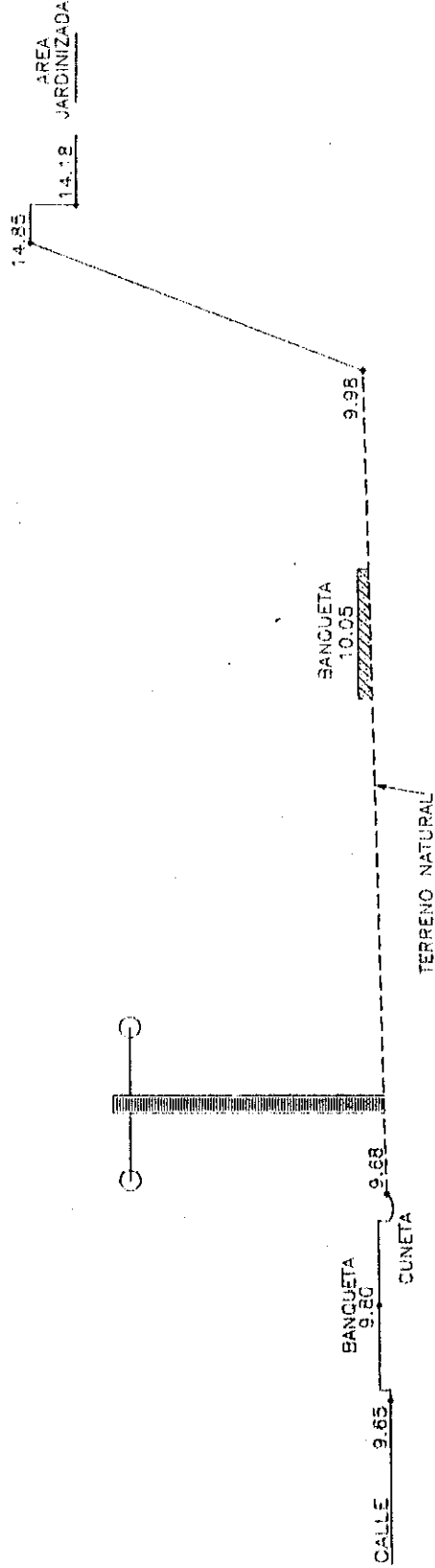


NOTA:
 LOS ARBOLES IDENTIFICADOS CON UN NUMERO Y UNA LETRA (1N) ESTAN DENTRO DEL AREA DE CONSTRUCCION. VER LAS SECCIONES A-A Y B-B EN LA SIGUIENTE HOJA.
 TODAS LAS COTAS FUERON TOMADAS CON NIVEL DE TRIPODE.

ESCALA: 1/200

NIVELES Y COTAS INVERT DE REPOSADERAS Y REJILLAS	
REPOSADERA 1	9.76
TAPADERA INVERT	9.44
REJILLA 1	9.79
TAPADERA INVERT	8.98
REPOSADERA 2	9.42
TAPADERA INVERT	8.10
REJILLA 2	9.48
TAPADERA INVERT	8.70

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA – FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL – UNIDAD DE PLANIFICACION			Hoja 4 <hr/> 27
	EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES		LEVANTAMIENTO	
Proyecto INDICADA	Fecha: SEPT/96	ARO. AREVALO MENDOZA Diseño Arquitectonico	ERICK ALVAREZ MARTINEZ Diseño Estructural	ING. IBARRA SOLORIZANO Asesor
Escala			ERICK ALVAREZ Dibujo	

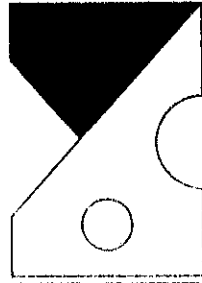


ESCALA: 1/100

PERFIL A-A'

NOTA:

LAS COTAS DE LOS PERFILES Y DE LA PLANTA FUERON TOMADAS CON NIVEL DE TRIPODE
 LOS ÁRBOLES EXISTENTES EN EL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN NO APARECEN EN ESTE PERFIL.



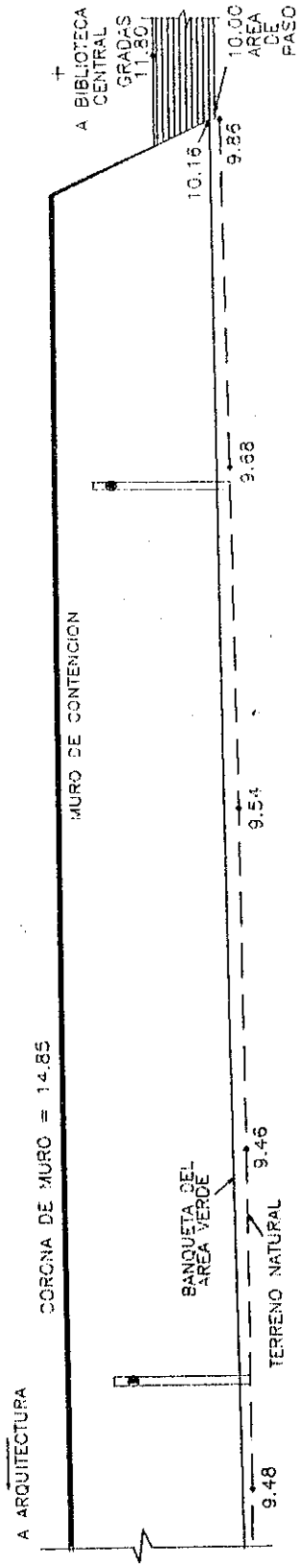
INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

Hoja
 5 / 27

INDICADA		SEPT/96		Fecha:	
Escala		Proyecto		Plano de	
ARQ. AREVALO MENDOZA Diseño Arquitectonico		ERICK ALVAREZ MARTINEZ Diseño Estructural		ING. IBARRA SOLORZANO Asesor	
ERICK ALVAREZ		ERICK ALVAREZ		ERICK ALVAREZ	
Dibujó		Dibujó		Dibujó	

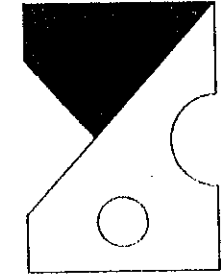
PERFIL DE TERRENO



ESCALA: 1/200

PERFIL 3-B'

NOTA:
 LAS COTAS QUE APARECEN EN LOS PERFILES Y PLANTA
 FUERON OBTENIDOS CON NIVEL DE TRIPODE.
 EN EL PERFIL NO APARECEN LOS ARBOLES QUE ESTAN DENTRO DE
 EL AREA DE CONSTRUCCION.



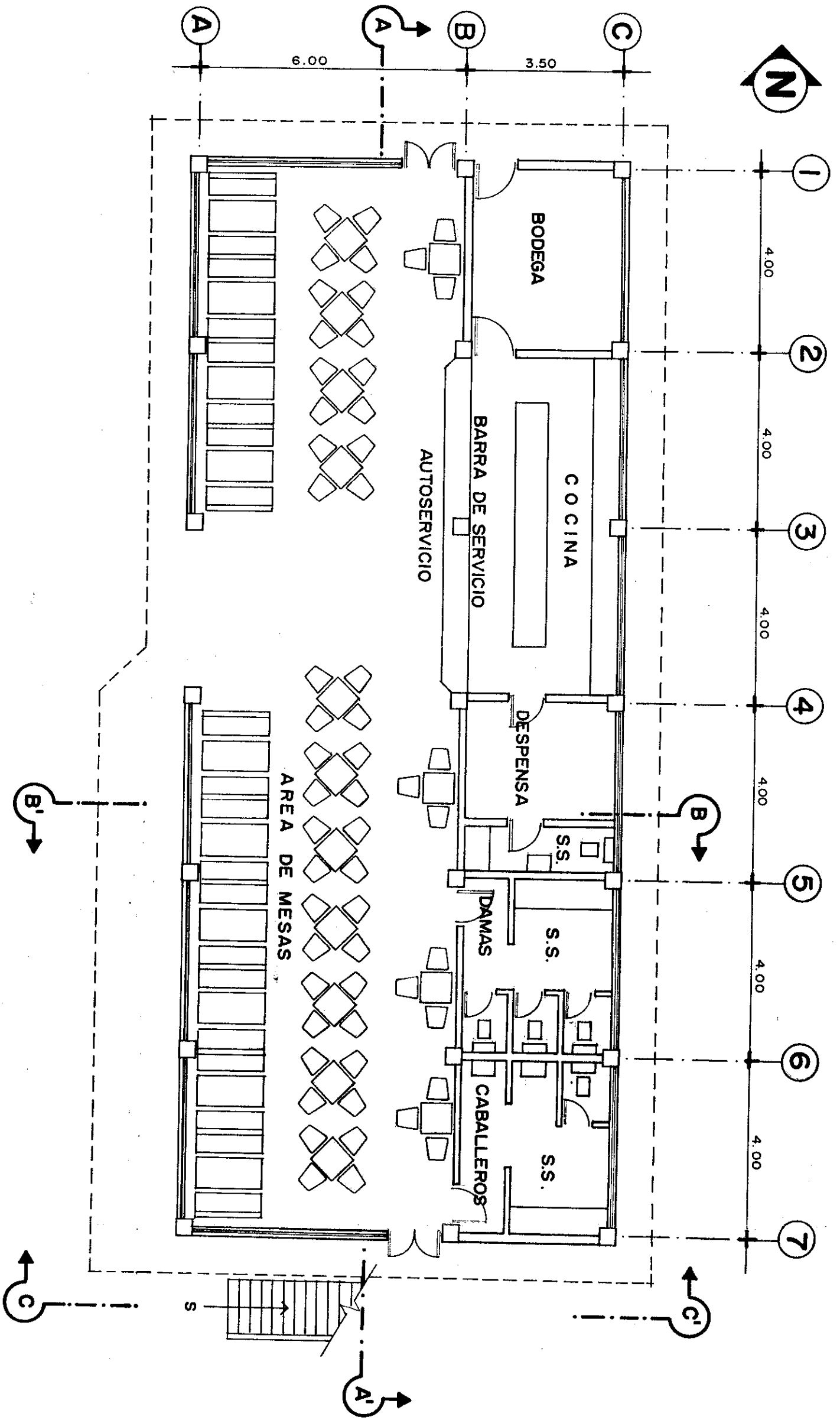
INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

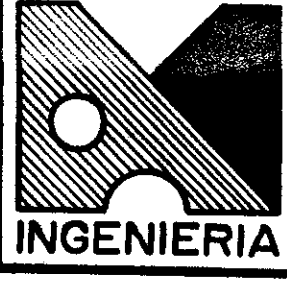
Folio
 6 / 27

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES		PÉRFIL DE TERRENO	
Proyecto	INDICADA	Fecha:	SEPT/96
ESCALA	INDICADA	Fecha:	SEPT/96
ARQ. AREVALO MENDOZA Diseño Arquitectónico	ERICK ALVAREZ MARTINEZ Diseño Estructural	ING. IBARRA SOLORZANG Asesor	ERICK ALVAREZ Dibujo

PLANTA 1er. NIVEL CAFETERIA ING.

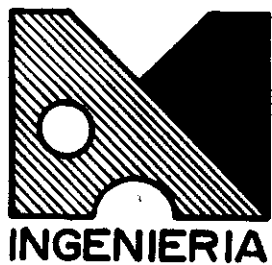
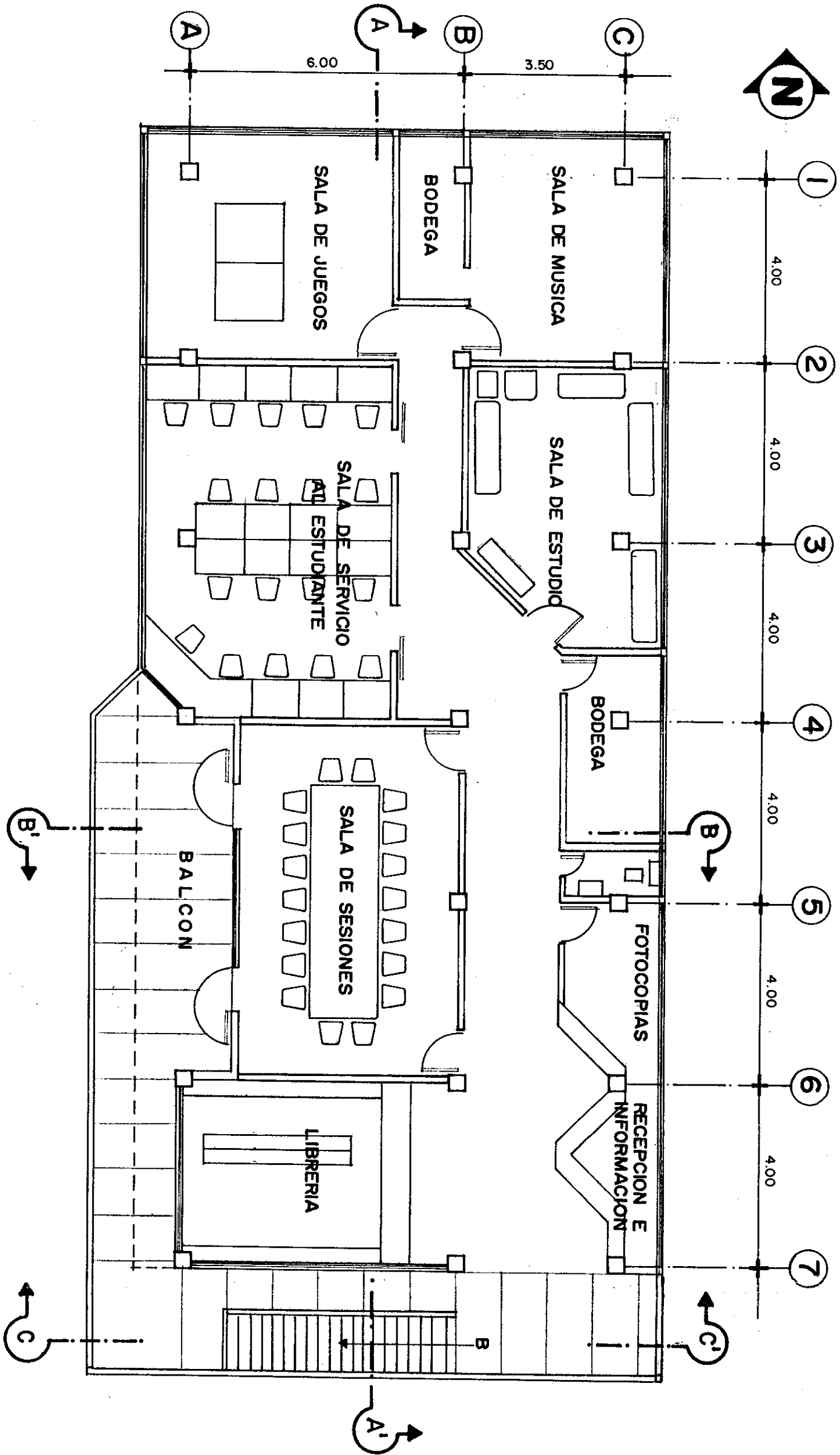


DISEÑADO POR LA COMISIÓN DE PLANIFICACION DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION					
EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES Proyecto			PLANTA 1er. NIVEL Plano de		
1:100 Escala	SEP./96 Fecha	ARQ AREVALO M. Diseño Arquitectónico	ERICK ALVAREZ Diseño Estructural	ING. JACK IBARRA Asesor	AREVALO M. Dibujo
					Hoja 7 / 27

PLANTA 2do. NIVEL AEI



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

PLANTA 2do. NIVEL

Hoja

Proyecto

Plano de

8

1:100
Escala

SEP./96
Fecha

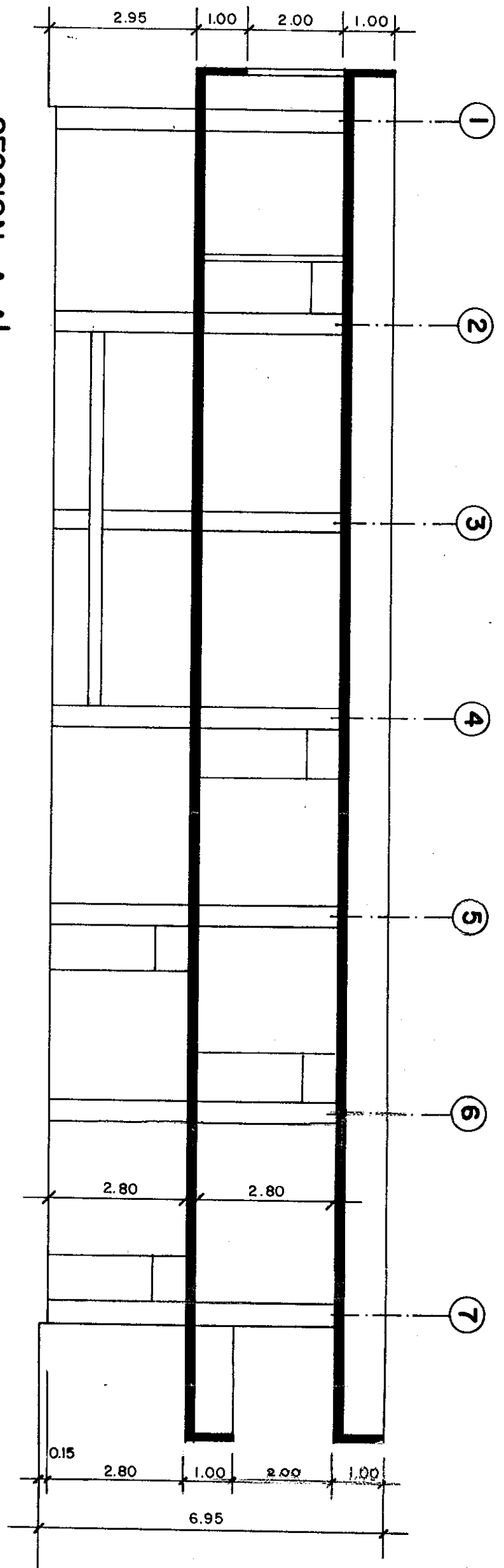
ARQ. AREVALO M.
Diseño Arquitectonico

ERICK ALVAREZ
Diseño Estructural

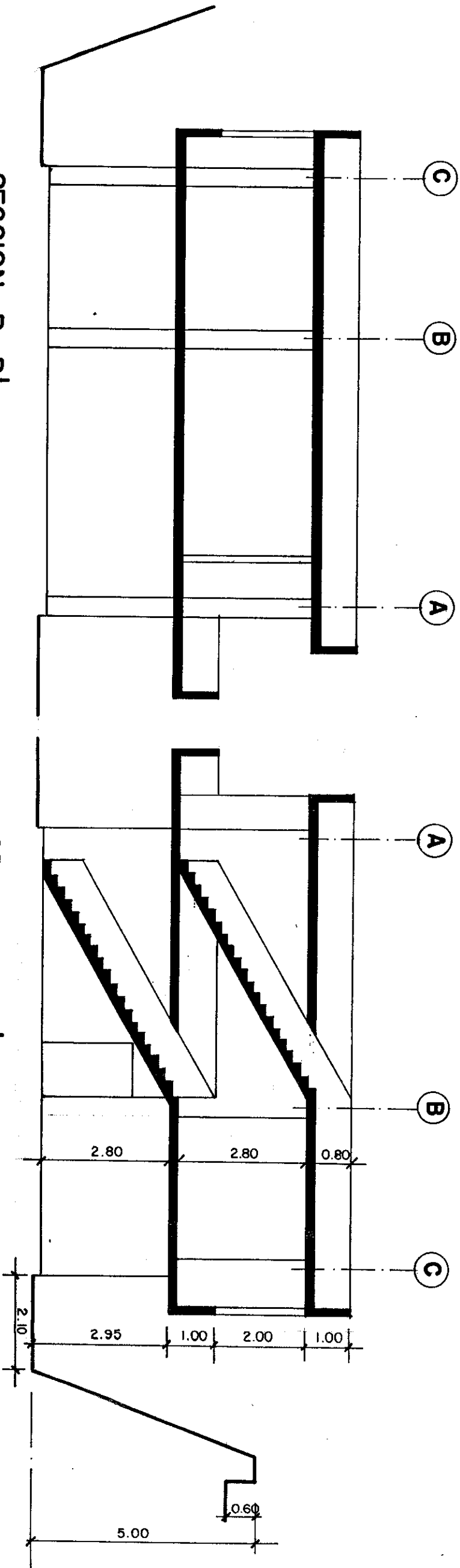
ING. JACK IBARRA
Asesor

AREVALO M.
Dibujo

27



SECCION A-A'



SECCION B-B'

SECCION C-C'



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

CORTES

Proyecto

Plano de

1:100
Escala

SEP./96
Fecha

AREVALO M.
Diseño Arquitectonico

ERICK ALVAREZ
Diseño Estructural

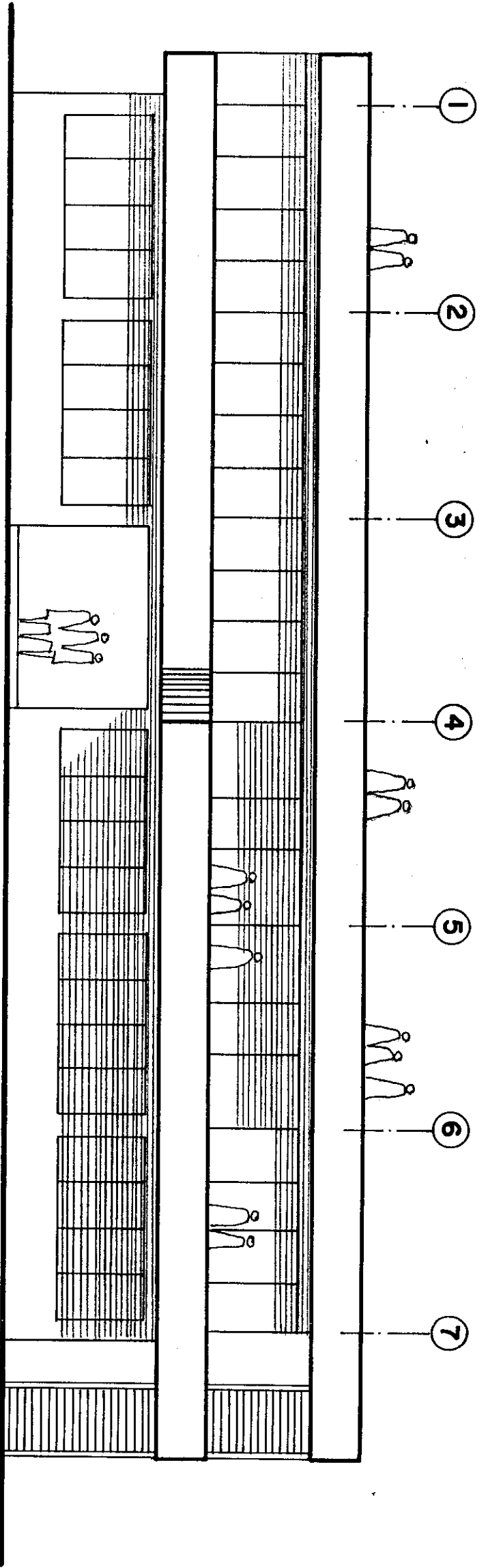
ING. JACK IBARRA
Asesor

AREVALO M.
Dibujo

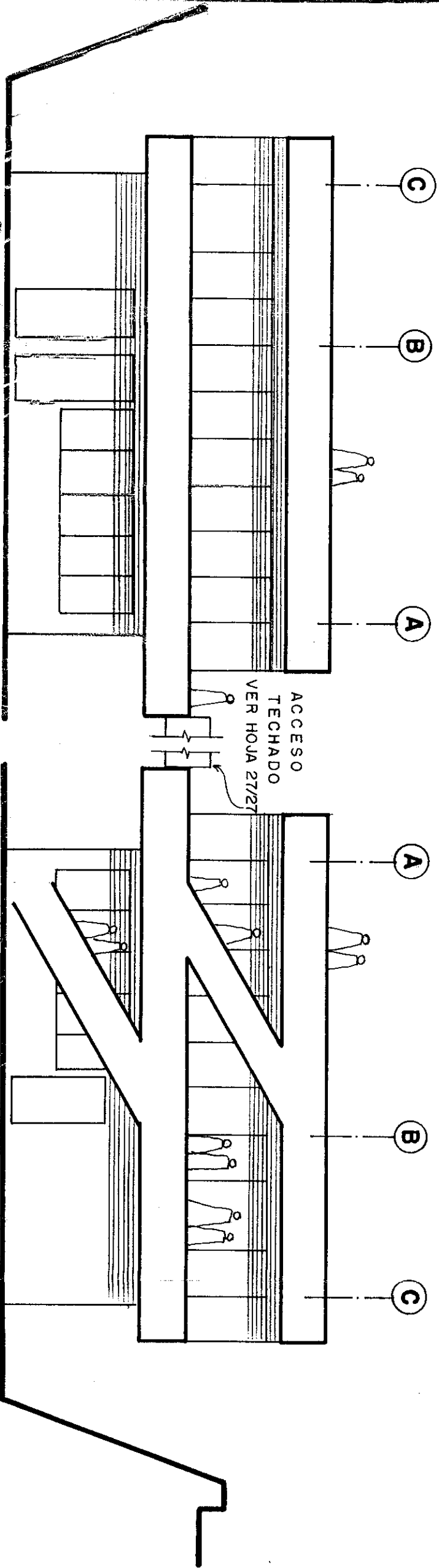
Hoja

9

27



ELEVACION FRONTAL



ELEVACION NORTE

ELEVACION SUR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

ELEVACIONES

Proyecto

Plano de

Hoja

1:100

SEP./96

ARQ. AREVALO M.
 Diseño Arquitectonico

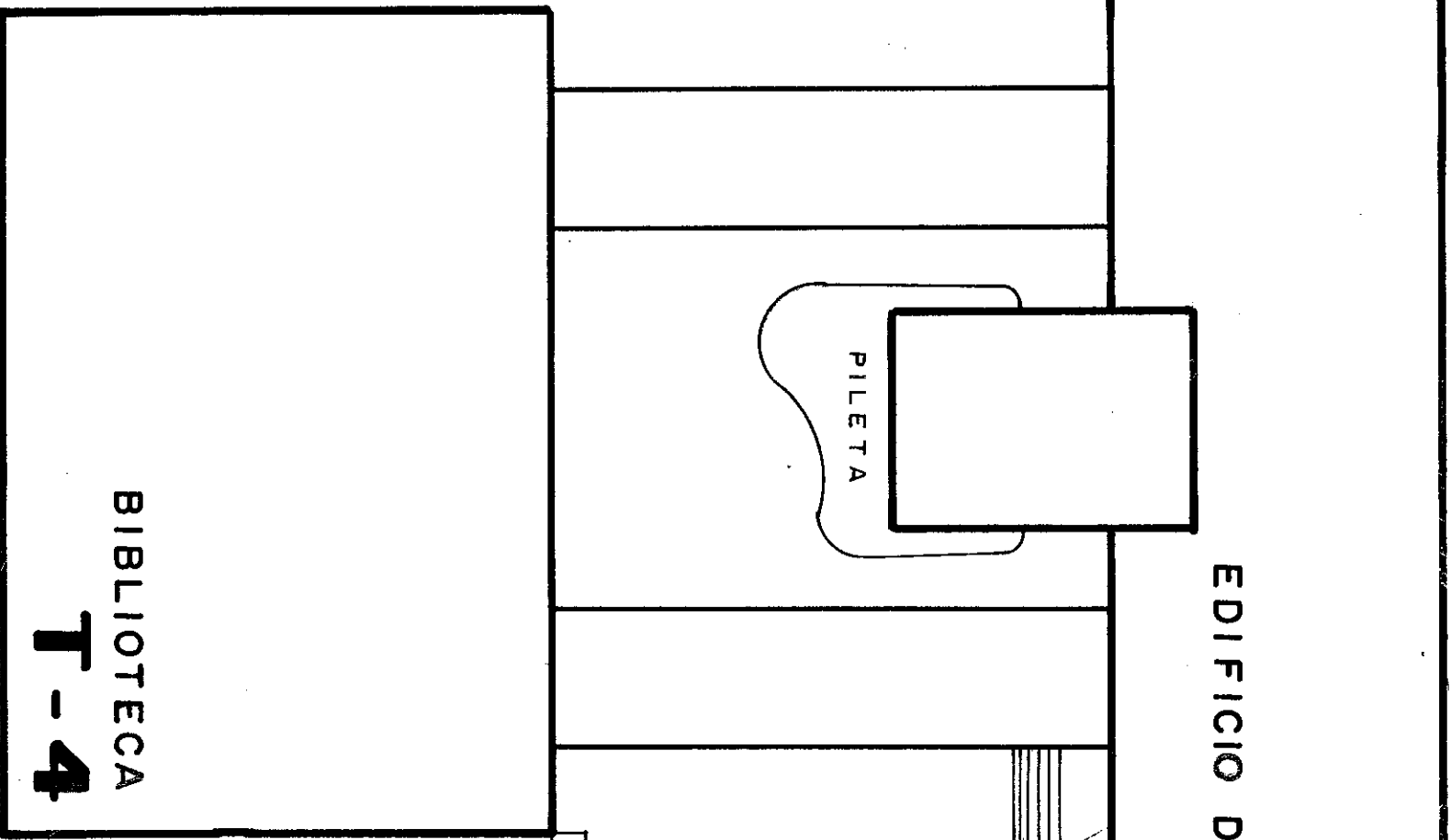
ERICK ALVAREZ
 Diseño Estructural

ING. JACK IBARRA
 Asesor

AREVALO M.
 Dibujo

10/27



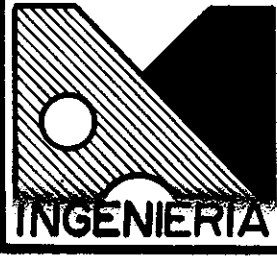


- REFERENCIA**
- ▲ PISO DE PLAZA
 - DEPOSITO DE BASURA
- VER LA SIGUIENTE HOJA (12/27) PARA ELECCION DEL TIPO DEL PISO DE LA PLAZA.

BANQUETA
PASEO VEHICULAR
BANQUETA
CUNETTA

INGRESO 1er Nivel

INGRESO 2do Nivel



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

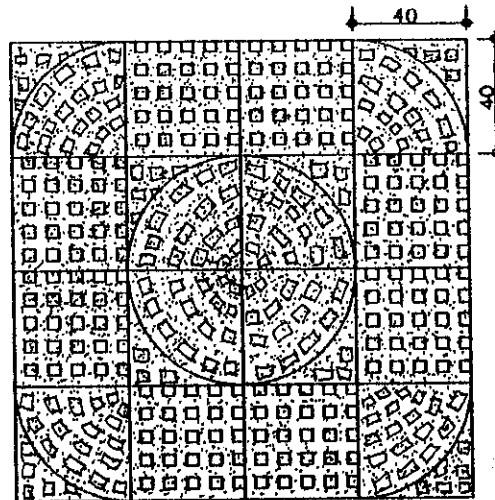
AMPLIACION DE PLAZA

Hoja
11/27

Proyecto	Escala	Fecha	ANG. AREVALO M. Diseño Arquitectonico	ENIGR. ALVAREZ Diseño Estructural	ING. JARA IBARRA Asesor	AREVALO M. Dibujo
----------	--------	-------	--	--------------------------------------	----------------------------	----------------------

ALTERNATIVAS PARA EL PISO DE LA PLAZA
ALEJANDO COTI

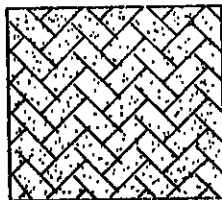
1) LADRILLO DE FABRICA CASA BLANCA:



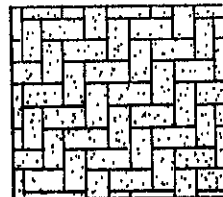
NOMBRE: LADRILLO PARA EXTERIOR COLOR ROJO, ESTILO ARAÑA
 MATERIAL: PIEDRA CALIZA, GRANITO Y POLVO DE MARMOL
 DIMENSION: PISOS DE 40 * 40 CMS. 16 PISOS FORMAN UNA ARAÑA
 ESPESOR: 3 CENTIMETROS
 BASE: COLOCAR 15 CMS. DE SELECTO COMPACTADO Y 2 CMS. DE SAVIETA
 PREVIA ELIMINACION DE CAPA VEGETAL.

2) LOSETAS DE FABRICA PROMACOSA:

OPCIONES PARA LA COLOCACION:



a)

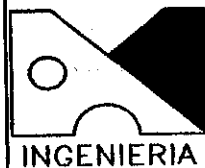


b)



UNIDAD

NOMBRE: LOSETA DE SUPER CONCRETO PARA TRAFICO PESADO
 MATERIAL: CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA
 DIMENSION: LOSETAS DE 19 * 39 CENTIMETROS
 ESPESOR: 4 CENTIMETROS
 BASE: COLOCAR 10 CMS. DE SELECTO COMPACTADO Y 2 CMS DE SAVIETA
 PREVIA ELIMINACION DE CAPA VEGETAL.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

PISO DE PLAZA

12 / 27

Proyecto

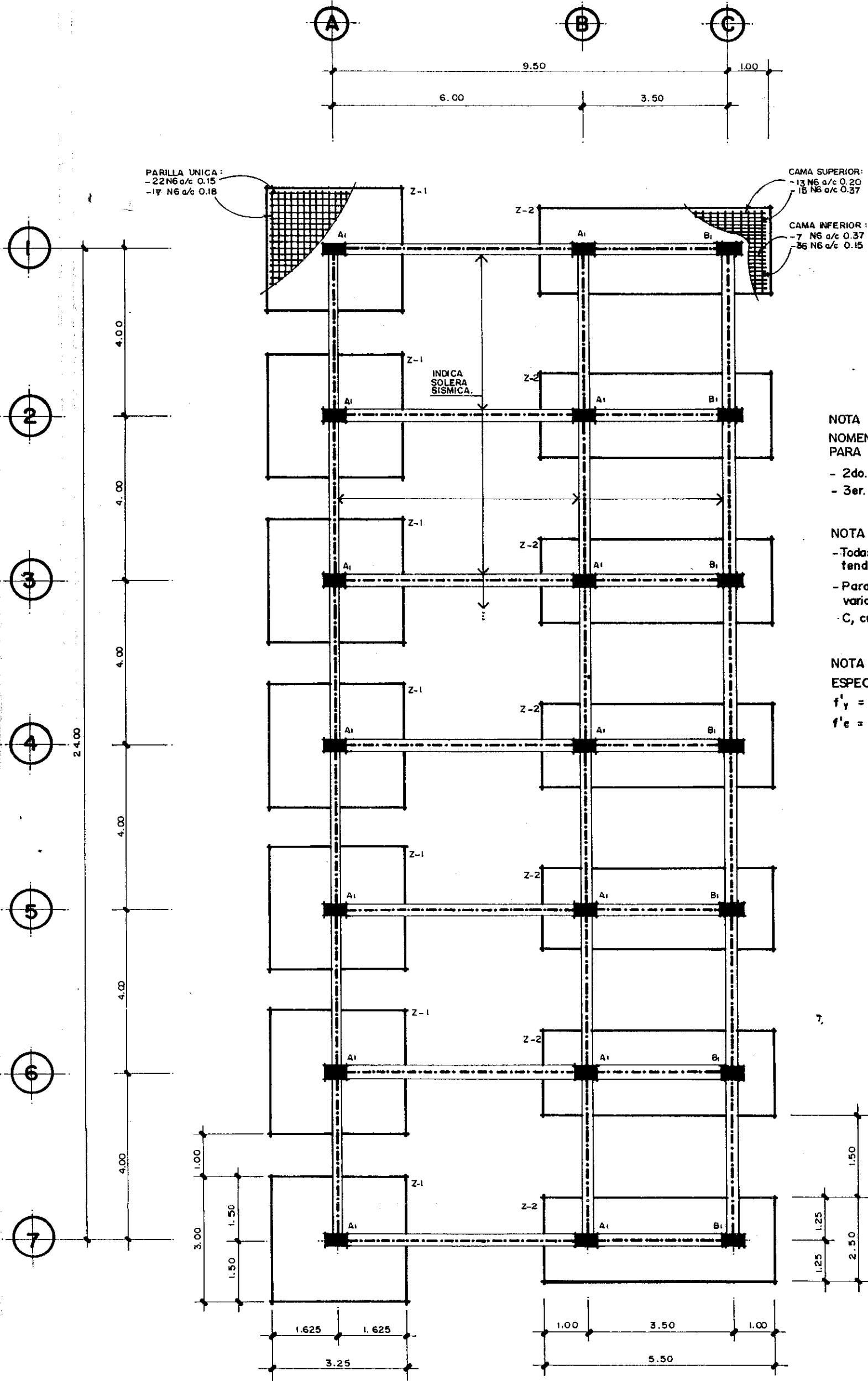
SIN ESCALA
Escala

Fecha: SEPT/96

ERICK ALVAREZ
Diseño Estructural

ING. IBARRA
SOLORZANO
Asesor

ERICK ALVAREZ
Dibujo



PARILLA UNICA:
- 22 N6 a/c 0.15
- 17 N6 a/c 0.18

CAMA SUPERIOR:
- 13 N6 a/c 0.20
- 18 N6 a/c 0.37

CAMA INFERIOR:
- 7 N6 a/c 0.37
- 86 N6 a/c 0.15

INDICA SOLERA SISMICA.

NOTA 1:
NOMENCLATURA DE COLUMNAS PARA LOS OTROS DOS NIVELES:
- 2do. NIVEL = Az Y Bz
- 3er. NIVEL = As Y Bs

NOTA 2:
- Todas las columnas del 1er. nivel tendran una seccion de 0.30x0.50
- Para el 2do. y 3er. nivel, la unica variante seran las columnas del eje C, cuya seccion sera de 0.30x0.30

NOTA 3:
ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 $f'_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
 $f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$

PLANTA DE LOCALIZACION DE COLUMNAS Y ZAPATAS.

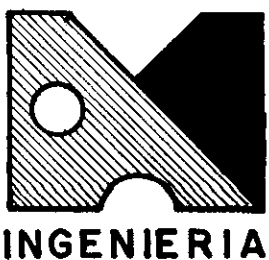
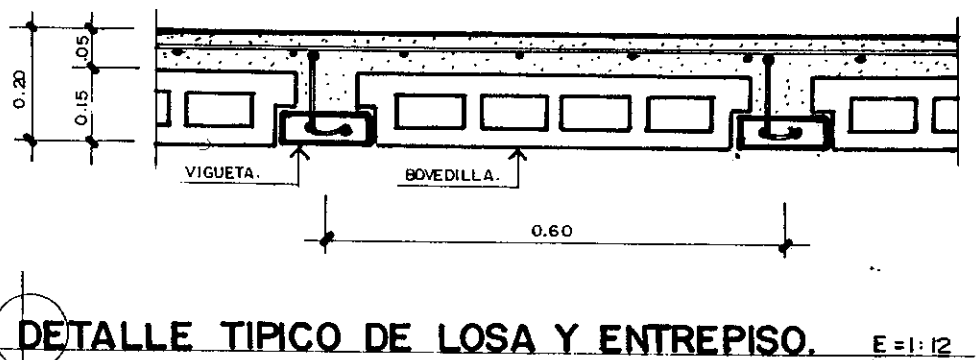
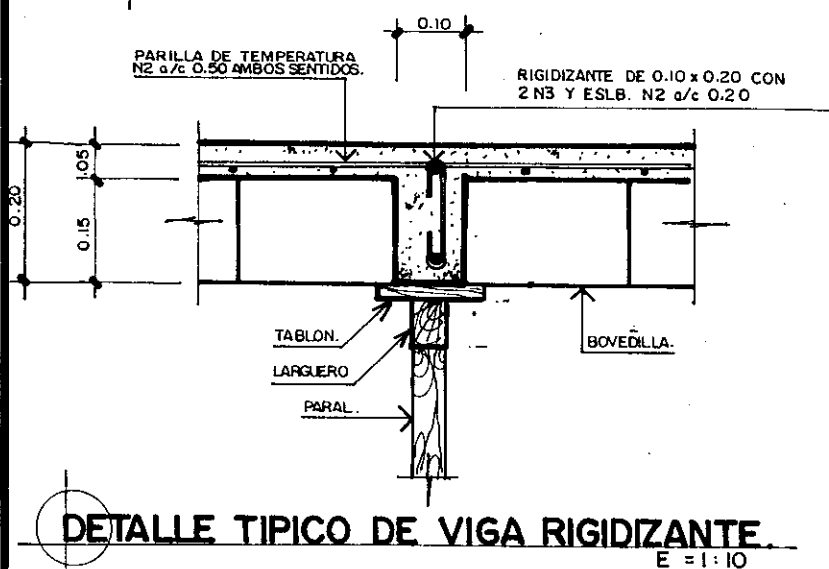
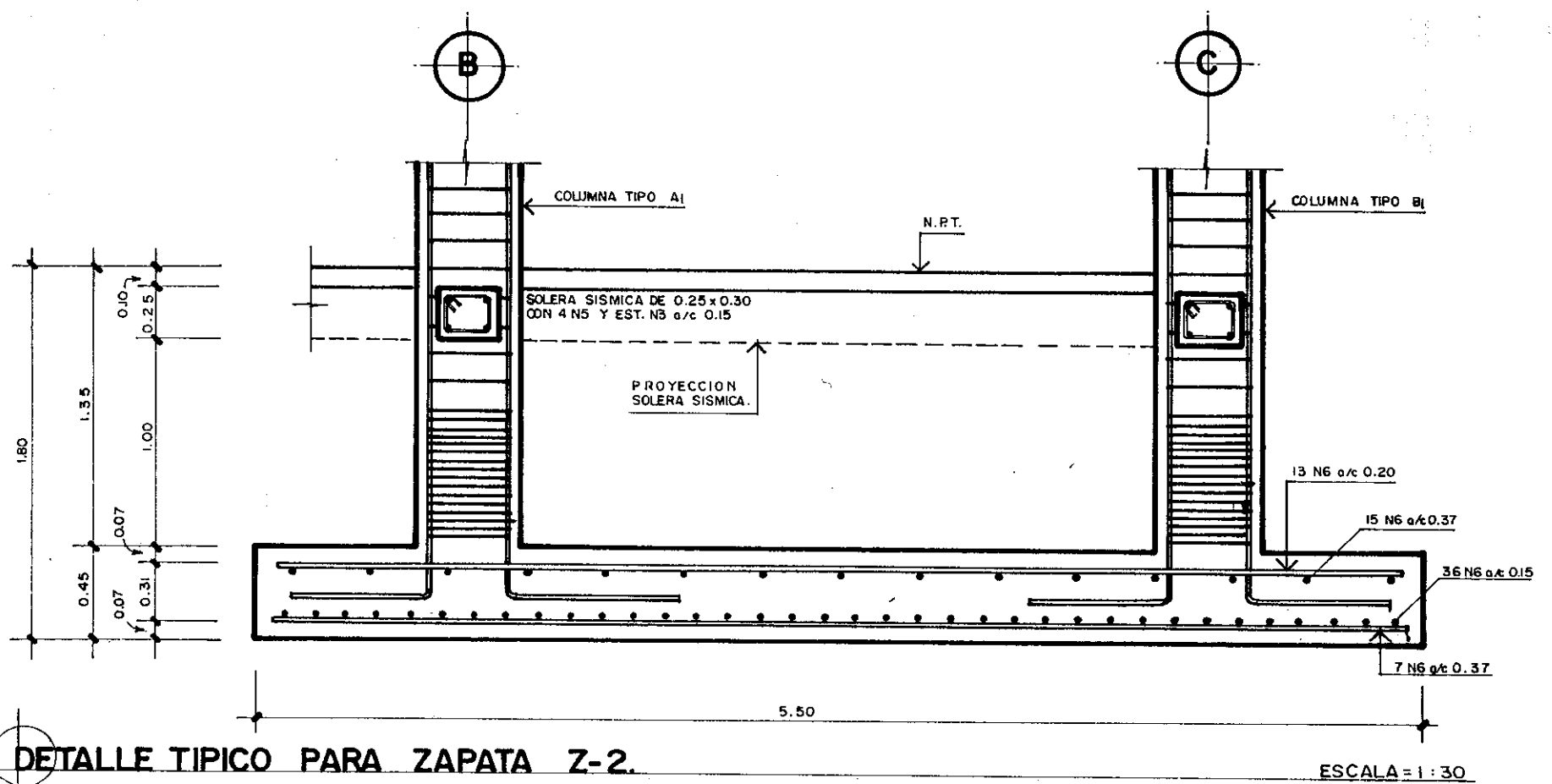
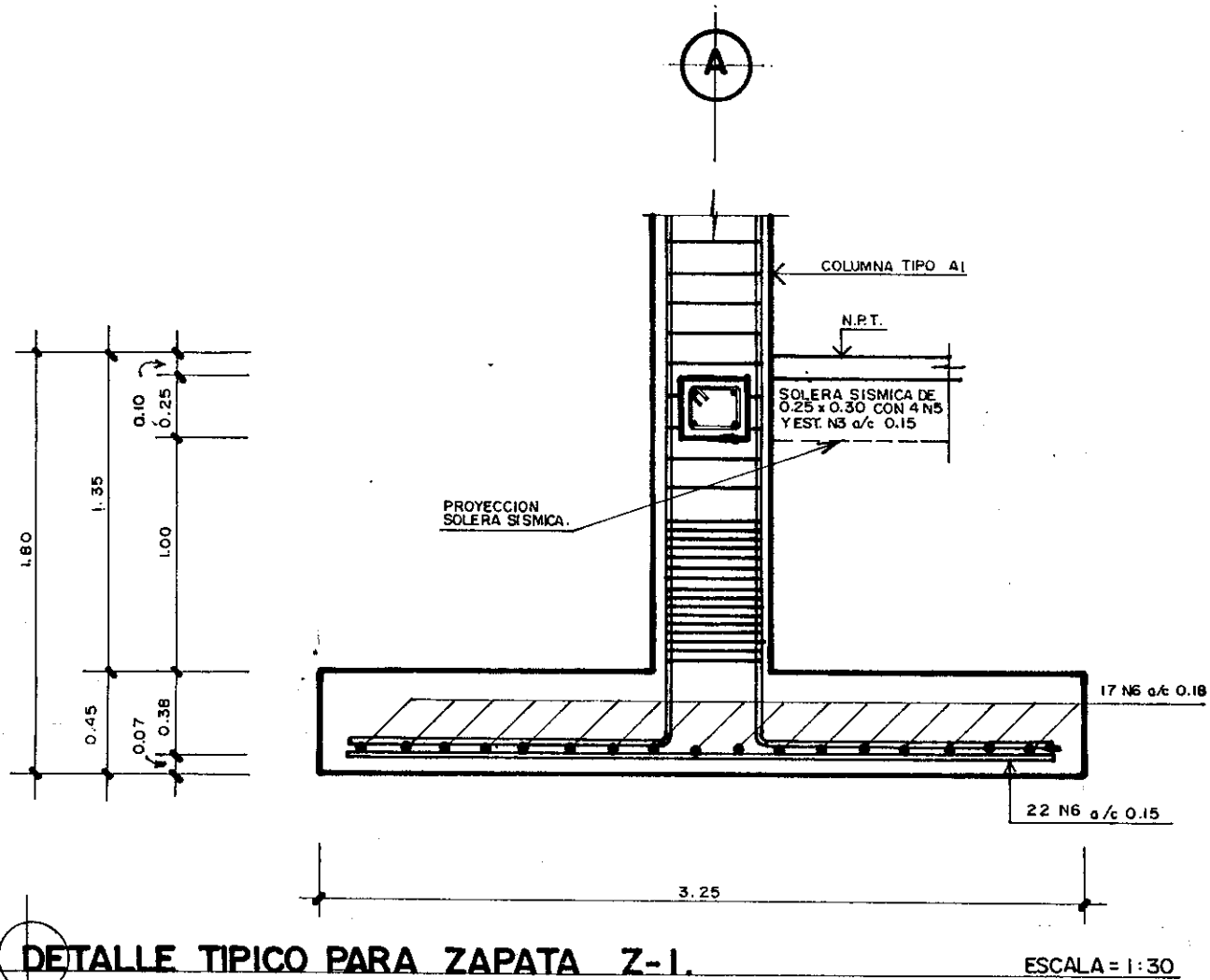


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA.
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES. PLANTA DE ZAPATAS-COLUMNAS.

Proyecto	Fecha	Diseño Estructural	Asesor	Dibujo
1:100 Escala	SEPT. - 1996.	ERICK ALVAREZ	ING. JACK IBARRA.	EDGAR OLA.

Hoja
13
27



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

DETS. DE ZAPATAS Y LOSAS.

Proyecto

Plano de

INDICADA.
Escala

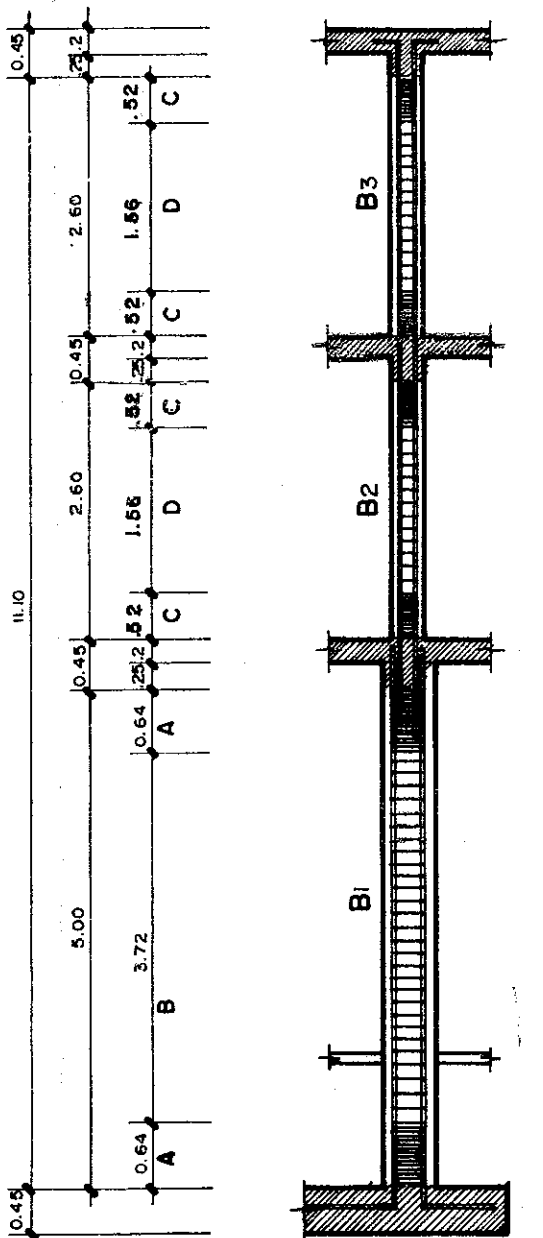
SEPT. - 1996.
Fecha

ERICK ALVAREZ
Diseño Estructural

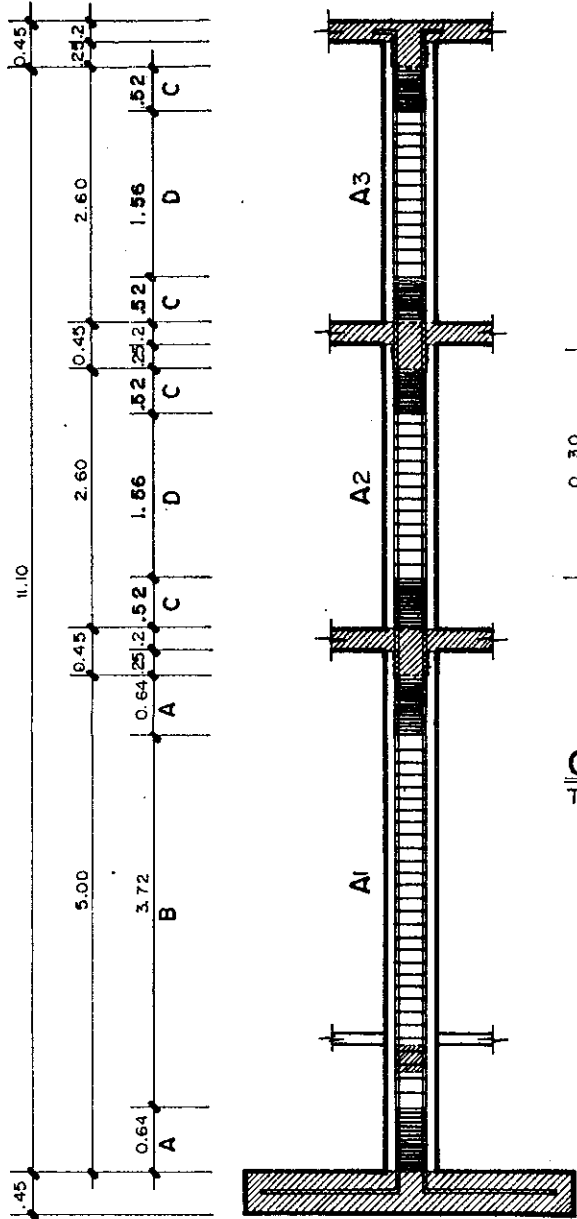
ING. JACK BARRA.
Asesor

EDGAR OLA.
Dibujo

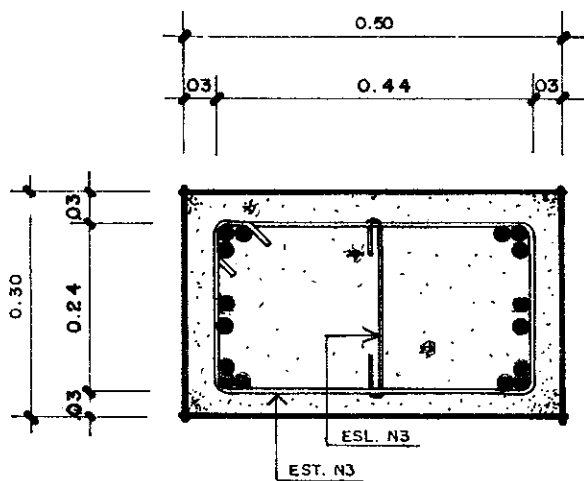
Hoja
14
27



CONFINAMIENTO PARA COLUMNAS TIPO: B1 - B2 - B3 ESC. = 1:75

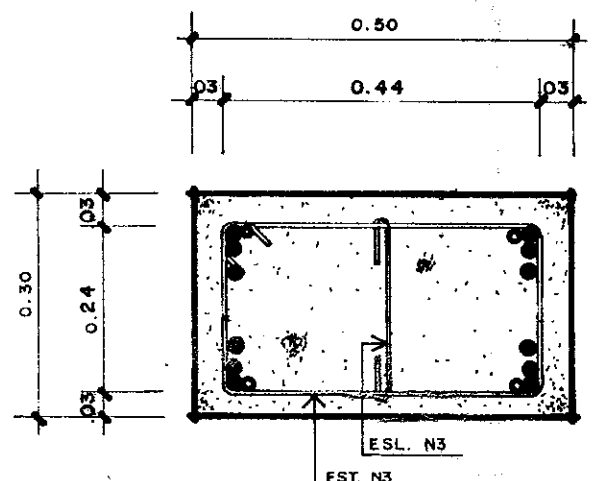


CONFINAMIENTO PARA COLUMNAS TIPO: A1 - A2 - A3 ESC. = 1:75



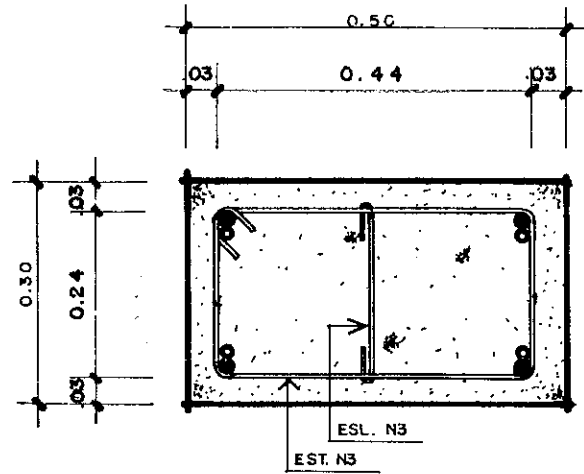
● 16 N8

COLUMNA TIPO A1 E = 1:10
PRIMER NIVEL.



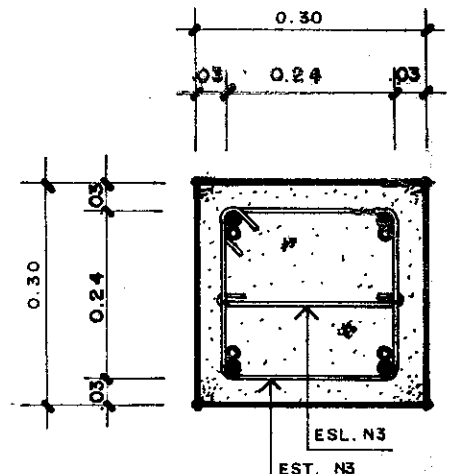
● 12 N8
● 4 N6

COLUMNA TIPO B1 E = 1:10
PRIMER NIVEL.



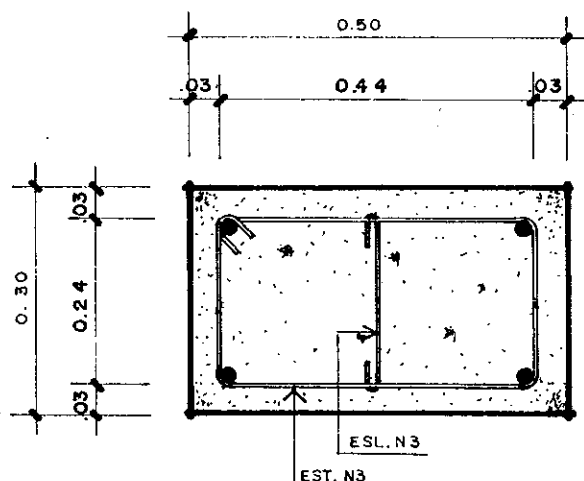
● 4 N8
● 4 N7

COLUMNA TIPO A2 E = 1:10
SEGUNDO NIVEL.



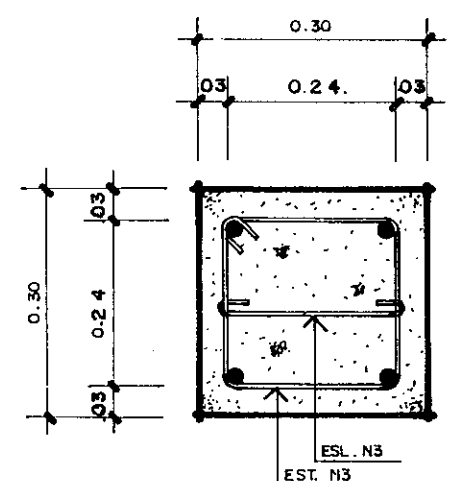
● 4 N8
● 4 N7

COLUMNA TIPO B2 E = 1:10
SEGUNDO NIVEL.



● 4 N8

COLUMNA TIPO A3 E = 1:10
TERCER NIVEL.

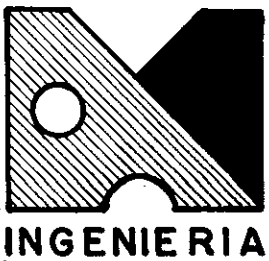


● 4 N8

COLUMNA TIPO B3 E = 1:10
TERCER NIVEL.

NOMENCLATURA PARA CONFINAMIENTO DE COLUMNAS :

- A = 16 ESTB. Y 16 ESLB. N3 a/c 0.04
- B = 29 ESTB. N3 a/c 0.13
- C = 12 ESTB. Y 12 ESLB. N3 a/c 0.04
- D = 13 ESTB. N3 a/c 0.13



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES DETS. DE COLUMNAS Y CONFINAMIENT

Proyecto

Plano de

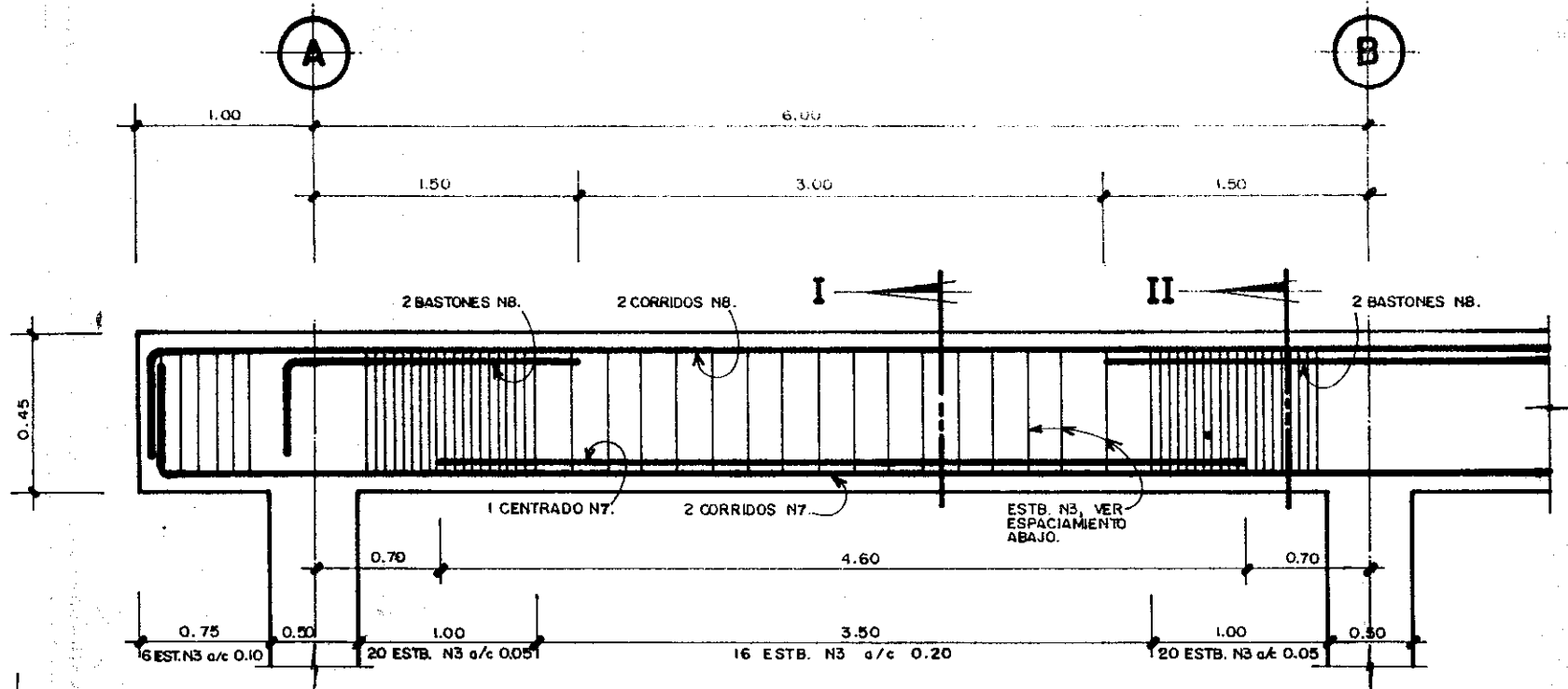
INDICADA Escala

SEPT. -1996. Fecha

ERICK ALVAREZ. Diseño Estructural

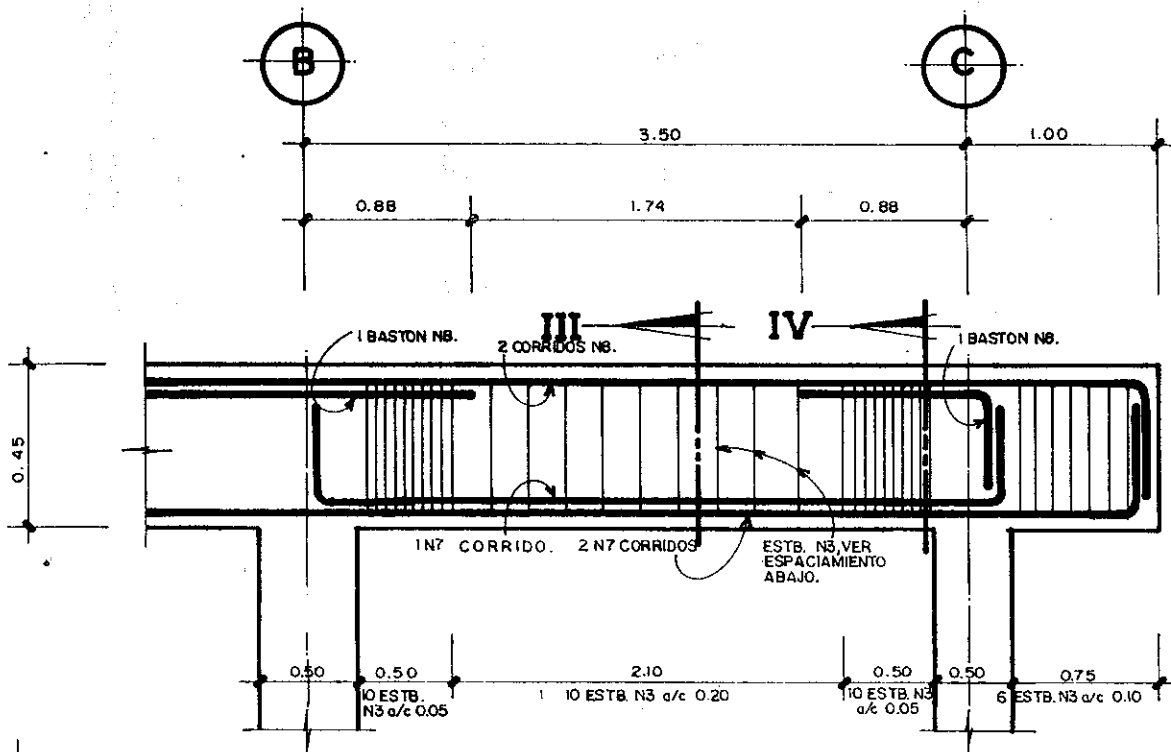
ING. JACK IBARRA. Asesor

EDGAR OLA, Dibujo



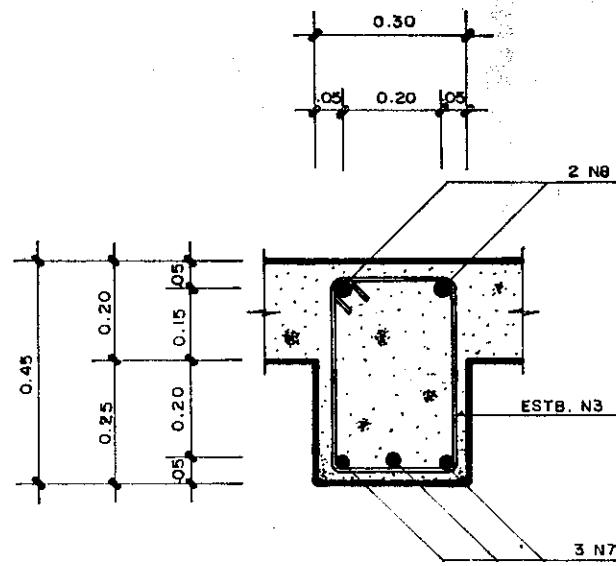
ELEVACION DE VIGA TIPO "A".
PRIMER NIVEL.

ESC. HORIZONTAL = 1:40
ESC. VERTICAL = 1:20



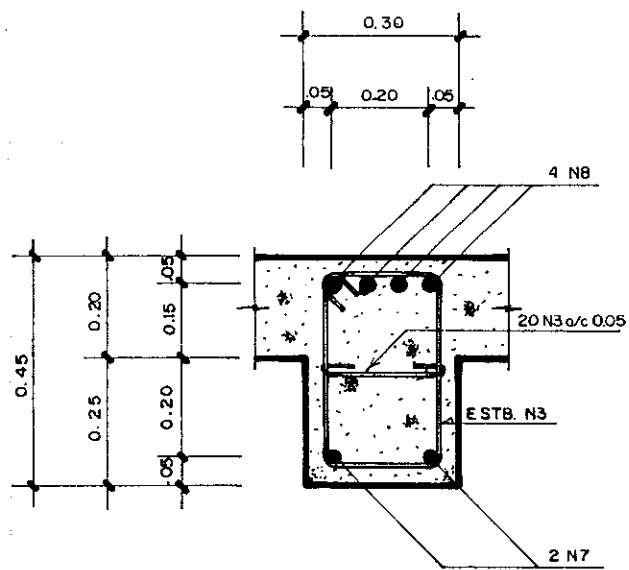
ELEVACION DE VIGA TIPO "B".
PRIMER NIVEL.

ESC. HORIZONTAL = 1:40
ESC. VERTICAL = 1:20



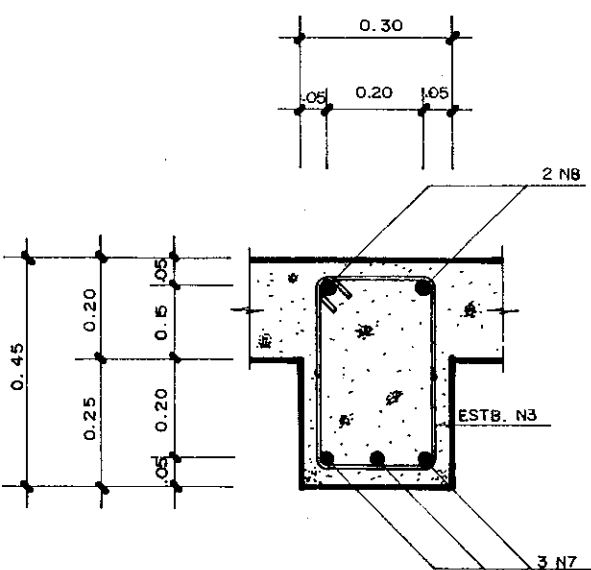
SECCION I.

ESCALA = 1:15



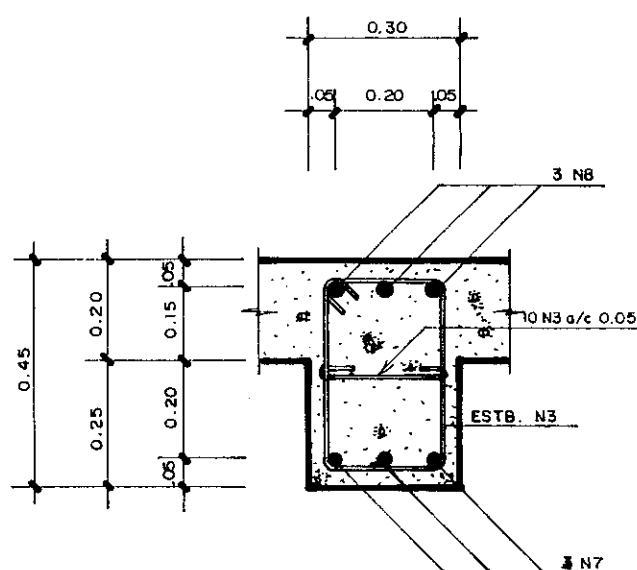
SECCION II.

ESCALA = 1:15



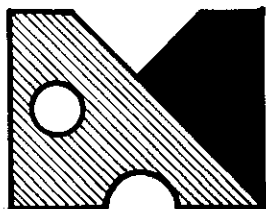
SECCION III.

ESCALA = 1:15



SECCION IV.

ESCALA = 1:15



INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

DETALLES DE VIGAS.

Proyecto

Plano de

INDICADA.
Escala

SEPT.-1996.
Fecha

ERICK ALVAREZ.
Diseño Estructural

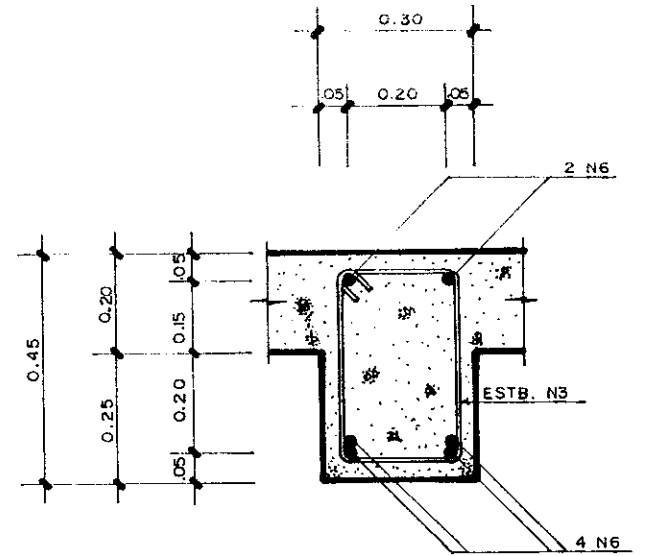
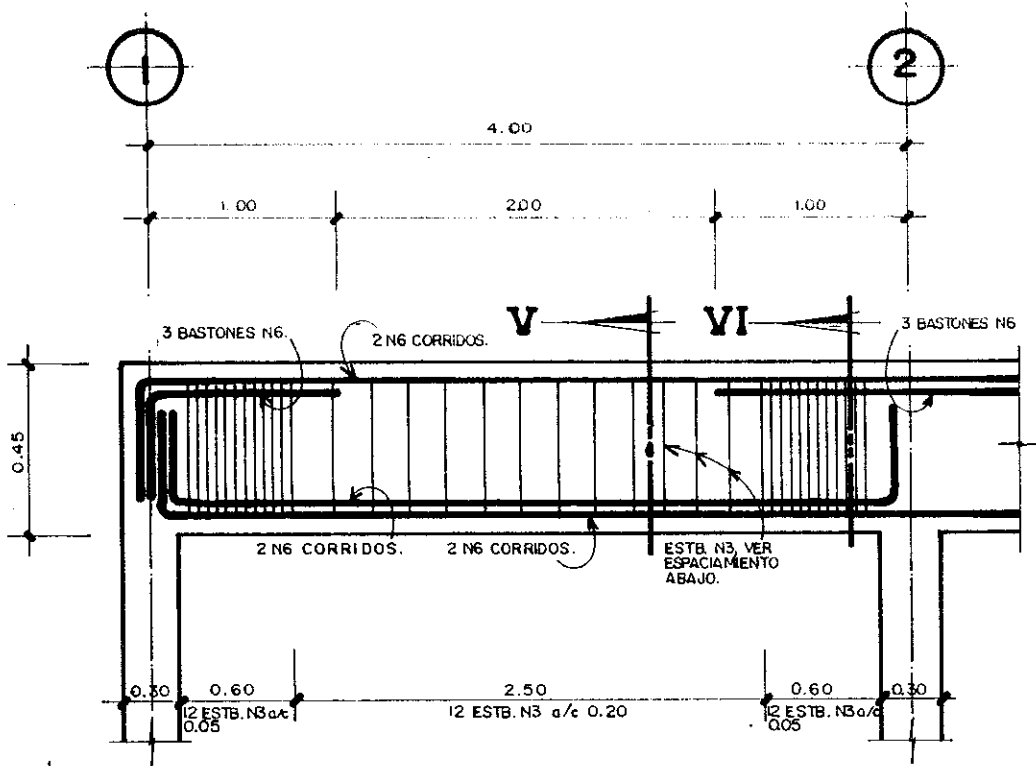
ING. JACK IBARRA
Asesor

EDGAR OLA.
Dibujo

Hoja

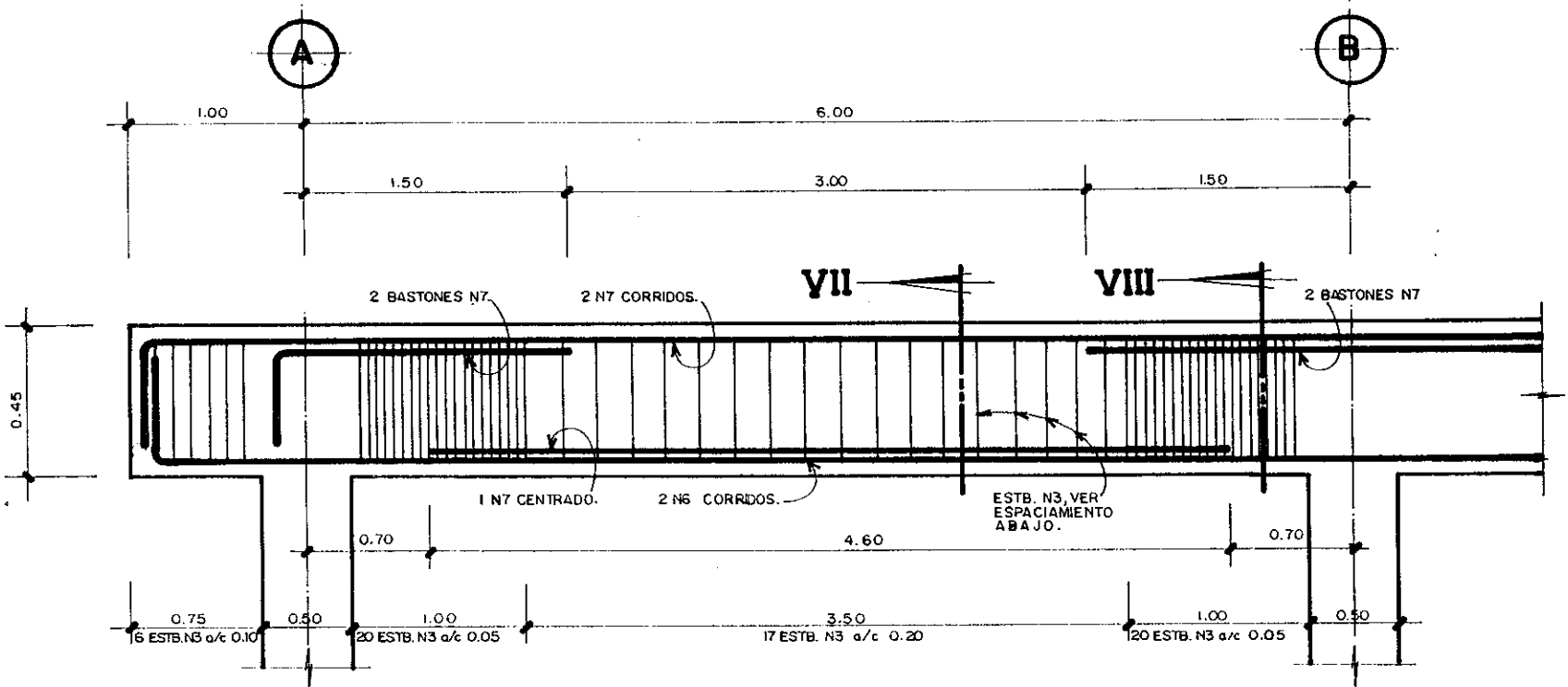
16

27

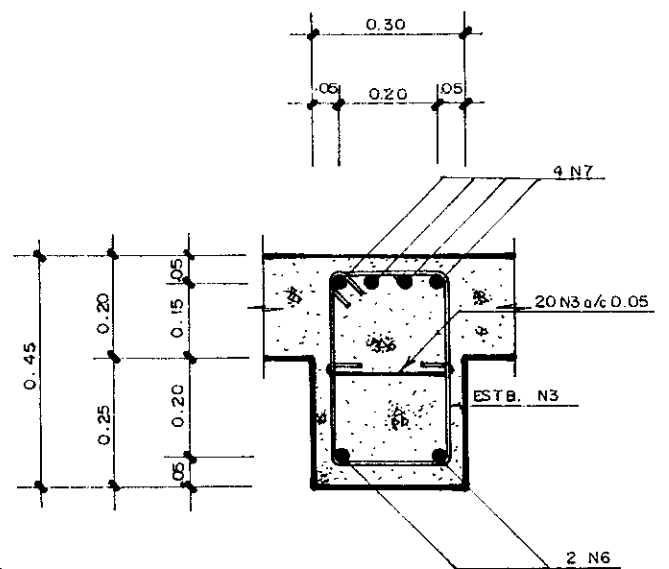
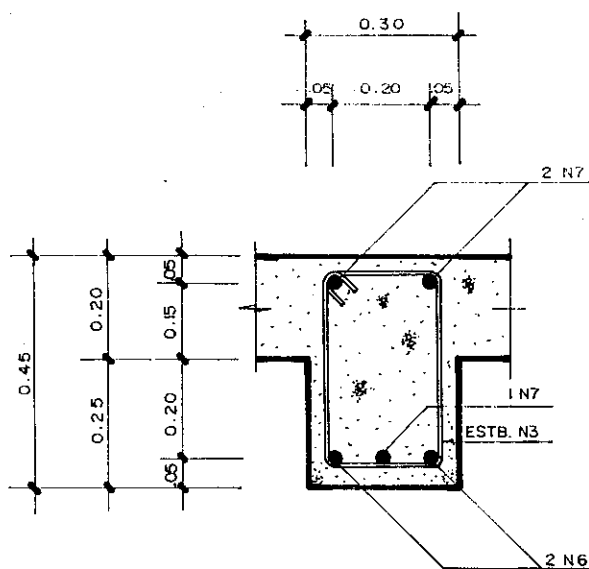
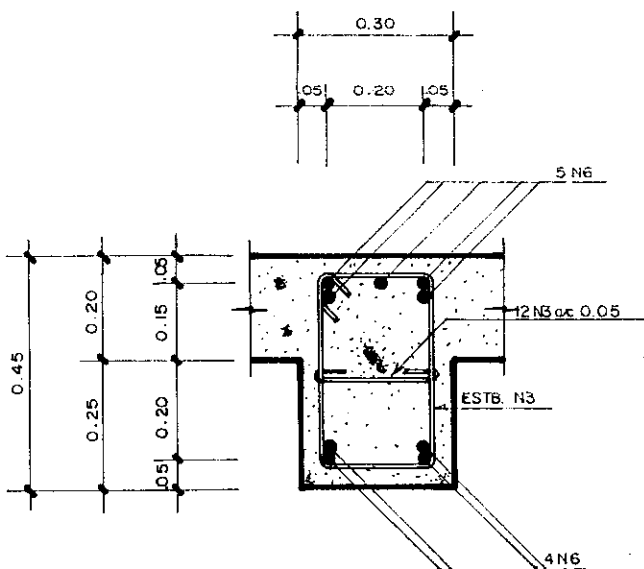


SECCION V ESCALA = 1:15

ELEVACION DE VIGA TIPO "C1" ESC. HORIZONTAL = 1:40
PRIMER NIVEL. ESC. VERTICAL = 1:20



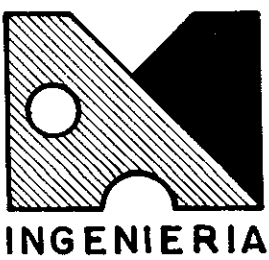
ELEVACION DE VIGA TIPO "A2" ESC. HORIZONTAL = 1:40
SEGUNDO NIVEL. ESC. VERTICAL = 1:20



SECCION VI. ESCALA = 1:15

SECCION VII. ESCALA = 1:15

SECCION VIII. ESCALA = 1:15



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUOLA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

DETALLES DE VIGAS.

Proyecto

Plano de

INDICADA.
Escala

SEPT. -1996.
Fecha

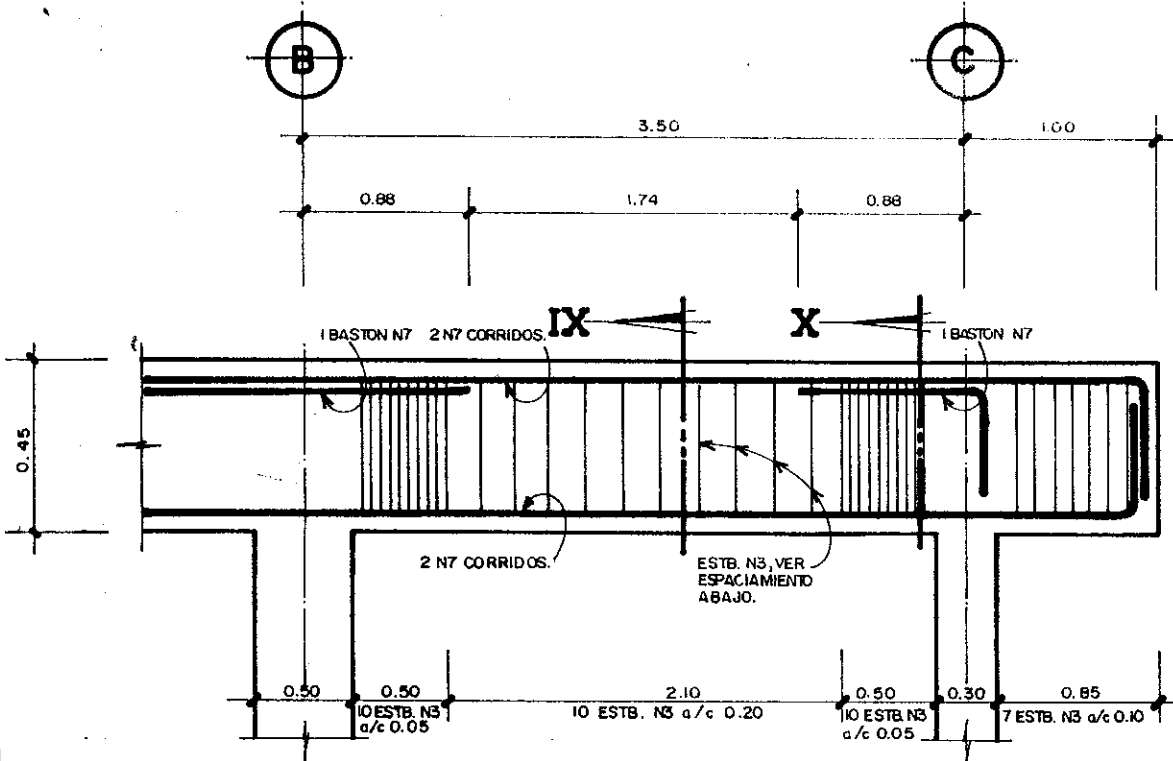
ERICK ALVAREZ.
Diseño Estructural

ING. JACK IBARRA
Ase sor

EDGAR OLA.
Dibujo

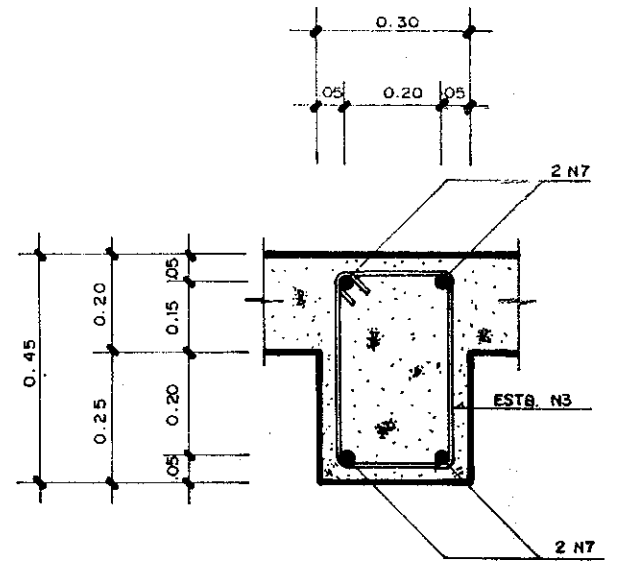
Hoja

17 / 27

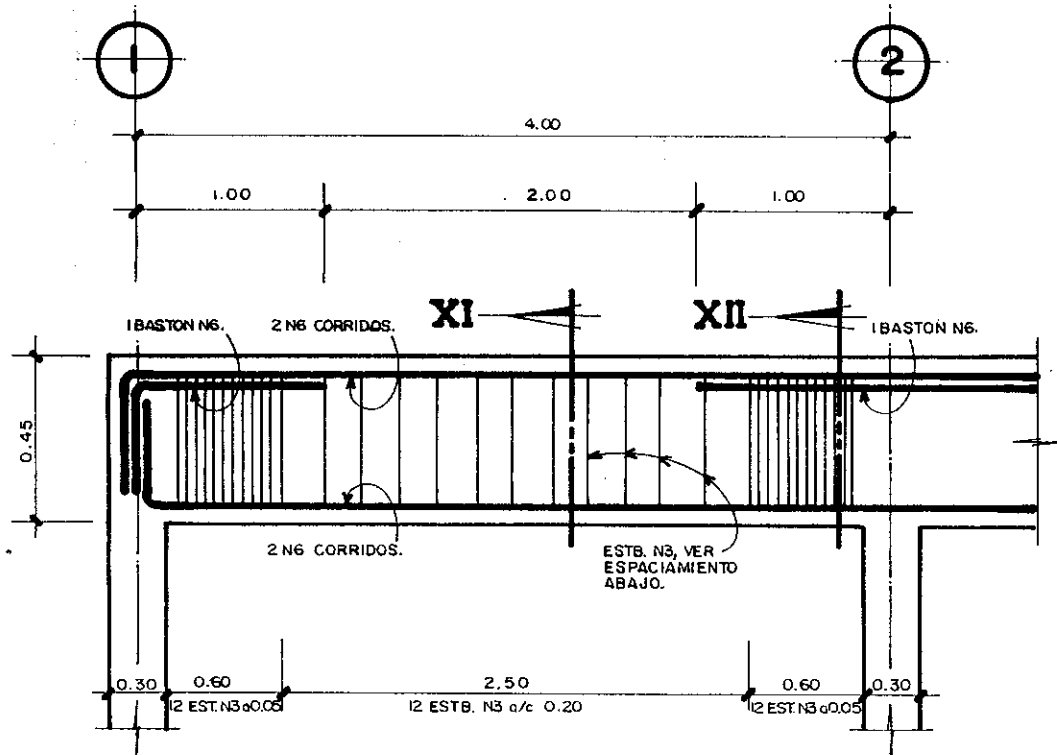


ELEVACION DE VIGA TIPO "B₂"
SEGUNDO NIVEL.

ESC. HORIZONTAL = 1:40
ESC. VERTICAL = 1:20

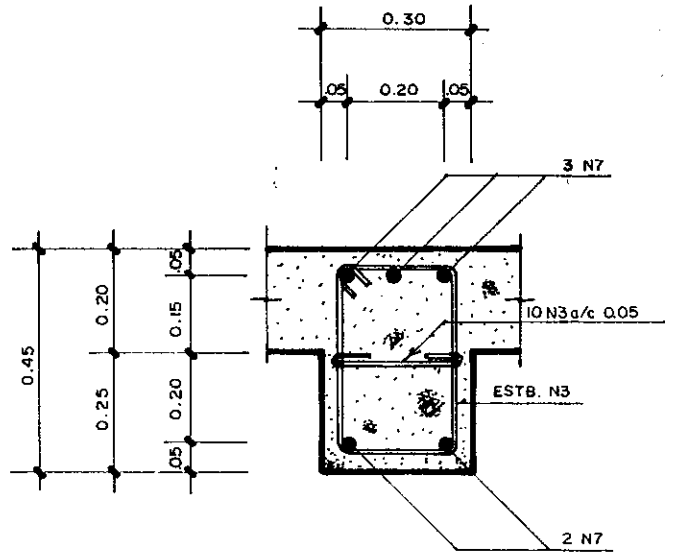


SECCION IX. ESCALA = 1:15

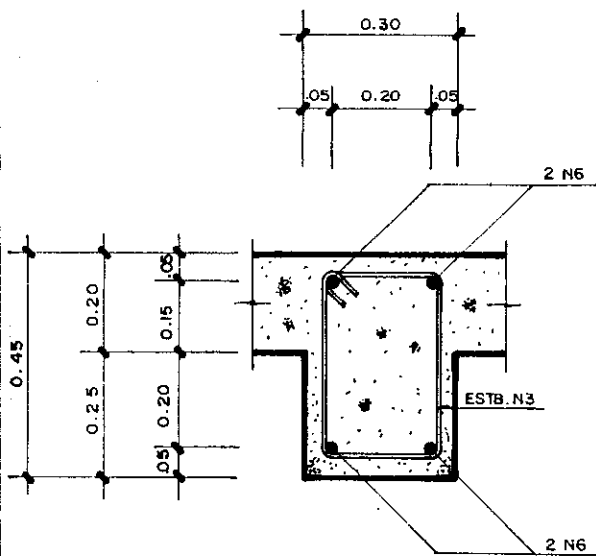


ELEVACION DE VIGA TIPO "C₂"
SEGUNDO NIVEL.

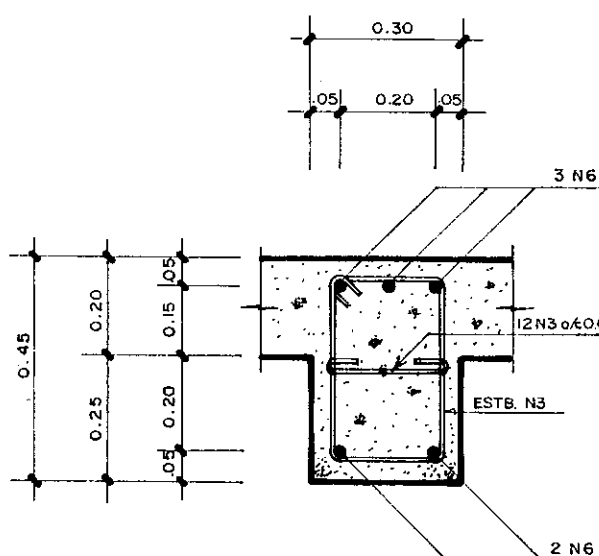
ESC. HORIZONTAL = 1:40
ESC. VERTICAL = 1:20



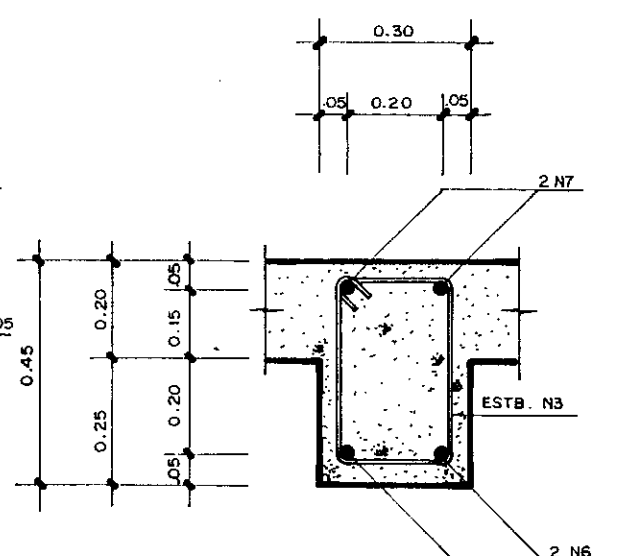
SECCION X. ESCALA = 1:15



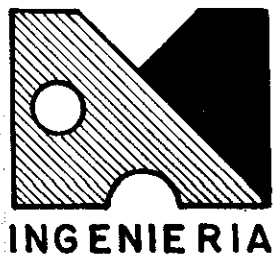
SECCION XI. ESCALA = 1:15



SECCION XII. ESCALA = 1:15



SECCION XIII. ESCALA = 1:15
VER SIGUIENTE HOJA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

DETALLES DE VIGAS.

Proyecto

Plano de

Hoja

INDICADA.
Escala

SEPT. - 1996.
Fecha

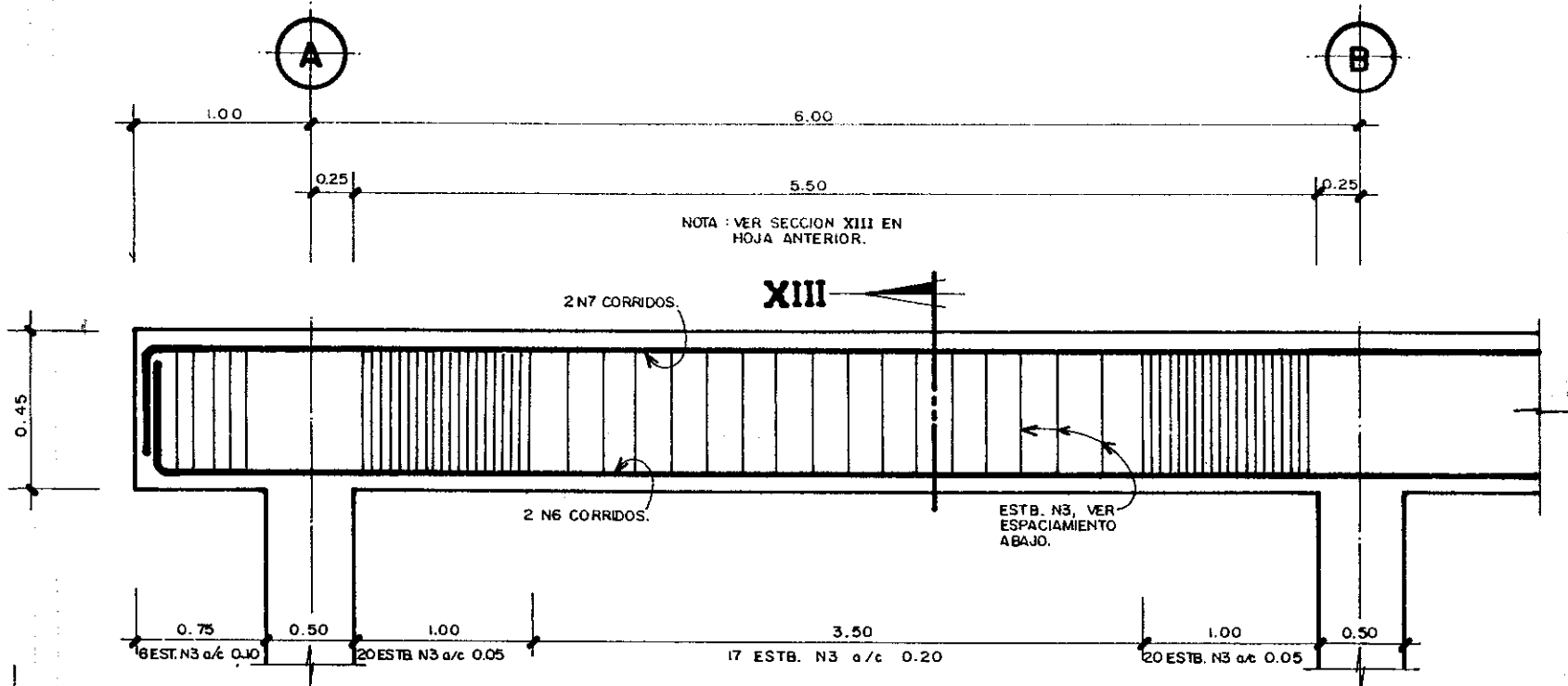
ERICK ALVAREZ
Diseño Estructural

ING. JACK IBARRA.
Asesor

EDGAR OLA.
Dibujo

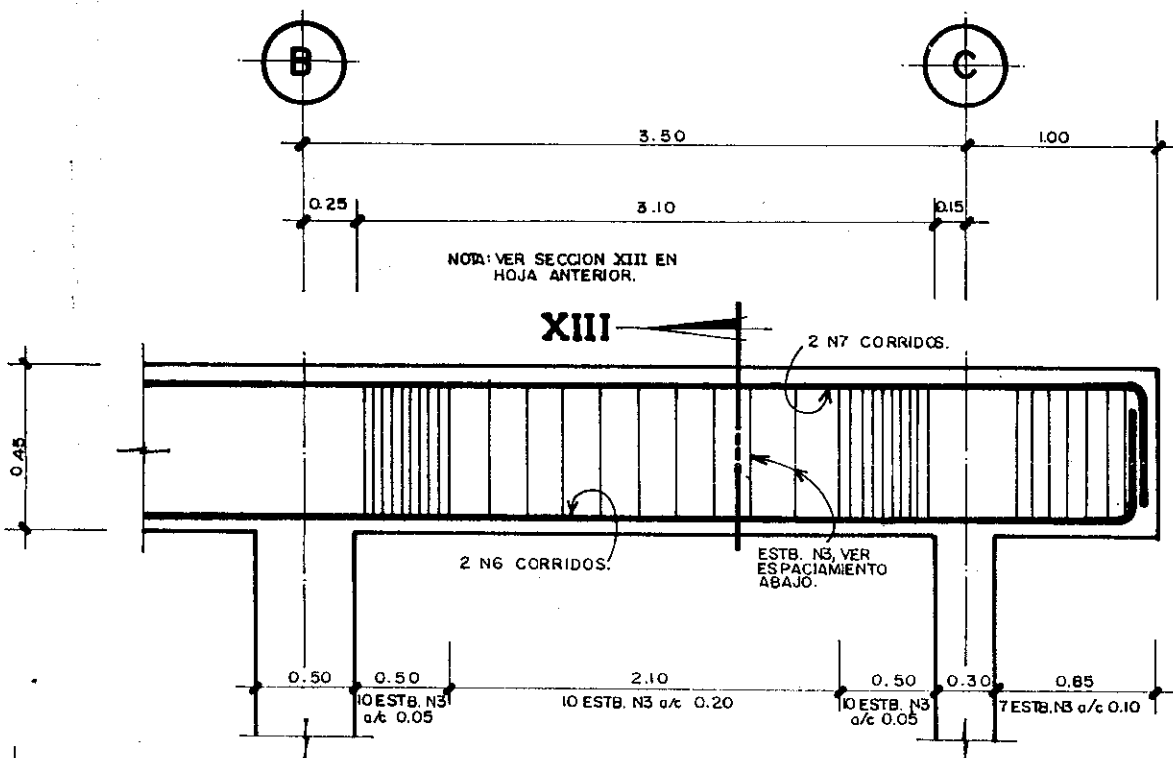
18

27



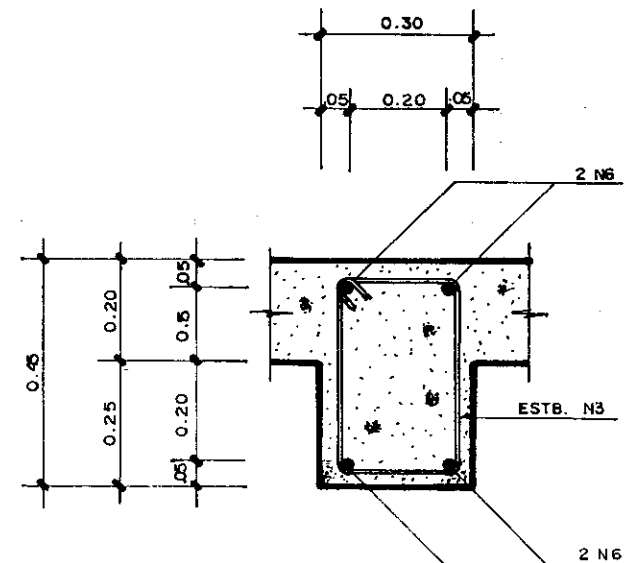
ELEVACION DE VIGA TIPO "A₃".
TERCER NIVEL.

ESC. HORIZONTAL = 1:40
ESC. VERTICAL = 1:20



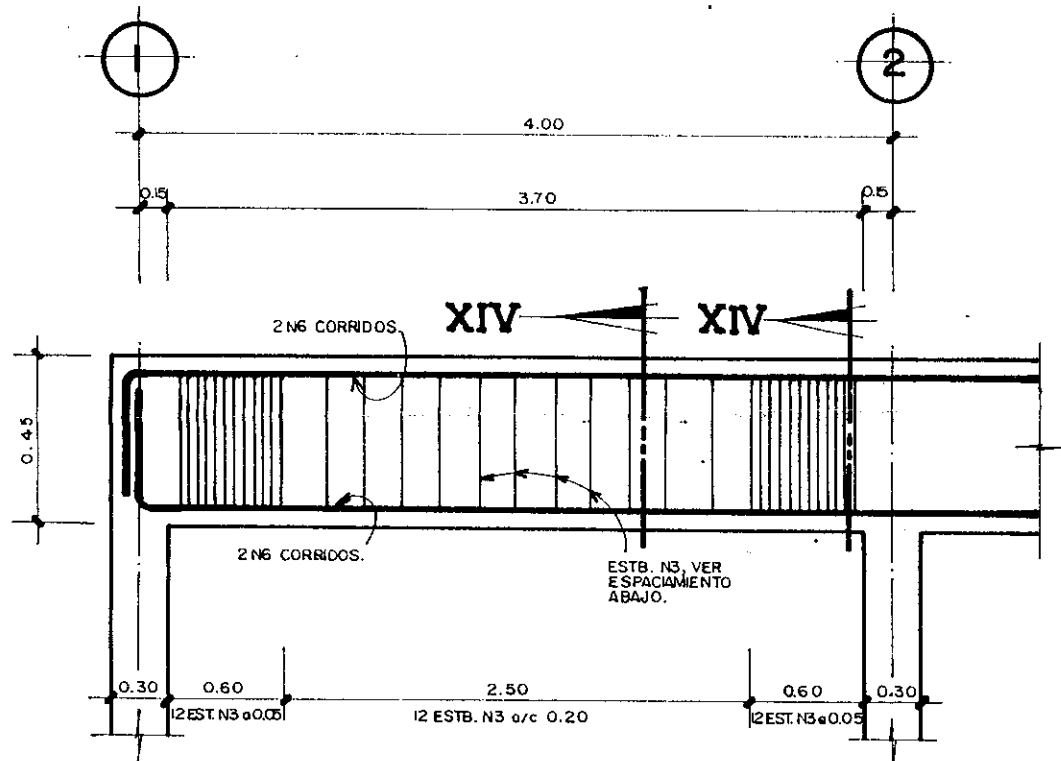
ELEVACION DE VIGA TIPO "B₃".
TERCER NIVEL.

ESC. HORIZONTAL = 1:40
ESC. VERTICAL = 1:20



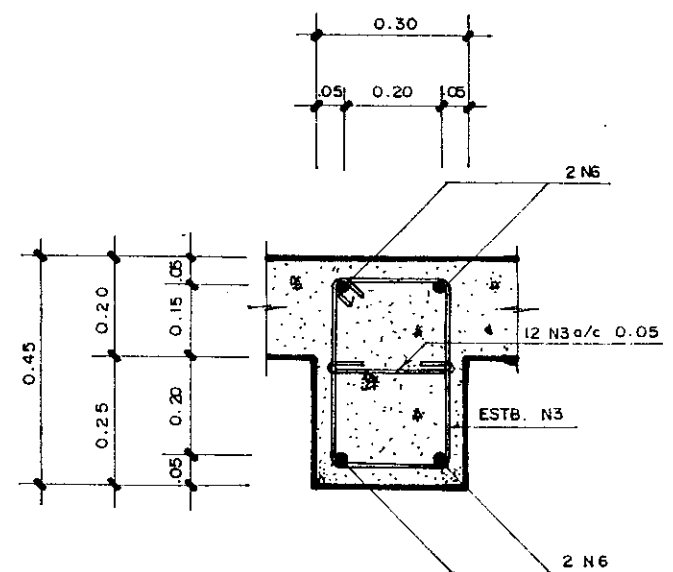
SECCION XIV.

ESCALA = 1:15



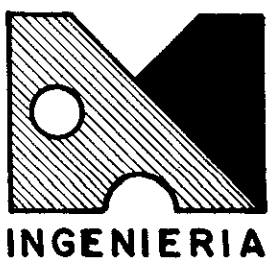
ELEVACION DE VIGA TIPO "C₃".
TERCER NIVEL.

ESC. HORIZONTAL = 1:40
ESC. VERTICAL = 1:20



SECCION XIV

ESCALA = 1:15



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

DETALLES DE VIGAS.

Proyecto

Plano de

INDICADA.
Escala

SEPT.-1996.
Fecha

ERICK ALVAREZ.
Diseño Estructural

ING. JACK IBARRA.
Asesor

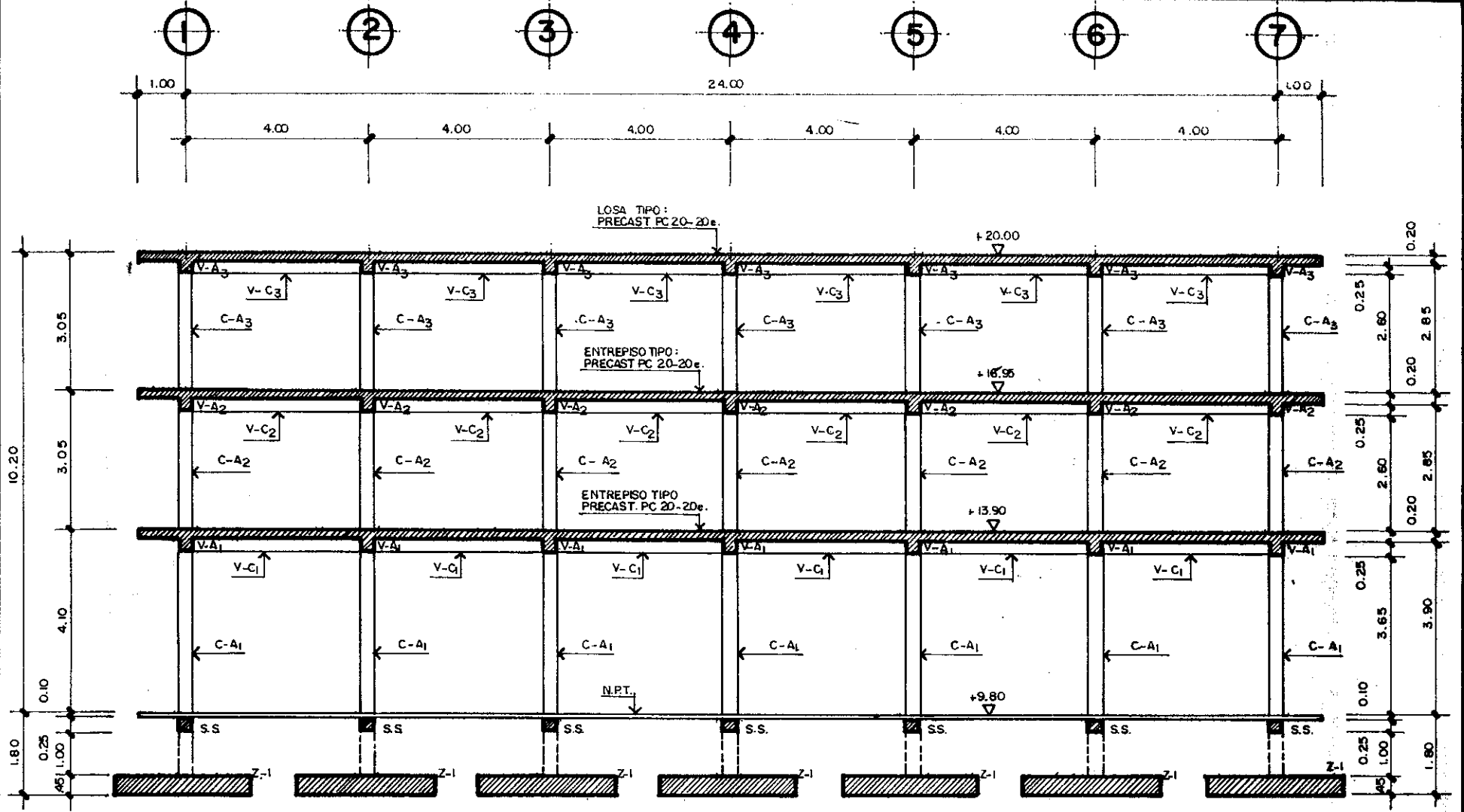
EDGAR OLA.
Dibujo

Hoja

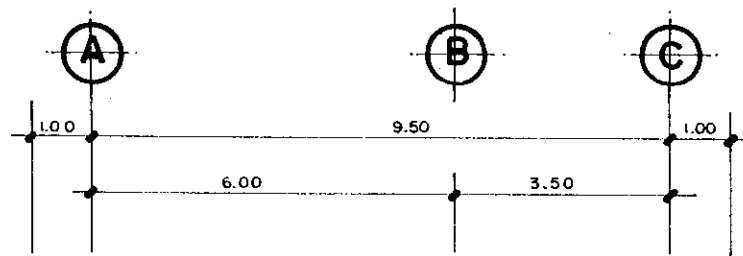
19

27

INGENIERIA

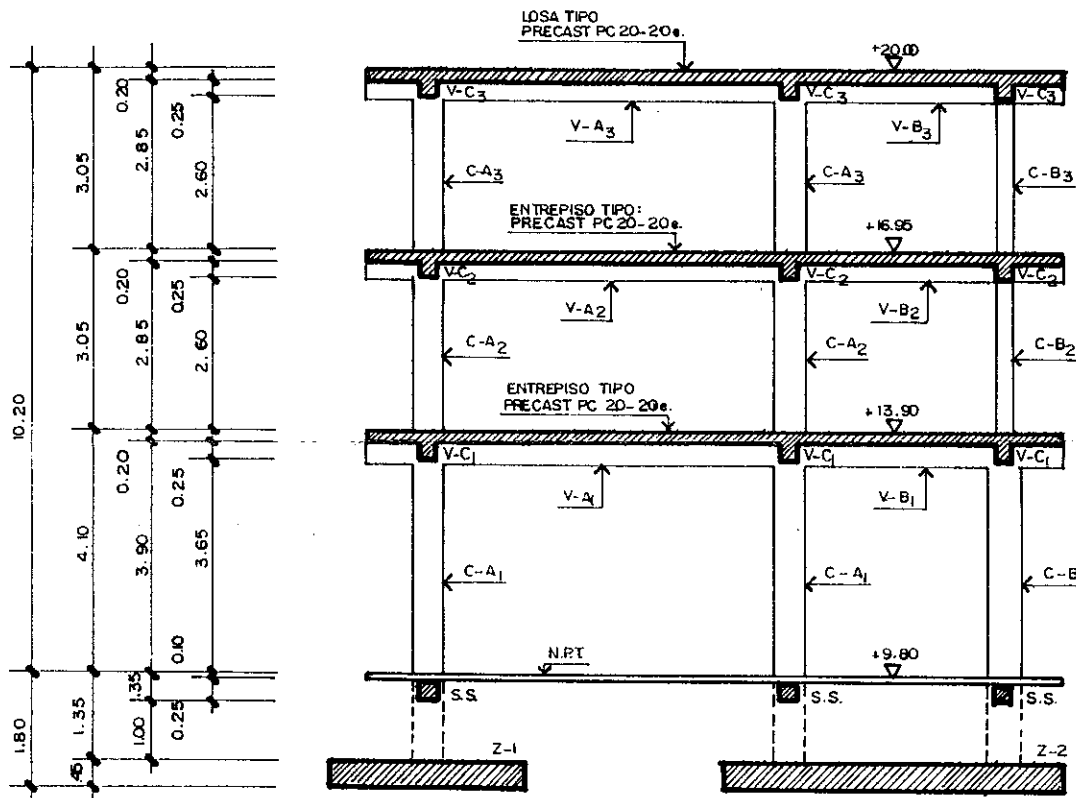


SECCION LONGITUDINAL SOBRE EL EJE "A".

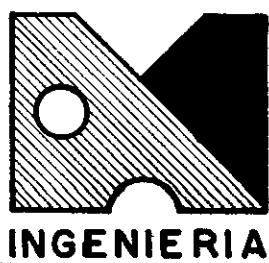


NOMENCLATURA :

- V- VIGA TIPO.
- C- COLUMNA TIPO.
- S.S. SOLERA SIMICA.
- Z- ZAPATA TIPO.
- e = ESPESOR.



SECCION TRANSVERSAL.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

SECCION TRANS. Y LONGITUDINAL

Hoja
20 / 27

Proyecto

Plano de

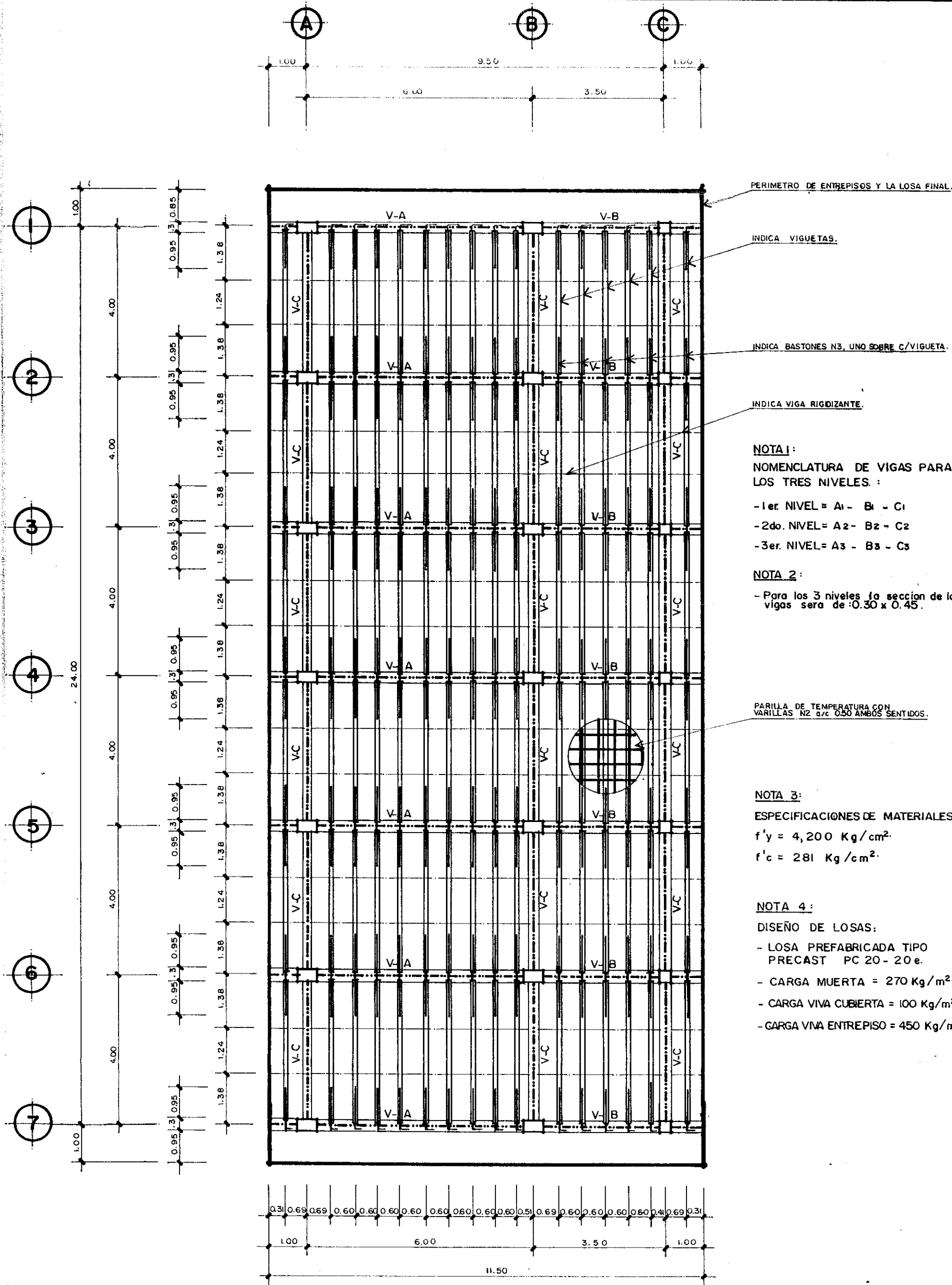
1:125
Escala

SEPT.-1996.
Fecha

ERICK ALVAREZ.
Diseño Estructural

ING. JACK IBARRA.
Asesor

EDGAR OLA.
Dibujo



PERIMETRO DE ENTREPISOS Y LA LOSA FINAL.

INDICA VIGUETAS.

INDICA BASTONES N3, UNO SOBRE C/VIGUETA.

INDICA VIGA RIGIDIZANTE.

NOTA 1:
NOMENCLATURA DE VIGAS PARA LOS TRES NIVELES :

- 1er. NIVEL = A1 - B1 - C1
- 2do. NIVEL = A2 - B2 - C2
- 3er. NIVEL = A3 - B3 - C3

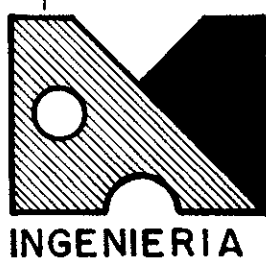
NOTA 2:
- Para los 3 niveles la seccion de las vigas sera de 0.30 x 0.45.

PARILLA DE TEMPERATURA CON VARILLAS N2 a/c 0.50 AMBOS SENTIDOS.

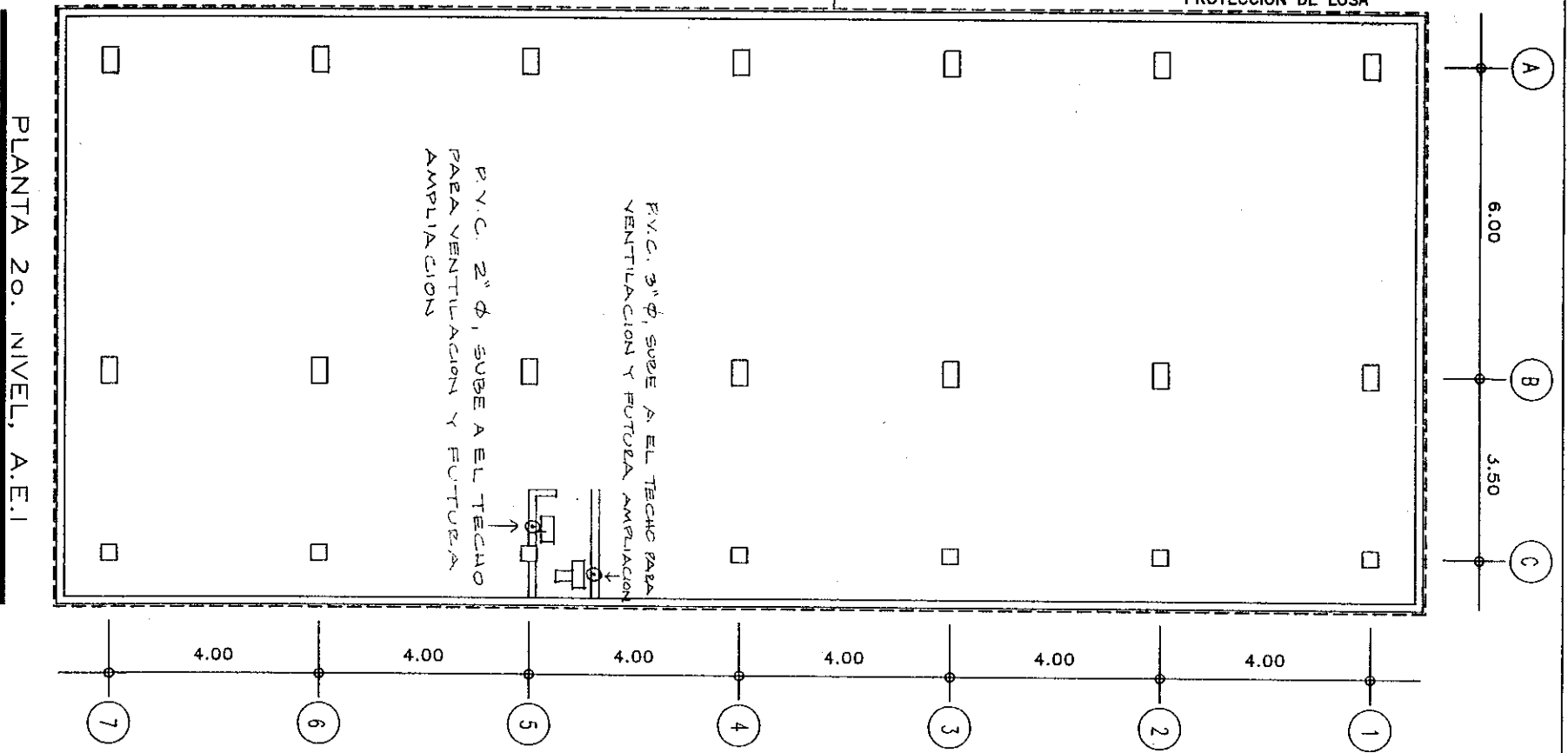
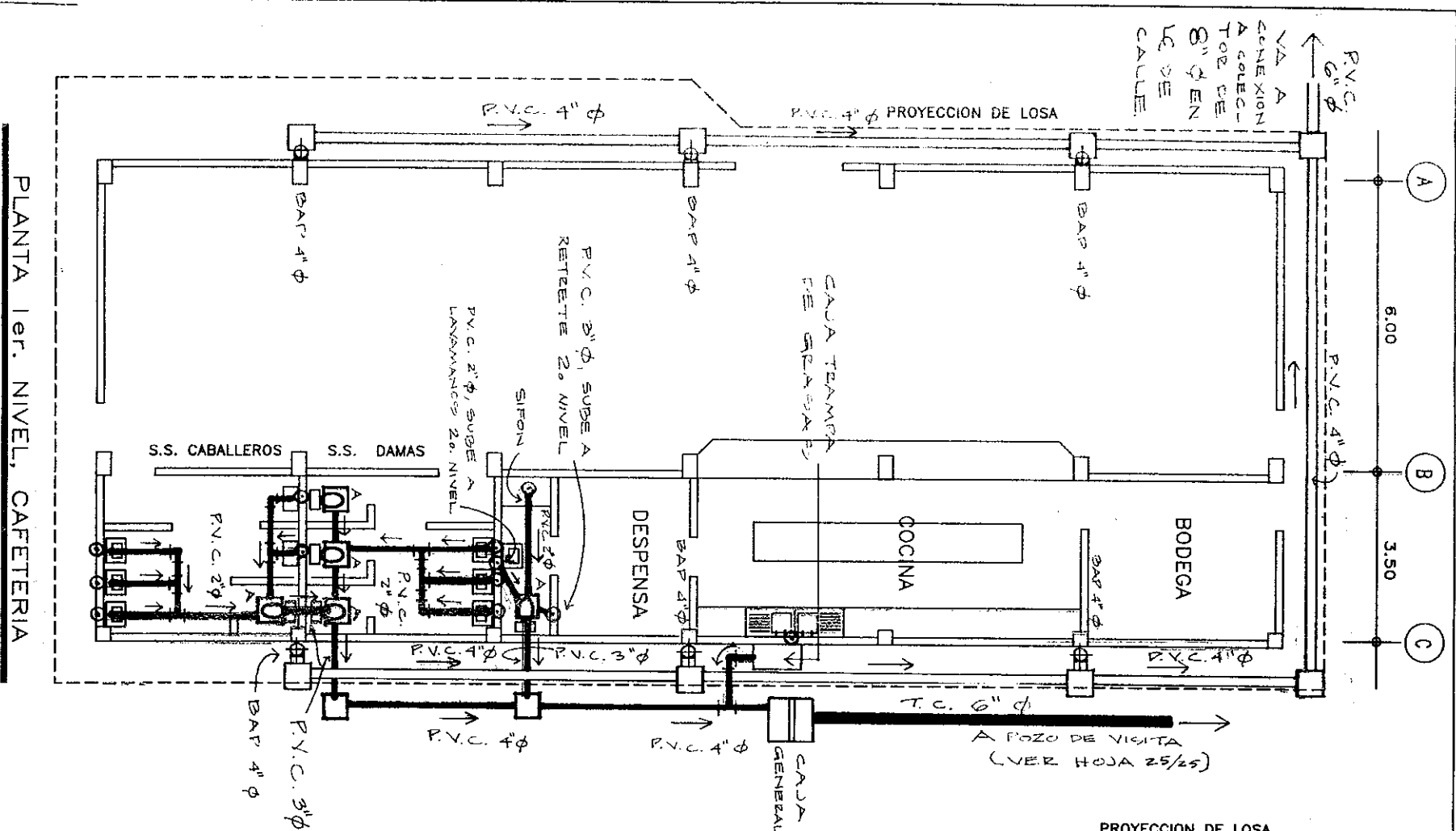
NOTA 3:
ESPECIFICACIONES DE MATERIALES :
 $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
 $f'c = 281 \text{ Kg/cm}^2$

NOTA 4:
DISEÑO DE LOSAS:
- LOSA PREFABRICADA TIPO PRECAST PC 20 - 20 e.
- CARGA MUERTA = 270 Kg/m^2 .
- CARGA VIVA CUBIERTA = 100 Kg/m^2 .
- CARGA VIVA ENTREPISO = 450 Kg/m^2 .

PLANTA DE ARMADO DE ESTRUCTURA DE LOSAS Y VIGAS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION				
EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES			PLANTA DE LOSAS Y VIGAS.	
Proyecto			Plano de	
1:100 Escala	SEPT. - 1996. Fecha	ERICK ALVAREZ. Diseño Estructural	ING. JACK IBARRA Asesor	EDGAR OLA. Dibujo
				Hoja 21 / 27



SIMBOLOGIA

	CAJA DE UNION O REGISTRO
	CAJA DE ARTEFACTO
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL CON DIAMETRO INDICADO
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS DE 2" Ø O DIAMETRO INDICADO
	TUBERIA PARA AGUA PLUVIAL DIAMETRO INDICADO
	TUBERIA PARA AGUAS NEGRAS DIAMETRO INDICADO
	DIRECCION DE LA PENDIENTE % RECOMENDADO = 2%

NOTAS

LOS SISTEMAS DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES SERAN SEPARATIVOS.
 VER HOJAS 24/25 Y 25/25 DE PLANTA DE TECHO Y CONEXION PARA AGUAS NEGRAS, RESPECTIVAMENTE.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA – FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL – UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

INSTALACION DE DRENAJES

Hoja
 22 / 27

Proyecto
 1/125
 Escala

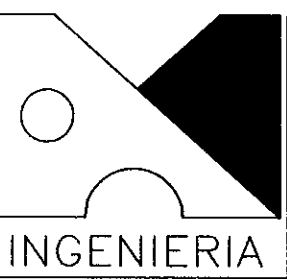
SEPT/96
 Fecha:

ARQ. AREVALO
 MENDOZA
 Diseño Arquitectonico

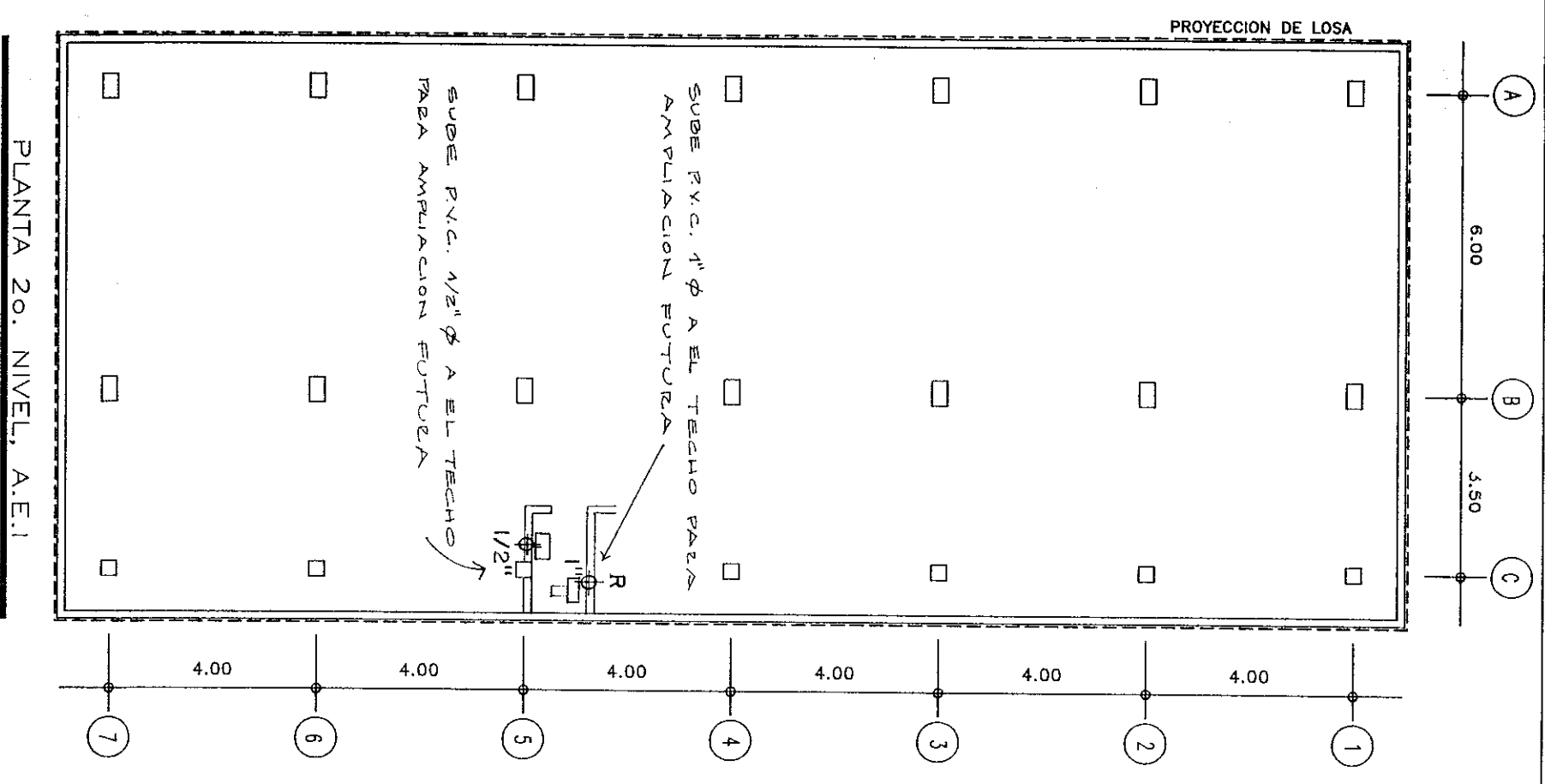
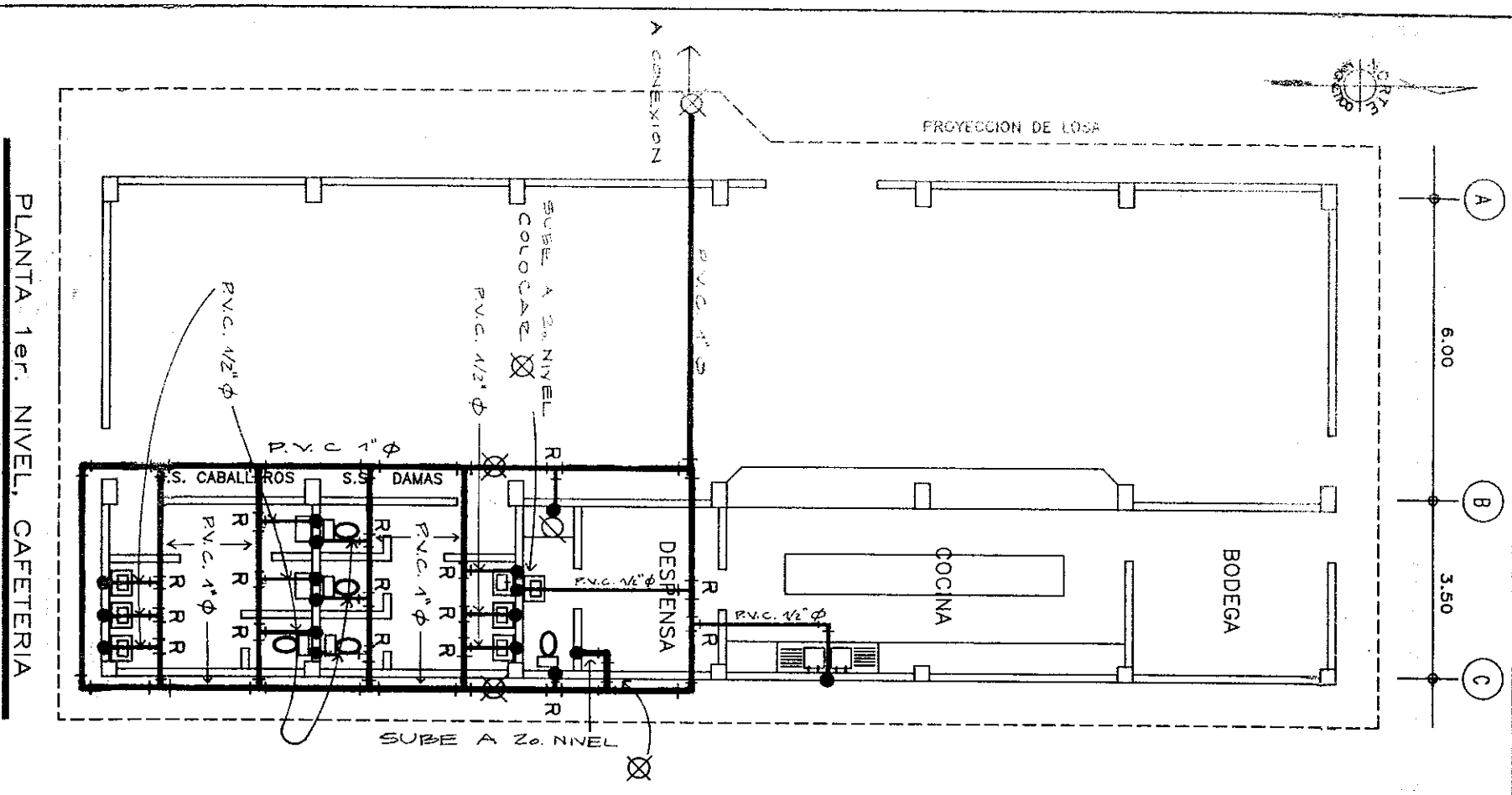
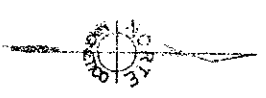
ERICK ALVAREZ
 MARTINEZ
 Diseño Estructural

ING. IBARRA
 SOLORIZANO
 Asesor

ERICK ALVAREZ
 Diseño y Dibujo:



INGENIERIA



SIMBOLOGIA

	LLAVE DE COMPUERTA PARA CONTROL
	CHORRO
	REDUCIDOR DE 1" A 1/2"
	TEE VERTICAL DE 1" Y 1/2"
	CODO A 90° VERTICAL, SUBIDA DE AGUA FRIA
	TUBERIA PLASTICA PARA AGUA FRIA, Ø INDICADO

NOTAS
 TUBERIA PRINCIPAL DE 1" O RAMÁLES A ARTEFACTOS DE 1/2" O AMBOS DE 315 P.S.I. DE PRESION EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DEBE PROVENIR DEL SISTEMA DEL EDIFICIO T-3
 A TODOS LOS ARTEFACTOS COLOCARLES CONTRALLAVE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA – FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL – UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

INSTALACION DE AGUA POTABLE

Hoja

23/27

Proyecto
1/125
Escala

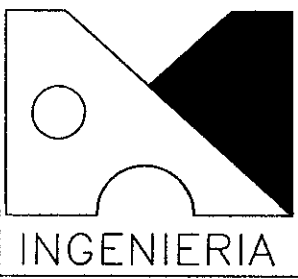
SEPT/96
Fecha:

ARQ. AREVALO MENDOZA
Diseño Arquitectonico

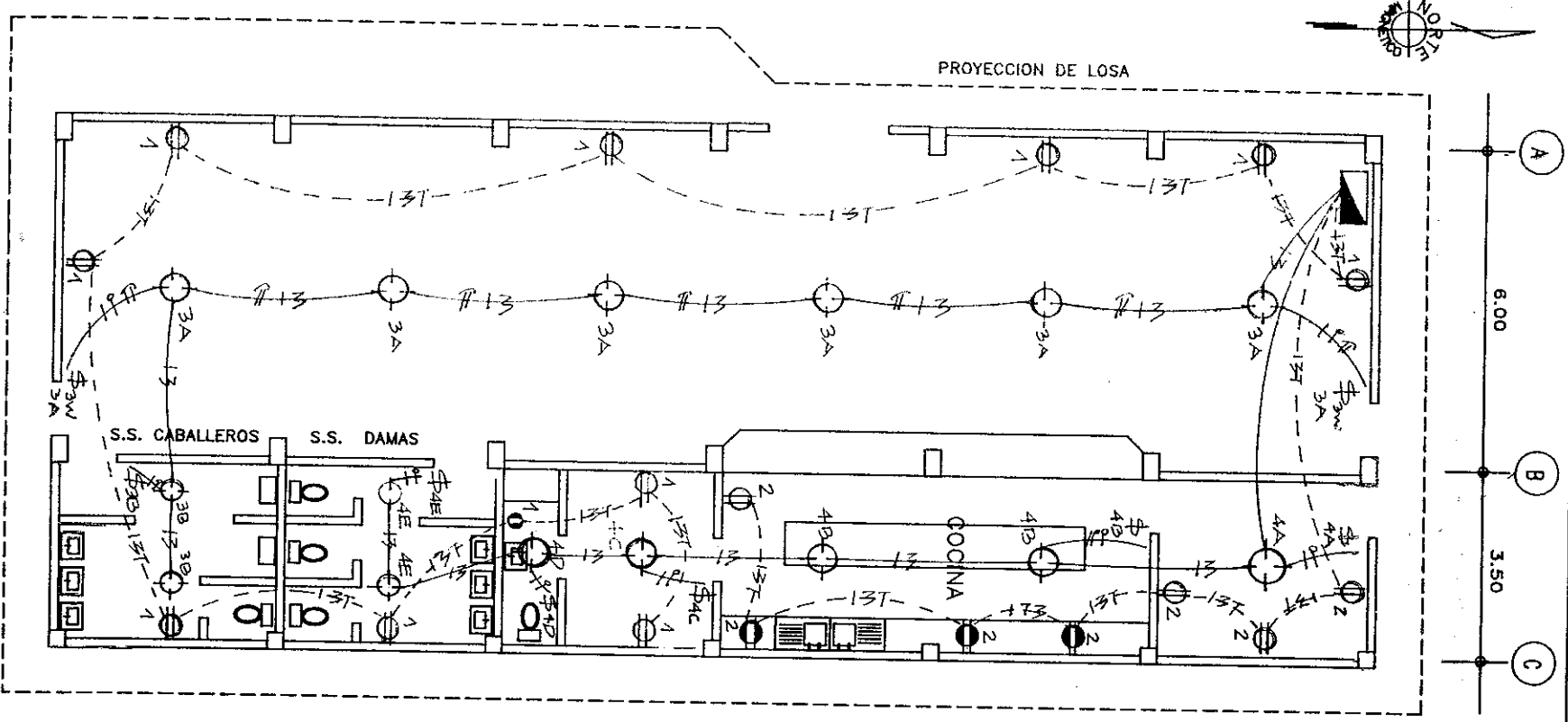
ERICK ALVAREZ MARTINEZ
Diseño Estructural

ING. IBARRA SOLORIZANO
Asesor

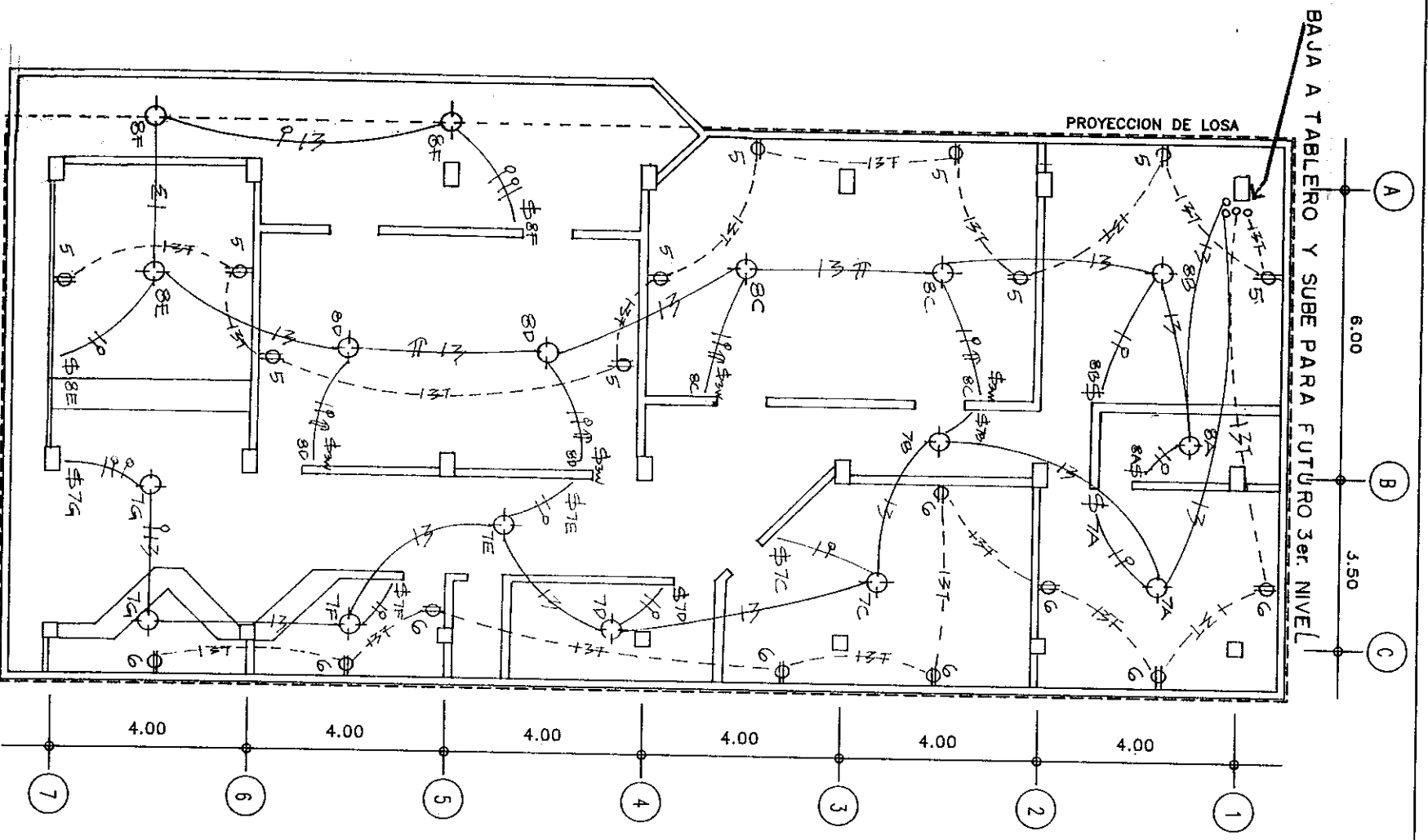
ERICK ALVAREZ
Diseño y dibujo:



PLANTA 1er. NIVEL, CAFETERIA



PLANTA 2o. NIVEL, A.E.I.



SIMBOLOGIA

▣	TABLERO DE DISTRIBUCION
⊕	SALIDA DE ILUMINACION EN CIELO
⊕	TOMACORRIENTES DOBLE, 120V. POLARIZAD, A 0.30 Mts. DE N.P.T
⊕	TOMACORRIENTES DOBLE, 120V. POLARIZADO, A 1.20 Mts. DEL N.P.T.
⊕	INTERRUPTOR SENCILLO A 1.30 M. DE N.P.T.
⊕	INTERRUPTOR SENCILLO DE TRES VIAS
⊕	TUBERIA PLASTICA DE 3/4" O CONDUCIDA EN CIELO
⊕	TUBERIA PLASTICA DE 3/4" O CONDUCIDA EN PARED
⊕	CONDUCTORES VIVO Y NEUTRAL T.W. No. 12
⊕	CONDUCTOR RETORNO T.W. No. 14
⊕	PUENTE PARA INTERRUPTORES DE 3 VIAS, 2 T.W. No. 12
⊕	CONDUCTOR TIERRA T.W. No. 14 COLOR VERDE

NOTA:
 CIRCUITOS DEL 1er. NIVEL:
 1 Y 2, FUERZA. 3 Y 4, ILUMINACION
 2o. NIVEL:
 5 Y 6, FUERZA. 7 Y 8, ILUMINACION

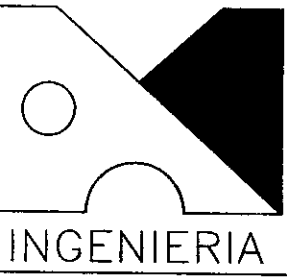
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

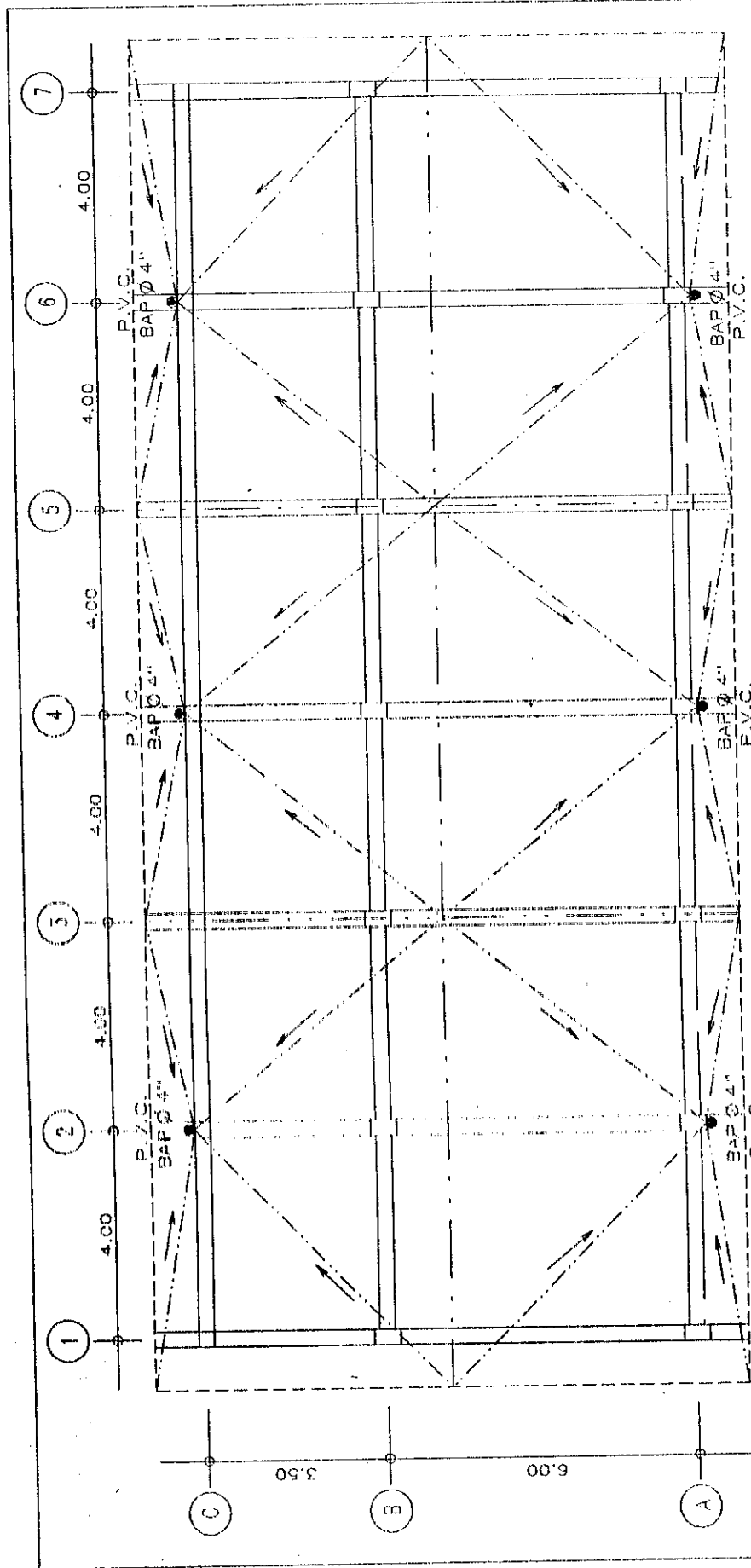
INSTALACION DE ELECTRICIDAD

Hoja 24/27

Proyecto	1/125	SEPT/96	ARQ. AREVALO MENDOZA Diseño Arquitectonico	ERICK ALVAREZ MARTINEZ Diseño Estructural	ING. IBARRA SOLORIZANO Asesor	ERICK ALVAREZ Diseño y dibujo:
Escala						

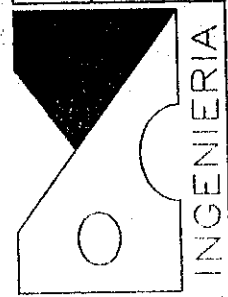


INGENIERIA



- RECOMENDACIONES:**
- 1.- DEBIDO A LA CANTIDAD DE ARBOLES EN LA ZONA ES PREFERIBLE USAR BAJADAS DE 4" DE DIAMETRO.
 - 2.- AREA TRIBUTARIA PARA LAS BAJADAS: 50 M².
 - 3.- PENDIENTE MINIMA = 0.50%
 - 4.- LA TUBERIA NO DEBE DE QUEDAR DENTRO DE LAS COLUMNAS

- ESTRUCTURALES. PUEDEN QUEDAR VISTAS O HACERLES UNA COLUMNA APARTE.
- 5.- LAS CAJAS DE LAS BAJADAS DEBEN DE QUEDAR A 40 CMS DE LAS COLUMNAS, PARA NO INTERFERIR EL PASO DE LAS TUBERIAS DE AGUA POTABLE (SOLO DEL LADO ESTE).



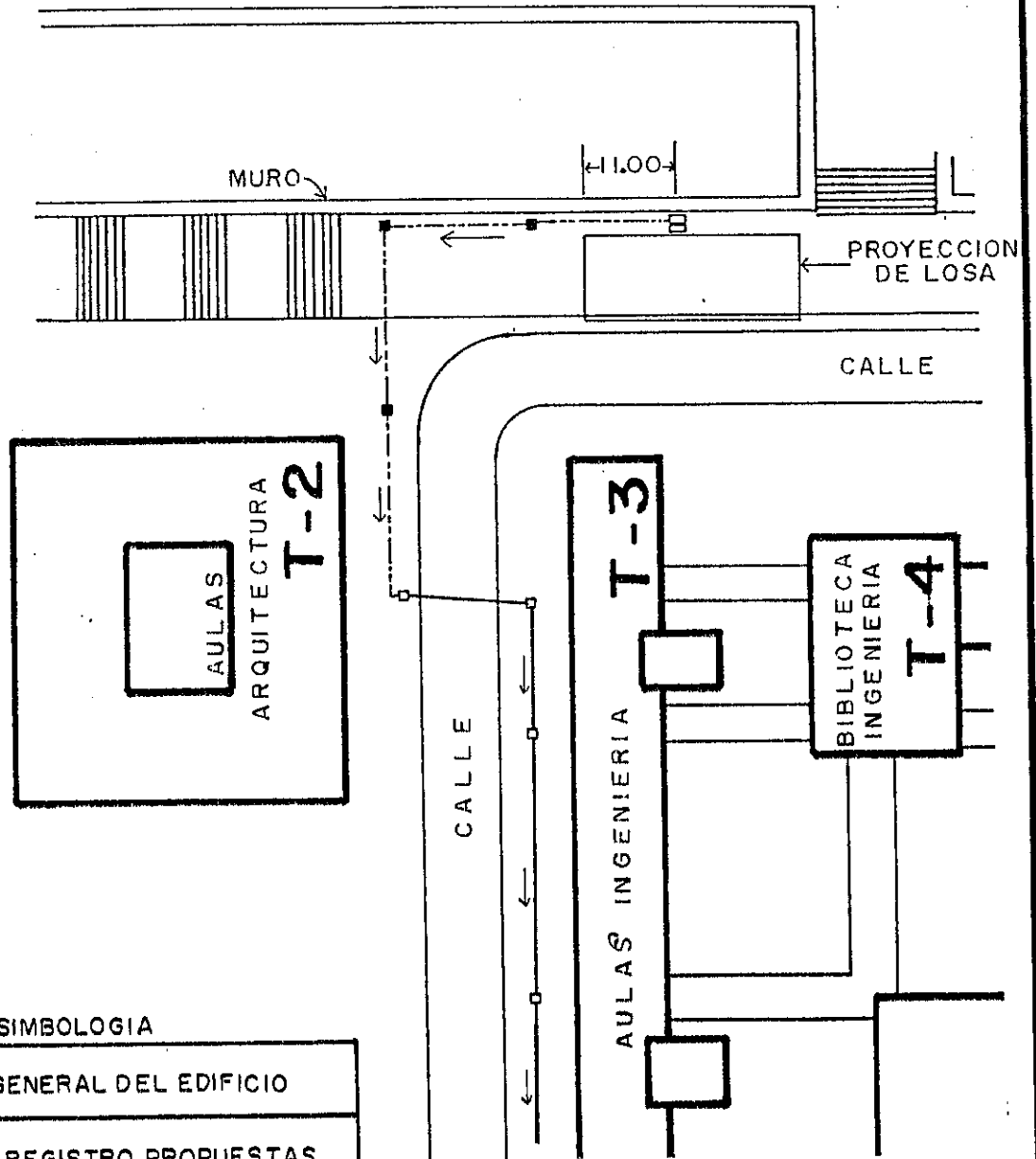
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

PLANTA DE DRENAJE DE TECHOS

25 / 27

Proyecto	1/125	SEPT/96	Escuela
Fecha:			
ARQ. AREVALO MENDOZA	ERICK ALVAREZ MARTINEZ	ING. IBARRA SOLORIZANO	ERICK ALVAREZ
Diseño Arquitectonico	Diseño Estructural	Asesor	Diseño y dibujo
Piso de			

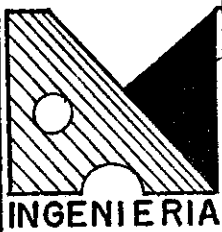


SIMBOLOGIA

	CAJA GENERAL DEL EDIFICIO
	CAJAS REGISTRO PROPUESTAS
	POZOS DE VISITA EXISTENTES
	TUBERIA DE CEMENTO DE 6" PROPUESTA
	TUBERIA DE CEMENTO DE 8" EXISTENTE
	DIRECCION DEL FLUJO

RECOMENDACIONES:

- % DE PENDIENTE = 1%.
- CAJA GENERAL SEPARADA DEL EDIFICIO, CAJAS PLU VIALES JUNTO AL EDIFICIO.
- COLOCANDO EL SISTEMA DONDE SE INDICA, SE EVITA DESTRUIR CALLE Y JARDIN.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA CIVIL UNIDAD DE PLANIFICACION

EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES

CONEXION PARA DRENAJES A.N.

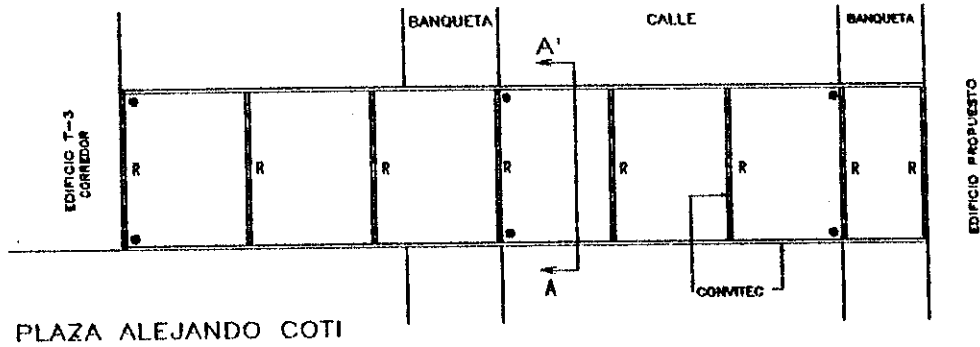
Hoja
26/
27

SIN ESCALA

SEPTIEMBRE 1996

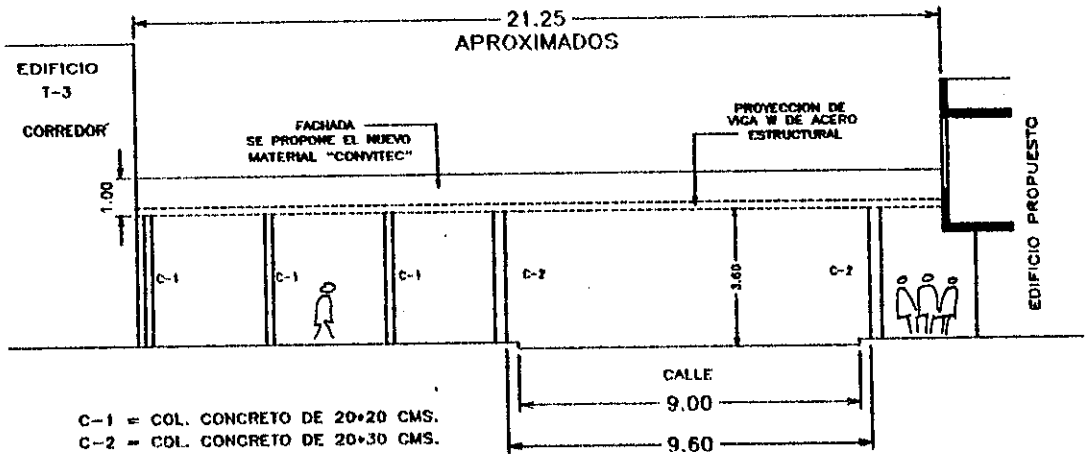
ERICK ALVAREZ
Dibujo

ING IBARRA S
Asesor



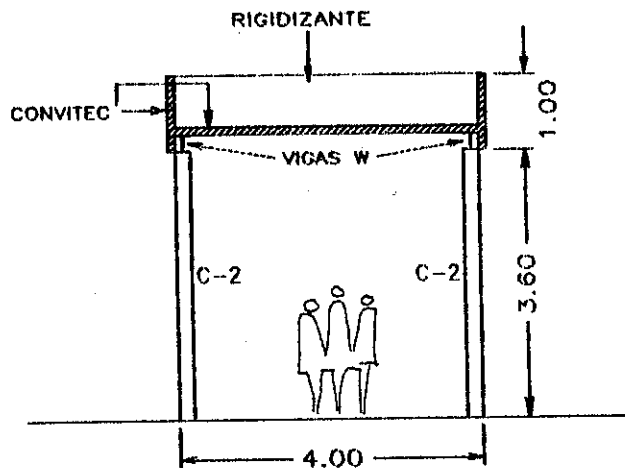
● - BAJADAS DE AGUA PLUVIAL
 R = RIGIDIZANTES DE CONVITEC

PLANTA ACCESO TECHADO A EDIFICIO ESCALA 1/200

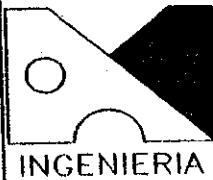


C-1 = COL. CONCRETO DE 20x20 CMS.
 C-2 = COL. CONCRETO DE 20x30 CMS.

ELEVACION FRONTAL ACCESO TECHADO A EDIFICIO ESCALA 1/200



SECCION A-A' ESCALA 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - FACULTAD DE INGENIERIA					
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - UNIDAD DE PLANIFICACION					
EDIFICIO DE RECURSOS ESTUDIANTILES			ACCESO TECHADO		
Proyecto			Plano de		
INDICADA	SEPT/96	ERICK ALVAREZ	ING. IBARRA SOLORIZANO	ERICK ALVAREZ	Hoja 27/27
Escala	Fecha:	Diseño Estructural	Asesor	Dibuja:	