



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

**PROPUESTA DE UN ÁREA DE ESTACIONAMIENTO EN LA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA12**

**Carlos Vladimir Cabrera Martínez**

Asesorado por el Ingeniero Alfredo Enrique Beber Aceituno

Guatemala, septiembre de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROPUESTA DE UN ÁREA DE ESTACIONAMIENTO EN LA CIUDAD  
UNIVERSITARIA, ZONA12**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE  
LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CARLOS VALDIMIR CABRERA MARTÍNEZ**

ASESORADO POR: ING. ALFREDO ENRIQUE BEBER ACEITUNO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ingeniero Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ingeniero Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ingeniero Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ingeniero Sergio Vinicio Castañeda Lemus
SECRETARIO	Ingeniero Pedro Antonio Aguilar Polanco

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ingeniero Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Licenciado Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ingeniero Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Bachiller Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Bachiller Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ingeniera Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ingeniero Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ingeniero Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ingeniero Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ingeniero Sergio Vinicio Castañeda Lemus
SECRETARIO	Ingeniero Pedro Antonio Aguilar Polanco



**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 graduación titulado:

**PROPUESTA DE UN ÁREA DE PARQUEO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA,  
ZONA 12,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de Octubre de 2003.

**Carlos Vladimir Cabrera Martínez**

## **DEDICATORIA**

**A:**

**DIOS**

Por permitirme llegar hasta aquí y siempre estar presente en mi vida.

**VIRGEN MARIA**

Por ser la estrella que ilumina mi camino.

**MIS PADRES**

Carlos Roberto Cabrera Morales y Aura Yolanda Martínez Díaz de Cabrera, por ser la base de todo lo que existe en mi vida que con su amor y ejemplo me han hecho el hombre que soy, amor y admiración eterna.

**MIS HERMANOS**

Pavel Roberto Cabrera Martínez, Karla Maria Cabrera Martínez y Heidee Lucia Cabrera Martínez, con amor que este triunfo nuestro sea fuente de inspiración para lograr sus metas.

**MIS ABUELOS**

Jesús Enrique Cabrera (+)  
Juana Morales Pinzón (+)  
Jose Antonio Martínez Montúfar (+)  
Esther Díaz de Martínez (+)  
Graciela Domínguez Díaz  
con mucho cariño y recuerdo.

## **MIS TÍOS**

En especial:

Maria Estela Martínez Díaz, Jorge Humberto Martínez Díaz y Edgar Enrique Cabrera Morales, por siempre estar a mi lado brindándome su apoyo y cariño.

## **MIS PRIMOS**

Con cariño y respeto.

## **MIS AMIGOS**

Víctor Mansilla, Jorge Salazar, Julio García, Mynor Girón, Alejandro Girón, Jorge Molina, Manuel Salazar, David Molina, Renato Colindres, Alejandro García, Ricardo Oliva, Rodolfo Zúñiga, Rolando Linares, Carlos Moncada, Julio, Sergio, Carlos, Tony, Martín, Raúl, y a todos los que formaron parte de LAS GRADAS S.A., gracias por su amistad y recuerdos memorables.

## **LAS FAMILIAS**

Mansilla Domínguez  
Salazar Martínez  
por su apoyo y cariño.

## **LOS QUE NO ESTÁN**

En especial a: Carlos Rodolfo Luarca Domínguez, gracias por el cariño, se que hoy estás feliz por mi.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**SERINCO**

En especial a:

Ing. Rodolfo Martínez Quiroa

Ing. Fernando Trujillo Álvarez

por permitirme dar mis primeros pasos en el mundo real de la ingeniería.

**LOS INGENIEROS**

Alfredo Enrique Beber Aceituno y Carlos

Enrique Moncada Díaz, por su apoyo y consejo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUTRACIONES.....</b>	<b>III</b>
<b>LISTADO DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XV</b>
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1 El transito en la ciudad de Guatemala según estudio de EMETRA..	2
1.1.1 Red vial y parque vehicular.....	3
1.1.2 Transito y congestionamiento.....	3
1.1.3 Acciones aplicadas por EMETRA en contra del Congestionamiento vehicular en la ciudad de Guatemala...	4
1.2 Reseña histórica del diseño e infraestructura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	5
1.2.1 La Ciudad Universitaria su evolución.....	6
<b>2. DETERMINACIÓN DE NECESIDAD.....</b>	<b>13</b>
<b>3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>4. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS E     INSTALACIONES.....</b>	<b>21</b>
4.1 Consideraciones para instalación de luz y fuerza.....	21
4.2 Consideraciones para diseño de red de agua potable.....	22
4.3 Consideraciones para red de drenajes.....	22

<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....</b>	<b>47</b>
5.1	Bitácora de análisis y diseño estructural.....	48
5.2	Diseño de losas.....	62
5.3	Diseño de vigas.....	64
5.4	Diseño de columnas.....	67
5.5	Diseño de cimentaciones.....	68
<b>6.</b>	<b>PROPUESTA FINANCIERA.....</b>	<b>69</b>
6.1	Costos del proyecto.....	69
6.1.1	Muro de contención de soil nailing.....	69
6.1.2	Fosa séptica y pozos de de absorción.....	70
6.1.3	Elevadores.....	70
6.1.4	Pintura y señalización.....	70
6.1.5	Pavimento.....	71
6.2	Propuesta de financiamiento.....	75
6.2.1	Propuesta de financiamiento A.....	76
6.2.2	Propuesta de financiamiento B.....	78
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Estudiantes inscritos en carreras con sede en Ciudad Universitaria	10
2. Ubicación de parqueos dentro de Ciudad Universitaria	14
3. Zona propuesta para construcción del edificio de parqueos	19
4. Planta de polígono	20
5. Planta machote sótano 1	25
6. Planta machote sótanos 2, 3 y 4	26
7. Planta machote sótano 5	27
8. Planta acotada sótano 1	28
9. Planta acotada sótanos 2, 3 y 4	29
10. Planta acotada sótano 5	30
11. Planta de instalaciones eléctricas sótano 1	31
12. Planta de instalaciones eléctricas sótanos 2, 3 y 4	32
13. Planta de instalaciones eléctricas sótano 5	33
14. Planta de instalaciones de agua potable sótano 1	34
15. Planta de instalaciones de agua potable sótanos 2, 3 y 4	35
16. Planta de instalaciones de agua potable sótano 5	36
17. Planta de instalaciones de drenajes sótano 1	37
18. Planta de instalaciones de drenajes sótanos 2, 3 y 4	38
19. Planta de instalaciones de drenajes sótano 5	39
20. Planta de instalaciones de bajadas de agua pluvial	40
21. Planta final de la plaza	41

22. Sección A-A	42
23. Sección B-B	43
24. Sección C-C	44
25. Sección D-D	45
26. Distribución de losas típicas	51
27. Diagrama de corte 2-2, marco 7	52
28. Diagrama de corte 3-3, marco 7	53
29. Diagrama de momento 2-2, marco 7	54
30. Diagrama de momento 3-3, marco 7	55
31. Diagrama de carga axial, marco 7	56
32. Diagrama de corte 2-2, marco i	57
33. Diagrama de corte 3-3, marco i	58
34. Diagrama de momento 2-2, marco i	59
35. Diagrama de momento 3-3, marco i	60
36. Diagrama de carga axial, marco i	61

## **TABLAS**

I. Parque vehicular estacionado en el circuito universitario	15
II. Tipos de concreto propuestos para el diseño estructural	48
III. Cargas propuestas para el análisis y diseño estructural	48
IV. Parámetros de diseño sísmico utilizados	48
V. Secciones propuestas para utilizar en los elementos estructurales	49
VI. Combinaciones de carga aplicadas a la estructura	50
VII. Descripción de losas típicas	62
VIII. Resultados de diseño de losas	63
IX. Resultados de diseños de losas nervuradas	64



X.	Resultado de diseño de viga en sentido X-X	65
XI.	Resultado de diseño de viga en sentido Y-Y	66
XII.	Resultado de columna típica de la rampa	67
XIII.	Resultado de columna típica zona exterior de la rampa	67
XIV.	Resultado de diseño de Zapatas	68
XV.	Costos del proyecto	72
XVI.	Cronograma propuesto de ejecución	74
XVII.	Gastos de operación del proyecto	75

## LISTADO DE SÍMBOLOS

<b>%</b>	Tanto por ciento
<b>CA-1</b>	Centroamericana uno
<b>CA-9</b>	Centroamericana nueve
<b>Pvc</b>	Poli cloruró de vinilo
<b>P.S.I</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>ACI</b>	Instituto americano del concreto
<b>F'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Fy</b>	Resistencia de fluencia del acero
<b>La</b>	Lado corto de la losa
<b>Lb</b>	Lado largo de la losa
<b>m</b>	Relación de lado corto entre lado largo de la losa
<b>t</b>	Espesor de losa
<b>t'</b>	Espesor de base de losa nervurada
<b>d</b>	Altura de nervio de losa nervurada
<b>Bx</b>	Ancho de base de losa nervurada por nervio en sentido x-x
<b>bx</b>	Ancho de nervio en sentido x-x
<b>By</b>	Ancho de base de losa nervurada por nervio en sentido y-y
<b>by</b>	Ancho de nervio en sentido y-y
<b>S</b>	Espaciamiento
<b>ML</b>	Metro lineal
<b>M2</b>	Metro cuadrado
<b>M3</b>	Metro cúbico
<b>U</b>	Unidad

## **GLOSARIO**

<b>Acometida eléctrica</b>	Instalación eléctrica que permite que la línea interna de electricidad se conecte con la línea principal.
<b>Agua potable</b>	Agua apta para consumo humano y agradable a los sentidos.
<b>Bases de diseño</b>	Son los parámetros que se utilizaran en la elaboración de de un diseño.
<b>Campus</b>	Extensión de terreno.
<b>Carga muerta</b>	Sumatoria de fuerzas fijas que se aplican sobre una estructura.
<b>Carga viva</b>	Sumatoria de fuerzas no constantes que se aplican sobre una estructura.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua potable asignada a cada uno de los usuarios del servicio sanitario.
<b>Drenaje</b>	Sistema que permite recolectar el conjunto de aguas negras de una zona.

**Soil nailing**

Sistema de estabilización de suelos formado por anclajes de acero, concreto y electromalla.

**Valor actual neto**

Es el valor que hoy posee un dinero que se proyecta cobrar o adquirir en el futuro.

**Tasa interna de retorno**

Es la tasa máxima de ganancia que puede esperarse de una inversión.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación tiene como fin el planteamiento de una solución para los problemas que sufre la comunidad universitaria, en lo que se refiere al servicio de parqueo y lo que en ausencia del mismo provoca como inseguridad para los vehículos, congestión en las vías universitarias y alternas.

En la primera parte de este trabajo se presentan los antecedentes del desarrollo histórico del parque vehicular, así como el desarrollo histórico del modelo de infraestructura adoptado para el crecimiento de la ciudad universitaria de la USAC.

Dentro de los capítulos dos y tres se presenta el estudio del problema principal con las distribuciones de aparcamiento existentes dentro de la ciudad universitaria, el parque vehicular desatendido y en base a ello se propone una edificación que pueda cubrir las necesidades, se adjuntan los planos propuestos de ubicación y el plano del polígono a utilizar.

En lo que respecta a diseño, este se desarrollo dentro de los capítulos cuatro y cinco, utilizando el primero para la presentación de las propuestas de diseño espacial e instalaciones así como las consideraciones que se tomaron para el diseño de ellas, el diseño estructural se desarrollo como contenido del capítulo cinco en el cual se presenta los resultados de diseño de cada uno de los elementos típicos, así como las consideraciones realizadas para el diseño de estos como predimensionamiento, cargas de diseño, tipo de estructura y algunos otros.

Por último se presenta el costo aproximado del proyecto y un estudio financiero con el fin de poder realizar una propuesta para obtener un financiamiento para la ejecución del mismo y, de esta manera, obtener una propuesta viable.

# **OBJETIVOS**

## **General**

Proponer a la Universidad de San Carlos una solución al problema de ingreso, circulación y seguridad vehicular en la ciudad universitaria en base al cálculo, diseño y estudio financiero, de un área de parqueos que solucione la circulación del circuito universitario.

## **Específicos**

1. Utilizar los conceptos aprendidos para el análisis, cálculo y diseño estructural de los elementos que formen la estructura propuesta.
2. Proveer a la dirección de servicios generales de un diseño que cubra las necesidades que requiere la solución del problema y que cumpla con los diferentes reglamentos de diseño.
3. Recordar e incentivar a los próximos estudiantes que harán su trabajo de graduación, de su compromiso con la Universidad de San Carlos para que así piensen en enfocar sus trabajos en proyectos que contribuyan a la comunidad universitaria.

# INTRODUCCIÓN

Como estudiante o profesional egresado de esta universidad se debe de comprender que al ingresar a la misma, se hace el compromiso de poner al servicio de ella todos los conocimientos adquiridos durante las diferentes épocas de aprendizaje, compromiso que impulsa el presente trabajo, desde su concepción inicial.

Debido a la necesidad innegable de la comunidad universitaria san carlista de poseer un lugar seguro y cómodo en donde parquear sus automóviles, así como la necesidad de tener una correcta y fluida circulación de los automóviles dentro del circuito universitario, lo que actualmente no es posible, puesto que no existe un espacio que proporcione las condiciones expresadas, anteriormente, lo cual provoca que la comunidad universitaria ubique sus automóviles dentro de las vías del circuito universitario ocasionando una reducción en las vías y congestionamiento de las mismas, por lo que el presente trabajo se propone la presentación del cálculo, diseño y propuesta financiera de un área de parqueos que cubra todas las necesidades anteriormente descritas.

Para poder llegar a la solución correcta se utilizo todos los conocimientos adquiridos sobre análisis, calculo y diseño estructural, en concreto reforzado así como los conocimientos adquiridos con relación a la evaluación de proyectos.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo, así como los planos y propuesta financiera del proyecto.



# **1. ANTECEDENTES**

El problema del congestionamiento vehicular no es único de la Ciudad Universitaria. Las ciudades se enfrentan a una difícil situación de crecimientos poblacionales, que trae como consecuencia el aumento del tránsito vehicular en las principales arterias, calles y avenidas, asimismo este problema se refleja interesantemente en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El propósito del presente capítulo es hacer referencia de información general y del impacto de los antecedentes del problema del congestionamiento vehicular. Se describirá la siguiente información:

a) Estudio realizado por la Empresa Municipal de Tránsito EMETRA, en el que se hace referencia al tránsito vehicular de la Ciudad de Guatemala y la manera en se ha intentado solucionar.

b) Reseña histórica del diseño e infraestructura física de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se menciona el año de fundación y los edificios de las facultades que lo conforman, hasta llegar a ser la ciudad universitaria que actualmente se conoce.

## **1.1 El tránsito en la ciudad de Guatemala según estudio de la Empresa Municipal de Tránsito EMETRA**

Derivado de los problemas del transporte colectivo urbano de la ciudad de Guatemala, que se han agudizado ante una mayor cantidad de vehículos que circulan por sus calles principales, la Municipalidad de Guatemala, convocó al análisis del problema, para buscar una solución al mismo.

La Empresa Municipal de Tránsito sintetiza los aspectos importantes del estudio realizado de la siguiente manera: La ciudad de Guatemala está ubicada en un valle central de la República, en una altitud promedio de 1,500 metros, sobre el nivel del mar. Administrativamente está ubicada en el Departamento de Guatemala y el Municipio del mismo nombre, de 2,126 kilómetros cuadrados y 184 kilómetros cuadrados. No obstante, desde hace ya más de cuatro décadas, la ciudad ha rebasado los límites del municipio, convirtiéndose en un área metropolitana sin una estructura administrativa encargada del desarrollo integral de la ciudad en su conjunto. El valle esta delimitado al este y oeste por montañas de la Sierra Madre, mientras que al norte y sur existen barrancos con ríos. Estas condiciones geográficas han hecho crecer a la ciudad en forma de espiral, ocupando la tierra plana a partir del centro histórico. También debido a la topografía del terreno, el desarrollo de la ciudad ha sido a lo largo de los pocos corredores radiales, donde se ve concentrada la actividad comercial e industrial. Dos de estos corredores, son carreteras centroamericanas que pasan por la ciudad y que conectan México con El Salvador (CA-1) y los puertos del Atlántico con el Pacífico (CA-9). La población del área metropolitana para el año 2004, dependiendo de donde se delimiten las fronteras de dicha área, corresponde a un 20 a 25% de la población del país, es decir unos 2.5 a 3 millones de habitantes.

Existe una enorme centralización de todo tipo de actividades en la ciudad capital, hecho que se va agravando por la falta de desarrollo en el interior de la nación. El crecimiento poblacional es del orden del 3% anual, cifra que se ve aumentada por la migración interna hacia el área metropolitana por personas en búsqueda de mejores oportunidades de trabajo.

### **1.1.1 Red vial y parque vehicular**

La red vial del municipio de Guatemala está estructurada por 2 carreteras centroamericanas que pasan por la Ciudad que conectan México con El Salvador y los puertos del atlántico con el pacífico. La mayor cantidad de arterias principales tienen de 2 a 4 carriles por sentido, divididas por un arriate central jardinizado. La mayor parte de ellas no cuentan con carriles auxiliares y por lo general las intersecciones no son pasos a desnivel que faciliten el paso de vehículos.

Por otra parte el crecimiento vehicular se ha incrementado de tal magnitud que ha hecho insuficiente la red vial para acoger la cantidad de vehículos que ingresan anualmente. Aunque el índice de crecimiento vehicular ha fluctuado en los últimos 25 años, únicamente el 2,000 al 2,001 fue del 15%. Si a esto se le adiciona que el 64% de todos los vehículos del país están registrados en la capital, puede deducirse que estas centralizaciones tienen un solo resultado congestionamientos viales.

### **1.1.2 Tránsito y congestionamiento**

Dadas las cifras de crecimiento vehicular, que se observa anteriormente, los volúmenes vehiculares de las distintas vías van aumentando también. Prácticamente no existe ninguna arteria que al menos no haya doblado el número de vehículos que circulaban en 1,976, crecimientos superiores al 400%, no son fuera de lo común.

El aumento de volúmenes se fue dando con el proceso de urbanización, que primero fue al oeste, luego al sur y actualmente en el año 2004 al oriente y nororiente. Los lugares que a las horas pico se encuentran congestionadas, es decir, donde la demanda vehicular supera la oferta de la vía, son casi todas las vías importantes de la ciudad.

### **1.1.3 Acciones aplicadas por EMETRA en contra del congestionamiento vehicular en la ciudad de Guatemala**

A continuación se explica las acciones que la Municipalidad de Guatemala ha tomado para reducir o al menos, contener los niveles actuales de congestionamientos viales:

a) Prohibición de circular para vehículos pesados: Debido a que la hora pico de la mañana, entre las 6:30 y 8:30 a.m., supera en un 30% al de la tarde se tomó la decisión de restringir la circulación de vehículos pesados de más de 3.5 toneladas métricas; la prohibición de circulación no fue a nivel de toda la ciudad, sino únicamente en las 23 arterias más congestionadas. Esto quiere decir que, el tránsito pesado puede seguir circulando solo en vías secundarias, situación favorable para la distribución de productos.

b) Ensanchamiento de pistas: Reducir el congestionamiento con la ampliación de las vías y tener más área para circular. Lastimosamente se ha reducido las áreas verdes o peatonales con que cuenta la ciudad, por el problema de insuficiencia de espacio. La percepción de las ampliaciones es positiva para la mayoría de los usuarios, aunque existen críticas por que se han eliminado árboles.

c) Regulación de estacionamientos sobre la vía: Dependiendo de cada caso, se han tenido mejorías de capacidad de la vía de hasta un 35%, aunque la población no comprende que las medidas que se toman son a favor del tránsito y no en contra de los vecinos que utilizan el frente de su propiedad para estacionar. Las señales verticales de “no estacionar” están siendo sustituidas por franjas rojas de pintura termo plástica a lo largo del bordillo.

d) Conversión de una calle de 2 sentidos en una de 1 sentido: El convertir una vía de doble sentido de circulación en una de un sentido de circulación, permite doblar la capacidad de la calle al eliminar una de las direcciones de circulación y automáticamente se simplifican las intersecciones a lo largo de ella, al desaparecer la necesidad de ceder el paso al tránsito en contra al virar a la izquierda. A los vehículos que circulan en el sentido a eliminar, por pequeño que este sea, debe encontrársele otra opción, generalmente una calle paralela.

## **1.2 Reseña histórica del diseño e infraestructura de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

En esta sección del capítulo, se pretende dar a conocer la historia de la edificación y la Infraestructura física de la Universidad que alberga a la gran cantidad de estudiantes y vehículos de las diferentes facultades, en las diferentes jornadas de estudio.

La práctica de los estudios superiores en Guatemala, se inicia con la fundación del colegio universitario de Santo Tomás en el año de 1562, por el obispo y Licenciado Francisco Marroquín, con el afán de instruir a jóvenes de escasos recursos en materias como filosofía, derecho y teología.

La Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue fundada de conformidad a lo establecido en la Cédula Real emitida por el rey Carlos II, con fecha de 31 de enero de 1676.

La Universidad de San Carlos alcanza el estatus internacional, a partir del momento de ser declarada Universidad Pontificia, hecho que realizó el Papa Inocencio XI, el 18 de junio de 1687. Para entonces se impartían el Derecho Civil y el Canónico, medicina, filosofía, teología y el estudio de lenguas indígenas, sin dejar de impartir pensamiento científico de la época, permitiendo el acceso a toda aquella persona que tuviera interés de aprender sin distinción de raza y estrato económico social.

Con el paso del tiempo fue necesaria una instancia que diera albergue a todos aquellos que habían coronado sus estudios al obtener el grado otorgado por esta casa. Para ello se funda el ilustre Colegio de Abogados, cuyo objeto fundamental fue proteger al buen profesional y depurar a los miembros noes gratos que lo integraban.

### **1.2.1 La ciudad universitaria su evolución**

Con la revolución de Octubre de 1944, la Universidad recobró su autonomía. Una de las preocupaciones de las nuevas autoridades electas fue dar a la Universidad el sentido unitario, para lo cual se consideró necesario contar con un campus universitario.

En la nueva Guatemala se construyó, no sin grandes dificultades, un edificio específico para la Universidad, que se destinó para alojar a la primera Asamblea o Congreso constituyente. Después, este edificio fue ocupado por la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.

Durante el primer rectorado del Doctor Carlos Martínez Duran (1946-1950), la Universidad adquirió un una extensión de terreno de 80 manzanas, fracción de la Hacienda El Portillo con ingreso por la avenida Petapa y destinado a la construcción de la Ciudad Universitaria, posteriormente fue adquirido más terreno que fue unificado al anterior alcanzando un total de 180 manzanas.

En el período rectoral del Licenciado e Ingeniero Miguel Asturias Quiñónez (1950-1954), se fundó una oficina de Arquitectura e Ingeniería que se encargó de la primera planificación en conjunto para alojar las oficinas de Rectoría y de las distintas facultades. Se procedió a construir un relleno para salvar una cañada que dividía el terreno en dos partes, la más pequeña con acceso directo desde la avenida Petapa. En el sector cercano a está avenida se planificó la sección deportiva y fueron construidas como primera etapa algunas instalaciones.

Posteriormente durante el rectorado del Licenciado Vicente Díaz Samayoa (1954-1958), con fondos provenientes de una emisión de bonos fue construida la Facultad de Ingeniería. Se creó el Área de Estudios Humanísticos, el Área Tecnológica, el Área Biológica y el Área Central Administrativa y de Servicios Generales, compuesta por el edificio de Rectoría y la Biblioteca Central, separados físicamente y ligados arquitectónicamente por la plaza mayor hoy plaza de los mártires. Al oriente del conjunto, se situó el Sector Deportivo, en el cual se aprovechaba la topografía irregular y permitía acceso fácil y numeroso sin interferencias con el sector académico. Se respetó el principio de la separación de tránsito de vehículos y peatones.

Se previó una vía perimetral de intercomunicación de áreas, de donde partirían estacionamientos para vehículos, así como un nuevo ingreso por el norte, pues el terreno de la Universidad contaba con una sola entrada por la avenida Petapa. Este proyecto, no abarcaba la totalidad del terreno pues dejaba una reserva grande en el sector sur dedicada a cultivos y en donde también se planificó la creación de un jardín Botánico, con lagunetas dedicadas a la piscicultura y al cultivo de plantas acuáticas. Dentro de esta planificación se elaboraron anteproyectos para todas las escuelas facultativas con excepción de la de Ciencias Médicas. En el año 1955, el gobierno central donó a la Universidad un terreno aledaño al Hospital Roosevelt, para la construcción de la Facultad de Medicina.

El Edificio de la Rectoría se amuebló por medio de donaciones de diferentes personas y casas comerciales. La inauguración del edificio se efectuó en el año 1962 siendo aún Rector el Doctor Carlos Martínez Duran. Posteriormente fueron construidos dos (2) edificios de forma tradicional, de dos pisos. Ambos eran parte del conjunto planeado, como el edificio que aloja a la Facultad de Arquitectura.

La ciudad universitaria de venía desarrollándose bajo el esquema de cierta dispersión aparente, admisible en cuanto a distancia por recorrer, mientras tuviera una población relativamente pequeña. Pero el crecimiento del número de estudiantes no permitía que la ciudad pudiera seguir extendiéndose en la forma que aumentara las distancias entre sus elementos.

En consecuencia se revisó la filosofía de diseño y definió la planificación que en la actualidad se esta llevando a cabo. Ello permitió la concentración y el uso intensivo de los recursos físicos.



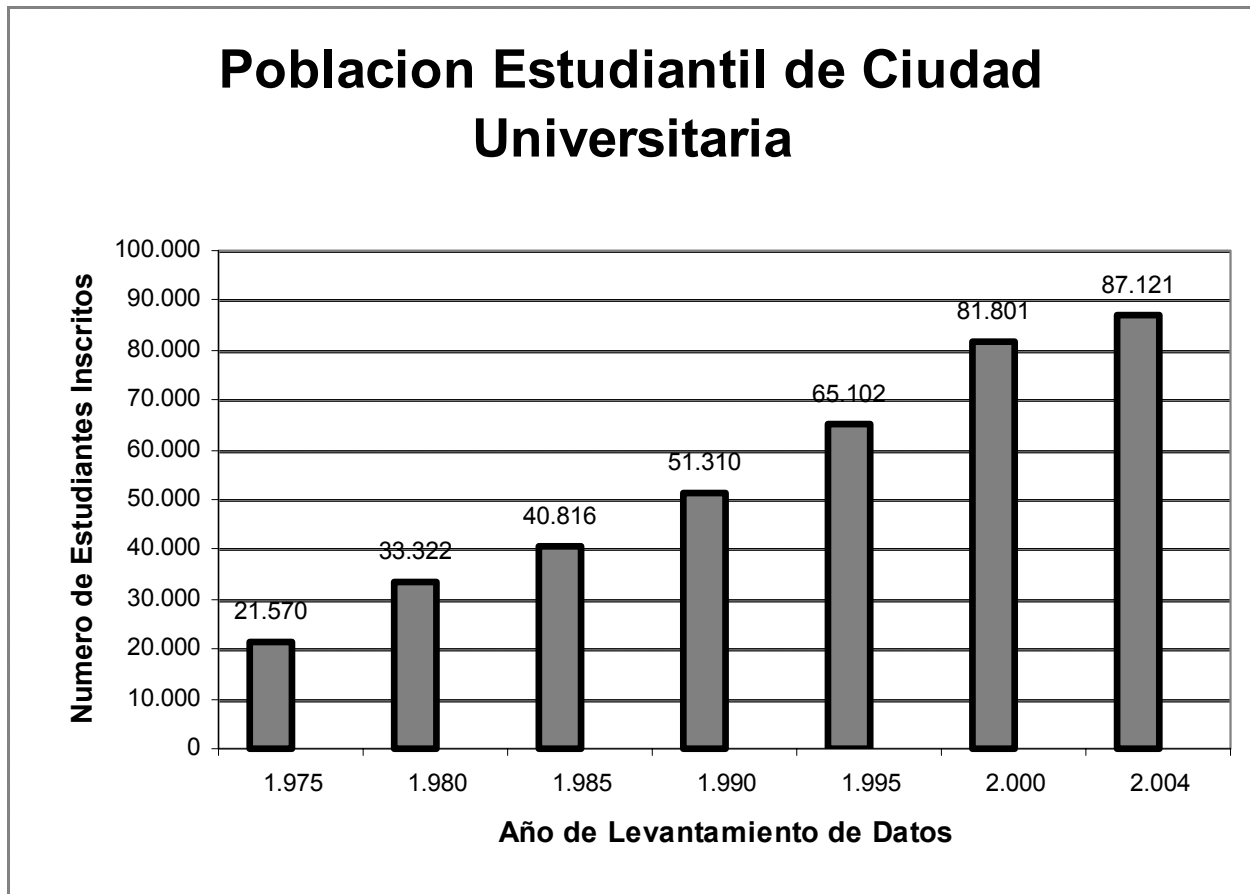
El proyecto de la ciudad universitaria se ha basado en los siguientes aspectos fundamentales:

- a) Como fenómeno urbano, se constituye en un barrio en la Ciudad de Guatemala.
- b) Debe responder funcionalmente a cualquier estructura académica e institucional de la Universidad.
- c) Debe ser capaz de crecer en cualquier sentido y permitir su realización por etapas, a medida que aumenten las necesidades.
- d) Deberá permitir cambios dentro de la misma función, por ejemplo, aumentar o reducir el tamaño de un aula.
- e) La planta física ha de permitir el cambio de funciones de los diversos espacios arquitectónicos.

Los datos anteriores demuestran que la Universidad fue creada con magnificencia en su diseño arquitectónico, sin embargo, no se previó el incremento acelerado del número de estudiantes de las diversas facultades que utilizan las instalaciones universitarias, que según datos del departamento de Registro y Estadística de la USAC, para el año 2004 ascendió a 87,121 estudiantes matriculados, siendo el diseño original del campus para una cobertura de 40,000.

**Figura 1.** Estudiantes inscritos en carreras con sede en Ciudad

Universitaria



**Fuente:** Registro y Estadística. USAC

Así también la gran cantidad de vehículos que actualmente ingresan y egresan de la Universidad, por las vías del anillo periférico y de la avenida Petapa creando congestionamiento vehicular con repercusión a nivel estudiantil y de docencia, ya que los tiempos de ingreso por estas importantes arterias, alcanzan de 45 minutos a una hora, debido a la gran cantidad de vehículos que ingresan por dichas arterias, sin mencionar la contaminación ambiental causada por la emisión de gases provenientes de estos vehículos.

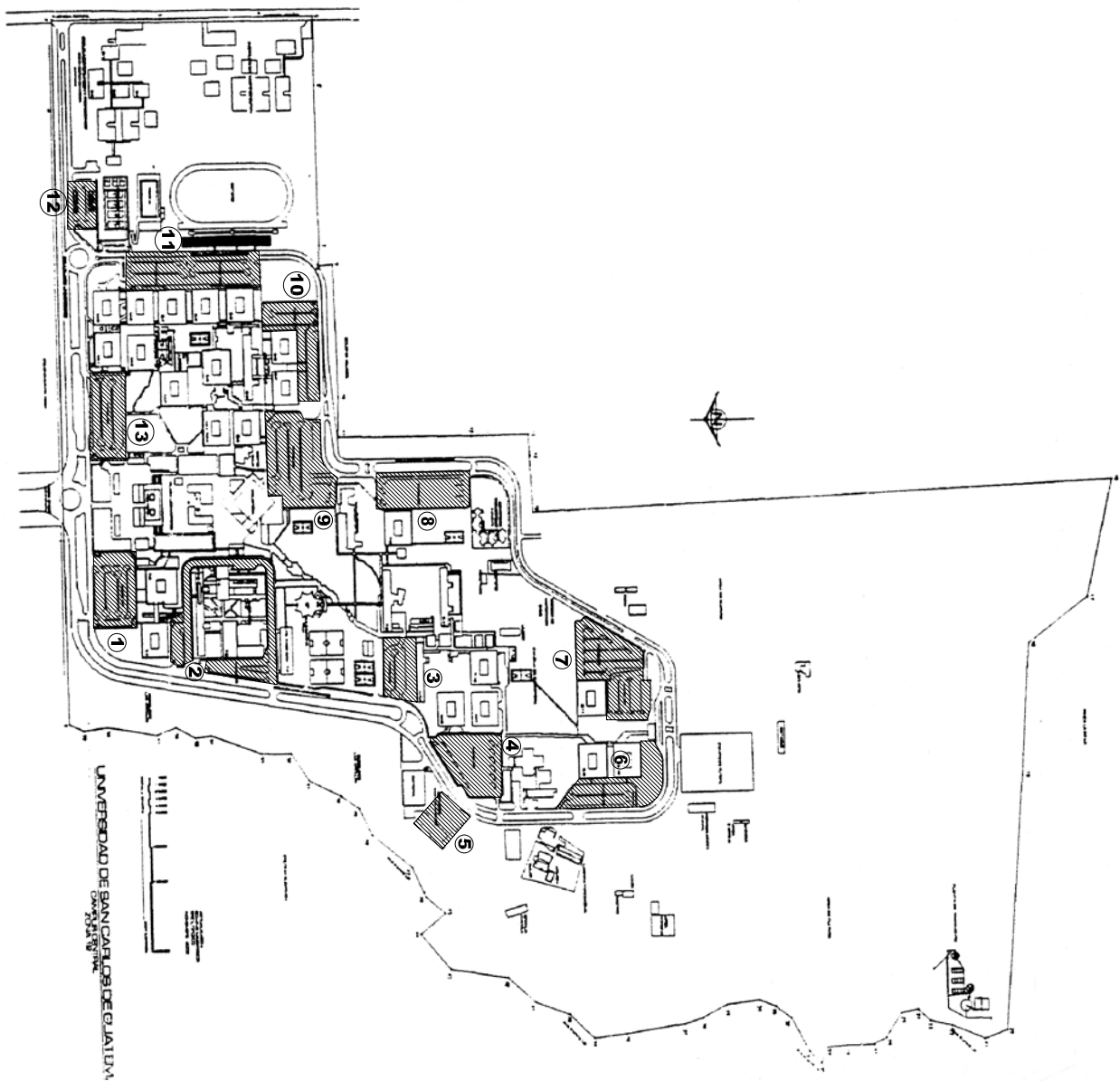


## **2. DETERMINACIÓN DE NECESIDAD**

En base a lo expuesto anteriormente podríamos decir que la infraestructura existente de la Ciudad Universitaria se ha visto rebasada por el número de población estudiantil, lo cual obviamente a repercutido en el aumento vehicular y la insuficiente capacidad de infraestructura del campus central para darle una ubicación correcta, segura y cómoda de los vehículos en las diversas unidades académicas ubicadas en el campus central, lo cual, ha provocado que los vehículos utilicen carriles de entrada por el anillo periférico y avenida Petapa como estacionamiento, agregando a esto, las paradas imprudentes e inapropiadas que realizan los pilotos de los buses, esto causa disminución en el flujo vehicular y cuellos de botella lo que produce atrasos en las llegadas a clase y gastos extras en combustibles.

A continuación se presentan los datos recopilados por el Departamento de Urbanización y Construcción de la Universidad de San Carlos a cerca de los espacios existentes de aparcamiento en el campus central y su distribución en base a un mapa de la planta de ciudad universitaria en la cual se identifica cada una de las zonas de aparcamiento existentes dentro de la ciudad.

FIGURA 2. Ubicación de parques dentro de Ciudad Universitaria



No.	UBICACION DE PARQUEO	NUMERO DE PARQUEOS
1	T-1 NORTE	315
2	INGENIERIA	487
3	T-10 NORTE	132
4	VETERINARIA	331
5	EDITORIAL	40
6	S-9 y S-10	220
7	S-11	310
8	T-9	205
9	REGISTRO Y ESTADISTICA SUR	390
10	S-8	198
11	CIENCIAS MEDICAS Y SOCIALES ESTE	295
12	DEPORTES	78
13	M-1	216
TOTAL DE PARQUEOS		3.217



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
UBICAC:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:		DISEÑO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

# PLANTA PARQUEO USAC

ESCALA: 1/650

TRAMA	TRAMA	HOJA No. 1 / 24
-------	-------	-----------------

A continuación se presenta la tabla de parque vehicular que se ubica en la zona perimetral del circuito universitario el cual provoca gran parte de los problemas de circulación interna del campus universitario tanto para el ingreso como para la salida, el levantamiento de datos se realizó durante la semana del Lunes 15 al Sábado 20, de marzo del año 2004 corrida, previo a la salida a descanso de semana santa en horario de 17:00 a 19:00 horas y los resultados fueron:

**Tabla I.** Parque vehicular estacionado en circuito universitario

<b>DIA DE LEVANTAMIENTO</b>	<b>CANTIDAD DE VEHICULOS PARQUEADOS</b>
LUNES 15 DE MARZO	850
MARTES 16 DE MARZO	790
MIERCOLES 17 DE MARZO	820
JUEVES 18 DE MARZO	750
VIERNES 19 DE MARZO	800
SABADO 20 DE MARZO	250
PROMEDIO SEMANAL	710

En base a los datos podríamos decir que en el campus central de la Universidad de San Carlos se tiene aproximadamente un déficit del 25% de área de parqueo en relación al parque vehicular que necesita aparcarse en el campus en las horas pico pues se tiene un total 3217 lugares para parqueo actualmente y el promedio semanal de autos que aparcan en un lugar indebido es de 710 automotores estos datos se obtuvieron del levantamiento de datos.





### 3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Debido a los indicadores que nos marcan un alta necesidad de ordenamiento del parque vehicular que se ubica dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala principalmente en horas pico de ocupación por lo cual se cree en encontrar una solución que satisfaga las necesidades de parqueo del estudiantado lo que a su vez permita eliminar el tránsito del circuito universitario por medio de una ubicación que no complique más aún el caos vial ya existente, de lo cual surge la siguiente propuesta.

Creación de un edificio de sótanos que permita eliminar el estacionamiento de vehículos en el circuito universitario, que entorpece o disminuye la capacidad de circulación vehicular. En el presente trabajo se presenta el cálculo , diseño y costos de la edificación propuesta la cual se propone que sea ubicada en parte del área de la **PLAZA DE LOS MÁRTIRES**, con ingreso y egreso, por el parqueo del M-6 y M-7 al oeste, en calidad de sótano para no cambiar totalmente la forma actual de la plaza, se propone está área pues posee una ubicación cómoda y accesible pues es cercana a la mayoría de unidades académicas del campus central y además está muy cercana a los ingresos y egresos principales de la Ciudad Universitaria.

Esta propuesta será llevada a cabo partiendo de los datos recopilados en la investigación de campo se propone una edificación que permita el aparcamiento de 850 automóviles, lo cual nos permitiría solucionar los problemas actuales de reducción de vías del circuito universitario, pues tendríamos capacidad de brindar aparcamiento y seguridad para la totalidad de autos que lo necesitan en las horas pico, además como se mencionaba anteriormente se propondrá una edificación que permita conservar la utilización de la **PLAZA DE LOS MÁRTIRES** con su uso actual.

A continuación se presenta los planos de levantamiento topográfico del área propuesta así como el plano de localización del área dentro de la Ciudad Universitaria siendo ambos parte de este capítulo.

FIGURA 3. Zona propuesta para construcción del edificio de parques

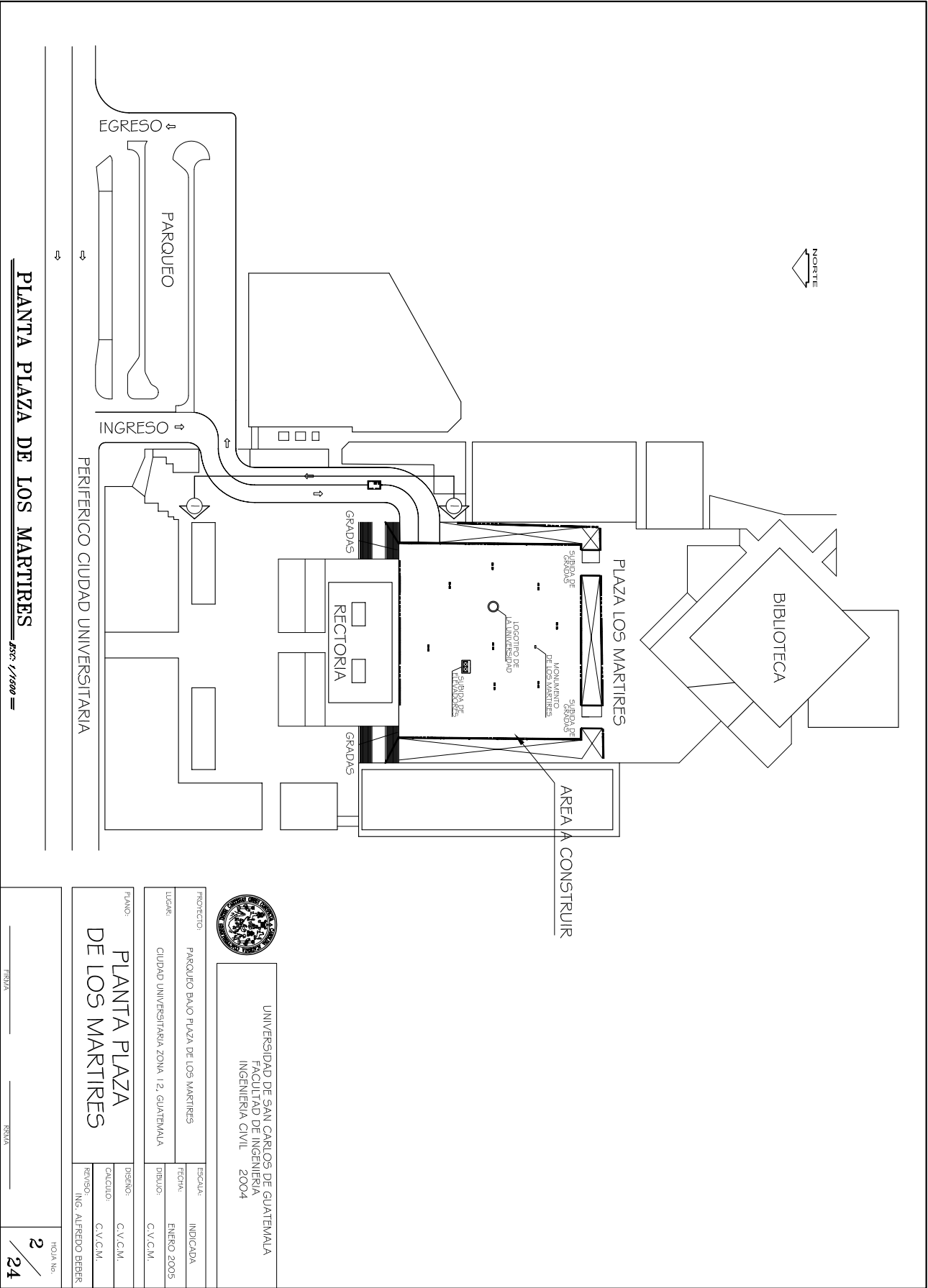
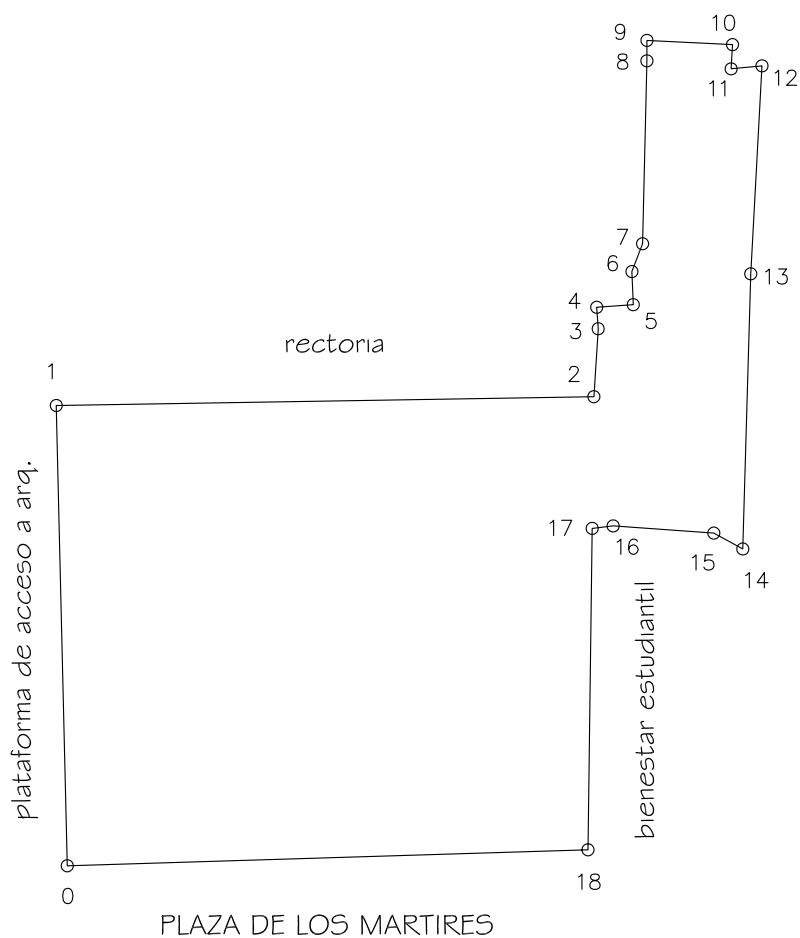


FIGURA 4. Planta de poligono



DE	PO	RUMBOS	DISTANCIA
0	1	N 1°21'55" W	76.12
1	2	N 89°3'53" E	88.9
2	3	N 3°36'53" E	11.25
3	4	N 3°51'55" W	3.56
4	5	N 85°57'17" E	6.06
5	6	N 2°16'31" W	5.48
6	7	N 20°54'48" E	4.92
7	8	N 1°21'53" E	30.25
8	9	N 0°9'17" E	3.38
9	10	S 87°9'55" E	14.16
10	11	S 3°13'29" W	4.01
11	12	N 84°26'5" E	5.13
12	13	S 3°6'17" W	34.44
13	14	S 1°38'41" W	45.5
14	15	N 61°18'19" W	5.47
15	16	N 85°56'7" W	16.69
16	17	S 83°23'41" W	3.49
17	18	S 0°44'41" W	53.14
18	0	S 88°14'24" W	86.14



$$\text{AREA} = 8342.63 \text{ mts}^2 = 11939.55 \text{ vrs}^2$$



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:  PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES		ESCALA:	1/1 250
		FECHA:	ENERO 2005
LUGAR:  CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 1 2, GUATEMALA		DIBUJO:	C.V.C.M.
		DISEÑO:	C.V.C.M.
PLANO:		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER
<div><div></div><div>FIRMA</div></div> <div><div></div><div>FIRMA</div></div>		HOJA No. <b>3</b> <div><div></div><div>24</div></div>	

## **4. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS E INSTALACIONES**

En el presente capítulo se presenta la propuesta final de distribución de espacios alcanzada a partir del estudio y análisis de los diferentes factores, tanto internos como externos, que influirán en el desarrollo funcional del área de aparcamiento, así como el desenvolvimiento de una correcta circulación vehicular y peatonal por planta, además de la distribución de servicios diversos y las consideraciones que se tomaron para realizar el diseño las instalaciones, de energía y fuerza, agua potable, drenaje sanitario, de las plantas típicas en base a cada uno de los sótanos que se trate.

### **4.1 Consideraciones para instalación de luz y fuerza**

Para la instalación de luz y fuerza se considero hacer la toma de la acometida desde una de las líneas de la Ciudad Universitaria, en el diseño del sistema se considero tomar un tablero principal colocado en el sótano uno en el cuarto de controles, el cual reciba la acometida y distribuya una línea por sótano con cable calibre 2, en cada uno de los sótanos un tablero que reciba la línea del tablero principal, el cual distribuya a un control maestro con el que se controlará cada uno de los 11 circuitos con los que contará cada sótano, todo esto con el fin de poder centralizar los controles de energía.

Cada uno de los 11 circuitos del sótano contara con 11 lámparas de 2 por 40 watts, existirá 5 tomacorrientes dobles por sótano, la corriente se distribuirá con cable calibre 10 para las líneas viva, neutro y retorno, las cuales se conducirán por medio de la tubería de conduit dentro de la estructura con lo que la distribución de energía quedará completa.

## **4.2 Consideraciones para diseño de red de agua potable**

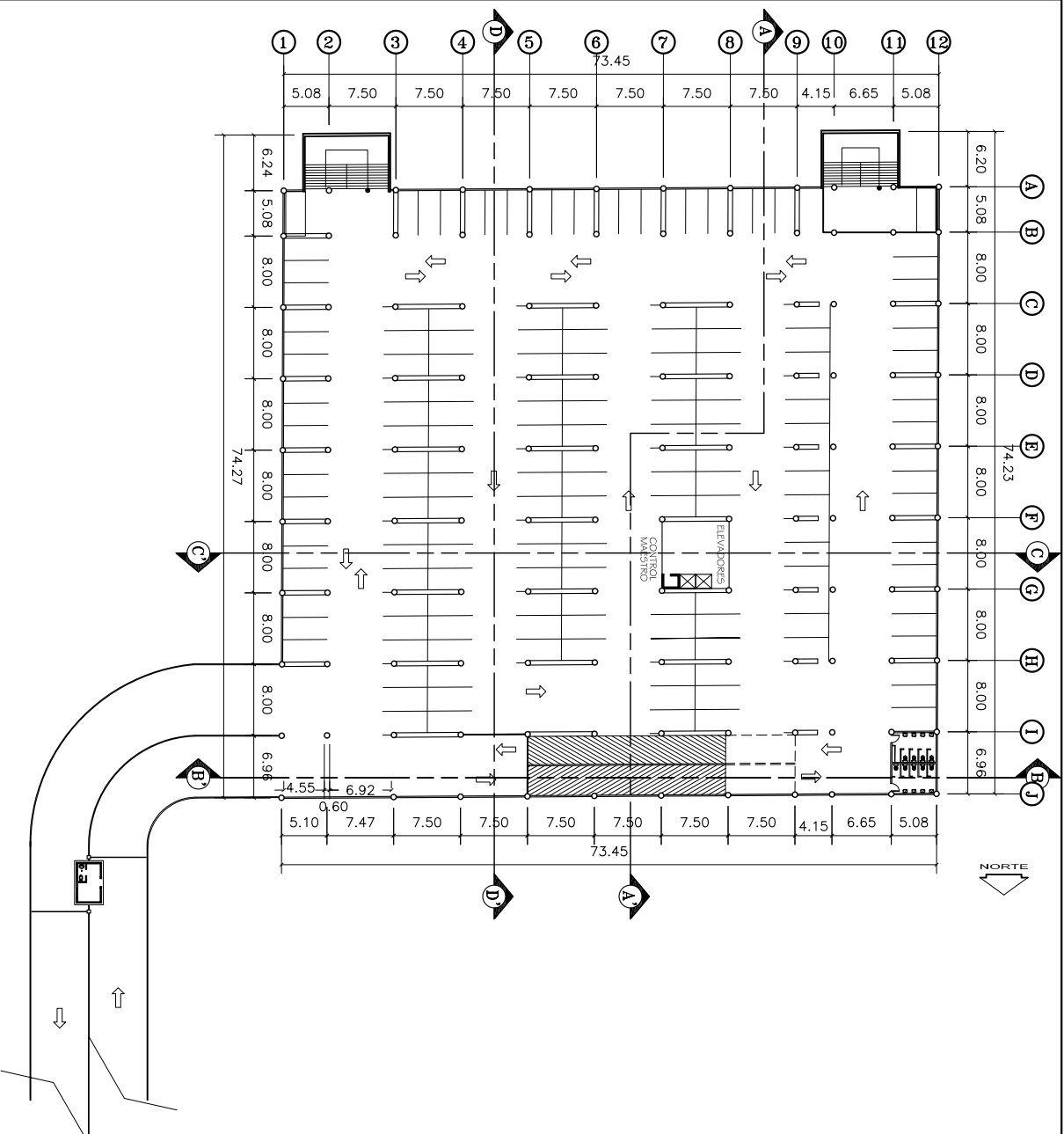
Para el diseño de la red de agua potable del edificio se considero el tomar el agua potable de la red de agua potable de la Ciudad Universitaria, para el cálculo del diámetro de la tubería consideramos que la población a servir será de 4250 usuarios diarios y una dotación de 50 litros/habitante/día con lo que se obtuvo un diseño de 5 circuitos cerrados uno por sótano y una conducción con la cual los 5 sótanos serán abastecidos por 2 bajadas de agua con llaves de paso las cuales podrán ser cerradas en el caso de que sea necesaria alguna reparación en el sistema, el tipo de tubería será pvc de 150 P.S.I.

## **4.3 Consideraciones para diseño de red de drenajes**

Para el diseño de la red de drenajes se considero un total de 4250 usuarios diarios, una dotación de 50 litros/habitante/día y un factor de retorno del 80% y tubería de pvc de 150 P.S.I., lo que nos arrojo los diámetros que se presentan en la planta de drenajes, debido a la profundidad a la que se encuentran los sótanos no es posible conectar la red drenajes del edificio a la red de drenajes de la Ciudad Universitaria, por lo que se tomo la decisión de conectar los drenajes a una fosa séptica y esta a su vez a pozos de absorción, para lo que en el diseño se propone reunir las aguas residuales del sótano 1 y 2 en una tubería, en otra tubería se propone reunir la aguas residuales del sótano 3 y 4, las aguas residuales del sótano 5 independientes, y todas se reunirán en una caja, la cual las conducirá hacia la fosa séptica.

En el diseño de la red de drenajes de aguas pluviales se considera drenar el área superior del edificio y los taludes laterales a la edificación, para el diseño nos basamos en los datos de esorrentía para la ciudad capital y el coeficiente de infiltración del material de la superficie que en este caso es concreto, lo que nos permitió tener 16 bajadas de agua de tubería de 4 pulgadas las cuales descargan en cajas reunidoras de caudal que también reciben el agua pluvial de un área determinada del talud y estas conducen el agua drenada hasta converger en la fosa séptica.

FIGURA 5. Planta machote sótano 1



SOTANO No 1. PARQUEO USAC

**==BSC: 1/550==**



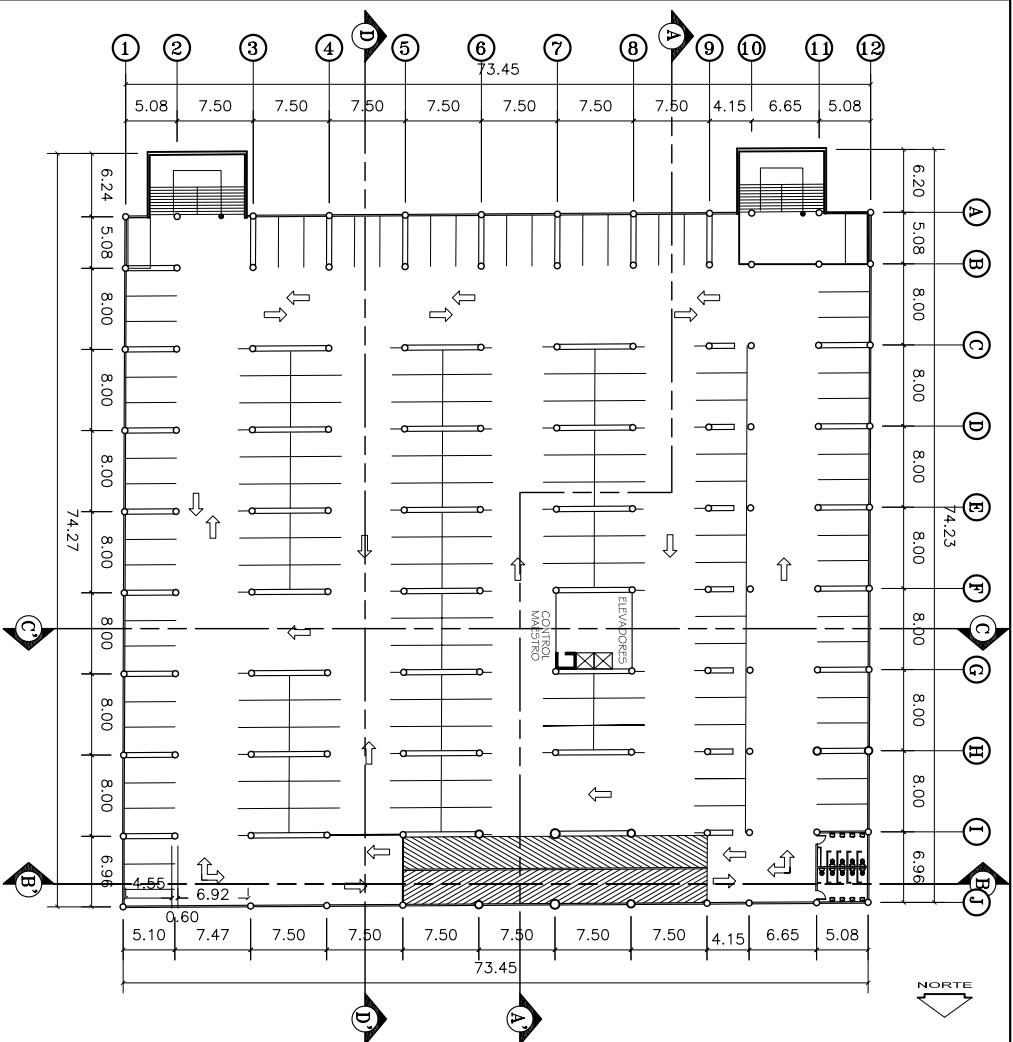
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CUIDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DEBIDO:	C.V.C.M.
PLANO:		DISENO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

FRODO FRODO	HOJA NO. 4 / 24
----------------	--------------------



FIGURA 6. Planta típica machote sótanos 2, 3 y 4



SOTANOS 2, 3 y 4. PARQUEO USAC

Esc: 1/550



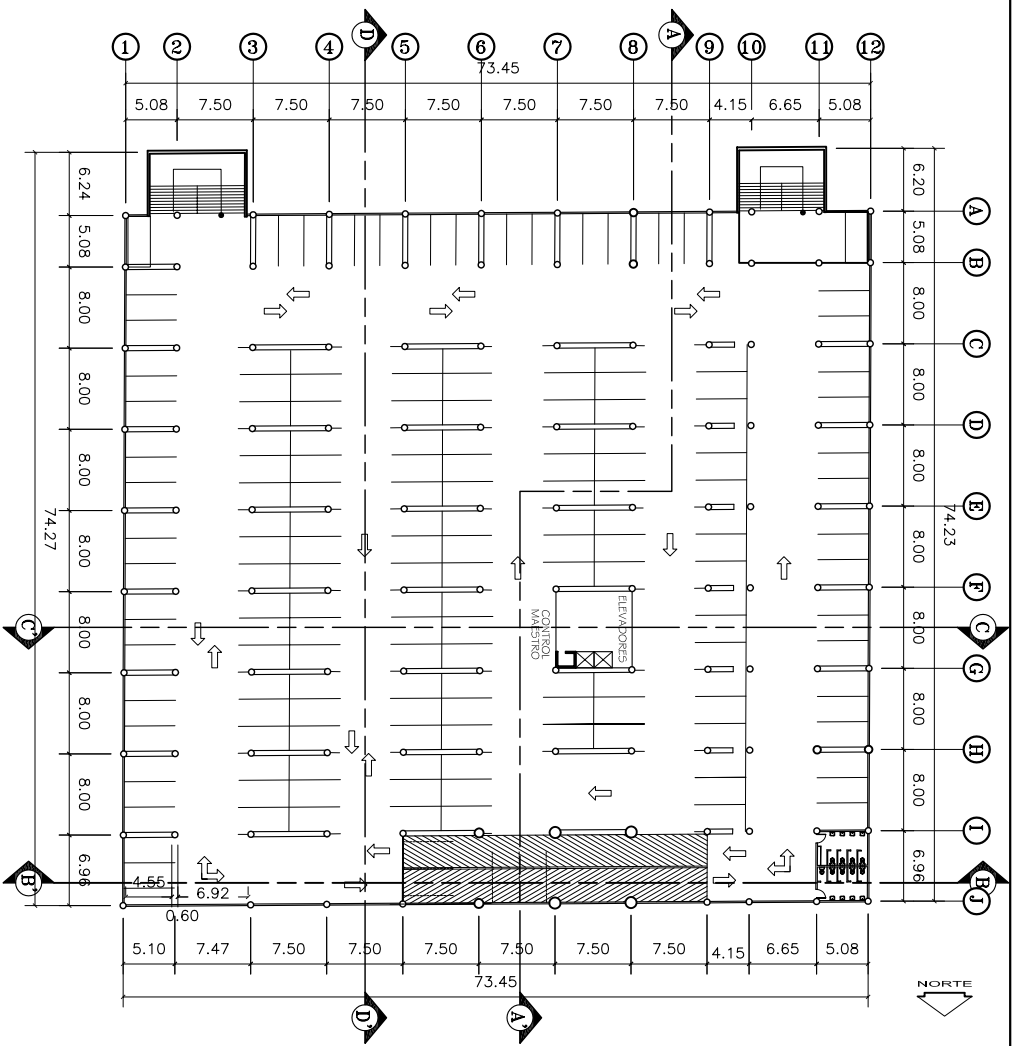
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DIBUJO:	C.V.C.M.

PLANO:	DISEÑO:	C.V.C.M.
	CALCULO:	C.V.C.M.
	REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

TRAMA	TRAMA	HOJA No. 5 / 24
-------	-------	-----------------

FIGURA 7. Planta machote sótano 5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CUIDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DIBUJO:	C.V.C.M.

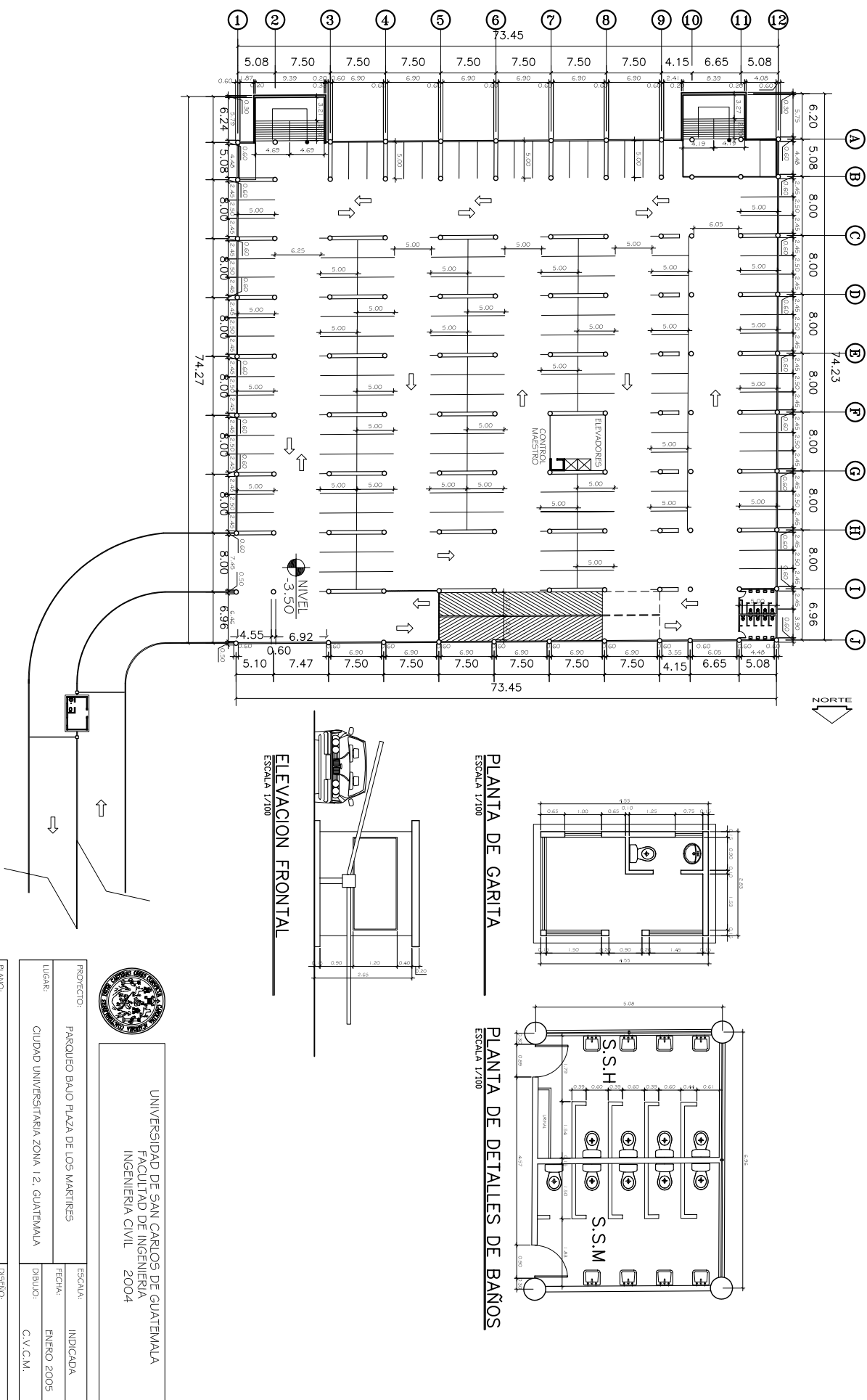
PLANO:	DISEÑO:	C.V.C.M.
	CALCULO:	C.V.C.M.
	REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

SOTANO No 5. PARQUEO USAC

Esc: 1/500

HOJA No.	6
FECHA	FECHA

FIGURA 8. Planta acotada sótano 1



SOTANO No 1. PARQUEO USAC

ESCA: 1/550



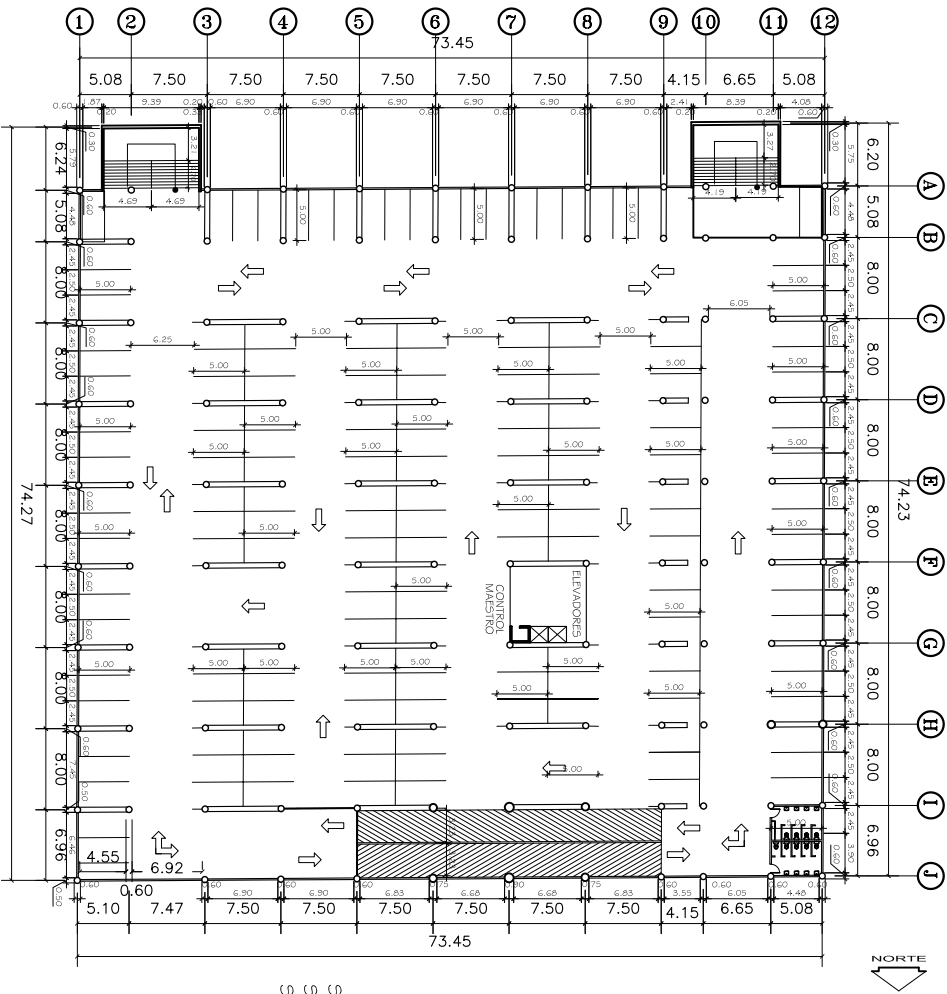
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:		DIBUJO:	C.V.C.M.
		DISEÑO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISOR:	ING. ALFREDO BEBER

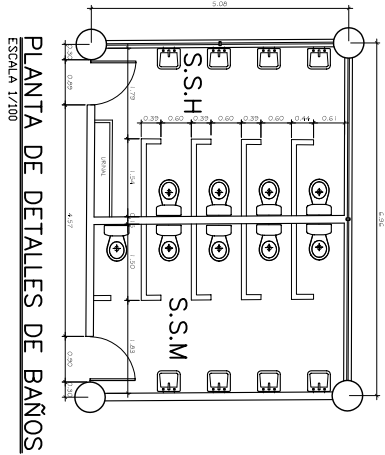
PLANTA ACOTADA

TRINXA	TRINXA	HOLA No.
		7/24

FIGURA 9. Planta acotada sótanos 2,3 y 4



SOTANO 2 NIVEL - 7.00  
SOTANO 3 NIVEL - 10.50  
SOTANO 4 NIVEL - 14.00



SOTANOS 2, 3 y 4. PARQUEO USAC

ESCA: 1/650

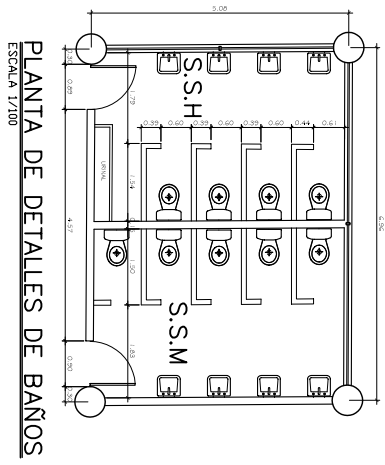
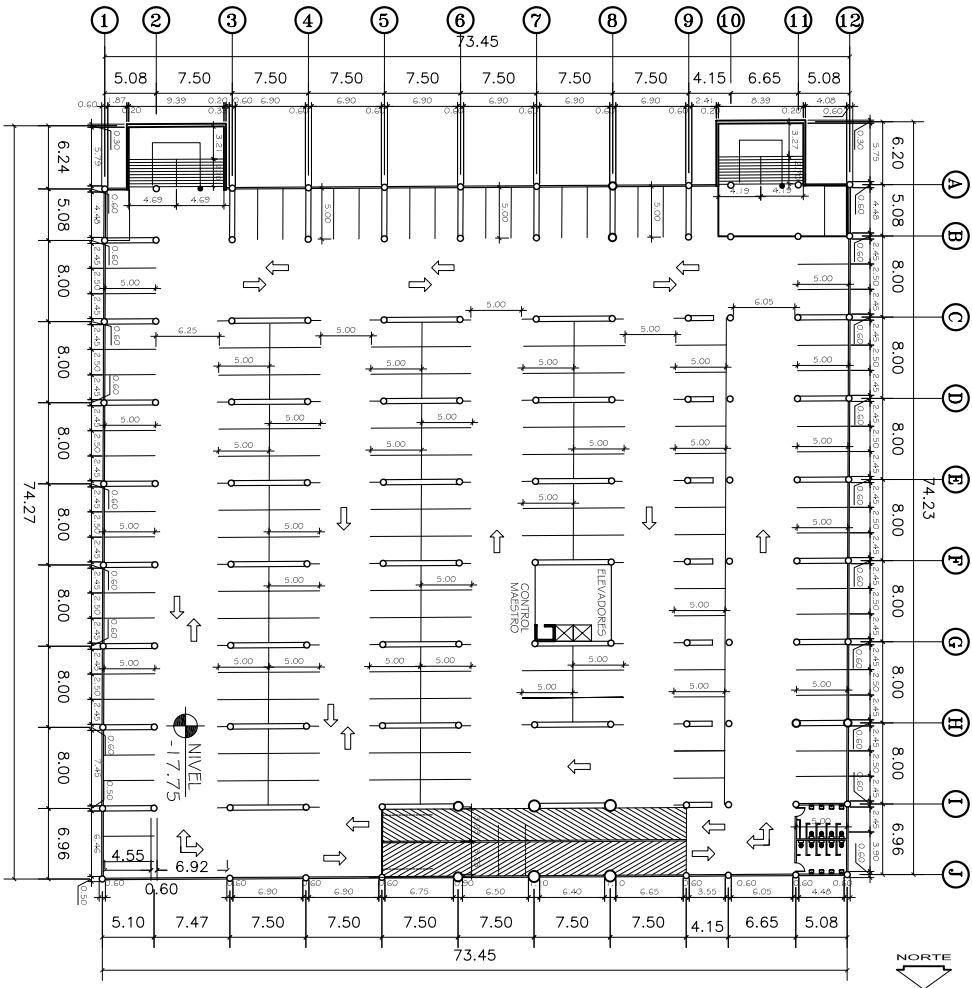


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
	LUGAR:		
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	DIBUJO:	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:	DISEÑO:	CALCULO:	C.V.C.M.
PLANTA ACOTADA	REVISOR:	ING. ALFREDO BEBER	C.V.C.M.

FOLIA No.	8	24
TIRADA	TIRADA	TIRADA

FIGURA 10. Planta acotada sótano 5



SOTANO No 5. PARQUEO USAC

Esc: 1/550

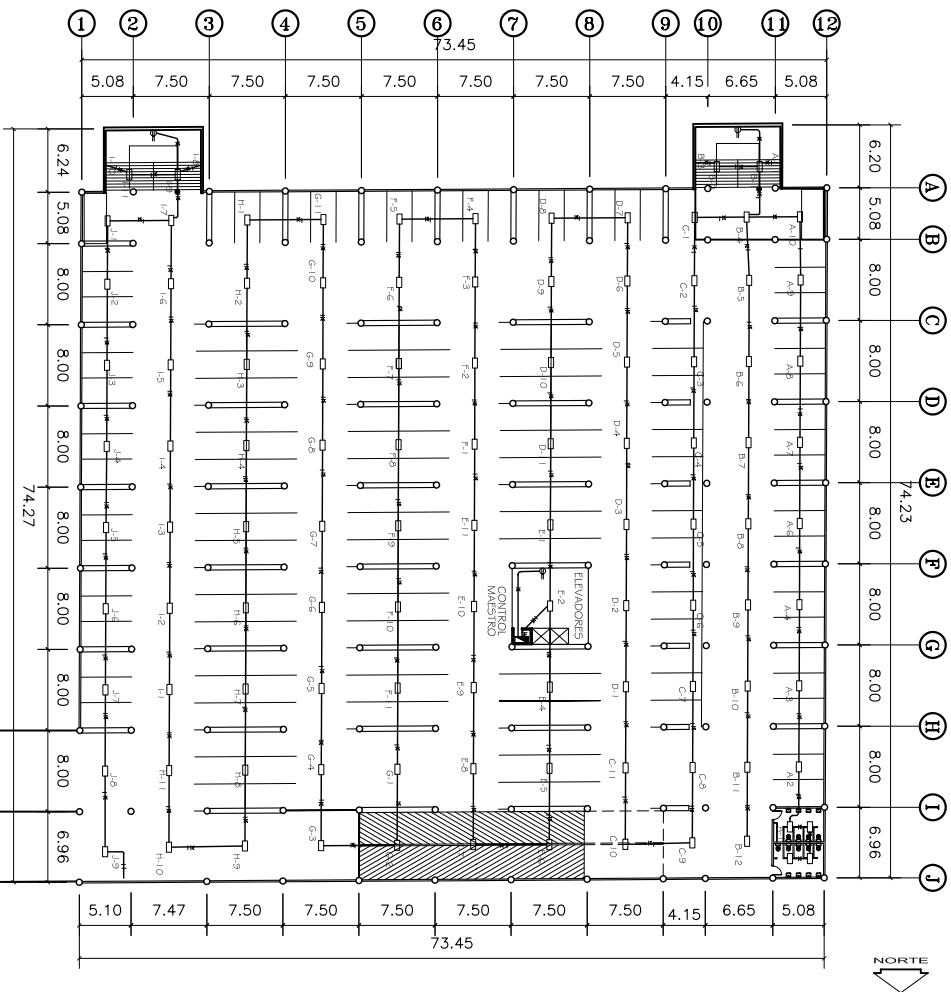


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

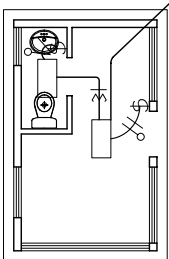
PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DEBIDO:	C.V.C.M.
PLANO:	PLANTA ACOTADA	DESEN:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

FECHA	FECHA	HOJA No.
		9/24

FIGURA 11. Planta de instalaciones eléctricas sótano 1



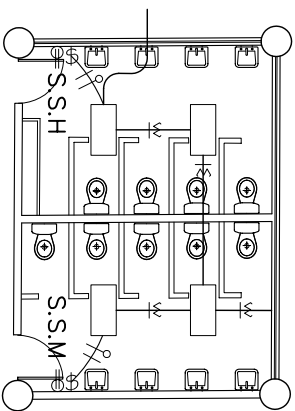
HACIA CONTROL MAESTRO



**PLANTA ELECTRICA DE GARITA**

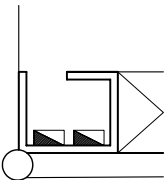
ESCALA 1/100

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
A-1	LAMPARA EN CIELO
2 * 4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
H=1.70 S.N.P.T.	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE # TW
ψ	INTERRUPTOR SIMPLE
H=1.20 S.N.P.T.	LÍNEA VIVA CALIBRE # TW
+	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE #
—	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø4\"/>
⊖	TOMACORRIENTE 110 V



**PLANTA DE DETALLES DE BAÑOS**

ESCALA 1/100



**PLANTA DE CONTROL MAESTRO**

ESCALA 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DIBUJO:	C.V.C.M.

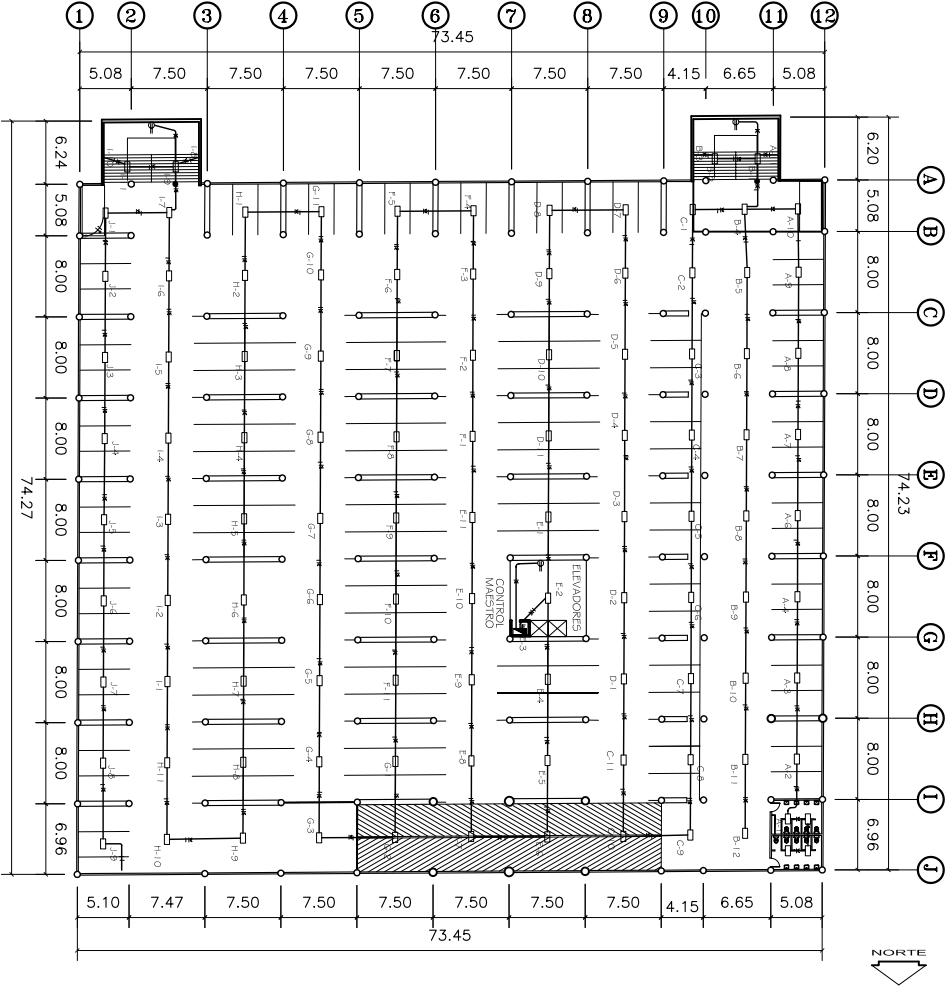
PLANO:	PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS	DISEÑO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISOR:	ING. ALFREDO BEBER

**SOTANO No 1. PARQUEO USAC**

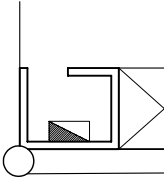
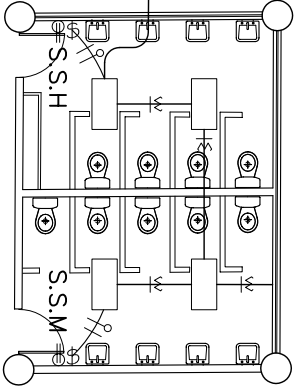
ESCA: 1/550

TRINXA	TRINXA	HOJA No. 10/24
--------	--------	----------------

FIGURA 12. Planta de instalaciones eléctricas sótanos 2, 3 y 4



SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA	
	SIMBOLO
LAMPARA EN CIELO	SIGNIFICADO
	A-1
2 * 4	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	
	H=1.70 S.N.P.T.
LÍNEA NEUTRAL CALIBRE # TW	
	INTERRUPTOR SIMPLE
	H=1.20 S.N.P.T.
LÍNEA VIVA CALIBRE # TW	
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE #
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø# O
	INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	TOMACORRIENTE 110 V



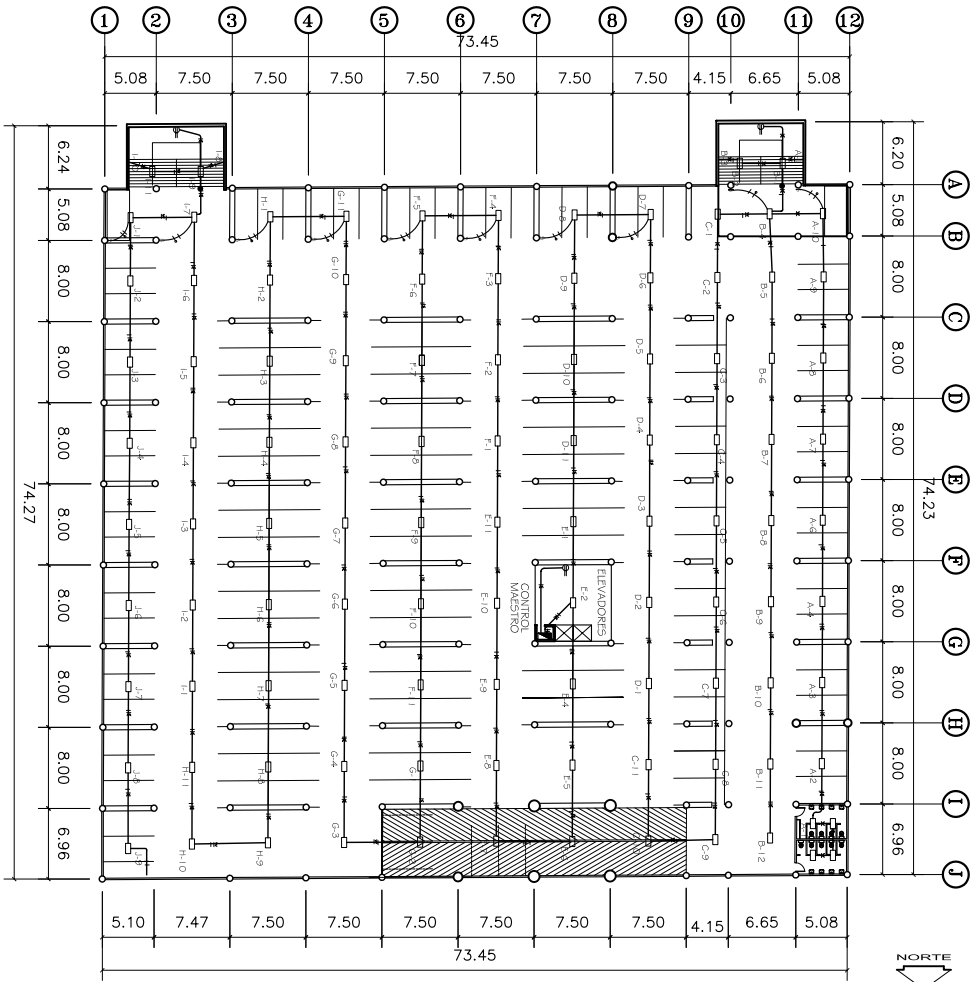
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:	PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS	DIBUJO:	C.V.C.M.
DISEÑO:	C.V.C.M.	REVISOR:	C.V.C.M.
CALCULO:	C.V.C.M.	INGENIERO:	ALFREDO BEBER

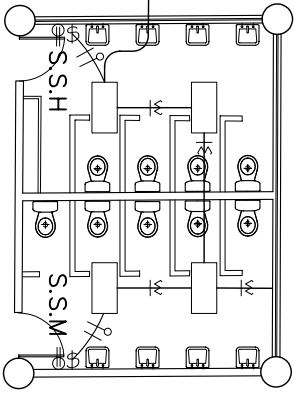
SOTANOS 2, 3 y 4. PARQUEO USAC

ESCA 1/550

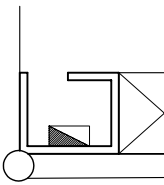
FIGURA 13. Planta de instalaciones eléctricas sótano 5



SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
A-1	LAMPARA EN CIELO
2 * 4	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN
H=1.70 S.N.P.T.	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE # TW
ψ	INTERRUPTOR SIMPLE
H=1.20 S.N.P.T.	LÍNEA VIVA CALIBRE # TW
+	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE #
⊕	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø# O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
⊖	TOMACORRIENTE 110 V



PLANTA DE DETALLES DE BAÑOS  
ESCALA 1/100



PLANTA DE CONTROL MAESTRO  
ESCALA 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DEBUIO:	C.V.C.M.

PLANO:	PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS	DESENIO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

SOTANO No 5. PARQUEO USAC

ESCA: 1/550

TRAXA	TRAXA	HOLIA No.	12/24
-------	-------	-----------	-------



FIGURA 14. Planta de instalaciones de agua potable sótano 1

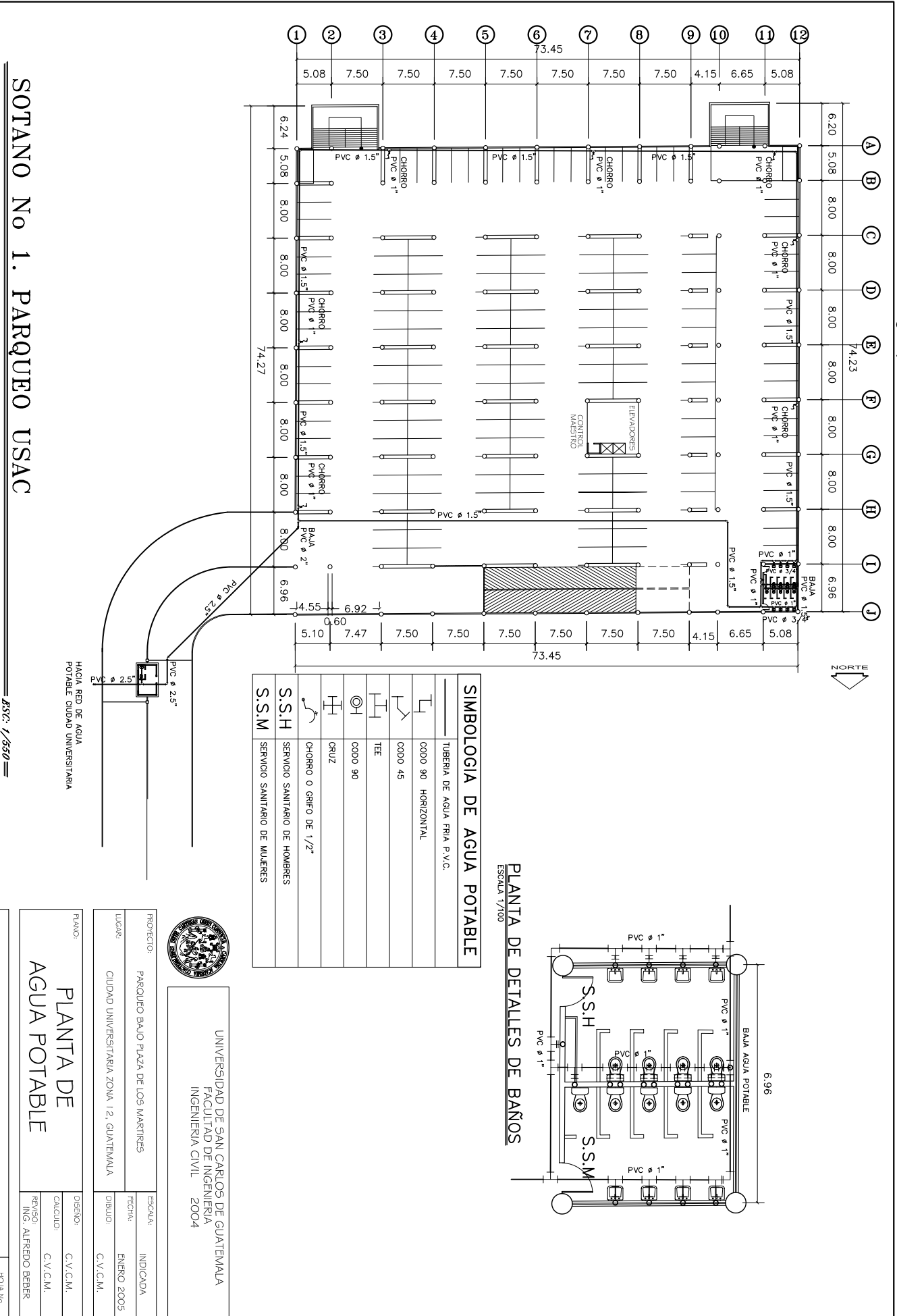
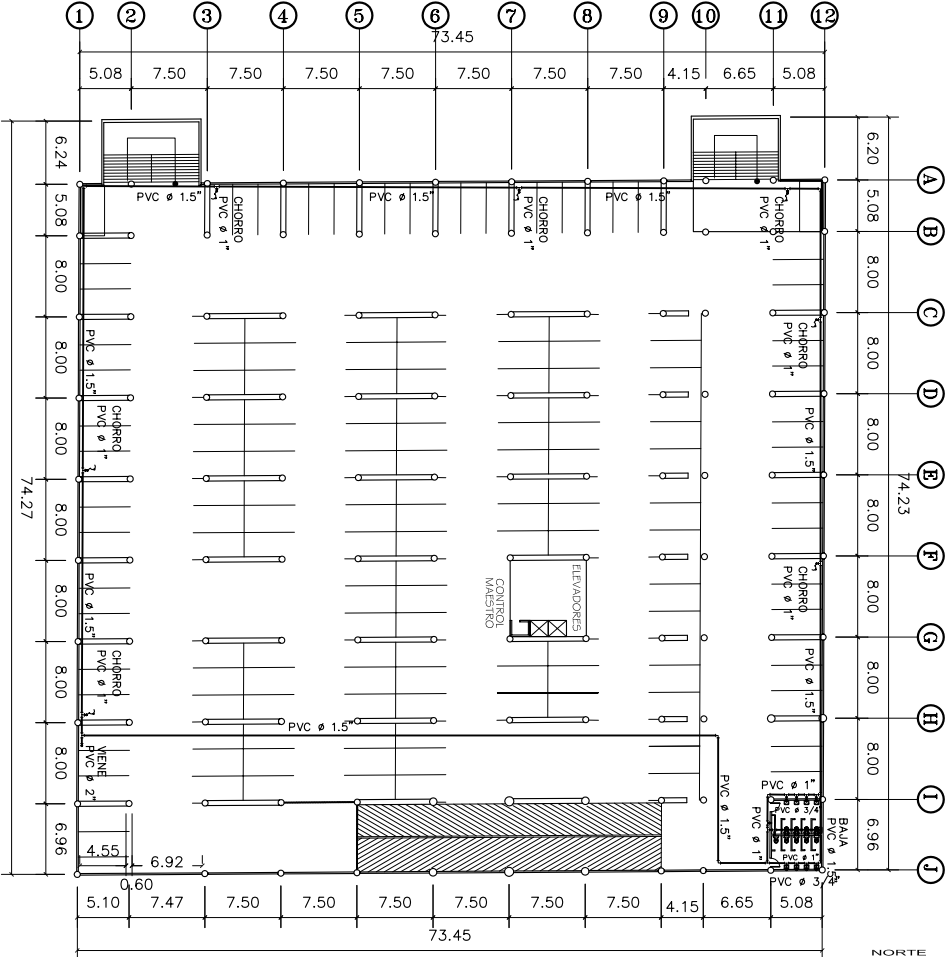
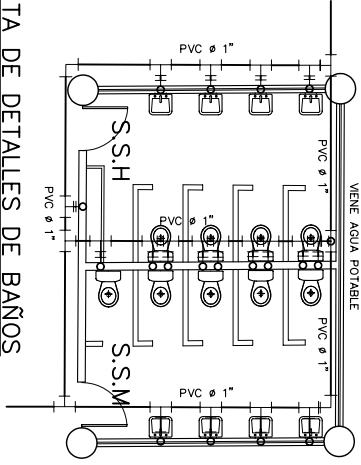


FIGURA 15. Planta de instalaciones de agua potable sótanos 2, 3 y 4



PLANTA DE DETALLES DE BAÑOS

ESCALA 1/100



SIMBOLOGIA DE AGUA POTABLE	
	COOD 90 HORIZONTAL
	COOD 45
	TEE
	COOD 90
	CHORRO o GRIFO DE 1/2"
	S.S.H SERVICIO SANITARIO DE HOMEBRES
	S.S.M SERVICIO SANITARIO DE MUJERES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

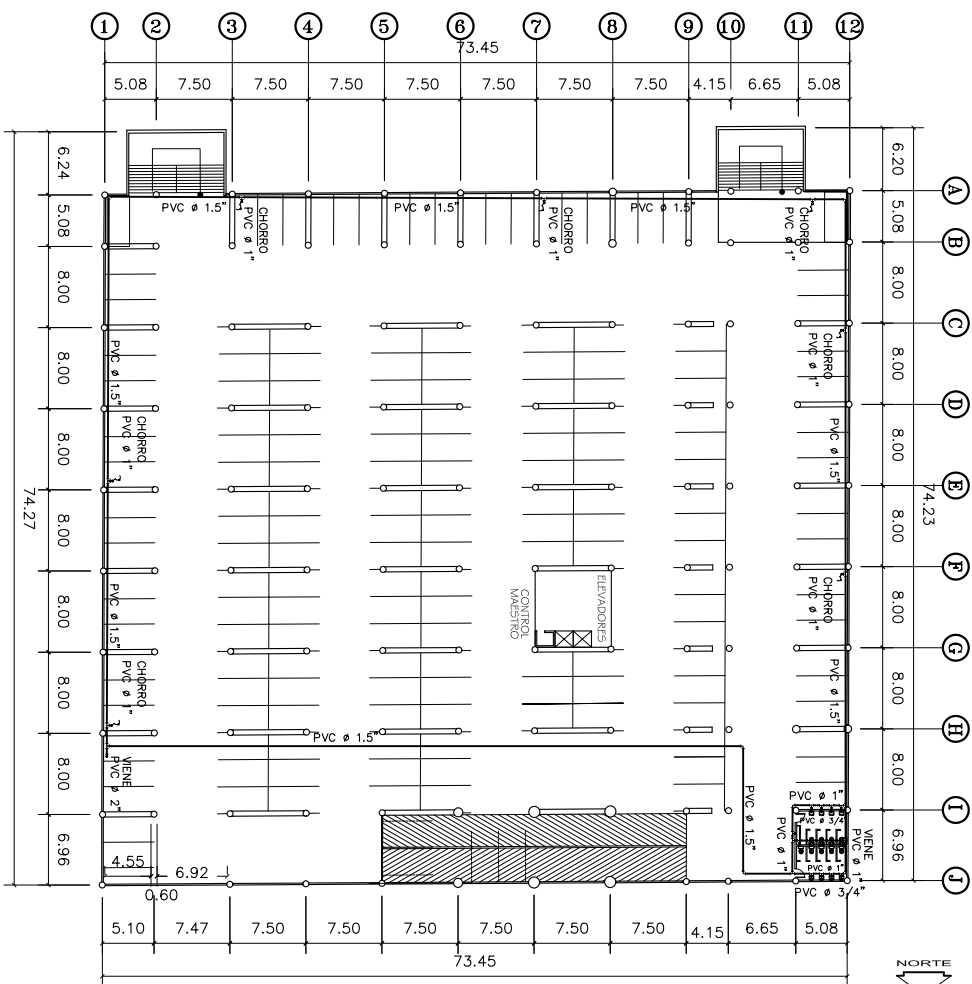
PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:	PLANTA DE AGUA POTABLE	DISEÑO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISOR:	ING. ALFREDO BEBER

SOTANOS 2, 3 y 4. PARQUEO USAC

ESCA: 1/550

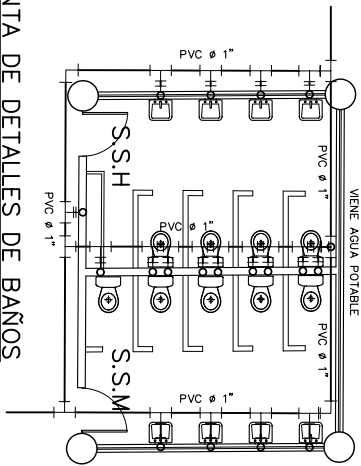
TRAXA	TRAXA	HOJA No. 14/24
-------	-------	----------------

FIGURA 16. Planta de instalaciones de agua potable sótano 5



PLANTA DE DETALLES DE BAÑOS

ESCALA 1/100



SIMBOLOGIA DE AGUA POTABLE	
	TUBERIA DE AGUA FRIA P.V.C.
	CODO 90 HORIZONTAL
	CODO 45
	TEE
	CODO 90
	CRUZ
	CHORRO O GRIFO DE 1/2"
	S.S.H SERVICIO SANITARIO DE HOMEBRES
	S.S.M SERVICIO SANITARIO DE MUJERES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

SOTANO No 5. PARQUEO USAC

ESCA: 1/550

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:	PLANTA DE AGUA POTABLE	DESEN:	C.V.C.M.
		CAULO:	C.V.C.M.
		REVIS:	ING. ALFREDO BEBER

TRAXA	TRAXA	15/24
-------	-------	-------

FIGURA 17. Planta de instalación de drenajes sótano 1

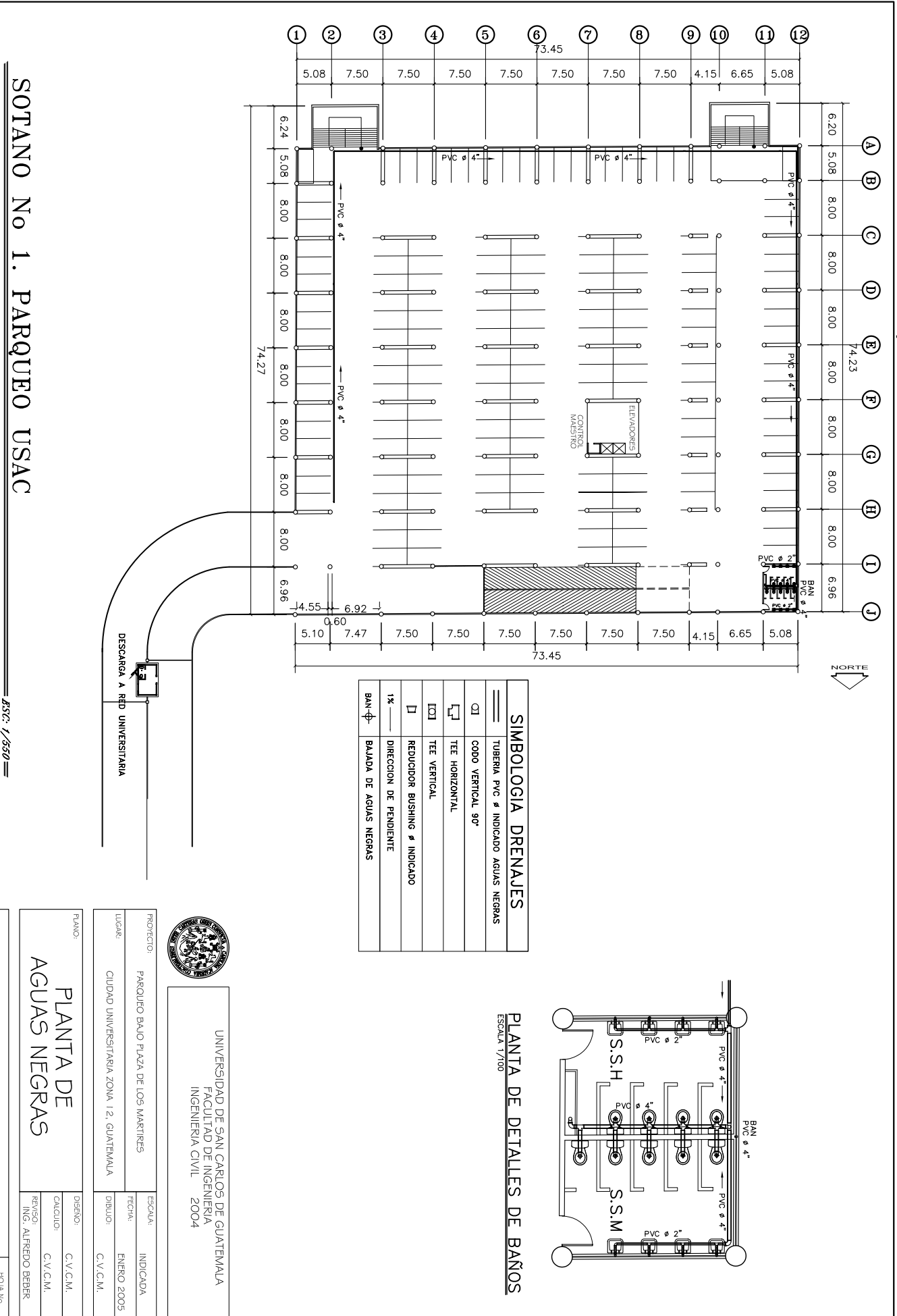
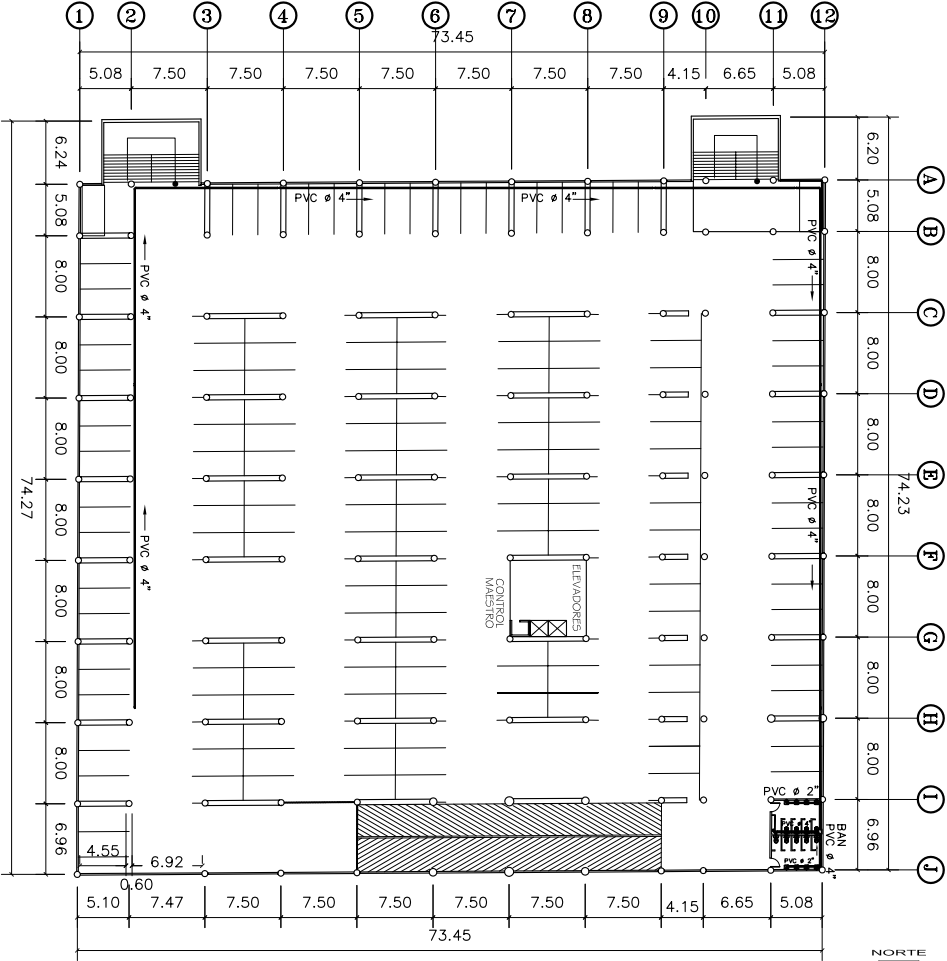
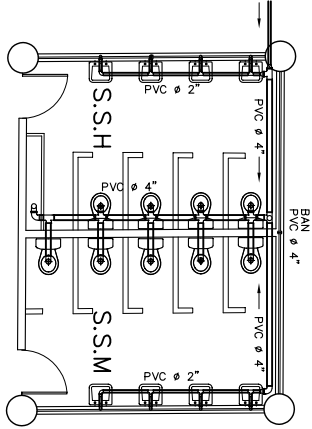


FIGURA 18. Planta de instalación de drenajes sótanos 2, 3 y 4



SIMBOLOGIA DRENAJES	
	TUBERIA PVC Ø INDICADO AGUAS NEGRAS
	CODO VERTICAL 90°
	TEE HORIZONTAL
	TEE VERTICAL
	REDUCTOR BUSHING Ø INDICADO
	DIRECCION DE PENDIENTE
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS



SOTANOS 2, 3 y 4. PARQUEO USAC

ESCC-1/550

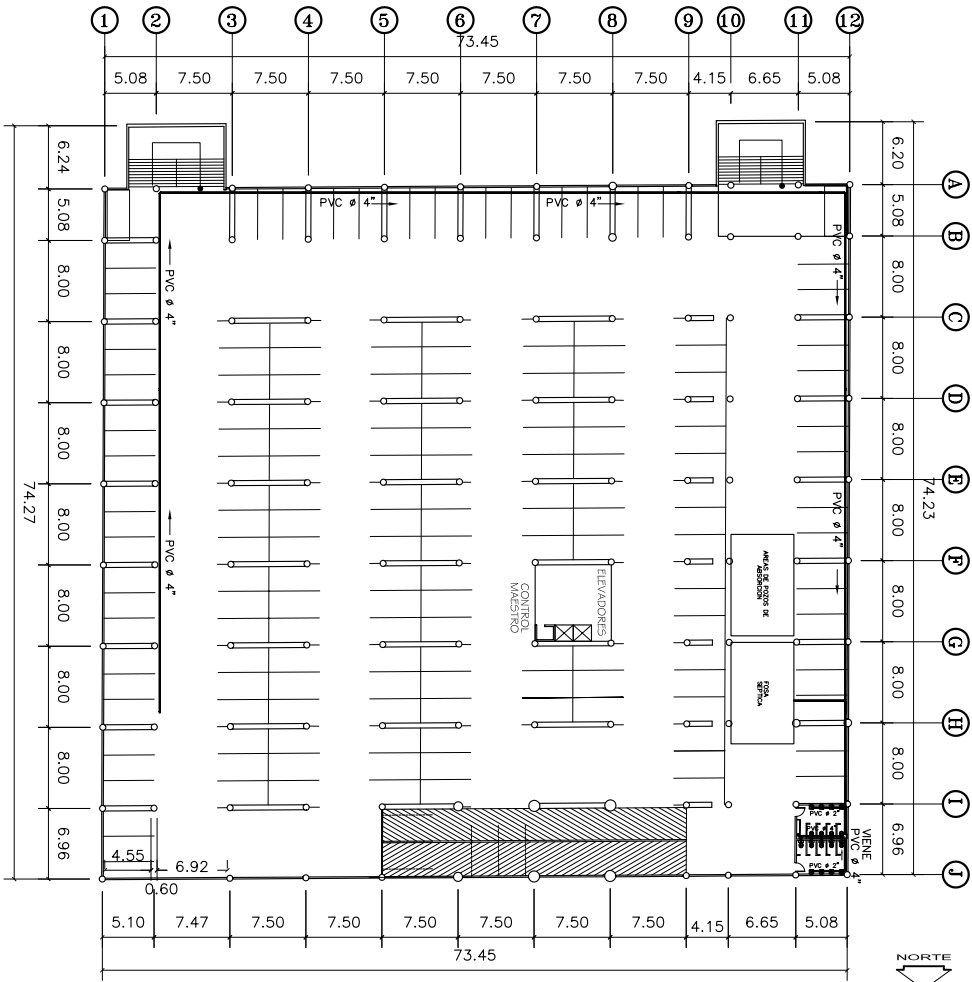


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

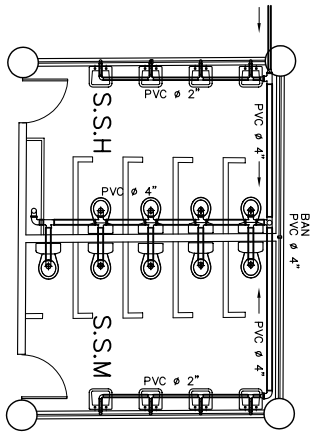
PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:	PLANTA DE AGUAS NEGRAS	DISEÑO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISOR:	ING. ALFREDO BEBER

TRAXA	TRAXA	HOJA No. 17/24
-------	-------	----------------

FIGURA 19. Planta de instalación de drenajes sótano 5



SIMBOLOGIA DRENAJES	
	TUBERIA PVC ø INDICADO AGUAS NEGRAS
	CODO VERTICAL 90°
	TEE HORIZONTAL
	TEE VERTICAL
	REDUCIDOR BUSHING ø INDICADO
	DIRECCION DE PENDIENTE
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS



SOTANO No 5. PARQUEO USAC

Esc: 1/550

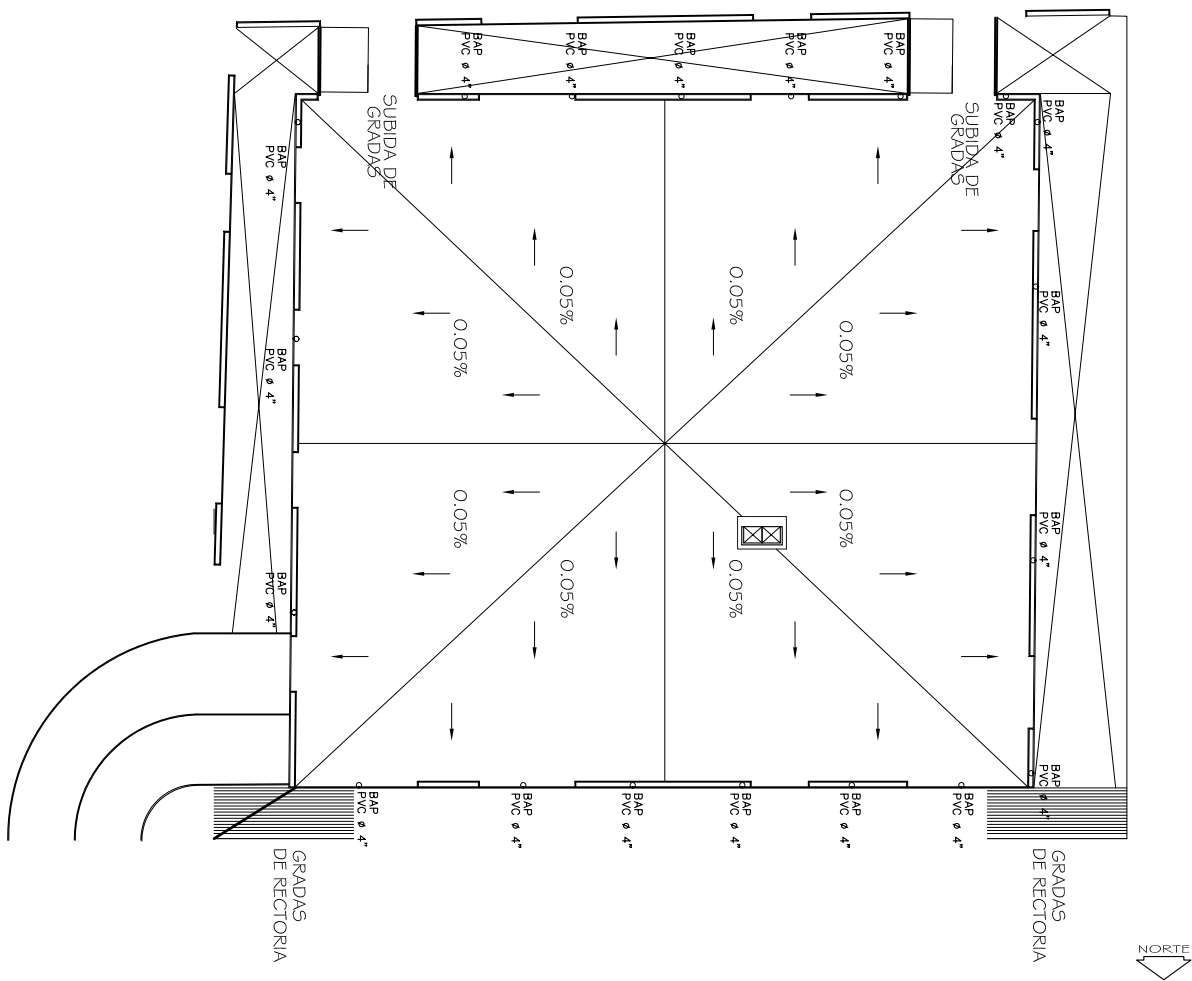


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
PLANO:	PLANTA DE AGUAS NEGRAS	DISEÑO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER
		ING. ALFREDO BEBER	

TRAXA	TRAXA	18/24
-------	-------	-------

FIGURA 20. Planta de instalación de bajadas de agua pluvial



PLANTA DE PAÑUELOS

Escala: 1/500



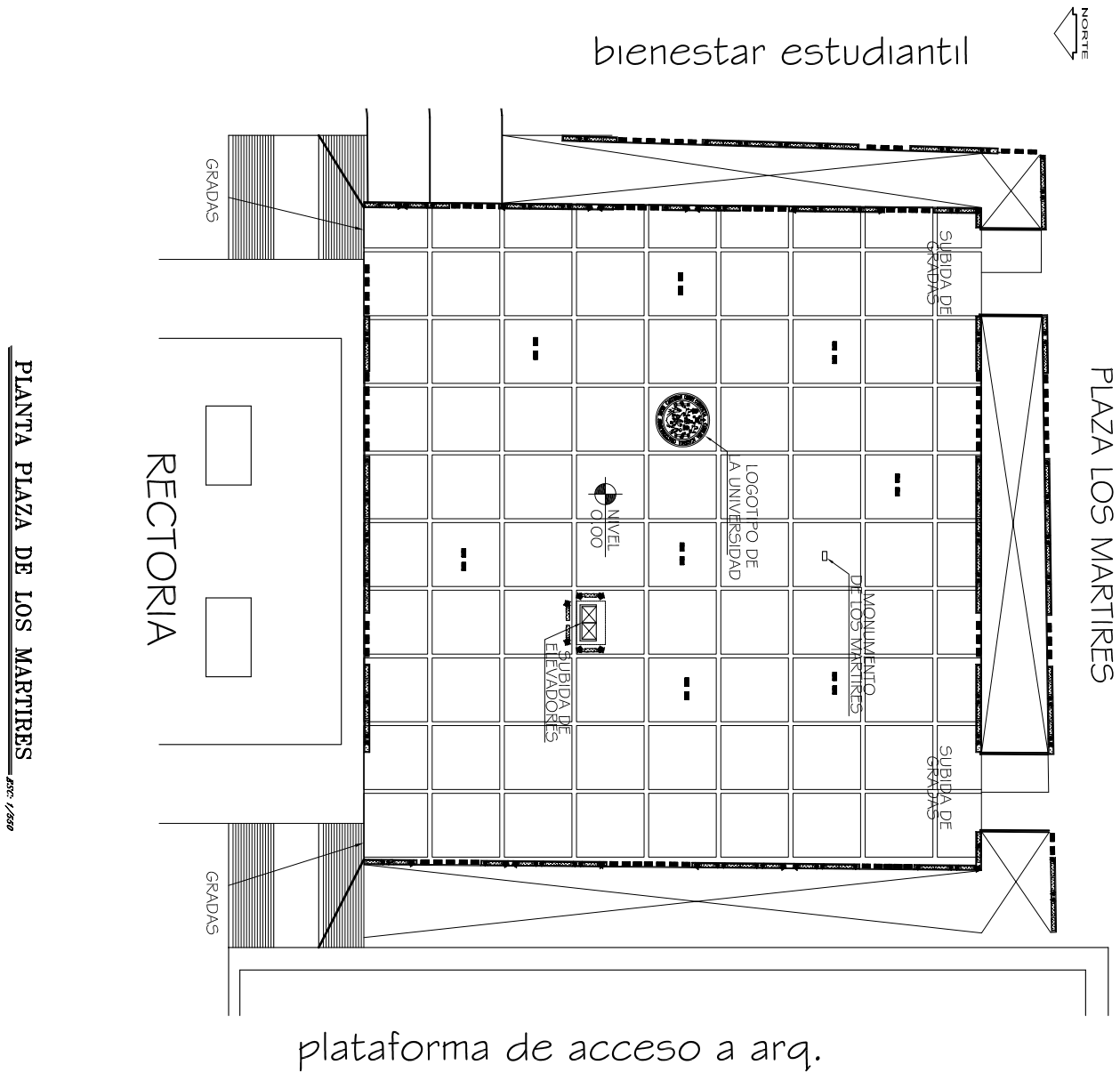
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DIBUJO:	C.V.C.M.

PLANO:	DISEÑO:
PLANTA DE PAÑUELOS	C.V.C.M.
	CALCULO:
	C.V.C.M.
	REVISO:
	ING. ALFREDO BEBER

	Hoja No.
	19/24

FIGURA 21. Planta final de la plaza



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala	FECHA:	ENERO 2005
TRABAJO:	PLANTA PLAZA DE LOS MARTIRES	DISEÑO:	C.V.C.M.
		CALCULO:	C.V.C.M.
		REVISOR:	ING. ALFREDO BEBER

HOJA No.	20/24
FIRMA	RESEA



FIGURA 22. Sección A-A

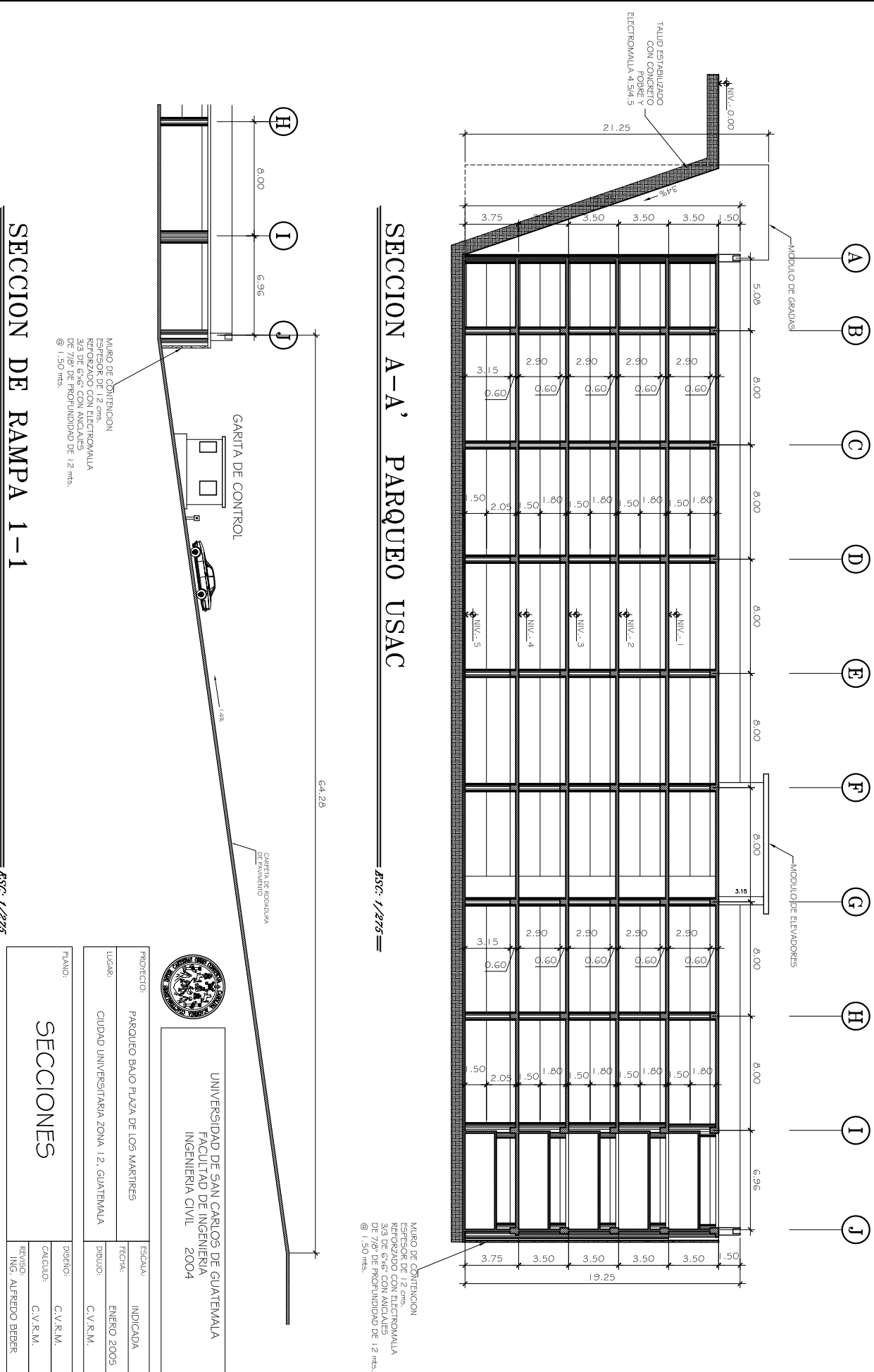
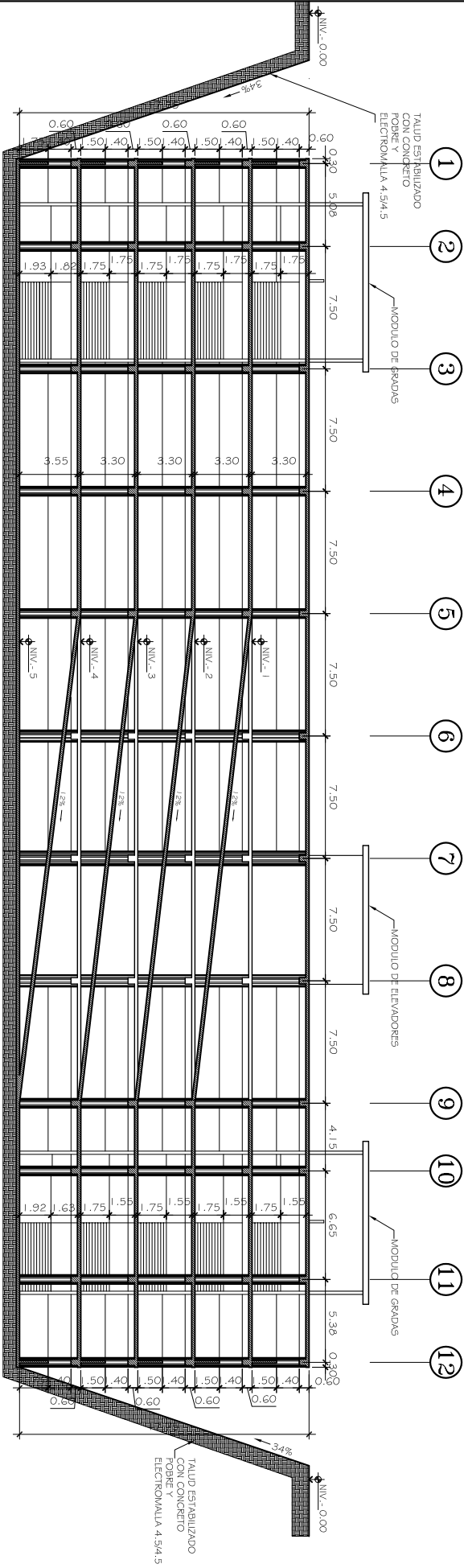


FIGURA 23. Sección B-B

SECCION B-B' PARQUEO USAC

Escala: 1/276





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

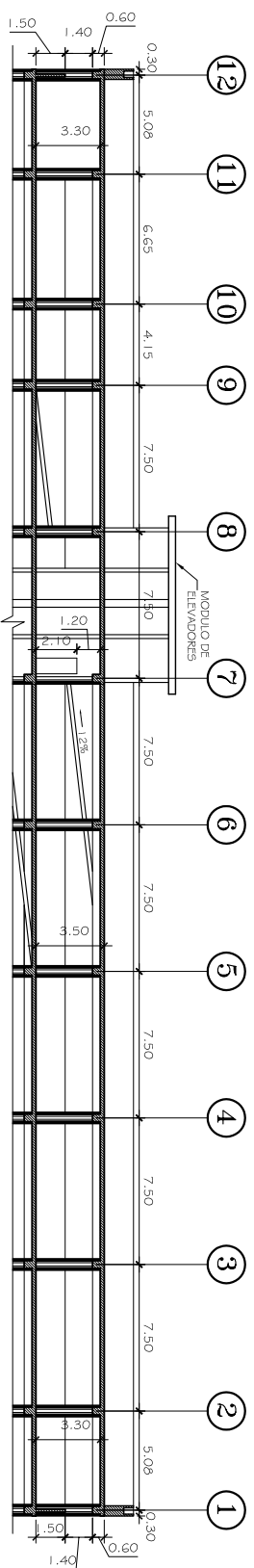
PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DEBULO:	C.V.R.M.

PLANO:		DISEÑO:	C.V.R.M.
		CAJALLO:	C.V.R.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

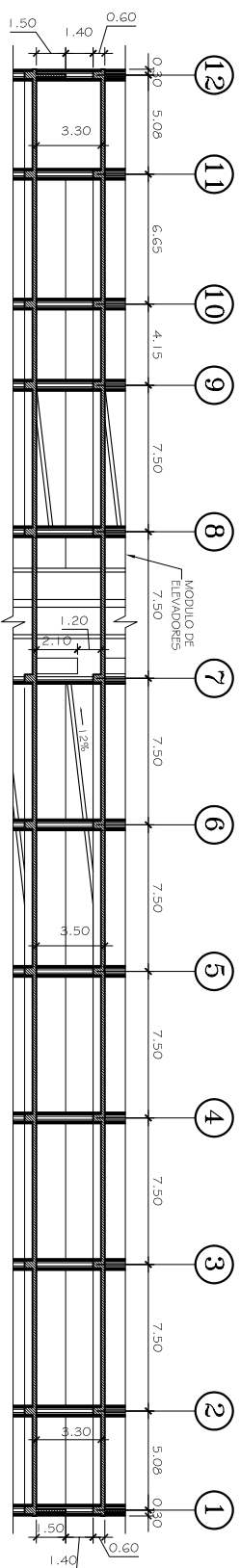
SECCIONES

TITULO	FECHA	HOJA No.
		22/24

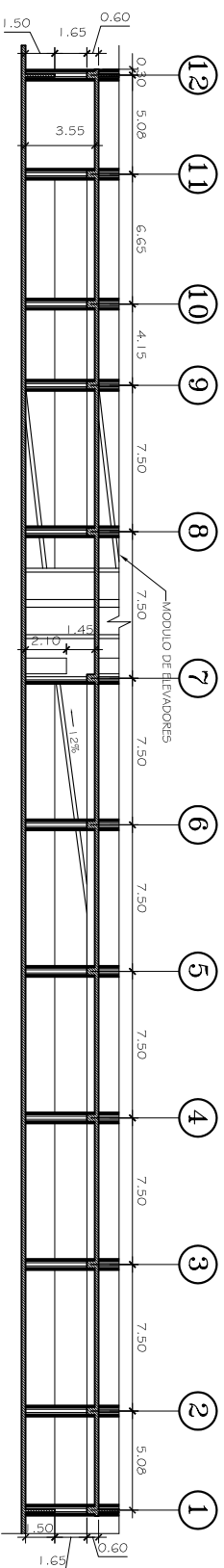
FIGURA 24. Sección por nivel C-C



SECCION C-C' PLANTA No. 1 PARQUEO USAC



SECCION C-C' PLANTA No. 2,3 y 4 PARQUEO USAC



SECCION C-C' PLANTA No. 5 PARQUEO USAC



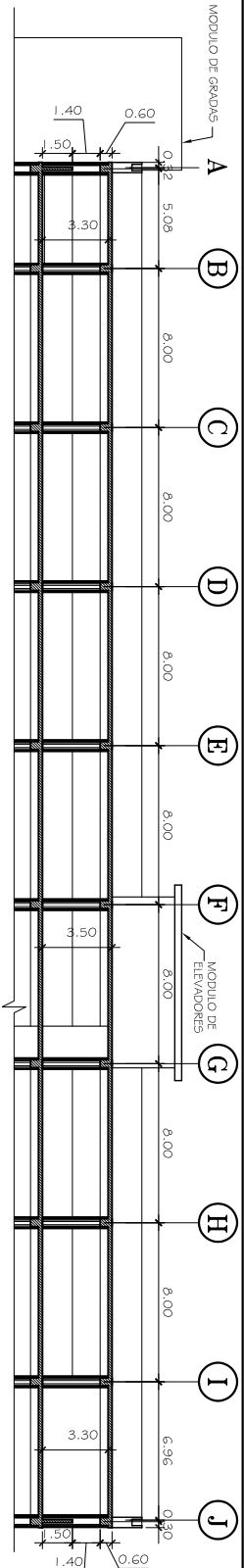
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DEBUIO:	C.V.R.M.

PLANO:	SECCIONES	DISEÑO:	C.V.R.M.
		CALCULO:	C.V.R.M.
		REVISO:	ING. ALFREDO BEBER

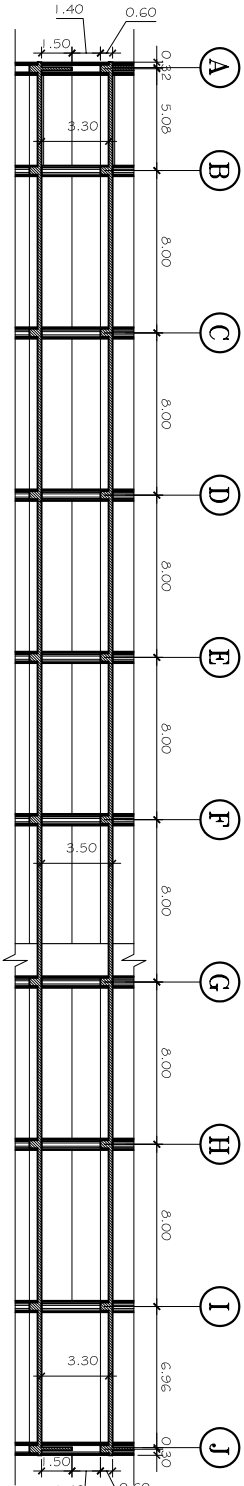
FECHA	FECHA	HOJA No.
		23/24

FIGURA 25. Sección por nivel D-D



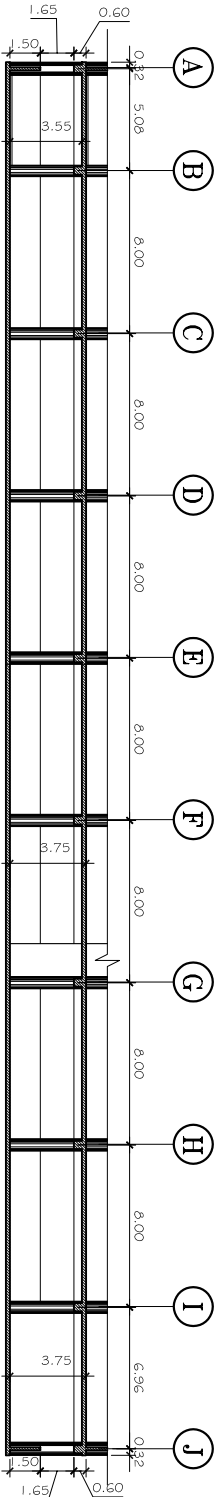
SECCION D-D' PLANTA No. 1 PARQUEO USAC

Esc: 1/250 =



SECCION D-D' PLANTA No. 2,3 y 4 PARQUEO USAC

Esc: 1/250 =



SECCION D-D' PLANTA No. 5 PARQUEO USAC

Esc: 1/275 =



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL 2004

PROYECTO:	PARQUEO BAJO PLAZA DE LOS MARTIRES	ESCALA:	INDICADA
LUGAR:	CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12, GUATEMALA	FECHA:	ENERO 2005
		DIBUJO:	C.V.R.M.

PLANO:	SECCIONES	DISEÑO:	C.V.R.M.
		CALCULO:	C.V.R.M.
		REVISOR:	ING. ALFREDO BEBER

Hoja No.	24/24
FECHA	FECHA

## **5. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

El análisis y diseño estructural de la edificación, se realizó por medio de la asistencia del software llamado ETABS programa por el cual se pudo analizar toda la estructura y diseñar los elementos de los marcos críticos elegidos (vigas, columnas y zapatas), para el análisis y diseño, de las losas y zapatas se hizo uso de hojas electrónicas de Excel, basadas en los parámetros de diseño requeridos por ACI para el diseño de las mismas. A continuación se presenta la bitácora de análisis y diseño estructural, la cual contiene las diversas combinaciones de carga que se aplicó sobre la estructura, las secciones utilizadas, los materiales y los parámetros de diseño sísmico, de los cuales se obtuvo los diagramas de corte, momento y carga axial los cuales también se presentan dentro del inciso de diseño estructural.

## 5.1 BITÁCORA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

**Tabla II.** Tipos de concreto propuestos para el diseño estructural

CONCRETO	F'c (Kg-m)	Fy (Kg-m)
Tipo I	245	4200
Tipo II	280	4200
Tipo III	350	4200


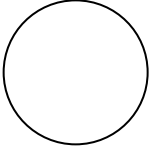
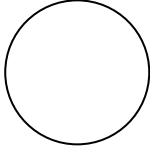
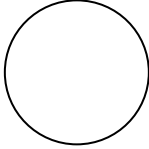
**Tabla III.** Cargas propuestas para diseño (Kg/m<sup>2</sup>)

LOSA	OCUPACIÓN	CARGA MUERTA SUPERPUESTA	CARGA VIVA
1	Techo	300	500
2	Entrepiso	300	500
3	Graderíos	250	500
4	Rampa	300	700

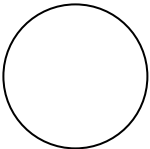
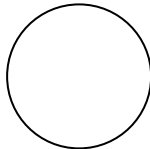
**Tabla IV.** Parámetros de diseño sísmico utilizados

Coeficiente de reducción de carga sísmica Ro	Aceleración máxima efectiva Ao	Tipo de Suelo	Espectro de diseño
4.5	0.4	52	UBC 94

**Tabla V.** Secciones propuestas para los elementos estructurales

			
Tipo: Viga	Tipo: Columna	Tipo: Columna	Tipo: Columna
Nombre: Vig. 40x60	Nombre: Col 60	Nombre: Col 63	Nombre: Col 75
Material: Concreto Tipo I	Material: Concreto Tipo I	Material: Concreto Tipo II	Material: Concreto Tipo II
Sección: 0.40x0.60 metros	Diámetro: 0.60 metros	Diámetro: 0.60 metros	Diámetros: 0.75 metros

**Continuación Tabla V.** Secciones propuestas para los elementos estructurales

	
Tipo: Columna	Tipo: Columna
Nombre: Col 1	Nombre: Col 11
Material: Concreto Tipo II	Material: Concreto Tipo III
Diámetros: 0.90 metros	Diámetro: 1.05 metros

**Tabla VI.** Combinaciones de Carga Aplicadas a la Estructura

Combo	ECUACIONES
ULTIMA	$1.4 M + 1.7 V$
COMVIG X	$1.2 M + 1 V \pm 1 SX$
COMVIG Y	$1.2 M + 1 V \pm 1 SY$
COMCOL X	$1.2 M + 1 V \pm 1.4 SX$
COMCOL Y	$1.4 M + 1 V \pm 1.4 SY$
SISMO D	$\pm 1 S$
REVER X	$0.8 M \pm 1 SX$
REVER Y	$0.8 M \pm 1 SY$

#### REFERENCIAS

ULTIMA = Nombre de combinación de carga cedente gravitacional.

COMVIG X = Nombre de combinación de carga para vigas en dirección X.

COMVIG Y = Nombre de combinación de carga para vigas en dirección Y.

COMCOL X = Nombre de combinación de carga para columnas en dirección X.

COMCOL Y = Nombre de combinación de carga para columnas en dirección Y.

SISMO D = Nombre de combinación de carga de sismo sobre la estructura.

REVER X = Nombre de combinación de carga producida por la reversión de momentos en dirección X.

REVER Y = Nombre de combinación de carga producida por la reversión de momentos en dirección Y.

M = Carga Muerta.

V = Carga Viva.

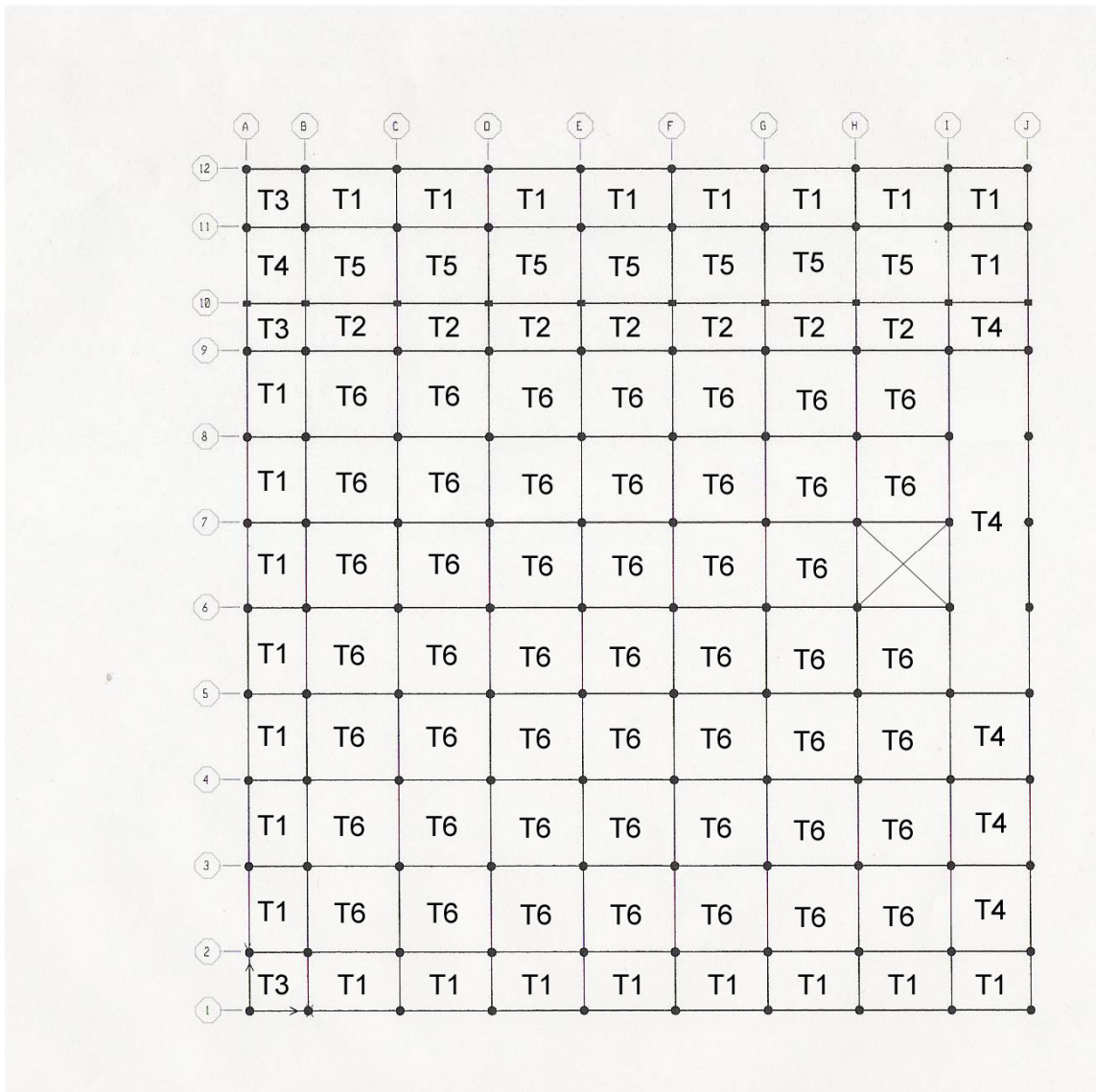
SX = Carga por sismo en dirección x-x.

SY = Carga por sismo en dirección y-y.



A continuación se presenta la figura de la distribución de losas por tipo en planta, además las figuras con los diagramas de fuerza resultantes de los marcos típicos en ambos ejes obtenidos con el software utilizado.

**Figura 26.** Distribución de losas típicas



**Figura 27.** Diagrama de corte 2-2, marco 7

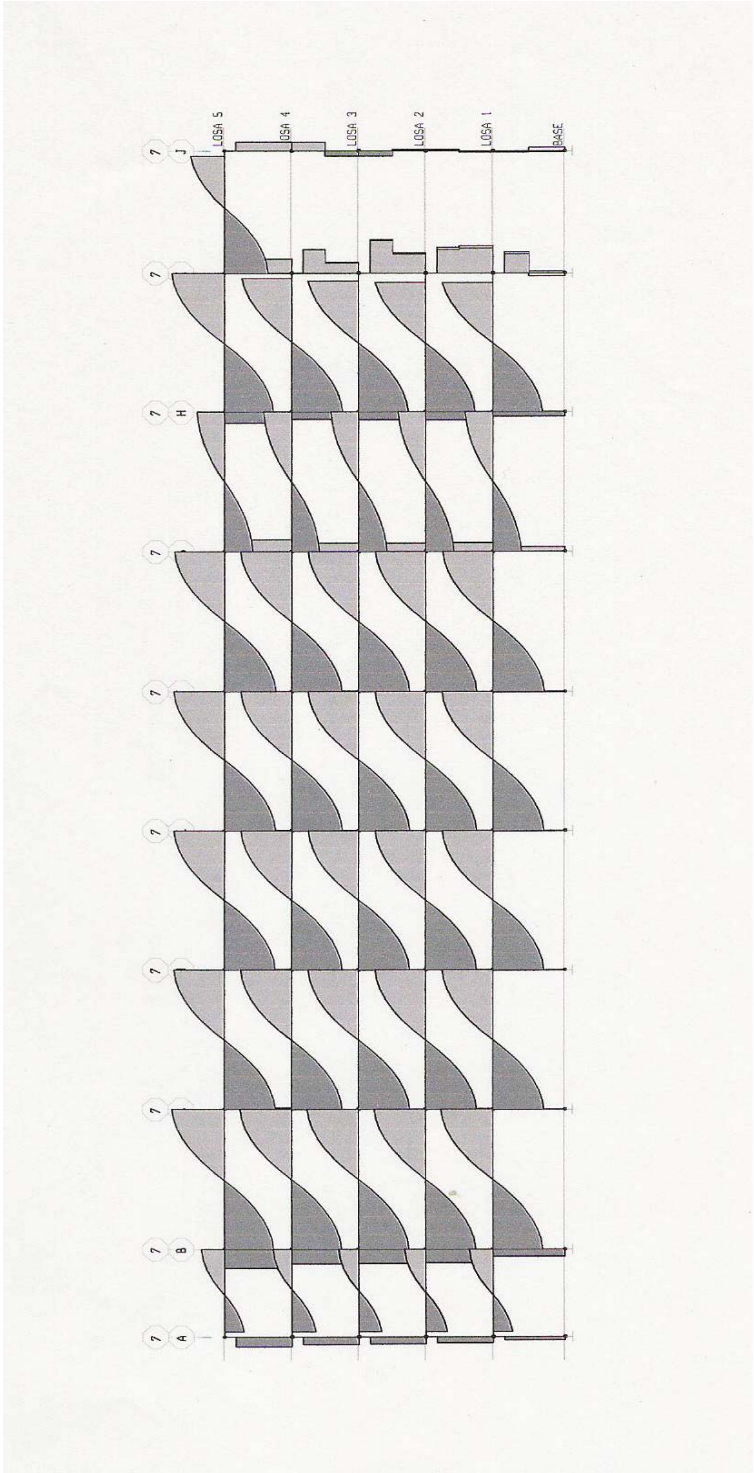
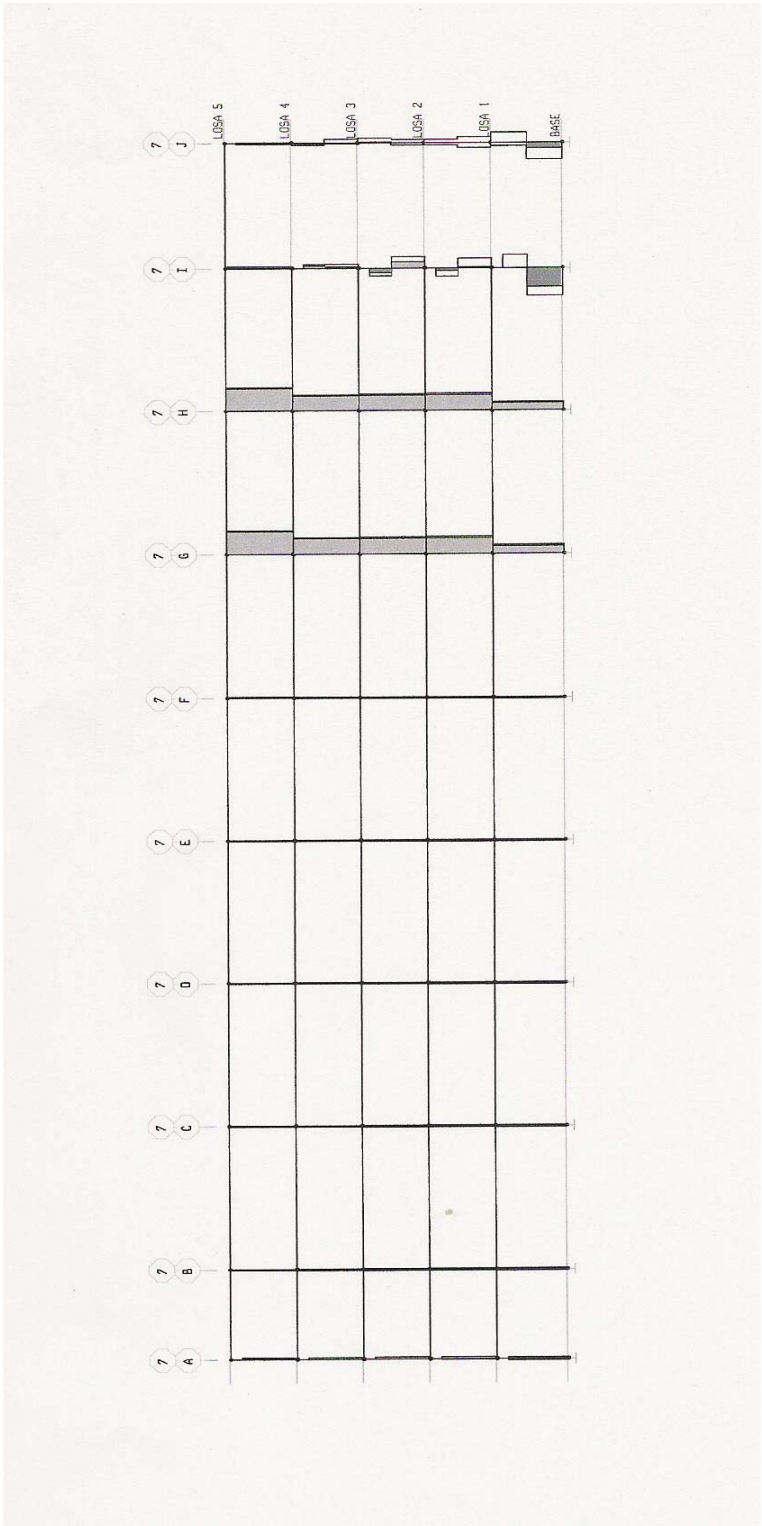
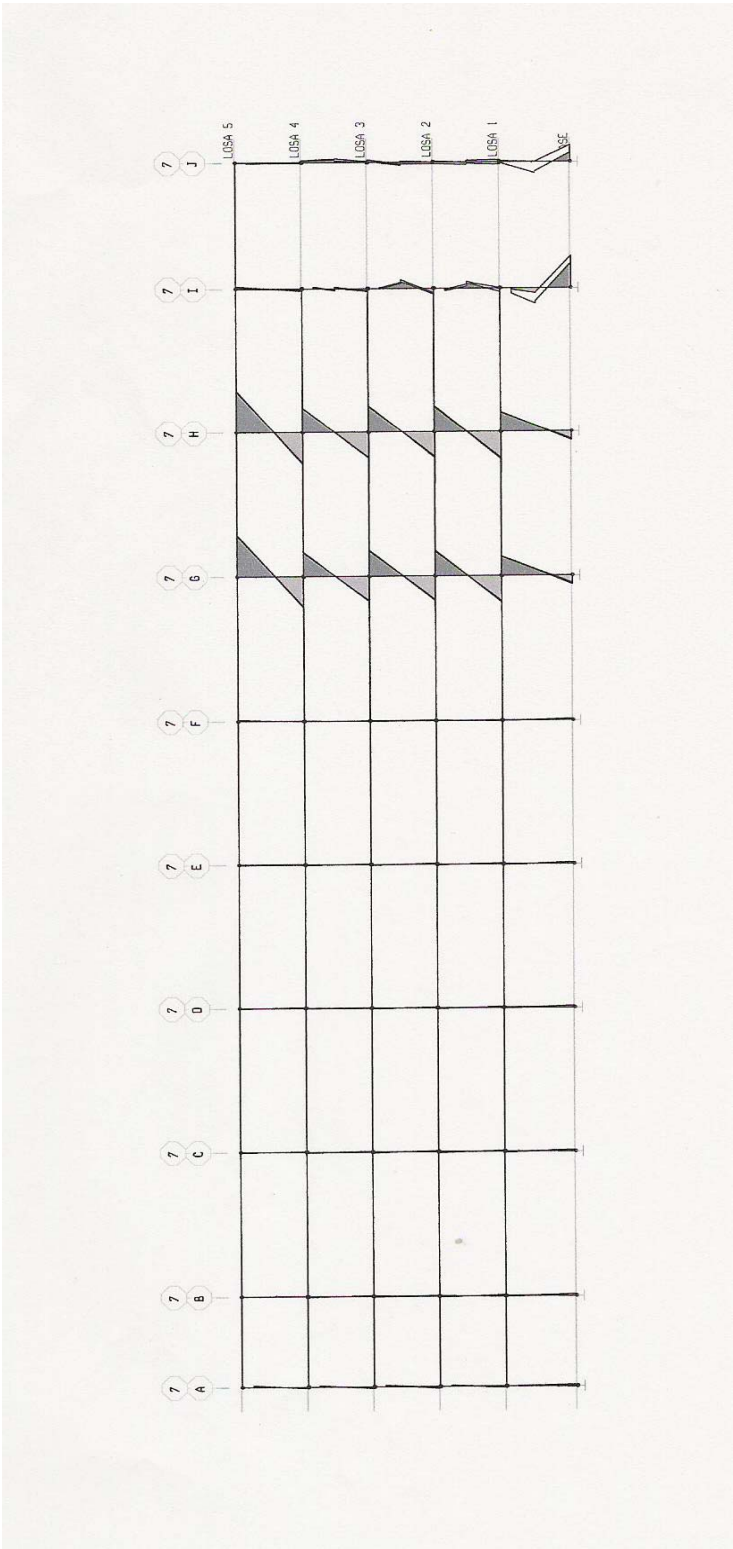


Figura 28. Diagrama de corte 3-3, marco 7



**Figura 29.** Diagrama de momento 2-2, marco 7



**Figura 30.** Diagrama de momento 3-3, marco 7

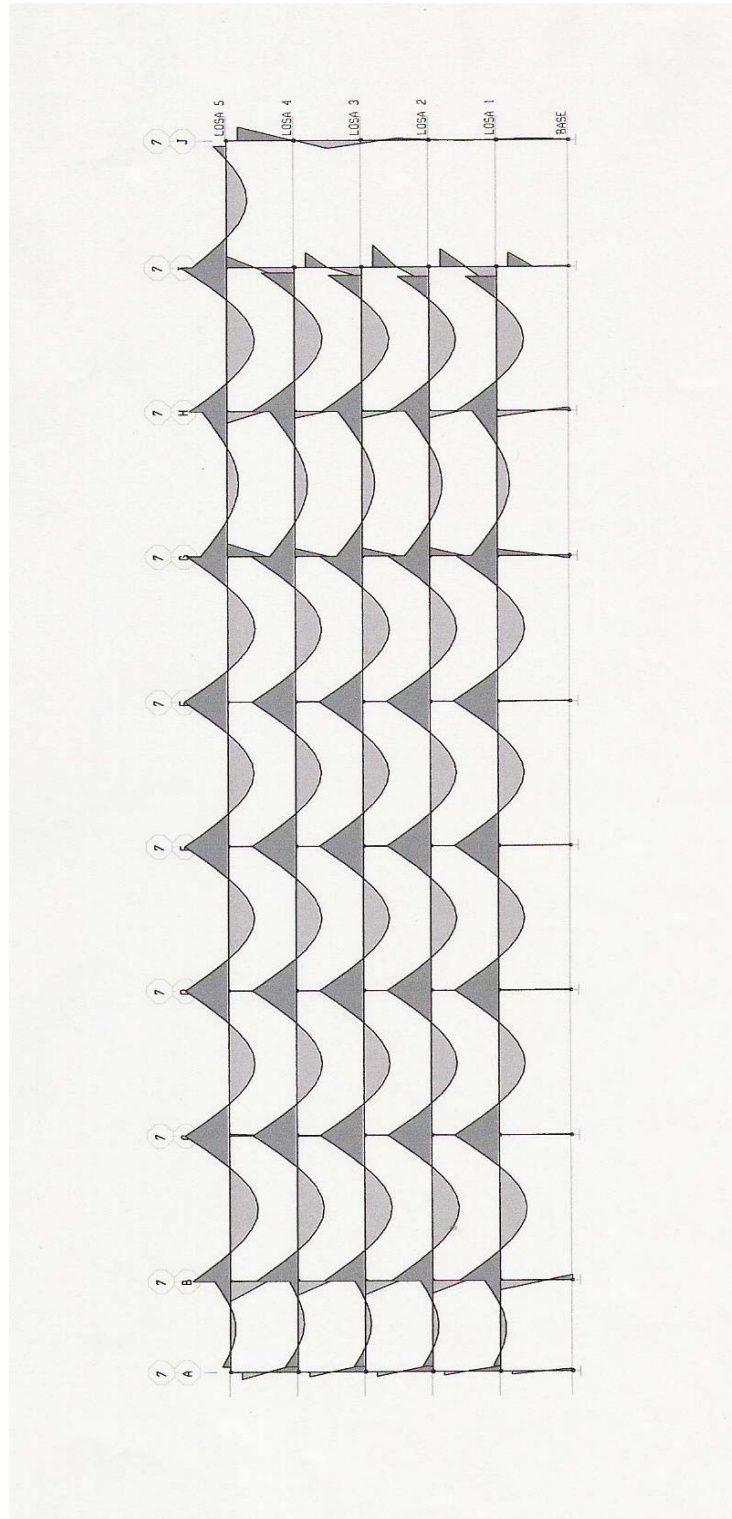
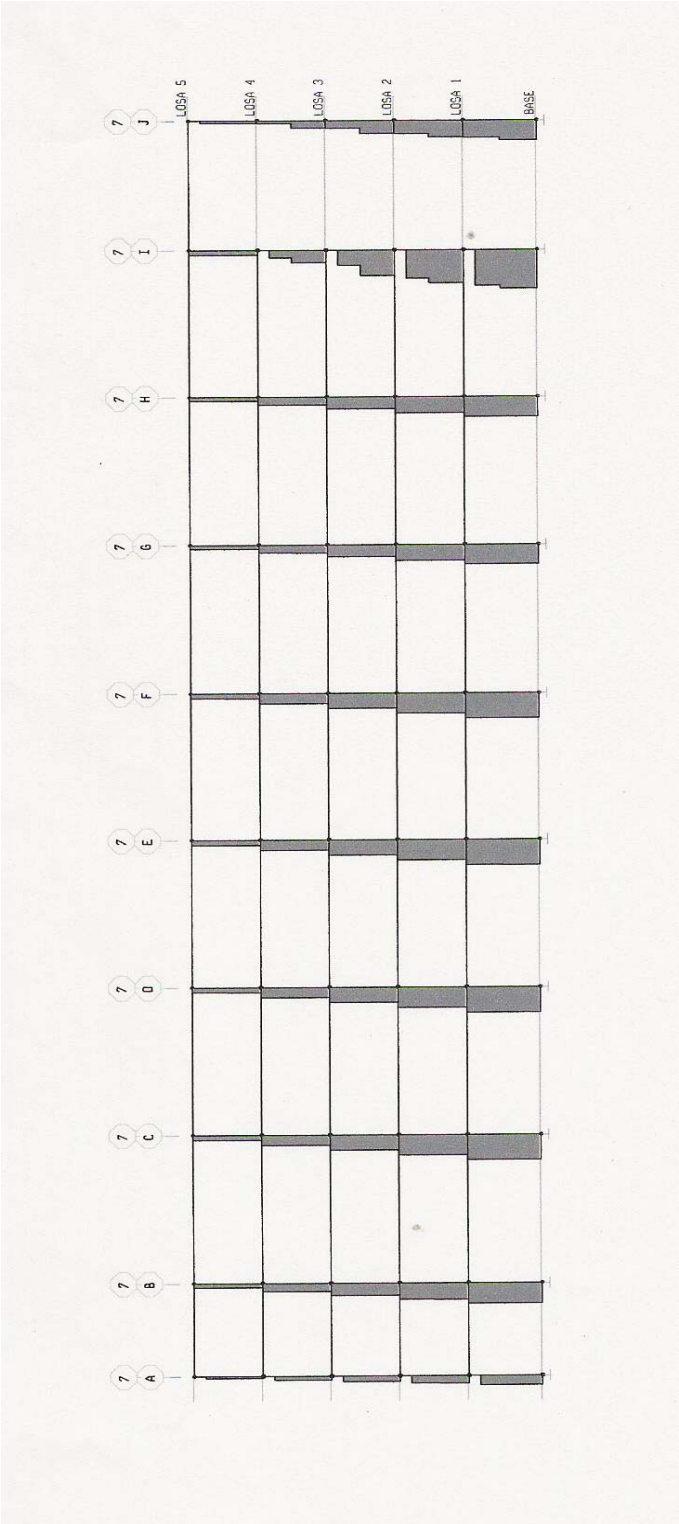




Figura 31. Diagrama de carga axial, marco 7



**Figura 32.** Diagrama de corte 2-2, marco i

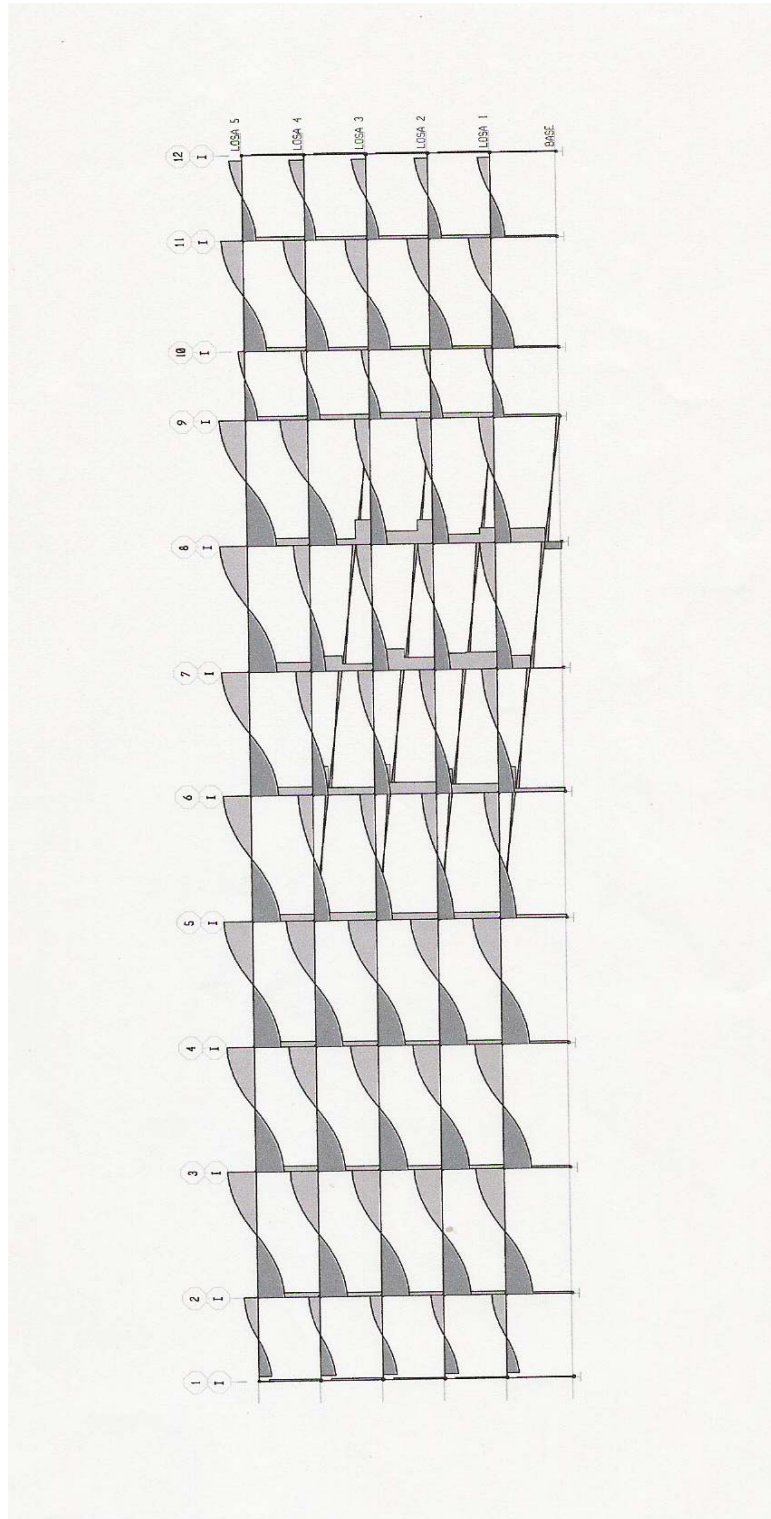
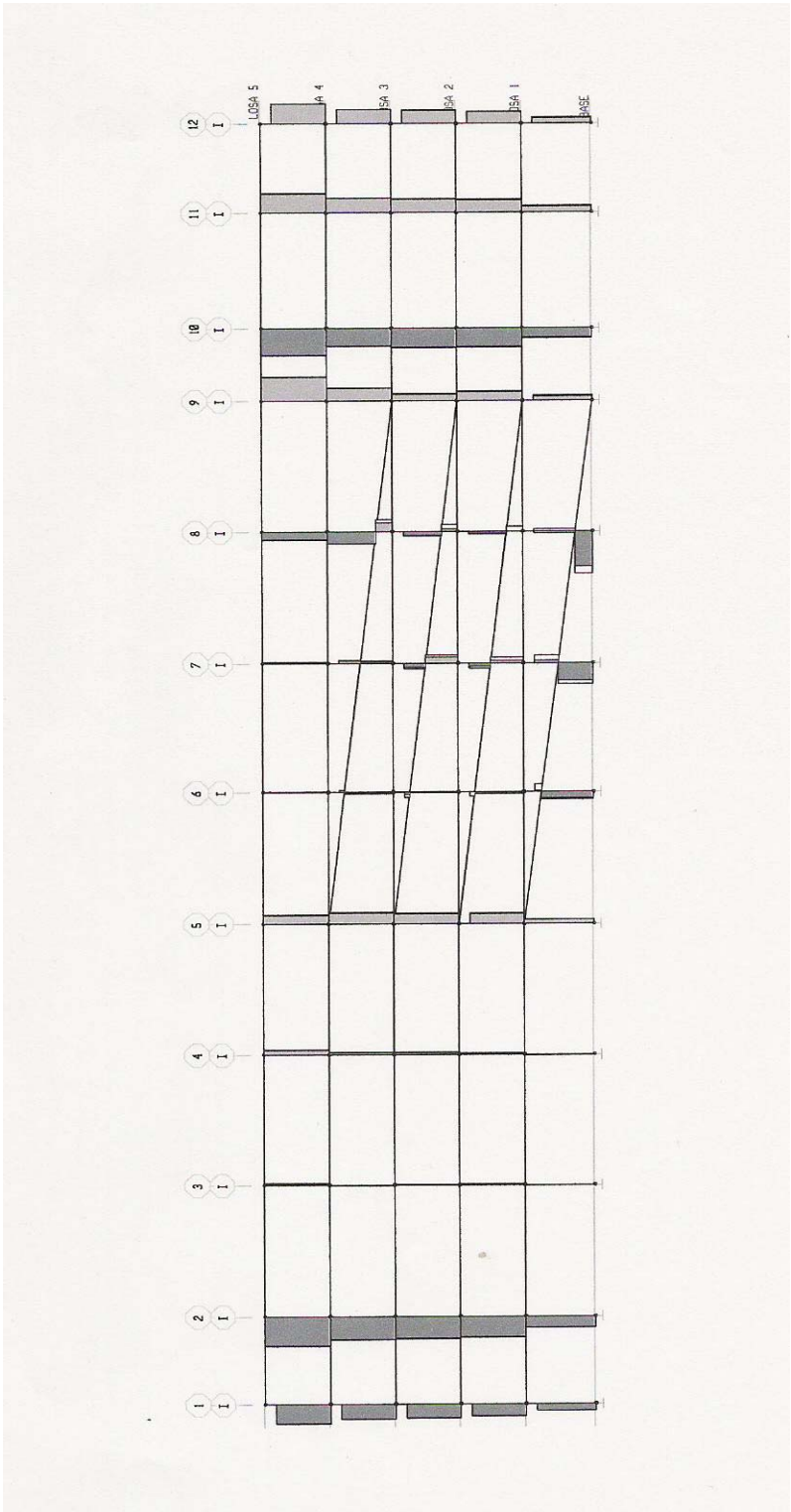
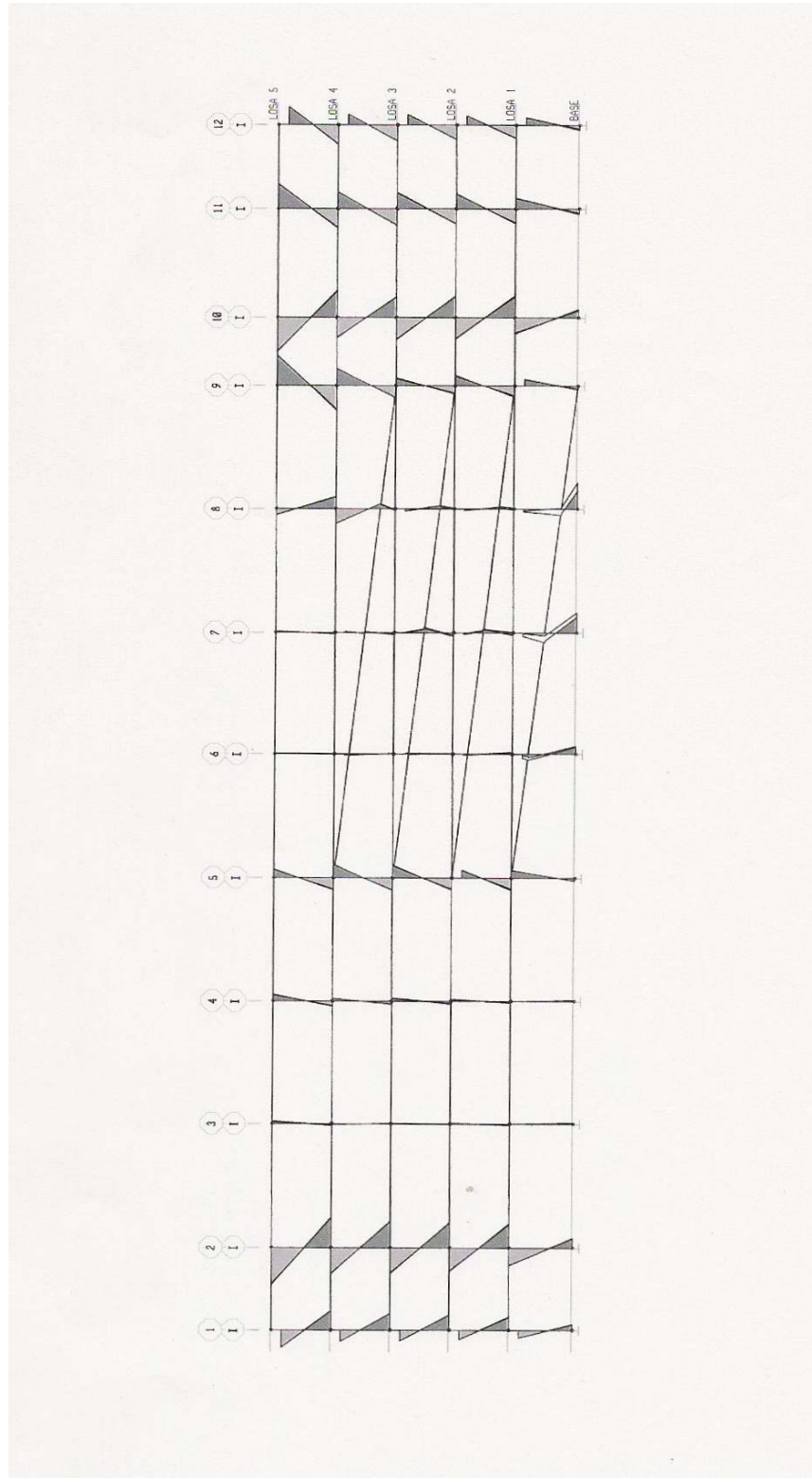


Figura 33. Diagrama de corte 3-3, marco i

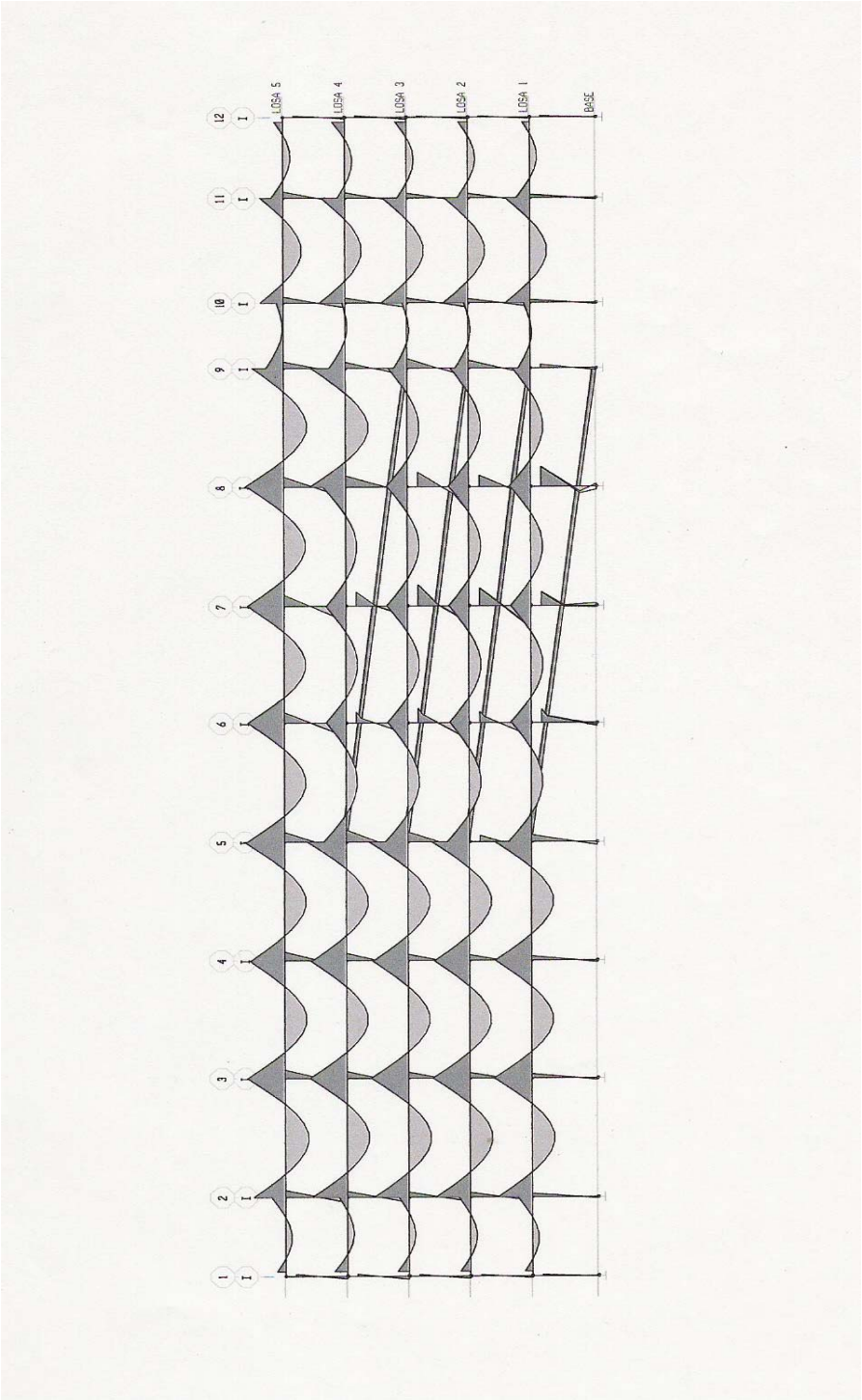




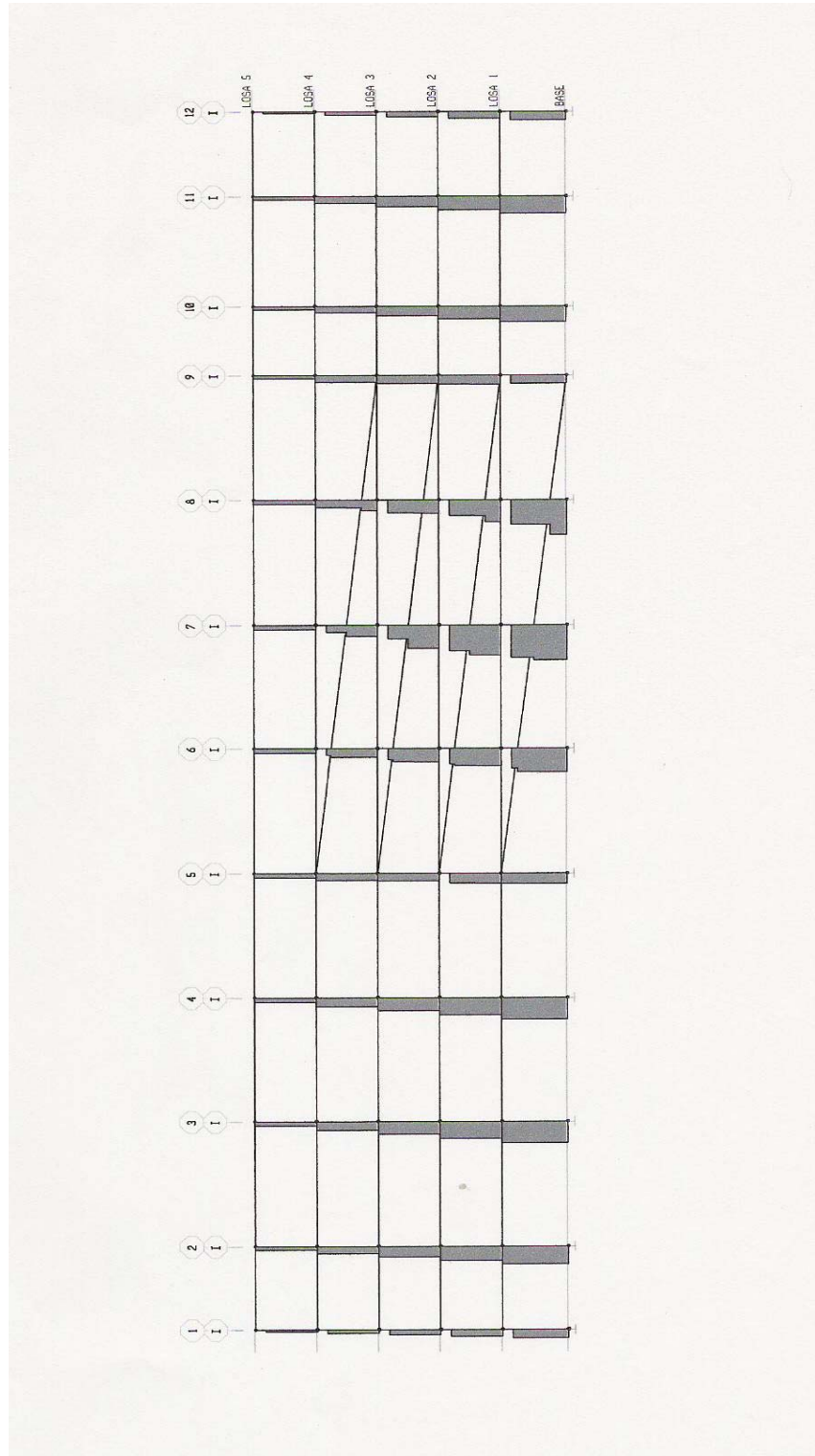
**Figura 34.** Diagrama de momento 2-2, marco i



**Figura 35.** Diagrama de momento 3-3, marco i



**Figura 36.** Diagrama de carga axial, marco i



## 5.2 DISEÑO DE LOSAS

Para el diseño de losas se estudio cuales serian los diferentes casos típicos a diseñarse y el resultado es el que se presenta a continuación:

Material: Concreto

$F_y = 4.2 \times 10^7 \text{ Kg. / m}^2$

$F'_c = 2.45 \times 10^6 \text{ Kg. / m}^2$

**Tabla VII.** Descripción de Losas Típicas

Identificación de Tipo de Losa	Definición
Tipo1	Losas con un área no mayor de 35.56 metros cuadrados y no menor de 21.9 metros cuadrados, reforzadas en 2 sentidos, la edificación posee 24 losas de este tipo por nivel.
Tipo 2	Losas con un área no mayor 28.50 metros cuadrados y no menor de 21.90 metros cuadrados, reforzadas en 1 sentido, la edificación posee 7 losas de este tipo por nivel.
Tipo 3	Losas con un área no mayor de 21.90 metros cuadrados efectivos, reforzadas en 2 sentidos, la edificación posee 3 losas de este tipo por nivel
Tipo 4	Losas con un área no mayor de 46.57 metros cuadrados y no menor de 28.5 metros cuadrados, reforzadas en dos sentidos, la edificación posee 5 losas de este tipo por nivel.
Tipo 5	Losas con un área no mayor de 47.5 metros cuadrados y no menor de 46.57 metros cuadrados, reforzadas en dos sentidos, la edificación posee 7 losas de este tipo por nivel.

**Continuación de Tabla VII.** Descripción de losas típicas

Identificación de Tipo de Losa	Definición
Tipo 6	Losas nervuradas con un área no mayor de 53.96 metros cuadrados y no menor de 47.5 metros cuadrados, reforzadas en dos sentidos, la edificación posee 48 losas de este tipo por nivel.
Tipo 7	Losa nervurada con un área de 182.16 metros cuadrados, reforzada en un sentido, la edificación posee 4 en total las cuales son utilizadas como las rampas de acceso a cada sótano.

En base a esto los resultados de diseño de las losas son los siguientes:

**Tabla VIII.** Resultados de Diseño Losas Planas

Tipo de Losa	Dimensiones				Cargas		Refuerzo Positivo	
	La	Lb	m	t	Muerta	Viva		
							La	Lb
tipo 1	4.68	7.60	0.65	15	300	500	1 No. 4 a 20 cm.	1 No. 4 a 40 cm.
tipo 2	3.75	7.60	0.46	14	300	500	1 No. 4 a 20 cm.	U/D
tipo 3	4.68	4.68	1.00	10	300	500	1 No. 4 a 25 cm.	1 No. 4 a 25 cm.
tipo 4	6.25	7.60	0.82	15	300	500	1 No. 4 a 20 cm.	1 No. 4 a 25 cm.
tipo 5	6.56	7.10	0.92	15	300	500	1 No. 4 a 15 cm.	1 No. 4 a 20 cm.

### Continuación de tabla VIII

Tipo de Losa	Dimensiones				Refuerzo Negativo	
	La	Lb	m	t		
					La	Lb
tipo 1	4.68	7.60	0.65	15	1 No. 4 a 15 cm.	1 No. 4 a 20 cm.
tipo 2	3.75	7.60	0.46	14	1 No. 4 a 20 cm.	U/D
tipo 3	4.68	4.68	1.00	10	1 No. 4 a 15 cm.	1 No. 4 a 15 cm.
tipo 4	6.25	7.60	0.82	15	1 No. 4 a 10 cm.	1 No. 4 a 15 cm.
tipo 5	6.56	7.10	0.92	15	1 No. 4 a 10 cm.	1 No. 4 a 10 cm.

**Tabla IX.** Resultados de diseño losas nervuradas

Identificación de Losa	Dimensiones									Cargas	
	La	Lb	t	t'	d	Bx	bx	By	by		
tipo 6	7,10 m	7,60 m	32 cm	5 cm	27 cm	76 cm	15 cm	71 cm	15 cm	300	500
Tipo7	6,60 m	30,00 m	35 cm	10 cm	32 cm	75 cm	20 cm	U/D	U/D	300	500

Refuerzo Positivo	Refuerzo Negativo	Refuerzo Positivo	Refuerzo Negativo	Refuerzo por Corte	Refuerzo por Corte
Nervio x-x	Nervio x-x	Nervio y-y	Nervio y-y	Nervio x-x	Nervio y-y
2 No. 4 2 No. 8	2 No. 6 4 No. 6	2 No. 4 U/D	2 No. 6 U/D	1 No. 2 a 32 cm. 1 No. 2 a 35 cm.	1 No. 2 a 32 cm. U/D

### 5.3 Diseño de Vigas

A continuación se presentan los resultados de diseño de las vigas típicas de la estructura las cuales se eligieron en base a que sus bases de diseño requerían de un refuerzo que cubría las necesidades de todas las vigas de la edificación, por lo que se presentan a continuación:

**Tabla X.** Resultado de diseño de viga en sentido X-X

Resultado de Diseño Estructural de Viga B16							
Tramo	Sección Usada	Distancia al Origen	Refuerzo Negativo	Bastón		Refuerzo positivo	Tensión
				Inicio	Final		
A-B	VIG40X60	5.08	2 No. 9 corridas	3 No. 8	4 No. 8	3 No. 9 corridas	
B-C	VIG40X60	13.08	2 No. 9 corridas	2 No. 8	5 No. 8	2 No. 9 corridas	1No. 8
C-D	VIG40X60	21.08	2 No. 9 corridas	2 No. 8	5 No. 8	2 No. 9 corridas	1No. 8
D-E	VIG40X60	28.08	2 No. 9 corridas	2 No. 8	5 No. 8	2 No. 9 corridas	1No. 8
E-F	VIG40X60	36.08	2 No. 9 corridas	2 No. 8	5 No. 8	2 No. 9 corridas	1No. 8
F-G	VIG40X60	44.08	2 No. 9 corridas	2 No. 8	5 No. 8	2 No. 9 corridas	1No. 8
G-H	VIG40X60	52.08	2 No. 9 corridas	2 No. 8	4 No. 8	2 No. 9 corridas	
H-I	VIG40X60	60.08	2 No. 9 corridas	2 No. 8	3 No. 8	2 No. 9 corridas	1No. 8
I-J	VIG40X60	67.00	<b>Este tramo de la viga se corta con la rampa</b>				

**Continuación tabla X.**

Tramo	Sección Usada	Distancia al Origen	Refuerzo por Corte	S
A-B	VIG40X60	5.08	1 No. 3	10 cm.
B-C	VIG40X60	13.08	1 No. 3	10 cm.
C-D	VIG40X60	21.08	1 No. 3	10 cm.
D-E	VIG40X60	28.08	1 No. 3	10 cm.
E-F	VIG40X60	36.08	1 No. 3	10 cm.
F-G	VIG40X60	44.08	1 No. 3	10 cm.
G-H	VIG40X60	52.08	1 No. 3	10 cm.
H-I	VIG40X60	60.08	1 No. 3	10 cm.

**Tabla XI.** Resultados de diseño de viga en sentido Y-Y

Resultado de Diseño Estructural de Viga B18							
Tramo	Sección Usada	Distancia al Origen	Refuerzo Negativo	Bastón		Refuerzo Positivo	Tensión
				Inicio	Final		
1-2	VIG40X60	5.08	2 No. 9 corridas		3 No. 8	2 No. 9 corridas	
2-3	VIG40X60	12.58	2 No. 9 corridas		3 No. 8	2 No. 9 corridas	1 No. 4
3-4	VIG40X60	20.08	2 No. 9 corridas	1 No.8	3 No. 8	2 No. 9 corridas	1 No. 4
4-5	VIG40X60	27.58	2 No. 9 corridas	1 No.8	4 No. 8	2 No. 9 corridas	1 No. 4
5-6	VIG40X60	35.08	2 No. 9 corridas		1 No.8	2 No. 9 corridas	
6-7	VIG40X60	42.58	2 No. 9 corridas		1 No.8	2 No. 9 corridas	
7-8	VIG40X60	50.08	2 No. 9 corridas		1 No.8	2 No. 9 corridas	
8-9	VIG40X60	57.58	2 No. 9 corridas			2 No. 9 corridas	
9-10	VIG40X60	61.73	2 No. 9 corridas		1 No.8	2 No. 9 corridas	
10-11	VIG40X60	68.38	2 No. 9 corridas		1 No.8	2 No. 9 corridas	
11-12	VIG40X60	73.5	2 No. 9 corridas			2 No. 9 corridas	

**Continuación tabla XI.**

Tramo	Sección Usada	Distancia al Origen	Refuerzo por Corte	S
1-2	VIG40X60	5.08	1 No. 3	15 cm.
2-3	VIG40X60	12.58	1 No. 3	15 cm.
3-4	VIG40X60	20.08	1 No. 3	15 cm.
4-5	VIG40X60	27.58	1 No. 3	15 cm.
5-6	VIG40X60	35.08	1 No. 3	15 cm.
6-7	VIG40X60	42.58	1 No. 3	15 cm.
7-8	VIG40X60	50.08	1 No. 3	15 cm.
8-9	VIG40X60	57.58	1 No. 3	15 cm.
9-10	VIG40X60	61.73	1 No. 3	15 cm.
10-11	VIG40X60	68.38	1 No. 3	15 cm.
11-12	VIG40X60	73.50	1 No. 3	15 cm.



## 5.4 Diseño de Columnas

Para el diseño de columnas proponemos dos columnas típicas las cuales fueron escogidas en relación su condición critica, primer se escogió una columna con relación estructural directa con la rampa la cual servirá de típica para todas las columnas de la rampa (10) y segundo se escogió una columna de la zona central del edificio la cual servirá como típica para todas las columnas que no tengan relación estructural directa con la rampa (110), los resultados de diseño de ambas se presentan a continuación:

**Tabla XII.** Resultado de diseño columna típica de la rampa

Nivel	Columna	Sección Usada	Refuerzo por Flexión	Refuerzo por Corte	S
5	C69	C60	2 No. 9 + 4 No. 6	suncho 5	15.00
4	C69	C63	2 No. 9 + 4 No. 6	zuncho 5	15.00
3	C69	C1	9 No. 9 + 3 No. 6	zuncho 5	13.00
2	C69	C11	12 No. 9 + 4 No. 6	zuncho 5	10.00
1	C69	C11	12 No. 9 + 4 No. 6	suncho 5	10.00

**Tabla XIII.** Resulta de diseño columna típica zona exterior de la rampa

Nivel	Columna	Sección Usada	Refuerzo por Flexión	Refuerzo por Corte	S
5	C63	COL60	4 No. 8 + 4 No.6	suncho 5	13.00
4	C63	COL60	4 No. 8 + 4 No.6	suncho 5	13.00
3	C63	COL60	4 No. 8 + 4 No.6	zuncho 5	13.00
2	C63	COL60	12 No. 8 + 4 No. 6	zuncho 5	13.00
1	C63	COL63	12 No. 8 + 12 No. 6	zuncho 5	12.00

## 5.5 Diseño de cimentación

Para la cimentación se propone que sean zapatas concéntricas para lo cual se diseño 2 zapatas típicas, las cuales están en función de su condición critica la primera será la que corresponda a la columna típica de la rampa y la segunda corresponde a la columna típica de la zona central de la rampa, los resultados de diseño deberán ser revisados pues estos se obtuvieron con el supuesto de que el suelo poseía un valor soporte de 15 toneladas por metro cuadrado pues como este es solo un estudio no se cuenta con los medios para obtener un estudio de suelos a esa profundidad, por lo que los resultados lo deberán revisarse al tener contacto con el estrato de suelo correspondiente a la altura de la excavación y así obtener si el refuerzo diseñado es el apropiado.

**Tabla XIV.** Resultado de diseño de zapatas

Identificación de Zapata	Largo X (m)	Largo Y (m)	Peralte (cm)	Altura (cm)	Pedestal X-Y (cm)	Refuerzo Principal	Refuerzo Secundario
Tipo 1	6.50	6.50	85	95	1,12 X 1,12	1 No. 8 a 15 cm	1 No. 9 a 20 cm
Tipo 2	5.50	5.50	75	85	0,70 X 0,70	1 No. 6 a 10 cm	1 No. 6 a 10 cm

## **6. PROPUESTA FINANCIERA**

En el presente capítulo presentaremos los costos de ejecución del proyecto tomando en cuenta que los valores obtenidos de materiales de construcción y mano de obra son los validos para el año 2005, año en el que se realizó la cuantificación de los mismos, aunado a esto se presenta un tiempo de ejecución estimado para la obra y un estudio financiero con el fin de observar de que manera pudiese ser autofinanciable en un periodo estimado de 15 años.

### **6.1 Costos del Proyecto**

Para la elaboración de los costos del proyecto se cuantifico las cantidades de materiales que consumiría cada uno de los renglones, dentro del resumen de costos que se presenta se incluye los renglones que se propone sean subcontratados, los cuales describimos a continuación:

#### **6.1.1 Muro de Contención de Soil Nailing**

Dentro del proyecto se observó la necesidad de colocar la protección que garantizara la estabilidad de la cimentación del edificio de Rectoría, para lo cual se diseño un muro de contención de soil nailing por la empresa swissboring de reconocida experiencia en este campo, el resultado fue un muro de 10 centímetros de espesor reforzado con electromalla 4.5/4.5 y anclajes a cada 1.50 metros con anclaje numero 12.

### **6.1.2 Fosa séptica y pozos de absorción**

Debido a la profundidad a la que encontramos los pozos de visita de esta zona del campus y la cota de profundidad a la que se encontrara el desfogue de las aguas negras y pluviales de la edificación para lo cual se diseño una fosa séptica de dos cámaras con un período de retención de 24 horas, con dimensiones de 2.20 metros de alto, 5.50 metros de ancho y 11 metros de largo, con muros de concreto pineados con hierro numero 3 cada 15 centímetros. En el caso de los pozos de absorción se plantean 20 pozos de 2 metros de diámetro y 15 metros de profundidad, recubiertos con ladrillo y en el fondo una cama de piedrin para filtrar.

### **6.1.3 Elevador**

Con el fin de que el parqueo cubra todas las necesidades y comodidades se propone la existencia de un 2 elevadores los cuales fueron cotizados con la empresa ThyssenKrupp Elevadores, S.A., proporcionando esta como oferta el modelo Marquis 25 con capacidad de transportar 16 pasajeros o 2500 libras, con una velocidad de 51.82 metros por minuto y construido en acero inoxidable bajo las normas de seguridad y código para discapacitados de los Estados Unidos.

### **6.1.4 Pintura y Señalización**

Para la señalización de la circulación del parqueo y las demarcaciones que indican el área de aparcamiento de los carros se contrato a una empresa que pintara con pintura reflectiva que las necesidades nocturnas de los automovilistas que utilicen el área.

### **6.1.5 Pavimento**

La pavimentación se propone subcontratar con una empresa que tenga un amplio conocimiento en el tema, para efectos del proyecto en la evaluación del costo se colocó el precio en el mercado por metro lineal de una carpeta de rodadura de 2 carriles con un ancho total de 10 metros en un pavimento de tipo flexible.

Siendo estos los únicos renglones de trabajo que se piensa subcontratar a continuación se encuentra la tabla con el resumen de los costos y el diagrama de tiempo estimado de ejecución.

**Tabla XV. Costos del Proyecto**

No.	Renglón de Trabajo	Cantidad	U	Precio Unitario	Total
<b>1.00</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
	Cercado con postes y lamina	560	ML	288.66	161,647.50
	Picado de planchas de concreto	6,450	M2	14.03	90,461.25
	Acarreo de ripio	645	M3	16.88	10,884.38
	Movimiento de tierras	115,000	M3	10.69	1,229,062.50
<b>2.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				0.00
	Excavación para zapata tipo 1	1,268	M3	42.19	53,493.75
	Excavación para zapata tipo 2	9,983	M3	42.19	421,157.81
	Armado de zapata tipo 1	10	U	15,481.73	154,817.25
	Armado de zapata tipo 2	110	U	11,077.50	1,218,525.00
	Fundición de zapata tipo 1	41	M3	1,025.44	42,042.94
	Fundición de zapata tipo 2	26	M3	1,025.44	26,661.38
	Armado de muro de talud	4,557	M2	50.78	231,381.68
	Fundición de muro concreto pobre	4,557	M2	134.10	611,093.70
	Armado de columna tipo 1	10	U	16,041.75	160,417.50
	Fundicion de Columna tipo 1	140	M3	1,245.38	174,352.50
	Armado de columna tipo 2	110	U	15,102.75	1,661,302.50
	Fundicion de Columna tipo 2	660	M3	1,245.38	821,947.50
	Armado de viga Y-Y	60	U	23,823.75	1,429,425.00
	Fundicion de viga Y-Y	1,080	M3	1,068.19	1,153,642.50
	Armado de viga X-X	60	U	26,419.88	1,585,192.50
	Fundicion de Viga X-X	1,080	M3	1,068.19	1,153,642.50
	Armado de losa tipo 1	120	U	8,133.90	976,068.00
	Fundicion de losa tipo 1	312	M3	1,702.31	531,121.50
	Armado de losa tipo 2	35	U	4,793.33	167,766.38
	Fundicion de losa tipo 2	179	M3	1,585.46	283,797.79
	Armado de losa tipo 3	15	U	6,941.25	104,118.75
	Fundicion de losa tipo 3	45	M3	1,448.66	65,189.81
	Armado de losa tipo 4	25	U	9,720.30	243,007.50
	Fundicion de losa tipo 4	200	M3	1,916.06	383,212.50
	Armado de losa tipo 5	35	U	15,771.83	552,013.88
	Fundicion de losa tipo 5	280	M3	1,897.54	531,310.50
	Armado de losa tipo 6	240	U	14,244.56	3,418,695.00
	Fundicion de losa tipo 6	2,640	M3	1,581.19	4,174,335.00
	Armado de losa tipo 7	4	U	69,898.54	279,594.15
	Fundicion de losa tipo 7	156	M3	8,734.69	1,362,611.25
<b>Pasan</b>					<b>25,463,993.63</b>

### Continuación

					Vienen	25,463,993.63
<b>3.00 MUROS</b>						
Muros perimetrales de cobitec de H=1.20	1,200	M2	225.00		270,000.00	
Muros de zona de baños y ducto de elevadores	420	M2	260.00		109,200.00	
<b>4.00 INSTALACION ELECTIRCA</b>						
Acometidas Eléctrica	1	U	2,740.28		2,740.28	
Instalación de Tableros	6	U	3,900.00		23,400.00	
Instalación de circuitos de luz y fuerza	50	U	7,875.00		393,750.00	
<b>5.00 FONTANERIA</b>						
Instalación de línea de agua mas accesorios	2,100	ML	41.51		87,176.25	
Instalación de inhodoros y accesorios	50	U	740.63		37,031.25	
Instalación de lavamanos y accesorios	45	U	661.88		29,784.38	
<b>6.00 DRENAJES</b>						
Instalación de drenaje sanitario	1,425	ML	69.62		99,201.38	
Instalación de drenaje pluvial	500	ML	4.28		2,137.50	
Construcción de caja de registro	16	U	1,335.00		21,360.00	
<b>7.00 ACABADOS</b>						
Instalación de piso	475	M2	140.00		66,500.00	
Instalación de azulejos	500	M2	125.00		62,500.00	
Pintura de muros internos del edificio	1,800	M2	16.00		28,800.00	
<b>8.00 SUBCONTRATADOS</b>						
Muro de contención de soil nailing	1,425	M2	1,068.75		1,522,968.75	
Construcción de fosa séptica y batería de pozos	1	U	140,000.00		140,000.00	
Suministro e instalación de elevador	2	U	470,250.00		940,500.00	
Hechura e instalación de puertas de madera	45	U	500.00		22,500.00	
Hechura e instalación de puertas de metal	16	U	720.00		11,520.00	
Colocación de ventanearía mill finish	36	M2	500.00		18,000.00	
Colocación de pintura y señalización	1,500	ML	25.00		37,500.00	
Colocación de pavimento	80	ML	2,565.00		205,200.00	
<b>Total sin iva</b>					<b>29,595,763.41</b>	
<b>Total</b>						<b>33,147,255.01</b>

**Tabla XVI.** Cronograma propuesto de ejecución

No	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
1	Cercado de área de trabajo																		
2	Movimiento de tierras		x	x	x	x	x	x	x										
3	Muro de soil nailing			x	x	x	x							x	x	x			
4	Muro de concreto pobre			x	x	x	x												
5	Excavación para zapatas					x	x								x	x			
6	Excavación para fosa séptica y cajas de registro																		
7	Armado de zapatas y base de columnas				x	x	x	x											
8	Armado de muros de fosa séptica y cajas de registro					x	x	x	x										
9	Fundición de zapatas y base de columnas						x	x	x	x									
10	Fundición de muros de fosa séptica y cajas de registro							x	x	x									
11	Armado y fundición de losa de piso de sótano 5					x	x	x											
12	Armado y fundición de columnas de sótano 5						x	x	x	x									
13	Desencofrado de columnas sótano 5										x								
14	Levantado de muros de block de baños sótano 5									x	x								
15	Instalaciones de agua y drenajes sótano 5										x	x							
16	Instalaciones eléctricas de sótano 5											x	x						
17	Levantado de muros perimetrales de sótano 5											x	x						
18	Colocación de ventanearia																		x
19	Colocación de puertas de metal																		x
20	Colocación de puertas de madera																		x
21	Acabados de sótano 5																		x
22	Armado y fundición de losa de entepiso y vigas de sótano 4						x	x	x	x									
23	Armado y fundición de columnas de sótano 4							x	x	x	x	x							
24	Desentarimado de losa de entepiso y vigas sótano 4										x								
25	Desencofrado de columnas sótano 4																		
26	Levantado de muros de block de baños sótano 4										x								
27	Instalaciones de agua y drenajes sótano 4											x	x						
28	Instalaciones eléctricas de sótano 4												x	x					
29	Levantado de muros perimetrales sótano 4												x	x					
30	Colocación de ventanearia																		x
31	Colocación de puertas de metal																		x
32	Colocación de puertas de madera																		x
33	Acabados de sótano 4																		x
34	Armado y fundición de losa de entepiso sótano 3									x	x	x	x						
35	Armado y fundición de columnas de sótano 3										x	x	x	x					
36	Desentarimado de losa de entepiso y vigas sótano 3																		
37	Desencofrado de columnas sótano 3											x							
38	Levantado de muros de block de baños sótano 3												x						
39	Instalaciones de agua y drenajes sótano 3													x	x				
40	Instalaciones eléctricas de sótano 3														x	x			
41	Levantado de muros perimetrales de sótano 3															x			
42	Colocación de ventanearia																		x
43	Colocación de puertas de metal																		x
44	Colocación de puertas de madera																		x
45	Acabados de sótano 3																		x
46	Armado y fundición de losa de entepiso sótano 2											x	x	x	x				
47	Armado y fundición de columnas de sótano 2												x	x	x	x			
48	Desentarimado de losa de entepiso y vigas sótano 2																		
49	Desencofrado de columnas sótano 2														x				
50	Levantado de muros de block de baños sótano 2															x			
51	Instalaciones de agua y drenajes sótano 2																x	x	
52	Instalaciones eléctricas de sótano 2																	x	
53	Levantado de muros perimetrales de sótano 2																		x
54	Colocación de ventanearia																		x
55	Colocación de puertas de metal																		x
56	Colocación de puertas de madera																		x
57	Acabados de sótano 2																		x
58	Armado y fundición de losa de entepiso sótano 1													x	x	x	x		
59	Armado y fundición de columnas de sótano 1														x	x	x	x	
60	Desentarimado de losa de entepiso y vigas sótano 1																x		
61	Desencofrado de columnas sótano 1																	x	
62	Levantado de muros de block de baños sótano 2																		x
63	Instalaciones de agua y drenajes sótano 1 y 2																		x
64	Instalaciones eléctricas de sótano 1 y 2																		x
65	Levantado de muros perimetrales de sótano 1 y 2																		x
66	Colocación de ventanearia																		x
67	Colocación de puertas de metal																		x
68	Colocación de puertas de madera																		x
69	Acabados de sótano 1																		x
70	Armado y fundición de losa de piso y vigas de la plaza																x	x	x
71	Desentarimado de losa y vigas de plaza																	x	
72	Colocación de elevadores																		x
73	Levantado de muros de perimetrales																		x
74	Instalaciones de agua y drenajes sótano 1 y 2																		x
75	Instalaciones eléctricas de la plaza																		x
76	Instalación de elevadores																		x
77	Acabados, jardinizacion y limpieza de plaza																		x
78	Limpieza general																		x



## **6.2 Propuesta de Financiamiento**

Para la propuesta de financiamiento del proyecto no podremos tomar como opción el solicitar un préstamo a alguna de las diversas entidades que contribuyen con el país debido a que el proyecto tiene una característica de autofinanciable y no posee un fin social por lo que a continuación se elaboró un estudio financiero proponiendo evaluar el VAN y la TIR.

El valor presente neto por definición para que el proyecto sea viable deberá dar un valor positivo, pues esto indicará que del total de dinero que se espera recibir en el futuro posee un valor actual neto superior a la inversión del proyecto.

La tasa interna de retorno deberá de proporcionarnos un resultado similar o superior a la tasa de interés a la que se proponga trabajar la proyección del proyecto si no es así el proyecto no será rentable financieramente, la TIR nos dará el valor máximo de interés al que podremos contraer préstamos.

Para analizar el proyecto propondremos dos opciones las cuales variaran básicamente solo en la tarifa de cobro establecida por jornada.

### 6.2.1 Propuesta de autofinanciamiento A

Esta opción basará sus ingresos en las tasas actuales de cobro del campus universitario con la única modificación de que se cobrarán dos jornadas a todo aquel usuario que permanezca aparcado en las instalaciones después de los horarios establecidos por jornada. Para poder determinar los gastos de operación se colocará que el proyecto contará con 4 guardias de seguridad, dos encargados de limpieza, un rubro que cubra el servicio de agua otro el de luz y por último uno para mantenimiento y se calculará en base al gasto anual de cada uno de estos.

**Tabla XVII. Gastos de operación**

<b>Gastos de Operación</b>	
<b>Renglón</b>	<b>Costo anual</b>
Pago de 4 guardias de seguridad	112,000.00
Pago de servicio de agua	7,200.00
Pago de servicio de luz	24,000.00
Pago de limpieza	42,000.00
Gastos de mantenimiento	12,000.00
<b>Total gastos de operación</b>	<b>197,200.00</b>

Se supondrá para esta opción A que los ingresos del proyecto se obtendrán a partir de:

a) Una tasa de ocupación del 75% del total de los parqueos la cual equivale a 631 parqueos por jornada.

b) Se cobrará un tarifa de Q 2.00 por jornada las cuales serán, matutina de 7:00 a 13:30 horas y vespertina de 13:30 a 21:00 horas.

c) Se asumirá un tiempo de 25 días al mes de funcionamiento y un total de 11 meses de operación anuales.

d) Se utilizará una tasa del 13% interés vigente en el mercado.

e) El período de vida hacia el cual se proyectará la recuperación de la inversión será de 15 años.

f) El porcentaje de valor de rescate en base a la depreciación será del 45% al valor del costo inicial.

En base a los datos proporcionados anteriormente sabemos que el proyecto tendrá un ingreso de Q 694,100.00 anuales, por lo que procedemos a calcular el VAN y la TIR:

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i}$$

Donde:

$I_0$  : Inversión Inicial

$F_i$  : Flujo neto anual; Si  $VAN > 0 \rightarrow$  ACEPTAR PROYECTO

$t$  : tasa de actualización

$n$ : años de duración del Proyecto

$$VAN = -33,147,255.01 - 197,200 (6.46) + 694,100(6.46) + 2,384,972.80$$

$$VAN = -27,552,777.31$$

Ahora se procedería a calcular la TIR pero para ello debemos obtener un VAN positivo para poder interpolar lo cual indicaría alguna posibilidad de éxito del proyecto pero no se puede obtener un VAN positivo con estas condiciones para demostrarlo se calculó el VAN para una tasa de interés del 1% la cual es una tasa imposible de aplicar en un caso como este, pero aun así el VAN para esta tasa de interés es negativa lo cual indica que el proyecto no tiene ninguna posibilidad de éxito económico:

$$\text{VAN}(1\%) = -33,147,255.01 - 197,200(13.86) + 694,100(13.86) + 12,848,117.43$$

$$\text{VAN} = -13,412,103.58$$

### **6.2.2 Propuesta de autofinanciamiento B**

Esta opción basará sus ingresos en tasas de cobro diferentes a las actuales de cobro del campus universitario y también se cobrarán dos jornadas a todo aquel usuario que permanezca aparcado en las instalaciones después de los horarios establecidos por jornada. En este caso los gastos de operación son los mismos que en la opción A.

Se supondrá para esta opción B que los ingresos del proyecto se obtendrán a partir de:

a) Una tasa de ocupación del 75% del total de los parqueos la cual equivale a 631 parqueos por jornada.

b) Se cobrará una tarifa de Q 15.00 por jornada las cuales serán, matutina de 7:00 a 13:30 horas y vespertina de 13:30 a 21:00 horas.

c) Se asumirá un tiempo de 25 días al mes de funcionamiento y un total de 11 meses de operación anuales.

d) Se utilizará una tasa del 13% interés vigente en el mercado.

e) El período de vida hacia el cual se proyectará la recuperación de la inversión será de 15 años.

f) El porcentaje de valor de rescate en base a la depreciación será del 45% con respecto al valor del costo inicial.

En base a los datos anteriores se obtuvo un ingreso de Q 5,205,750.00 por lo que procedemos a calcular el VAN para el 13%:

$$\text{VAN (13\%)} = -33,147,255.01 - 197,200(6.46) + 5,205,750(6.46) + 2,384,972.30$$

$$\text{VAN (13\%)} = 1,592,950.29 \text{ quetzales}$$

Ahora procedemos a calcular la TIR, para lo cual debemos primero calcular una VAN negativa pues la VAN para la tasa de interés del 13% es positiva, por lo que se propone calcular la VAN para una tasa del 15% y así poder interpolar los datos para obtener la TIR del proyecto en esta propuesta.

$$\text{VAN (15\%)} = -33,147,255.01 - 197,200(5.85) + 5,205,750(5.85) + 1,833,126.68$$

$$\text{VAN (15\%)} = -2,004,250.83$$

Ahora con el VAN de las dos tasas de interés y el VAN de la TIR que es igual a 0 por definición procedemos a interpolar para encontrar la TIR del proyecto en base a la fórmula:

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{VAN_1}{|VAN_1 + VAN_2|}$$

Donde:

$i_1$  = Tasa de actualización del último VAN POSITIVO

$i_2$  = Tasa de actualización del primer VAN NEGATIVO

$VAN_1$  = Valor Actual Neto Positivo.

$VAN_2$  = Valor Actual Neto Negativo.

Sustituyendo

$$TIR = 13 + (15-13) * \frac{1,592,950.29}{|1,592,950.29 - 2,004,250.83|}$$

$$TIR = 20.74 \%$$

En base a estos datos que proporciona el análisis de la opción B, se propone el realizar el proyecto, pues esta opción arroja una VAN positiva y una tasa interna de rendimiento de hasta el 20.74% durante el período de vida que se ha propuesto, con lo que el proyecto será aceptable en el rango económico, pues la ganancia es mínima recordando que este no es solo un proyecto de tipo económico, si no de servicio para toda la comunidad universitaria, lo cual aporta un alto valor agregado a la discusión de las diversas consideraciones para llevar a cabo dicho proyecto en esta casa de estudios.

## CONCLUSIONES

1. La realización del trabajo de graduación respecto a un tema práctico contribuye a la finalización de la formación profesional del futuro ingeniero, ya que, le permite la confrontación de teoría con la práctica y brinda la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos dentro de los procesos prácticos, lo cual aporta adquisición de experiencia a través de la realización de proyectos reales.

2. La decisión de la ubicación del edificio de parqueos se tomó en relación a no utilizar área de ninguna de las facultades de la Universidad y que, por su ubicación, permitirá descongestionar las zonas con más problema del circuito universitario.

3. Los diseños de espacio y estructura del edificio se realizaron tomando en cuenta las normas de diseño que permitan satisfacer las necesidades del usuario del mismo, así como mantener los usos actuales de la plaza.

4. El proyecto es, financieramente, realizable pues la propuesta financiera cuenta con el hecho de no poder conseguir préstamos blandos para esta casa de estudios por las características del proyecto y, aún así, el cobro por hora propuesto es menor al los costos normales de la ciudad, lo cual brinda la oportunidad de proveer a la comunidad universitaria de una medida de mitigación al problema de aparcamiento que sufre, actualmente.

## **RECOMENDACIONES**

### **A la Facultad de Ingeniería de la USAC**

1. Fomentar la realización de trabajos prácticos de graduación, pues, es de beneficio en la formación teórico- práctica del estudiante de ingeniería.

### **A el Departamento de Urbanización y Construcción de la USAC**

2. Revisar mediante pruebas de laboratorio que los datos asumidos durante el presente trabajo sean correctos, como lo es el valor soporte del suelo pues esto podría hacer cambiar la cimentación de la edificación, lo cual provocaría el cambio en el costo del proyecto y alteraría el estudio financiero del mismo.

3. Seguir estrictamente todos los detalles y especificaciones que encuentran en los planos al construir el edificio y, así, cumplir con las normas del reglamento ACI 318-99 en el cual se basa el diseño de este edificio.

4. Garantizar la supervisión del proyecto por profesionales capacitados en cada uno de los renglones propuestos a trabajar con el fin de cumplir las diferentes normas en el proceso de ejecución del proyecto y, así, obtener la mayor eficiencia tanto en la mano de obra como en los materiales que se utilizarán.



5. Proporcionar el mantenimiento necesario al proyecto para que, así, su período de vida útil se prolongue y, así, se obtenga el mayor beneficio para la comunidad universitaria.

6. El presente trabajo no es la solución a la sobrepoblación vehicular de la ciudad universitaria y los problemas que está ocasiona por lo que en el futuro se propone pensar en una descentralización de las distintas unidades académicas que pertenecen a esta casa de estudios, para poder bajar la tasa de densidad poblacional del campus central de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Chang S. Parker. **Ingeniería económica contemporánea**. Estados Unidos: Editorial Pearson. 1997. 791 pp.
2. Huth, Mark W. **Understanding Construction Drawings**. 2a. edición. Estados Unidos: Denmark Publisher Inc. 1983. 309 pp.
3. Moncada Díaz, Carlos Enrique. **Modelación analítica de estructuras no convencionales utilizando programas de computación de estructuras. (SAP 2000 V8, ETABS V8, AUTOCAD 2000)**. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2004. 152 pp.
4. Neufert, Ernst. **Arte de proyectar en arquitectura**. 14va. edición. México: Ediciones G. Gili, 1995. 582 pp.
5. Obregón-Hartleben, Oliver. **Congestionamiento, el de la ciudad de Guatemala, junio 2001**. Departamento de planificación y diseño, Municipalidad de Guatemala.
6. Publicación Conmemorativa. **Tricentenario. 1676-1976**. Editorial Universitario.

7. Velásquez Carrera, Eduardo Antonio y Julio César Contreras M. **La problemática del transporte Urbano**. Guatemala: Centro de estudios urbanos y regionales. USAC. 1998.
8. Vides Tobar, Amando. **Análisis y control de costos de ingeniería**. 1ª. edición. Guatemala: Editorial Piedra Santa, 1978. Tomo I 595 pp. Tomo II 710 pp.