

**UN NUEVO ENFOQUE EN LA ENSEÑANZA DE LAS
ESTRUCTURAS**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA,
PRESENTA BENJAMIN BECERRA PADILLA.**



2001

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO FACULTAD DE
ARQUITECTURA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

AÑO 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Director de tesis:

M. en Arq. Carlos González Lobo

Sinodales;

M. en Arq. Consuelo Farias V. de Van Rosmalen

M. en Arq. Miguel Hierro Gómez

Dr. Alejandro Villalobos Pérez

Arq. Jesús Barba Erdman.

UN NUEVO ENFOQUE EN LA ENSEÑANZA DE LAS ESTRUCTURAS**ÍNDICE**

I	Presentación	Pag.	4
II	El problema		6
III	Objetivo general		8
IV	Modelo de trabajo		10
V	El contexto académico		12
VI	Síntesis de los problemas		18
VII	Propuestas de solución		20
VIII	Selección y caracterización de las propuestas		22
IX	Reorganización de los contenidos del plan de estudios		25
X	El material didáctico		35
XI	Resultados y conclusiones		
	Fuentes de consulta		100
XII	Anexos		112

I
PRESENTACIÓN

UN NUEVO ENFOQUE EN LA ENSEÑANZA DE LAS ESTRUCTURAS

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA,
PRESENTA EL ARQUITECTO BENJAMIN BECERRA PADILLA.

INTRODUCCIÓN

I. PRESENTACIÓN.

El presente trabajo se desarrolla durante la etapa de vigencia y aplicación del Plan de Estudios 1992 para la Licenciatura de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura de la UNAM; surge de un esfuerzo conjunto de un grupo de profesores de la Licenciatura en Arquitectura (pertenecientes todos al Taller de Arquitectura José Revueltas), que tienen como objetivo común relacionar el producto de su investigación en la maestría con las necesidades académicas de la Licenciatura, para lo cual las diferentes investigaciones adoptan como tema general el análisis crítico del Plan de Estudios de 1992, en alguna de las áreas que lo integran, para proponer los instrumentos académicos (métodos, recursos, material y enfoques didácticos) que modifiquen al plan vigente. En este caso se aborda la llamada Subárea de Estructuras perteneciente al Área de Construcción, y en particular se elige el curso de Estructuras I como el lugar de investigación.

La manera como se organiza este documento es la siguiente:

- En primer término se describe el **problema a resolver** y el **objetivo general**.
- Posteriormente se explica el **contexto académico** de la Licenciatura en Arquitectura: el Plan de Estudios, la Subárea de Estructuras, los estudiantes y los profesores.
- Se sintetizan los **problemas** detectados y se elaboran **propuestas de solución**, seleccionando las que se pueden atender en la práctica docente.
- Se expone la revisión hecha a los **contenidos de los programas** de la materia de estructuras, el **material didáctico** elaborado y puesto en **práctica en los cursos** respectivos, así como los **resultados** obtenidos.
- Se apuntan algunas **conclusiones** finales y se incluye un **anexo** que contiene los mapas curriculares de la materia de estudio para los diferentes niveles.

Durante la etapa final del desarrollo de éste trabajo (1998), se organizaron reuniones entre académicos y autoridades de la Facultad de Arquitectura, para modificar el Plan de Estudios 1992 de la Licenciatura en Arquitectura, y en ese espacio académico se presentó parte del material aquí elaborado, incidiendo en el enfoque y contenido del programa para el **primer** semestre de la disciplina en cuestión, lo cual también se tratará.

II

EL PROBLEMA

II. EL PROBLEMA.

Los conocimientos sobre el análisis y diseño estructural, son imprescindibles en el ejercicio profesional del arquitecto, de ellos depende la estabilidad de los edificios y por tanto la seguridad de los habitantes. Si bien el proyecto y ejecución de una obra arquitectónica se desarrolla de manera interdisciplinaria, no implica para el arquitecto que en su actividad profesional delegue su responsabilidad sobre los aspectos estructurales a otros profesionistas, o en el caso de los estudiantes, les represente solamente un obstáculo en su formación y sean materias que al no encontrar su utilidad inmediata "hay que estudiarlas sólo para pasarlas".

Es cierto que el cálculo estructural ha tomado el carácter de una especialidad, y de ninguna manera se trata que el arquitecto sea un especialista, si no lo desea, pero tampoco es motivo para limitar la formación de los futuros arquitectos marginándolos de ésta área del conocimiento, con recomendaciones durante su formación tales como: dejar volar la imaginación y no preocuparse por los problemas estructurales que el ingeniero los resolverá. Estas posiciones desechan en la práctica académica, un conocimiento fundamental y necesario en el desarrollo del oficio, principalmente porque al atender un problema arquitectónico, la elección y adecuación del sistema estructural a los diferentes requisitos arquitectónicos es una parte integral de la solución. De igual manera es común que en el proceso de enseñanza aprendizaje de la arquitectura, particularmente en el Taller de Arquitectura, los aspectos relativos a la estabilidad de los edificios se deje de lado o se encauce hacia los profesores del área correspondiente, impidiendo una enseñanza integral y menospreciando los conocimientos estructurales. También es cierto que los conocimientos impartidos en los cursos de estructuras, son abstractos y áridos y nada tienen que ver con una enseñanza objetiva e integral; este hecho genera entre los estudiantes una aversión a la disciplina, y da lugar a que se presente en ella el mayor índice de irregularidad en la Licenciatura de Arquitectura, principalmente en aquellas materias cuyos contenidos tienen que ver con la estática y la resistencia de materiales, conocimientos que generalmente se imparten en los primeros años y donde es por todos conocido que el grado de no acreditación y deserción, en relación con otras disciplinas es de los más altos.

Es común que cuando se buscan las causas que originan el problema mencionado, de manera inmediata se atribuyen a los estudiantes, a su desconocimiento de las matemáticas, de la física, y de la mala preparación obtenida en el ciclo de bachillerato, jamás se cuestionan los métodos didácticos, los contenidos temáticos y los programas, aspectos que han permanecido sin alteración durante décadas.

III
OBJETIVO GENERAL

III OBJETIVO GENERAL

Desde esta perspectiva, la importancia de los conocimientos en el campo de las estructuras para los estudiantes y futuros profesionales de la arquitectura se remite a la necesidad de proyectar edificios resistentes, es decir estáticos e indeformables, considerando que ambas cualidades no dependen solamente del dimensionamiento adecuado de los elementos estructurales, sino también y de una manera importante, de una configuración geométrica que considere el ordenamiento relacionado y dependiente de los elementos estructurales con los arquitectónicos, aspectos que corresponde al arquitecto definir desde el momento en que se prefiguran las primeras imágenes, y donde, desde el punto de vista que aquí se adopta, debe dar énfasis la enseñanza de las estructura para arquitectos, para no incurrir en lo que Eduardo Torroja señala: "Es un error demasiado corriente empezar a calcular viga número uno, sin antes haber meditado si la construcción debe llevar vigas o no..."¹

A partir de lo anterior, se propone como objetivo general; elaborar una propuesta didáctica que modifique la tradicional forma de enseñar las estructuras, estableciendo:

- En primer lugar, un nuevo enfoque que guíe la reorganización de contenidos de los programas de la disciplina.
- En segundo término, la elaboración de un material didáctico para el primer año de la carrera, que considere todas las variables arquitectónicas en el análisis de los sistemas estructurales, y que permita considerar los aspectos estructurales de manera integral desde el planteamiento del problema arquitectónico, aplicándolo para su evaluación.

¹ Torroja Eduardo, **Razón y ser de los tipos estructurales**, Edit. Instituto Torroja de la Construcción y del Cemento, Madrid, s/f. (p.2).

IV

MODELO DE TRABAJO

IV MODELO DE TRABAJO

La maestría donde se inscribe este trabajo se planteó como objetivo: vincular el Posgrado con la Licenciatura a partir de la producción de material didáctico útil en ésta, distribuyendo entre cada participante en los cursos formativos del Posgrado, una de las áreas de conocimiento incluidas en el plan de estudios de la Licenciatura..

Durante el curso de la maestría, y particularmente en los seminarios de investigación, se produjo el material didáctico gráfico. De la misma manera y como parte de los trabajos de los seminarios de didáctica se realiza la crítica al plan de estudios vigente¹, correspondiendo a cada uno de los participantes el análisis del área académica elegida. El material didáctico tendría de necesidad, que aplicarse en algún curso o cursos, para su revisión y transformación; en este caso particular, se solicitó la apertura de un grupo especial de Estructuras I, donde se inscribieran solamente a estudiantes que no hubieran acreditado la asignatura, dicha aplicación se realizó durante cuatro ciclos escolares (1994, 95, 96, 97). Para la elaboración de los modelos estructurales, se abrió durante dos ciclos, un programa de ayudantía académica dentro de Servicio Social de la Facultad.

¹ Plan de Estudios de 1992 para la Licenciatura en Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la UNAM..

V

EL CONTEXTO ACADÉMICO

V EL CONTEXTO ACADÉMICO.

1. EL PLAN DE ESTUDIOS.²

La duración de los estudios se programa para cinco años, en dos etapas: la de formación con duración de cuatro años y la de consolidación en el quinto y último año.

Los conocimientos se organizan en cuatro Áreas, la Teórico Humanística, la Urbano Ambiental, la de Proyectos y la de Construcción, incluye además la Extensión Universitaria, el Servicio Social y la Práctica Profesional Supervisada, todas ellas como actividades obligatorias. Cada área se subdivide en subáreas y se especifican enfoques y contenidos para cada una de ellas. (Ver anexo 1).

1.1. - Organización del Área de Construcción.

Se integra de cuatro disciplinas denominadas subáreas; el Taller de Construcción, la de Estructuras, Administración y las Tecnologías Ambientales. El Taller de Construcción forma con el de Proyectos, el de Investigación y Estudios de Caso el Taller de Arquitectura, espacio donde se aplican de manera totalizante los conocimientos obtenidos en las diferentes subáreas. (Anexo 2).

1.2.- La Subárea Estructuras.

1.2.3.- Enfoque.

Se orienta a la teoría y práctica de las estructuras; a su análisis, elección, normatividad, dimensionamiento, costo y procedimiento constructivo.

1.2.4.- Ubicación y tiempo.

La totalidad de conocimientos a obtener se programa en cuatro cursos, del primero al cuarto año, con cuatro horas a la semana para cada uno de ellos durante 32 semanas.

² IDEM (p. 29, 51,55)

1.2.5.- Contenido.

En el Primer Nivel, al curso programado se la denomina "Estructuras I", se incluyen los temas siguientes; reseña histórica de las estructuras, fundamentos y lógica de los sistemas estructurales, estática (conceptos, principios, sistemas de fuerzas), resistencia de materiales (propiedades mecánicas, de las secciones planas, esfuerzo y deformación), flexión en vigas, tracción y compresión, flexocompresión y torsión.

El curso de "Estructuras II" se ubica en el Segundo Nivel y se programan temas como, principios de distribución de momentos para estructuras reticulares, vigas continuas sobre apoyos simples, estructuras de marco rígido, sismo, sistemas desplazables, muros de mampostería, método simplificado de análisis sísmico, método estático de análisis sísmico.

Al Tercer Nivel corresponde "Estructuras III", y los temas se refieren principalmente a las características del concreto. Propiedades del concreto y del acero, Normas Técnicas Complementarias para Estructuras de Concreto, teoría elástica, diseño de vigas, losas, columnas, zapatas, análisis sísmico, teoría elastoplástica, esfuerzo cortante, tensión diagonal, anclaje adherencia.

En Cuarto Nivel o "Estructuras IV", se abordará el acero estructural. Características y propiedades del acero estructural, Normas Técnicas Complementarias para el Acero, armaduras, vigas hiperestáticas, vigas continuas, diseño completo de un edificio (gravitacional y sismo), madera (propiedades, características y diseño).

1.2.6.- Métodos.

Los métodos didácticos recomendados son; la exposición, la demostración y la participación. (Ver anexo 3 Plan de Estudios 92, p. 129 a 136).

2.- ANALISIS DE LA SUBÁREA

Los contenidos.

La organización de los contenidos en los cuatro años en los que se programa la subárea, se estructuran de lo concreto a lo abstracto, es decir, en los dos primeros niveles se incluyen los modelos gráficos y matemáticos para el análisis de los elementos estructurales (estática, resistencia de materiales, distribución de momentos, método de Ritter, de Cross, etc.). En los otros dos años se pretende la aplicación de los métodos aprendidos usando un material, el concreto en el Tercer Nivel y el acero en el Cuarto.

El proceso de conocimiento es teórico práctico; todo conocimiento que no encuentra su inmediata aplicación se pierde. Todo conocimiento estructural que no sea aplicado para la obtención de un objeto determinado, construido con un material específico, se ve inútil y será un conocimiento que se adquiere únicamente en cumplimiento de un trámite para la acreditación.

Desligar de manera temporal los modelos matemáticos para determinar los esfuerzos en los elementos, el conocimiento de los materiales que les darán forma y sustentación, no ha brindado los resultados esperados, por el contrario, ha generado un índice alto de reprobación en los años de aplicación del plan vigente y en otros que tienen la misma estructura curricular. La causa de tal hecho académico siempre se ha atribuido al incumplimiento del programa por parte de los profesores, al poco conocimiento que sobre las matemáticas poseen los egresados del Bachillerato, pero nunca se ha cuestionado la organización de los temas como otra de las razones de la reprobación y deserción de los estudiantes en esta actividad académica.

Un objetivo que se anuncia como fundamental en el citado Plan es la totalización de conocimientos y su inmediata aplicación en el Taller de Arquitectura³. Si nos referimos nuevamente a la organización actual de los contenidos de los cursos de estructuras de los primeros niveles Estructuras I, y II, podemos notar que no existen programados conocimientos de posible aplicación, a excepción del tema *Fundamentos y lógica de los sistemas estructurales*, que representa uno entre los catorce temas de las estructuras correspondientes al Primer Nivel, no existe otro que permita la obtención en el estudiante de los criterios estructurales necesarios para proyectar de manera integral los espacios arquitectónicos. Es evidente en la práctica docente que, en el desarrollo de los proyectos en el Taller de Arquitectura, se da poca atención a los aspectos estructurales; en algunos casos se les considera como

³ Plan de Estudios 1992 para la Licenciatura de Arquitectura, de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, pag. 67.

obstáculos a la "creación", en otros, son tomados en cuenta al final y generalmente las soluciones estructurales son forzadas y resultan en la mayoría de las ocasiones inadecuadas.

Los métodos y los recursos didácticos.

De los métodos didácticos recomendados para la enseñanza de las estructuras el más usado es la exposición en pizarrón. Lo anterior tiene que ver con la carencia de recursos económicos destinados a la producción de material didáctico (audiovisual y cibernético) en la Facultad; actualmente la producción es de manera individual y a iniciativa personal, y el costo se absorbe de la misma manera, es decir, con cargo al salario del profesor.

Otro de los métodos didácticos recomendados es la demostración, que como técnica experimental no es un método recurrente en la práctica docente, bien porque es entendida como la solución de problemas o la realización de ejercicios y para esto basta el pizarrón, o bien porque no existe en la Facultad un laboratorio para tal fin.

La bibliografía.

La bibliografía predominante para el estudio de las estructuras corresponde con una orientación reduccionista donde el mundo real queda limitado "... a una sola dimensión y a un solo aspecto: la dimensión de la extensión y de las relaciones cuantitativas."⁴ Escasa es la literatura sobre el tema que contiene criterios estructurales que expliquen el funcionamiento de las estructuras, y den importancia de la configuración arquitectónica en la acción resistente y que le permita al estudiante de arquitectura desde los primeros años concebir la estructura como parte integral del objeto arquitectónico.

3.- Los estudiantes.

En encuestas aplicadas en el Taller José Revueltas a estudiantes de los primeros niveles de la Licenciatura de Arquitectura, se ha detectado que a su ingreso a la Facultad de Arquitectura, la mayoría de ellos tienen una idea vaga y equivocada de las actividades que desarrollará para formarse como arquitecto, suponen a la actividad arquitectónica predominantemente artística y al dibujo como la disciplina más importante. La elección por el estudio de la arquitectura la basan en el gusto o

⁴ Kosik Karel, *Dialéctica de lo concreto*, Edt. Grijalvo, México, 1967,(p. 42).

la habilidad que tiene para dibujar. Como consecuencia de lo anterior muestran buena disposición para las actividades prácticas y poca para las actividades teóricas y de lectura, la inclinación hacia las matemáticas es difícil de encontrar. Es también una característica de las últimas generaciones una capacidad de concentración por lapsos cortos, seguramente inducida por las horas de televisión acumuladas en su vida.

4.- Los profesores.

En proporción a la planta docente de la Facultad, el porcentaje de los profesores que atienden la Subárea de Estructuras es bajo, la preferencia se encamina hacia el Área de Proyectos, existe un desinterés de los profesores arquitectos por impartir esta disciplina. Por esta razón y para cubrir los grupos que demanda la población estudiantil en los diferentes niveles, los profesores de estructuras saturan su tiempo exclusivamente en esta materia, donde la mayoría son ingenieros, cuyo enfoque es diferente y pocos son los que se incorporan a otras áreas, lo que sería deseable (principalmente si fuera en el Taller de Proyectos) para facilitar la aplicación de los conocimientos estructurales al Taller de Arquitectura.

La práctica docente parece corresponder a la organización de los programas, o bien se trata de programas ordenados conforme a esas prácticas irregulares, las que se caracterizan por la repetición de los métodos didácticos tradicionales en la enseñanza, tanto en la concepción del aprendizaje como en el enfoque a los contenidos, además de una total desconexión entre la secuencia de contenidos impartidos de un nivel a otro. El aprendizaje se dirige fundamentalmente hacia la asimilación de procedimientos mecánicos para el dimensionamiento de elementos aislados, o en función de materiales específicos, los conocimientos son considerados como un fin en sí mismo y no como un medio articulado para apoyar mediante su aplicación, la solución de un problema arquitectónico.

VI

SÍNTESIS DE LOS PROBLEMAS

VI SÍNTESIS DE PROBLEMAS.

Con la idea de plantear algunas propuestas de solución relacionadas directamente con los problemas señalados, se hará un resumen de éstos.

1. Separación de los procedimientos para determinar esfuerzos y deformaciones, de los necesarios para su dimensionamiento y materialización.
2. Visión parcial y abstracta de las estructuras.
3. Nula referencia a conocimientos aplicables en el desarrollo de los proyectos.
4. Desintegración de los conocimientos adquiridos en la Subárea de Estructuras, con aquellos del proceso de proyecto.
5. Poca atención en los aspectos estructurales en el Taller de Proyectos.
6. Carencia de recursos destinados a la producción de material didáctico y equipo de apoyo.
7. Ausencia de un laboratorio o taller para la experimentación.
8. De la bibliografía existente es mínima la que tiene un enfoque que dé énfasis a la formación de un criterio estructural totalizante.
9. Los estudiantes muestran predilección por las actividades prácticas ante las teóricas y poco hábito a la lectura.
10. El número de profesores que aplican su actividad académica tanto al Taller de Arquitectura como al de las estructuras es mínimo en relación a otras disciplinas.
- 11.- Desconexión de contenidos impartidos de un semestre a otro.

VII
PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

VII PROPUESTAS DE SOLUCION.

A los problemas expuestos se responderá con las siguientes propuestas para su solución.

1. Modificación a la organización de los contenidos en los programas de estructuras de los diferentes niveles o semestres del plan de estudios vigente.
2. La aplicación de los conocimientos estructurales adquiridos, se facilitará con la participación directa de los profesores de esta materia en el Taller de proyectos.
3. Un nuevo enfoque que analice las estructuras como sistemas integrales facilitará la aplicación de estos conocimientos en el desarrollo de los proyectos.
4. La definición de un método de análisis que se imparta en el Primer Nivel y que considere no solamente los aspectos técnicos propios de los sistemas estructurales sino también sus cualidades arquitectónicas, dará un enfoque totalizante a la materia.
5. El método de análisis deberá partir de considerar al sistema estructural completo, para comprender las relaciones entre los elementos que lo conforman, para después aislarlos y analizarlos separadamente.
6. La carencia de bibliografía con un enfoque apropiado para arquitectos, podrá suplirse induciendo las investigaciones realizadas en el Posgrado, a temas relacionados con la enseñanza de las estructuras para arquitectos..
7. La elaboración de material didáctico permitirá el aprovechamiento más eficiente del tiempo destinado a la clase.
8. El material didáctico deberá tener un equilibrio entre texto y elementos gráficos, para inducir en el estudiante el hábito de la lectura de manera paulatina.
- 9.- La incorporación de la computadora a los procesos de dimensionamiento de los elementos estructurales, permitirá dar énfasis a un análisis arquitectónico de las estructuras.
- 10.- Un enfoque arquitectónico de los sistemas estructurales, estimulará la incorporación de los profesores arquitectos al trabajo didáctico en esta disciplina.
- 11.- La coordinación entre los profesores de los diferentes niveles, proporcionará una formación más homogénea.

VIII

**SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN
DE LAS PROPUESTAS**

VIII SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS

En las propuestas enunciadas algunas, están sujetas, para su instrumentación a decisiones administrativas (nombramientos y aumentos de horas) y a la aceptación de los profesores para llevarlas a efecto, por tanto, nos corresponde explorar únicamente aquellas que puedan atenderse de manera directa en la práctica docente. Las propuestas no atendidas se dejan planteadas para fundamentarlas posteriormente y presentarlas en un futuro en los espacios académico administrativos adecuados. Tomando en cuenta lo anterior, se aborda lo siguiente:

- 1.- La reorganización de los contenidos del plan vigente⁵ indicados para el curso del Primer semestre, además de una propuesta para los otros, contemplando una modificación en un futuro inmediato.
2. La elaboración de material didáctico escrito y gráfico que contenga un método para el análisis integral de las estructuras que considere todas las variables del objeto arquitectónico (lo estructural, lo funcional, lo ambiental, lo expresivo entre otros).
3. La producción de modelos estructurales que motiven y estimulen un aprendizaje inicialmente intuitivo y a través de la explicación de su comportamiento convertirlo en racional.
4. La ratificación o rectificación del material didáctico gráfico y escrito, así como de los modelos estructurales, mediante su aplicación en un grupo especial conformado por alumnos que hubieren no acreditado la asignatura al menos por una ocasión.

La **reorganización de los contenidos de los programas** de la materia, estará guiada por un enfoque que considere como punto de partida a las estructuras como sistemas integrales, que proporcione inicialmente los conocimientos estructurales necesarios para entender su funcionamiento y prepare para una fácil asimilación de los modelos matemáticos usuales en la determinación de esfuerzos y en el consecuente dimensionamiento de los elementos, ya sea a través de métodos manuales tradicionales o de programas computarizados.

El **contenido del material didáctico** en correspondencia a dos de los principios que se enuncian en el Plan de Estudios 92, la autoformación y la integración, deberá tener una organización tal, que permita el autoaprendizaje, de tal modo que mediante la lectura individual se genere una experiencia autoformativa en el

⁵ Plan de Estudios de 1999 para la Licenciatura en Arquitectura Facultad de Arquitectura, UNAM

estudiante. Para lograr estos cometidos se procurará un relación muy estrecha entre el texto y los gráficos, con un equilibrio entre ambos.

Con los **modelos estructurales** se pretenderá estimular algunas acciones de la mente: analizar, relacionar generalizar y abstraer; además corresponder con las motivaciones del grupo, tomando en cuenta que "...en la situación de clase el grupo humano está siempre motivado. El problema reside en que ese estado motivacional, con frecuencia, no guarda relación con las tareas y objetivos educativos propuesto. Se hace necesario canalizar los estados motivacionales a través de incentivación paulatinamente intrínseca... el sujeto motivado y también el grupo... trae al aula todo su bagaje experiencial, su nivel de maduración, sus expectativas..."⁶ Contrariamente a la idea de que el estudiante a su ingreso en la facultad, carece de conocimientos estructurales, suponemos que el contacto en su experiencia cotidiana con elementos estructurales simples (muebles), le permite intuir el comportamiento estructural, conocimiento del cual se debe partir, para modificarlo superándolo y racionalizándolo.

Par lograr una transformación del **proceso de enseñanza aprendizaje** de las estructuras, el curso o cursos donde se aplicará el material didáctico se considera como un espacio de experimentación, donde se generará ante los problemas una posición de intimidad con ellos, de estudio, y no de peligrosa y molesta repetición de fragmentos, de afirmaciones desconectadas. En el proceso de enseñanza y aprendizaje, se consideró que: hay dos formas de conocer la realidad, una mediante la observación y experiencias personales; y otra, mediante la observación y la experiencia histórica, ambas formas se estimularán en los cursos; la observación a través de la operación de los modelos y la mostración de tipologías estructurales. La experiencia histórica, induciendo la consulta de textos sobre el tema. Aceptando que la finalidad educativa es la modificación de actitudes y comportamientos, se propuso modificar la actitud de rechazo del estudiante hacia esta disciplina tan importante en su futuro desempeño profesional, para tal efecto se enfatizará el carácter necesario, racional y concreto del conocimiento; definiendo como racional: aquello que se perciba y cuyas relaciones íntimas, causalidad y desarrollo, son establecidas por la razón., y lo concreto, será, el conjunto de todos los hechos, de todos los elementos.

⁶ Rodríguez Azucena, **El proceso de aprendizaje en el nivel superior y universitario**, en Colección pedagógica Universitaria 2, Editada por Centro de Estudios Educativos de la Universidad Veracruzana No. 2, Julio - diciembre de 1976.

IX

LA REORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS

IX LA REORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

1.- Los contenidos del curso especial.

Considerando como base los contenidos indicados en el Plan de Estudios 92 para el primer año de estructuras, los temas aplicados en el curso especial de Estructuras I, (donde se aplica el nuevo enfoque), se reorganizaron en cinco de la siguiente manera:

a.- Conceptos estructurales básicos. Gravedad. Peso. Tipos de carga. Resistencia. Esfuerzos. Deformaciones. Momento. Inercia. Momento de inercia. Radio de giro. Movimiento sísmico. Oscilación. Resonancia. Ductilidad. Torsión. Densidad. Simetría estructural. Trasmisión de cargas. Apoyo simple, Empotre.

b.- Las estructuras como sistemas.

Sistemas analizados.

Cubiertas : Bóveda díptera. Bóveda de cañón. Losa de concreto. Vigüeta y bovedilla. Losa reticular.

Apoyos verticales: Muros. Columnas. Muros y columnas.

Cimentación: Zapatas corridas. Zapatas aisladas. Losas de cimentación.

c.- Vigas estáticamente determinadas.

Estática. Fuerza. Características de las fuerzas. Principios de estática. Sistemas de fuerzas. Composición y descomposición de fuerzas. Ley del paralelogramo. Ley del triángulo. Fuerzas paralelas. Par de fuerzas. Momentos. Composición de fuerzas paralelas. Fuerzas concentradas (paralelas) aplicadas a una viga. Análisis de áreas tributarias. Fuerzas, reacciones y resultante. Método gráfico. Método analítico. Diagrama de cortantes y momentos. Momento resistente de madera. Sección de madera.

d.- Vigas estaticamente indeterminadas.

Diagrama de cortantes y de momentos flexionantes para vigas en diferentes condiciones de apoyo de carga. Momento de inercia para diferentes secciones geométricas. Momento resistente en vigas de acero. Momento resistente en vigas de acero y concreto. Módulo de sección. Secciones y áreas de acero en vigas de concreto. Losa de concreto, determinación de momentos, método 2 del ACI.

e.- Armaduras.

Composición de fuerzas coplanares y concurrentes, solución gráfica y solución analítica. Tipos de armaduras: Howe, Warren, Pratt, Fink. Solución gráfica

armaduras tipo Howe y Pratt (10 nodos). Solución analítica armadura tipo Howe y Pratt (10 nodos). Solución gráfica analítica para armaduras triangulares hasta seis barras cinco nodos. Determinación de la sección en acero.

La reorganización de contenidos descrita, toma en cuenta todos los contenidos considerados para la asignatura de Estructuras I en el Plan de Estudios y se agregan algunos otros (ver anexo 3). La modificación consiste en cambiar la secuencia, y en lugar de organizarlo por temas aislados (estática, resistencia de materiales, concreto, acero, etc.), se organizan por elementos estructurales, y se toma de la estática y de la resistencia aquello que es aplicable para su diseño. Se agrega el análisis y diseño de losas de concreto, y la aportación sustancial son los temas "a" y "b", relativos a los conceptos básicos y el análisis de sistemas estructurales, sobre los cuales se elaboró el material didáctico que más adelante se incluye.

2.- LA REORGANIZACIÓN GENERAL DE LOS CONTENIDOS

Como se mencionó en la introducción, durante el desarrollo final de este trabajo, en la Facultad de Arquitectura se efectuó un proceso de revisión del Plan de Estudios de 1992 para la Licenciatura de Arquitectura, y en correspondencia con ese proceso y con la intención de que los enfoques de este trabajo fueran tomados en cuenta e incidieran en el nuevo plan - lo cual se logró solo para el primer semestre- (ver anexo 4). Se ajustó la propuesta de reorganización elaborada inicialmente en base al plan 92, tomando en cuenta los acuerdos preliminares adoptados por los participantes, y que son los siguientes:

- La organización curricular por semestres.
- Las horas semanales asignadas a la disciplina.
- La reducción a seis semestres para la organización de los contenidos.
- La ubicación de la disciplina en las etapas iniciales, los seis primeros semestres.

Tomando como base éstos acuerdos, la propuesta de reorganización de contenidos que se presenta no es por años como correspondería al plan 92, sino por semestres, como actualmente se aplica.

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN A LA SUBÁREA DE ESTRUCTURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS 1992

OBJETIVO GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS.

El estudiante dominará un método de análisis aplicable a diferentes sistemas estructurales que le permita conocer, el funcionamiento estructural de los componentes del sistema (trasmisión de cargas, esfuerzos y deformaciones), así como sus características funcionales, ambientales, formales, espaciales y constructivas inherentes a los sistemas estructurales.

Será capaz de aislar los elementos componentes del sistema, y determinar sus condiciones de carga y apoyos.

Conocerá y aplicará diferentes procedimientos de la física y la matemática para determinar los esfuerzos y deformaciones del sistema en general y de los elementos estructurales en particular.

Será apto para proponer las secciones convenientes y adecuadas en diferentes materiales: madera, acero y concreto armado según sea el caso.

Aplicará de manera integral, durante todas las etapas formativas y desde las primeras fases de solución de los problemas arquitectónicos los conocimientos estructurales adquiridos.

Estructuras I.**Etapa: Básica****Semestre: Primero**

Área: Tecnológica. Carácter: Obligatorio Seriación: Obligatoria
 Horas : 2 teóricas Antecedente: Ninguno. Consecuente: Segundo Semestre.

Objetivo.

Que el estudiante comprenda a la estructura como un sistema integral que da sustento al objeto arquitectónico, y asimile los conceptos y bases lógicas del funcionamiento estructural.

Contenidos temáticos.

1. La estructura y la forma del objeto arquitectónico, evolución y relación.
2. Los elementos componentes de los sistemas estructurales, horizontales, verticales y de sustentación y transmisión de cargas al suelo
3. Conceptos estructurales básicos. Carga permanentes y accidentales. Distribución de la carga. Tipos de apoyo. Esfuerzos, compresión, tensión, torsión. Deformaciones, elasticidad, plasticidad. Coeficientes de resistencia: de trabajo, de límite y de ruptura. .
- 4.- Sismo, conceptos básicos. Causas y origen. Relación peso de la edificación fuerza sísmica. Configuración geométrica y diseño sísmico. Vibración, resonancia. Simetría y asimetría estructural.
5. Introducción a las características y comportamiento de los suelos.
- 6.- Los elementos estructurales componentes del sistema:
 - 6.1. Cimentaciones superficiales.
 - 6.2. Muros de mampostería.
 - 6.3. Vigas, trabes y marcos.
 - 6.4, Cubiertas para claros pequeños: hechas en obra, tradicionales y prefabricadas. 7.1
- 7.1 Análisis de sistemas estructurales simples, compuestos de cubiertas ligeras simplemente apoyadas, para claros pequeños, soportados en muros de tabique, con cimentaciones superficiales.

Bibliografía.

- Méndez Chamorro, **Criterios de dimensionamiento estructural**, Méx., Trillas, 1991, 89 p.
- Engel Henrich, **Sistemas de estructuras**, Madrid, Blume Ediciones, 1979, 267 p.
- Arnold Christopher y Robert Reitherman, **Configuración y diseño sísmico de edificios**, México, Limusa, 1987, 298 p.
- Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. R C D F.
- Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones, R C D F.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Gaceta Oficial del Dpto. del D. F. 1987.
- Salvadori M. Y Robert Heller, **Estructuras para arquitectos**, Buenos Aires, La Isla, 1978, 369 p.

Estructuras II**Etapa: Básica****Semestre: Segundo.**

Área: Tecnológica.

Carácter: obligatorio.

Seriación: obligatoria

Horas teóricas: 2

Antecedente: Primer Semestre.

Consecuente: Tercer Semestre.

Objetivo.

Que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios que le permitan analizar, el comportamiento ante cargas gravitacionales y sísmicas, de sistemas estructurales con cubiertas propias para claros pequeños y elementos verticales continuos, hasta tres niveles y dimensionar los elementos componentes.

Contenido temático.

- 1.- Análisis de sistemas estructurales sencillos , compuestos de cubiertas propias para claros pequeños, soportados en muros . y/o vigas de concreto armado, con cimentaciones superficiales corridas de piedra..
2. Los elementos componentes de los sistemas estructurales.
 - 2.1. Cubiertas y entrepisos de concreto armado. Cubiertas y entrepisos de elementos prefabricados, covintec o similar.
 - 2.2. Muros de tabique y de piedra, muros prefabricados, covintec o similar.
 - 2.3. Trabes de concreto armado.
 - 2.4. Cimentaciones de piedra corridas y aisladas.
3. Conceptos estructurales básicos para el dimensionamiento: Distribución de cargas. Tipos de apoyo. Momento de inercia, momento resistente. Centroide. Características estructurales del concreto armado. Normas Técnicas Complementarias para Estructuras de Mampostería. Normas Técnicas Complementarias para el Concreto, introducción. Continuidad en las losas.
4. La mecánica de los suelos. Relación peso del edificio, resistencia del terreno. Ancho de cimentaciones. Normas Técnicas complementarias para Cimentaciones.
- 5.- Sismo, Configuración geométrica y diseño resistente a sismos. Normas de regularidad, NTCS.

Bibliografía.

Engel Henrich, **Sistemas de estructuras**, Madrid, Blume Ediciones, 1979, 267 p.

Peshard Eugenio, **Resistencia de materiales**, México, UNAM, 1976, 357 p.

Arnold Christopher y Robert Reitherman, **Configuración y diseño sísmico de edificios**, México, Limusa, 1987, 298 p.

N. T. C. Para el Diseño por Sismo, R C DF.

N. T. C. para el Diseño y Construcción de Cimentaciones, R C D F.

Creixell M. J., **Estabilidad en las Construcciones**, México, CECSA, 1977, 469 p.

Salvadori M. Y Robert Heller, **Estructuras para arquitectos**, Buenos Aires, La Isla, 1978, 369 p.

Estructuras III Etapa: Desarrollo y Profundización Semestre: Tercero.

Área: Tecnológica. Carácter: Obligatorio. Seriación: Obligatoria
 Horas Teóricas: 3 Antecedente: Segundo semestre. Consecuente: Cuarto semestre

Objetivo.

Que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios que le permitan analizar, el comportamiento ante cargas gravitacionales y sísmicas, de sistemas estructurales con cubiertas propias para claros medios y elementos verticales aislados y continuos hasta tres niveles, y dimensionar los elementos componentes.

Contenido temático.

- 1.- Análisis de sistemas estructurales compuestos de cubiertas propias para claros medios, soportados en vigas, apoyados en muros y/o columnas con cimentaciones aisladas o corridas.
2. Los elementos componentes de los sistemas estructurales.
 - 2.1. Cubiertas y entrepisos reticulares.. Cubiertas y entrepisos de elementos prefabricados, vigueta y bovedilla.
 - 2.2. Trabes de concreto armado.
 - 2.3 Columnas de concreto armado.
 - 2.4. Cimentaciones de concreto armado, aisladas y corridas.
3. Conceptos estructurales necesarios: Distribución reticular de cargas. Momento resistente. Características estructurales del concreto armado (continuación, repaso). Normas Técnicas Complementarias para el Concreto (continuación). Continuidad en las losas (continuación, repaso).
4. Interpretación de un estudio de mecánica de suelos. Normas Técnicas Complementarias para Cimentaciones (continuación).
- 5.- Sismo, método simplificado de diseño sísmico. Normas Técnicas Complementarias para Sismo

Bibliografía.

- Engel Henrich, **Sistemas de estructuras**, Madrid, Blume Ediciones, 1979, 267 p.
 Peshard Eugenio, **Resistencia de materiales**, México, UNAM, 1976, 357 p.
 Arnold Christopher y Robert Reitherman, **Configuración y diseño sísmico de edificios**, México, Limusa, 1987, 298 p.
 N. T. C. para el Diseño por Sismo, R C D F.
 N. T. C. para el Diseño y Construcción de Cimentaciones, R C D F.
 N. T. C. para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto R C D F.
 Creixell M. J., **Estabilidad en las Construcciones**, México, CECSA, 1977, 469 p.
 Salvadori M. Y Robert Heller, **Estructuras para arquitectos**, Buenos Aires, La Isla, 1978, 369 p.
 Heinen T. J. Y J. Gutiérrez V., **Estructuras**, México PROEZA, 1977, 267 P.

Estructuras IV Etapa de desarrollo y Profundización Semestre: Cuarto.

Area: Tecnológica. Carácter: Obligatorio Seriación: Obligatoria
 Horas teóricas: 3 Antecedente: Tercer Semestre Consecuente: Quinto Semestre.

Objetivo.

Que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios que le permitan analizar, el comportamiento ante cargas gravitacionales y sísmicas, de sistemas estructurales con cubiertas propias para claros medianos apoyadas en elementos verticales aislados y continuos hasta cinco niveles, dimensionando los elementos.

Contenido temático.

1.- Análisis de sistemas estructurales complejos , compuestos de cubiertas propias para claros medios, soportados en vigas, apoyados en muros y/o columnas con cimentaciones de placa y hasta cinco niveles de altura.

2. Los elementos componentes de los sistemas estructurales.

2.1. Cubiertas y entrepisos reticulares. Cubiertas y entrepisos de elementos prefabricados de acero.

2.2. Vigas de acero.

2.3 Columnas de concreto y acero.

2.4. Losas de cimentación.

3. Conceptos estructurales básicos: Propiedades estructurales del acero. Normas Técnicas Complementarias del acero. Momento de inercia vigas T. Módulo de Sección.

4. Interpretación de un estudio de mecánica de suelos. Normas Técnicas Complementarias para Cimentaciones.

5.- Sismo, método simplificado de diseño sísmico, repaso introducción al método estático. Normas Técnicas Complementarias para Sismo.

Bibliografía.

Peshard Eugenio, **Resistencia de materiales**, México, UNAM, 1976, 357 p.

Sánchez Ochoa J., **Cálculo Estructural en Acero Aplicado a la Construcción Arquitectónica**, México, Trillas, 1990, 256 p.

N. T. C. para el Diseño por Sismo, R C D F.

N. T. C. para el Diseño y Construcción de Cimentaciones, R C D F.

N. T. C. para el Diseño y Construcción de Estructuras de Acero, R C D F.

Creixell M. J., **Estabilidad en las Construcciones**, México, CECSA, 1977, 469 p.

Engel Henrich, **Sistemas de estructuras**, Madrid, Blume Ediciones, 1979, 267 p.

Salvadori M. Y Robert Heller, **Estructuras para arquitectos**, Buenos Aires, La Isla, 1978, 369 p.

Heinen T. J. Y J. Gutiérrez V., **Estructuras**, México PROEZA, 1977, 267 P.

Estructuras V Etapa de profundización y consolidación..

Área: Tecnológica. Carácter: Obligatorio Seriación: obligatoria
 Horas teóricas: 3 Antecedente: Cuarto Semestre Consecuente: Sexto Semestre

Objetivo.

Que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios que le permitan analizar, el comportamiento ante cargas gravitacionales y sísmicas, de sistemas estructurales con cubiertas ligeras y prefabricadas propias para claros grandes y de un nivel apoyados en elementos verticales aislados y continuos.

Contenido temático.

- 1.- Análisis de sistemas estructurales especiales, compuestos de cubiertas propias para claros grandes, soportados en vigas, o directamente en la cimentación, con cimentaciones de superficiales varias y de un nivel.
2. Los elementos componentes de los sistemas estructurales.
 - 2.1. Cascarones, geodésicas, bóvedas, tridilosas, lonarias.
 - 2.2. Armaduras.
 - 2.3 Columnas de acero, y nervaduras de concreto armado.
 - 2.4. Losas de cimentación, corridas y aisladas de concreto. Normas Técnicas Complementarias para cimentaciones (continuación).
3. Conceptos estructurales básicos: Composición y descomposición de fuerzas concurrentes. Fuerzas en el espacio. Normas Técnicas Complementarias del acero. Módulo de Sección.
4. Interpretación de un estudio de mecánica de suelos (continuación). Normas Técnicas Complementarias para Cimentaciones.
- 5.- Sismo, método estático para el diseño sísmico, profundización, introducción al método dinámico. Normas Técnicas Complementarias para Sismo.
- 6.- Acciones del viento sobre estructuras ligeras y de claros medios y grandes. Normas Técnicas Complementarias para Viento.

Bibliografía.

- Sánchez Ochoa J., **Cálculo Estructural en Acero Aplicado a la Construcción Arquitectónica**, México, Trillas, 1990, 256 p.
- N. T. C. Para Diseño Por Sismo, R.C. D.F.
- N. T. C. Para Diseño Por Viento, R.C. D.F.
- N. T. C. para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero, R C D F.
- N. T. C. para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto Armado, R C D F.
- N. T. C. para el Diseño y Construcción de Cimentaciones, R C D F.
- Creixell M. J., **Estabilidad en las Construcciones**, México, CECSA, 1977, 469 p.
- Engel Henrich, **Sistemas de estructuras**, Madrid, Blume Ediciones, 1979, 267 p.
- Salvadori M. Y Robert Heller, **Estructuras para arquitectos**, Buenos Aires, La Isla, 1978, 369 p.
- Heinen T. J. Y J. Gutiérrez V., **Estructuras**, México PROEZA, 1977, 267 P.

Estructuras VI Etapa de profundización y consolidación. Semestre:

Sexto.

Area: Tecnológica. Carácter: Obligatorio Seriación: obligatoria
Horas teóricas: 3 Antecedente: Quinto Semestre Consecuente: Ninguno.

Objetivo.

Que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios sobre comportamiento ante cargas gravitacionales y sísmicas, de sistemas estructurales propios para claros medios y gran altura, que le permitan proponer la estructura adecuada en el proceso de proyecto de tales edificaciones.

Contenido temático.

- 1.- Análisis de sistemas estructurales de gran altura, compuestos de cubiertas propias para claros medios, soportados en vigas, apoyados y/o columnas con cimentaciones profundas.
2. Los elementos componentes de los sistemas estructurales.
 - 2.1. Cubiertas y entrepisos reticulares. Cubiertas y entrepisos de elementos prefabricados de acero.
 - 2.2. Vigas de acero, de concreto, y armaduras.
 - 2.3 Columnas de concreto y acero.
 - 2.4. Cimentación por sustitución. Pilotes.
3. Conceptos estructurales básicos: Propiedades estructurales del acero (repasso). Normas Técnicas Complementarias para el Acero.
4. Análisis estratigráfico de los suelos. Cimentaciones profundas. Normas Técnicas Complementarias para Cimentaciones.
- 5.- Sismo, método dinámico, profundización. Normas Técnicas Complementarias para Sismo.
- 6.- Acción del viento sobre estructuras de gran altura. Normas Técnicas Complementarias para Viento.

Bibliografía.

Sánchez Ochoa J., **Cálculo Estructural en Acero Aplicado a la Construcción**

Arquitectónica, México, Trillas, 1990, 256 p.

N. T. C. para el Diseño por Sismo, R C D F.

N. T. C. para el Diseño por Viento, R C D F.

N. T. C. para Diseño y Construcción de estructuras de acero, R C D F.

N. T. C. para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto Armado, R C D F.

N. T. C. para el Diseño y Construcción de Cimentaciones, R C D F.

Creixell M. J., **Estabilidad en las Construcciones**, México, CECSA, 1977, 469 p.

Engel Henrich, **Sistemas de estructuras**, Madrid, Blume Ediciones, 1979, 267 p.

Salvadori M. Y Robert Heller, **Estructuras para arquitectos**, Buenos Aires, La Isla, 1978, 369 p.

Heinen T. J. Y J. Gutiérrez V., **Estructuras**, México PROEZA, 1977, 267 P

X

EL MATERIAL DIDÁCTICO

X EL MATERIAL DIDÁCTICO.

Para cada uno de los cinco temas en los cuales se reorganizaron los contenidos indicados en el Plan 92 se elaboró material didáctico en forma de apuntes; en este apartado sólo se presenta el correspondiente a los dos primeros temas, es decir, sobre conceptos básicos y el análisis de las estructuras como sistemas integrales. Lo anterior obedece a que este material representa la parte propositiva más importante de esta investigación, y se pretende que sea el modelo a seguir para la elaboración de otros sistemas aplicables en los niveles o años siguientes. También se incluyen los modelos estructurales elaborados.

"Las obras no se construyen para que resistan;

*se construyen para alguna otra finalidad que lleva
como esencial, el que la construcción mantenga
su forma y condición a lo largo del tiempo.
Su resistencia es una condición fundamental;
pero no es la finalidad única, ni siquiera la primaria."*

Eduardo Torroja.

CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES.

El enfoque que guía este trabajo, considera que la preparación de los futuros arquitectos, en el campo de las estructuras, incluya, además del análisis propiamente estructural de los sistemas resistentes, aquellos otros de carácter arquitectónico implícitos en dichos sistemas como; los aspectos funcionales, ambientales, expresivos, técnico constructivos y de las instalaciones.

Limitaremos este trabajo a las cuatro primeras variables (lo estructural, lo funcional, lo expresivo y lo ambiental), los restantes (lo constructivo y de las instalaciones) son tratados en otras investigaciones que se elaboran, paralelamente y con enfoques similares, en el mismo espacio académico donde surge esta propuesta.

Empezaremos por precisar algunos conceptos fundamentales para emprender el análisis de los sistemas estructurales

LO ESTRUCTURAL

La tierra ejerce sobre la masa u objetos una atracción denominada **fuerza de gravedad**.

A la medida de acción de esta fuerza sobre los cuerpos se le llama **peso**.

Los elementos de un **sistema estructural** por ser objetos materiales (masa), son atraídos por efecto de la gravitación adquiriendo un **peso**.

Para oponerse a esta tendencia, el conjunto y cada uno de sus elementos deberán ser **resistentes**, es decir, **estáticos e indeformables**.

Estático; que permanece sin movimiento.

Indeformable; sin alteración en la forma.



F I G U R A 1

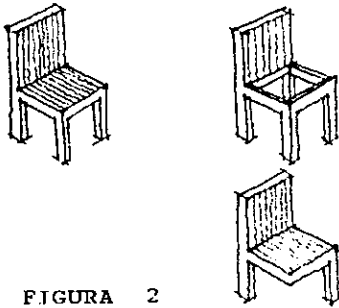
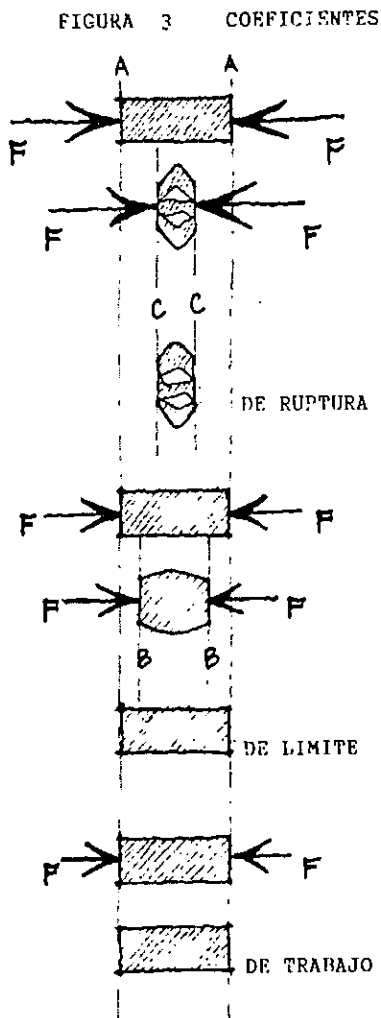


FIGURA 2
Ejemplo de sistema.



Estructura; “un todo formado por fenómenos solidarios, que cada uno depende de los otros y no puede ser sino lo que es en su relación con los otros”.³

Sistema; “combinación de varias partes reunidas para conseguir cierto resultado o formar un conjunto”.⁴

Sistema estructural; de las definiciones anteriores podemos concluir que un sistema estructural es la combinación de varios elementos que trabajan en forma inter dependiente, dando como resultado un todo resistente.

En su función de resistir las fuerzas gravitacionales, los elementos que conforman la estructura, tienden a deformarse; en esta acción se producen esfuerzos al interior de los elementos, dependientes y correspondientes a las cargas aplicadas y a las características plásticas y elásticas del material que conforma el elemento.

En el análisis estructural al peso que adquieren los elementos por efecto de la gravedad, se le llama **carga**. Cuando esta se refiere a la de los elementos del sistema se habla de la **carga muerta**. A la producida por el uso y ocupación se conoce como **carga viva**.

“Los **esfuerzos** que se pueden presentar en un cuerpo cualquiera, son de dos clases: exteriores (exógenos) e interiores (endógenos). Los primeros son producidos por causas ajenas al cuerpo y no dependen de la naturaleza del mismo; los segundos se generan en su interior, casi siempre aparecen al presentarse los exteriores, y en general tratan de oponerse a ellos.”⁵

A la capacidad que tienen los cuerpos para resistir esfuerzos exteriores se le llama **coeficiente de resistencia**; este puede ser **ruptura**, de **límite**, de **trabajo**.

El de **ruptura** marca el esfuerzo unitario al que rompe la pieza. De **límite**, cuando la pieza se fatiga sin experimentar deformaciones exageradas o parámetros. El de **trabajo** es recomendable.

³ Diccionario, Nuevo Larousse Manual Ilustrado.

⁴ Fages J. B., Para comprender el estructuralismo, Edit. Galerma, Argentina 1969. 23

⁵ Creixell M. José, Estabilidad en las construcciones, Compañía Editorial Continental S. A., México 1981.

Cuando los esfuerzos interiores no son capaces de oponerse a los exteriores el elemento falla y se rompe.

Las formas de **ruptura** de un cuerpo son: por **compresión**, por **tracción** (tensión) o bien por **cortante**.

Para representar gráficamente estos fenómenos, se usa el sistema vectorial de fuerzas.

Compresión; Tendencia a unir las moléculas del cuerpo. Resulta de la acción de dos fuerzas coaxiales y de sentido contrario.

Tracción (tensión); Tendencia a separar las moléculas de un cuerpo. Acción de dos fuerzas coaxiales de la misma intensidad y de sentido contrario.

Cortante o tangencial; Tendencia a seccionar. Acción de dos fuerzas coaxiales, de sentido contrario, aplicadas tangencialmente.

Existe en el trabajo estructural otro esfuerzo que se provoca en las piezas; el **normal**.

Normal; tendencia al giro. Resulta de la acción de dos fuerzas no coaxiales, coplanares, de sentido contrario y aplicadas en dirección perpendicular a la sección resistente.

Otras alteraciones provocadas por agentes externos serán; la **abrasión**, la **corrosión**, y la **oxidación**, todas ellas se traducen en desgaste o deterioro de los elementos estructurales; las primera por fricción, por sustancias e insectos la segunda, y la última por óxido.

Todos los materiales al comprimirse o estirarse sufren un acortamiento o alargamiento que dependerá de las características **plásticas** y **elásticas**. cambios de temperatura son una de las causas de éstas deformaciones.

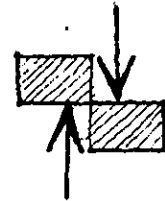
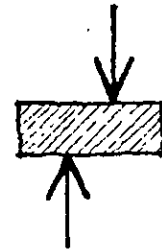
FIGURA 4



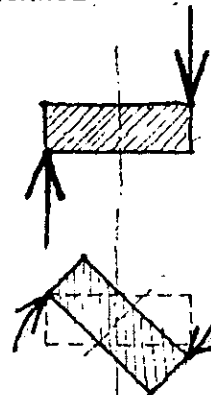
COMPRESION.



TRACCIÓN

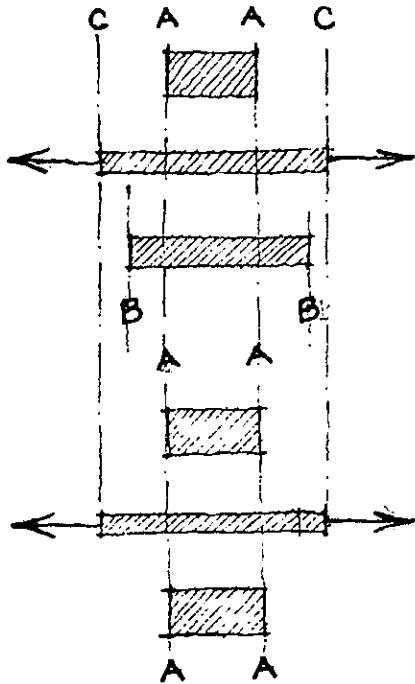


CORTANTE



TANGENCIAL.

PLASTICIDAD



ELASTICIDAD

FIGURA 5

Plasticidad; propiedad de los materiales para que ante una fuerza, y antes de romperse, se deforme permanentemente.

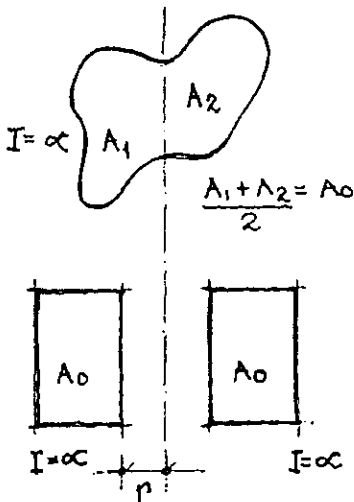
Elasticidad; propiedad que en mayor o menor medida, tienen los materiales, y que les permite volver a su posición inicial al liberarse de la fuerza que los ha deformado. Esta medida se expresa en el **módulo de la elasticidad; $E_c = K/cm^2$** . Relación que existe entre la presión (por unidad de superficie) y el acortamiento; entre el alargamiento y la tensión.

Al esfuerzo normal, que ocasiona giro en las piezas, en la estática se le denomina **momento del par**. Su dimensión se calcula multiplicando la intensidad de una de las fuerzas por la distancia entre las líneas de acción de ambas, tomada sobre la perpendicular trazada entre ellas. La distancia se le conoce también como **brazo de palanca**. $M = Fb$

Inercia; es la incapacidad que tienen los cuerpos para modificar su estado de reposo o de movimiento. Cuando se intenta cambiar el estado de reposo de dos cuerpos, uno grande y otro pequeño, el grande opondrá mayor resistencia, y requerirá de fuerzas de mayor intensidad para tal efecto. Lo mismo para modificar el estado de movimiento.

Lo anterior es aplicable a un cuerpo que gira sobre su eje; en esta condición nos referimos al **momento de inercia (I)** cuyo valor se obtiene de la suma de los productos de las áreas (infinitamente pequeñas) por el cuadrado de sus distancias al eje. $(A_1 + A_2 + A_n) d^2 = I$

Como el giro y en general el cambio en la inercia de un cuerpo, está en función de la masa de este; para el giro en particular, se puede sustituir cualquier sección por irregular que sea, por otra que teniendo la misma área y el mismo momento de inercia, esté compuesta por dos partes iguales y equidistantes al eje que pasa por su centro de gravedad. La distancia equidistante es el **radio de giro**. Su valor: $r = \sqrt{I/A}$



RADIO DE GIRO

FIGURA 6

Además de las fuerzas gravitacionales, en el análisis estructural se consideran las llamadas **accidentales**. El reglamento de Construcción para el D. F. Las define como "...las que no se deben al funcionamiento normal de la construcción y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves." Clasifica en esta categoría; las acciones **sísmicas**, los efectos de **viento**, y de la **explosiones**.

Los **movimientos sísmicos**, se deben a deslizamientos o asentamientos en un plano de falla, generalmente muy abajo de la superficie terrestre.

El movimiento puede adoptar cuatro formas de propagación:

La **onda P**, tiene la forma de una onda de sonido, a medida que se propaga empuja y jala alternativamente al suelo. Es la más rápida; 8 Km/seg.

La **onda S**, "... corta la roca lateralmente en ángulo recto con respecto a la dirección de propagación."⁶

Onda love, "...sin desplazamiento vertical; mueve al suelo de una lado a otro horizontalmente paralelo a su superficie."⁷

Onda Raleigh, es también superficial; "...en ésta el material perturbado se mueve tanto vertical como horizontalmente en un plano vertical alineando en la dirección en que viajan las ondas."⁸ De lo anterior se deduce que el movimiento del suelo tiene una forma azarosa, pero para efectos de análisis, se considera enfática sobre los ejes perpendiculares al edificio.

Contrariamente a lo que se piensa, las fuerzas sísmicas no impactan a los edificios como in fenómeno demoleedor. Las fuerzas horizontales flexionan y pandean los elementos de la estructura, pero es el peso de la masa atraído por la acción de la gravedad la que provoca la falla.

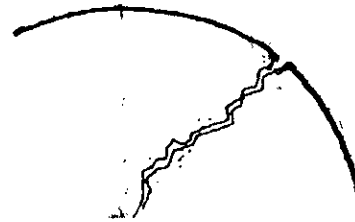
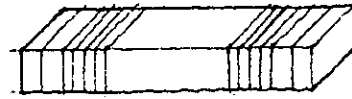
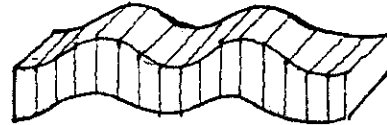


FIGURA 7
Falla superficial y profunda



Onda P



Onda S



Onda Love



Onda Rayleigh

FIGURA

8

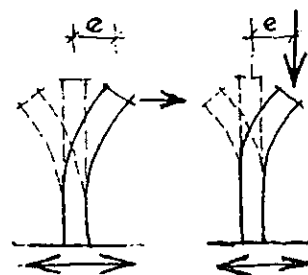


FIGURA 9
Combinación de las
fuerzas sísmica y-
gravitacional.

⁶ Arnold Christofer, otros, Configuración y diseño sísmico de edificios, Edit. Limusa, Mex. 1987, p.28.

⁷ Idem. p. 28.

⁸ Idem. p. 28.

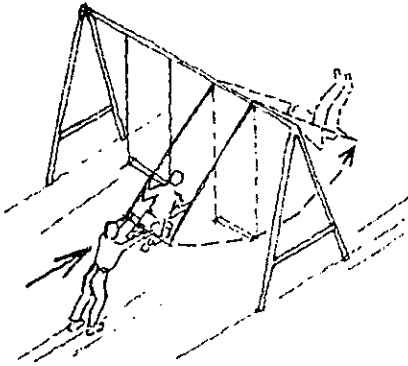


FIGURA 10

Resonancia; el columpio es un ejemplo de la coincidencia entre el período de oscilación y el período de aplicación de la fuerza.

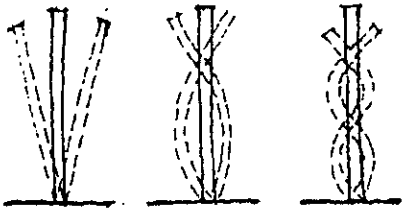


FIGURA 11

Modos de vibración de los edificios

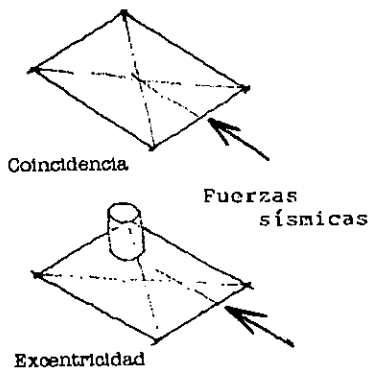


FIGURA 12

Todo cuerpo vertical al balancearse, tendrá un **período** de oscilación que varía en función de su altura.

Toda fuerza horizontal aplicada a un cuerpo vertical, le imprime un movimiento. Si el movimiento adoptado por el cuerpo (su período de vibración) se hacen coincidente con el período de aplicación de la fuerza, se establecerá **resonancia**, entonces las dimensiones del balanceo se harán más grandes.

Los edificios no **resuenan** con entera libertad como lo haría un columpio, por su tendencia a regresar a su posición original y su poca capacidad para vibrar; a este efecto se le llama **amortiguamiento**. La mayor o menor capacidad para amortiguar depende de los materiales que conforman el sistema estructural y de la conexión entre los elementos del mismo.

En general las cargas que por acción de un sismo se producen en un edificio, son siempre mayores que las consideradas por los reglamentos; y si los edificios no colapsan se debe entre otras cosas a la **ductilidad**.

La **ductilidad**, es la propiedad de los materiales para fallar solo cuando se presenta una deformación más allá de su límite plástico; es decir cuando el material no regresa a su forma original.

Para efectos de cargas laterales, la **torsión** debe considerarse tanto de una manera integral en el edificio, como particular en los elementos que conforman el sistema.

Se produce **torsión** en los edificios, cuando no existe coincidencia entre el **centro geométrico** y el **centro de la masa**.

Al igual que para las cargas laterales, en cargas gravitacionales se debe tomar en cuenta la **resistencia** y **rigidez**; pero los problemas que se presentan son diferentes.

En el caso de cargas gravitacionales, los problemas principales se refieren a que los desplazamientos de piso a piso, imponen a los miembros de la estructura (en especial a los más bajos) esfuerzos mucho más severos que aquellos que resisten; y a la prevención para que la estructura, por este efecto no se salga del alineamiento recomendable.

Una característica importante de los edificios en su capacidad para resistir sismos es la **configuración**. Esta cualidad depende de la forma, tamaño, localización de los elementos estructurales y no estructurales del edificio.

La relación ancho alto, esto es, la **proporción** del edificio, puede ser más importante que su tamaño absoluto.

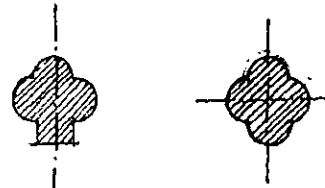
La **simetría**, es la propiedad geométrica de las figuras, que consiste en tener elementos idénticos a los lados de uno o dos ejes que la cruzan.

La **simetría estructural**, se refiere, a la localización en un mismo punto, del **centro de resistencia** y el **centro de la masa**. Es decir, no basta que un edificio sea simétrico geoméricamente para asegurar una buena capacidad para resistir los sismos, porque puede existir un desplazamiento de una parte importante de las masas que lo conforma (tinacos, elevadores, escaleras) que provoque una torsión considerable.

Es recomendable que ante las fuerzas laterales, se opte por la **distribución** de las cargas entre varios elementos, en lugar de una **concentración**. En el caso de muros resistentes al sismo, la **densidad** de éste permitirá una mayor distribución.

La **densidad** se define como el área total (en planta) de todos los elementos estructurales verticales, dividida entre el área neta del piso.

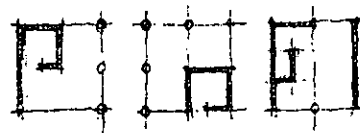
Es necesario mencionar que, una densidad alta no asegura por si misma, un comportamiento sísmico adecuado; es sólo uno de tantos aspectos



F I G U R A 13
Simetría geométrica.

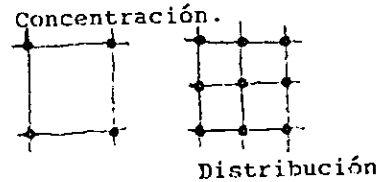


Simetría estructural

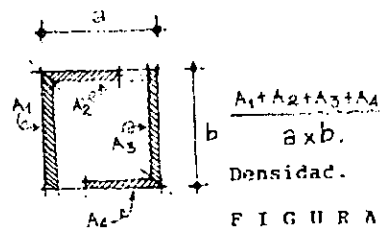


Asimetría estructural

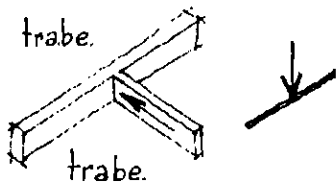
F I G U R A 14



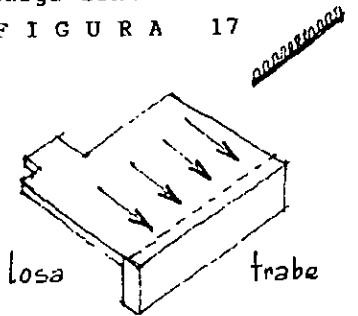
F I G U R A 15



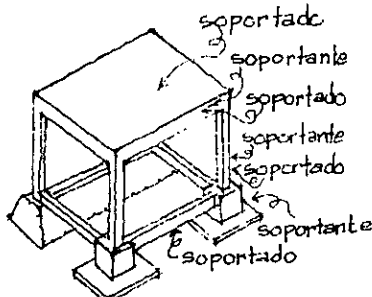
Densidad.
F I G U R A 16



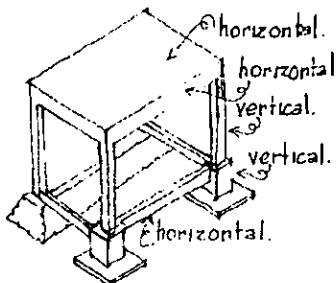
Carga concentrada.
FIGURA 17



Distribución uniforme.
FIGURA 18



Función de los elementos.
FIGURA 19



Posición de los elementos.
FIGURA 20

Tanto las cargas gravitacionales como las sísmicas, deben ser controladas a través del sistema estructural y transmitidas al terreno. Esta acción se ejerce mediante la **descarga** de peso de unos elementos a otros, y depende la **función** que desempeñan y de la **posición** que guardan en el conjunto.

La descarga se puede dar de manera **concentrada** o **uniformemente distribuida**. Su valor depende del área y del espesor del material.

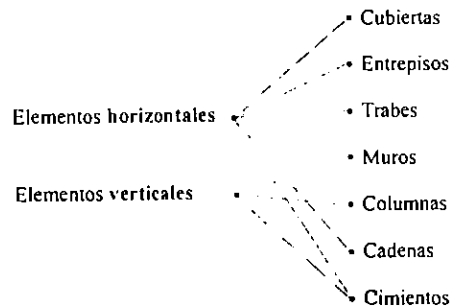
Será **concentrada** cuando las cargas se transmiten a una área restringida de la totalidad de la superficie del elemento que la recibe.

Es **uniformemente distribuida**, cuando las cargas se transmiten a lo largo de toda la superficie que la recibe.

Por su **función**, los elementos de un sistema estructural pueden ser: **soportados** y **soportantes**. Un elemento puede en un sistema tener las dos funciones.



Por su **posición**, los elementos pueden ser **horizontales** y **verticales e inclinados**.



La relación entre los elementos se da mediante el **apoyo** de unos sobre otros, distinguiéndose tres tipos; **libre**, **empotrado** y **articulado**.

Apoyo libre; cuando uno de los elementos descansa sobre otro, sin más sujeción que la de su propio peso.

Empotramiento; cuando uno de los elementos soportados se ancla de alguna manera que les permite cierta posibilidad de movimiento dependiente.

Apoyo articulado; el elemento soportado se ancla al soportante de alguna manera que les permite cierta posibilidad de movimiento independiente.

En el análisis sobre **transmisión** de cargas, deberá considerarse; la **dirección**, su **sentido** y el **desplazamiento**.

La **dirección**, será el plano en el que las cargas efectúan su recorrido.

Dirección:

horizontal
vertical
inclinada

La **dirección** depende de la posición del elemento en el conjunto, y de su forma geométrica.

Consideraremos como **sentido** de las cargas, el rumbo que adoptan.

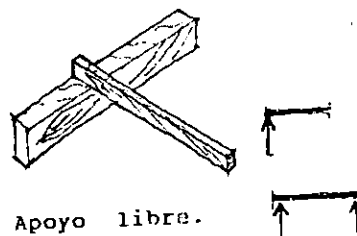
El **sentido** depende fundamentalmente de proporción del elemento.

El **desplazamiento**; lo definiremos como la manera en que las cargas ejercen su recorrido al interior de la materialidad del objeto.

Desplazamiento:

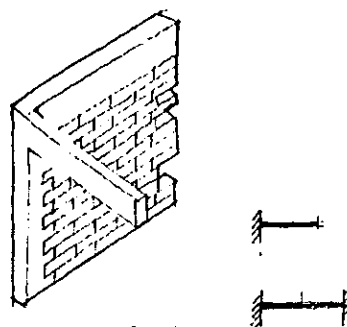
lineal
laminar
espacial

El **desplazamiento** depende la geometría del elemento estructural.



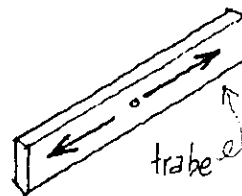
Apoyo libre.

FIGURA 21



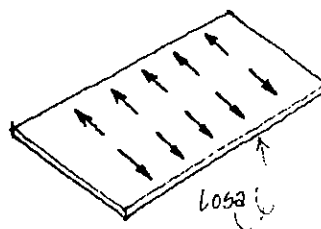
Empotramiento.

FIGURA 22



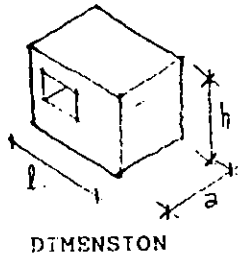
Desplazamiento lineal

FIGURA 23



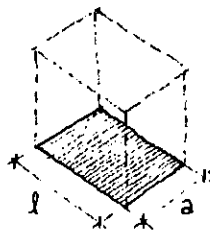
Desplazamiento laminar

FIGURA 24



DIMENSION

FIGURA 25



AREA

FIGURA 26

ACCESOS POR SU CARACTER

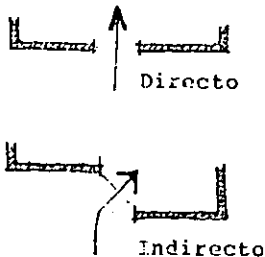


FIGURA 27

ACCESOS POR SU AMPLITUD.

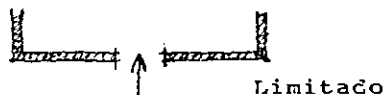
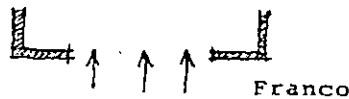
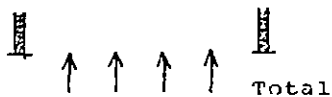


FIGURA 28

LO FUNCIONAL

Al inicio de este capítulo, se mencionó que para realizar un análisis completo de los sistemas estructurales, y proporcionar a los estudiantes de arquitectura elementos para una selección adecuada del sistema a usar en un problema arquitectónico, es necesario considerar, además de los aspectos estructurales, las otras variables que lo componen.

Adoptaremos para el aspecto **funcional** la siguiente definición: " Organización espacial necesaria para el desarrollo óptimo de un grupo de actividades más o menos compleja."¹⁰ Usaremos la misma fuente documental para la clasificación de las otras variables arquitectónicas.

Dimensión; las unidades de volumen, la longitud, el ancho y la altura del objeto a analizar.

Su **área**; el producto de la longitud por su anchura o unidades de superficie.

El **acceso**; lugar donde se penetra al espacio.

Para los tipos de accesos se seleccionan de la metodología del Arq. Gómez Arias, los que pueden ser de utilidad.

Por su **carácter**: directo
 Indirecto (o acodado).

Por su **amplitud**: total,
 franco
 limitado.

¹⁰ Gómez Arias R., Proceso de Diseño, Sin Edit. México 1982.

Relaciones espaciales; con este concepto nos referimos a la disposición física que guardan los espacios en cuanto a su lejanía o cercanía.

Relaciones espaciales: sobreposición
 inmediatez
 cercanía
 mediatez
 lejanía

Espacios **sobrepuestos**; son aquellos que tienen alguna parte común; implica una intersección, por lo tanto, la penetración más o menos amplia de un espacio en el otro.

Espacios **inmediatos**; cuando un espacio está en contacto directo con otro, dándose el paso entre ambos sin necesidad de un tercero; implica la existencia de un vano de liga.

Espacios **cercanos**; proximidad o vecindad entre dos espacios; implica la presencia de un tercero a través del cual se da la liga (sea vestíbulo o pasillo).

Espacios **mediatos**; los que están medianamente distanciados uno de otro; implica la presencia de dos o varios espacios intermedios a través de los cuales se le da el paso de uno a otro. Tales espacios pueden ser uno o varios pasillos, patios, y en el caso de una diferencia de nivel, aparecen escaleras, rampas o elevadores.

Espacios **lejanos**; gran distancia entre los dos espacios; implica la existencia de varios espacios para resolver al paso de uno a otro. Varios niveles de diferencia.

RELACION ENTRE ESPACIOS.

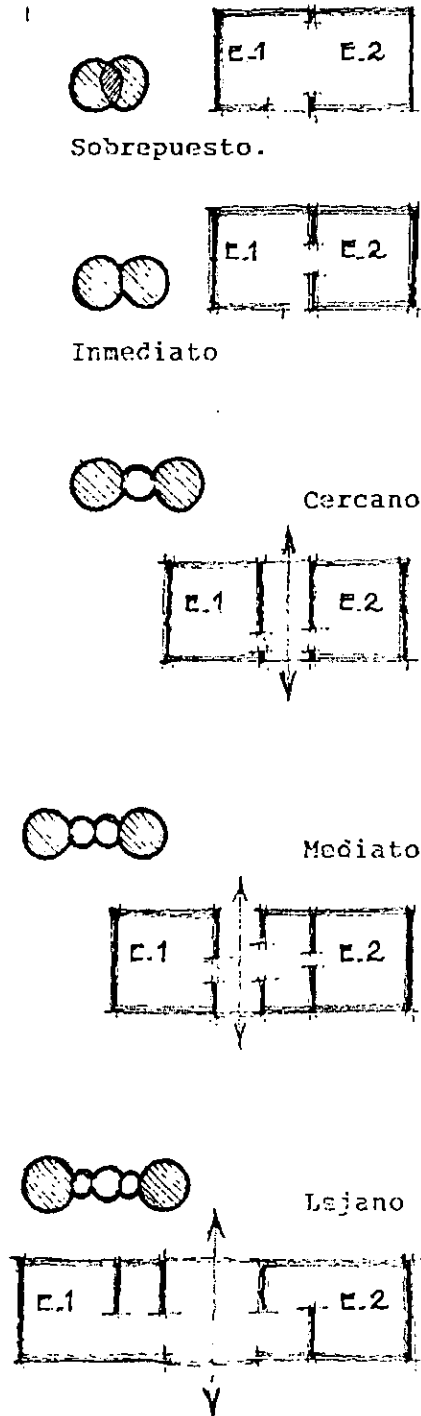
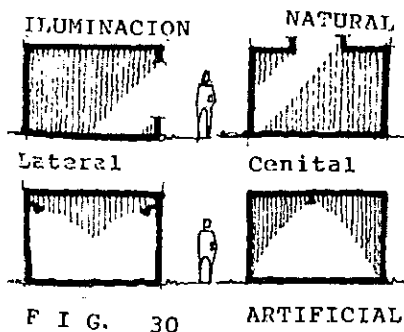


FIGURA 29



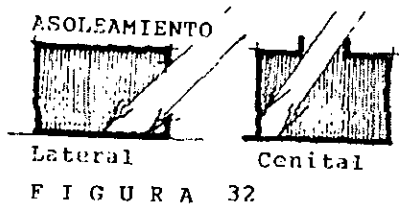
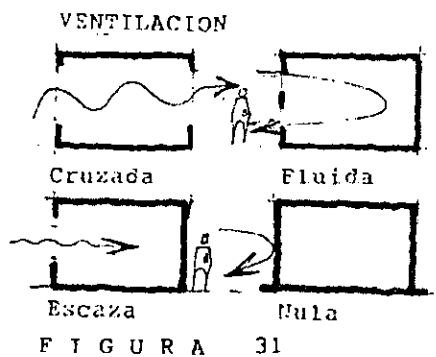
LO AMBIENTAL

Los aspectos ambientales serán; las circunstancias físicas y psicológicas, para el desarrollo óptimo de un grupo de actividades más o menos complejas.

En la metodología a la que hemos hecho referencia, se presenta la siguiente clasificación.

Aspectos ambientales:

Iluminación	natural artificial
Ventilación	cruzada fluida escasa nula
Asoleamiento	nulo
Vistas	permisible privacidad aislamiento



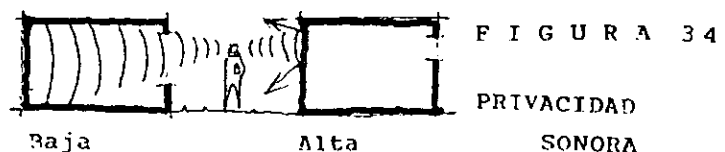
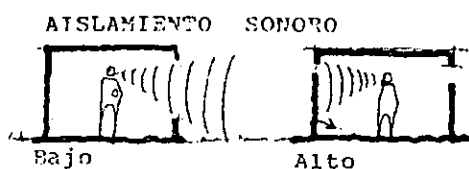
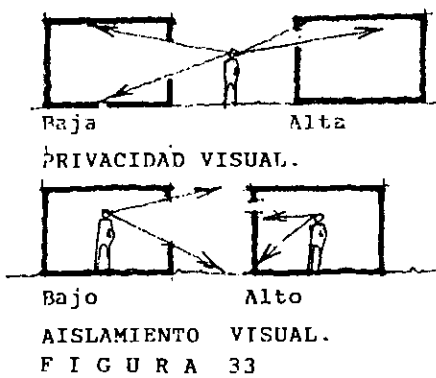
Iluminación; intensidad de luz (natural o artificial) existente en un espacio determinado.

Ventilación; cantidad o corriente del aire que penetra a un determinado espacio.

Asoleamiento; cantidad de rayos solares que penetran a un local.

Vistas; se refiere a la percepción visual que se tiene de o en un espacio; de adentro hacia afuera (aislamiento) o de fuera hacia adentro (privacidad).

Sonido; percepción sonora que se capta en, o de un espacio; de adentro hacia afuera (aislamiento) y de fuera hacia adentro (privacidad).



LO EXPRESIVO

Todo sistema estructural elegido como solución a un problema arquitectónico específico, tiene una geometría, es decir, una **figura** y un **orden**; posee dimensiones mínimas y máximas de trabajo efectivo, por lo tanto una **métrica**, además un **ámbito** conformado por la disposición de los elementos en el conjunto estructural. Todo esto otorga al sistema estructural un valor expresivo o comunicante, que determina de manera fundamental, el resultado formal o significativo del objeto arquitectónico acabado.

De lo anterior podemos afirmar que, para lograr la elección de un sistema estructural que se adecue a los requerimientos planteados por las intenciones formales, será necesario tomar en cuenta las características que respecto a esta variable, están implícitas en los sistemas.

En esta parte, desarrollamos los elementos mínimos de la terminología formal que nos permita proceder al análisis sugerido.

La **figura**; forma exterior de un cuerpo que lo hace diferente a otro.

Podemos distinguir los siguientes tipos.

Figuras:

- lineal - plana
- rectilínea - curva
- regular - irregular
- angulosa - redonda

De dos de estos tipos de figuras, mostraremos algunos ejemplos gráficos para distinguirlos.

Otro aspecto que define a la **figura** es su **textura**; esto es, lo **liso** o **rugoso** de las superficies que conforman el edificio, y que al estar expuestas a la luz, presentan juegos pequeños claros y oscuros.

De la misma forma que la **textura** el **color** juega un papel importante en la definición de la figura.

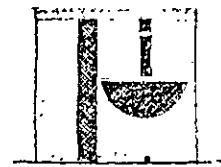
Lineal

FIGURA 35



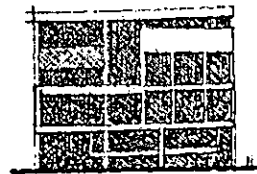
Plana

FIGURA 36



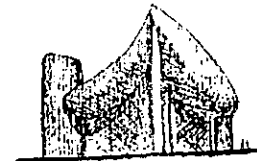
Rectilínea

FIGURA 37



Curva

FIGURA 38



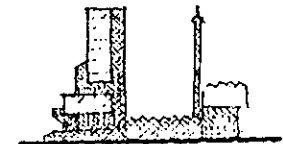
Regular

FIGURA 39



Irregular

FIGURA 40



Angulosa

FIGURA 41



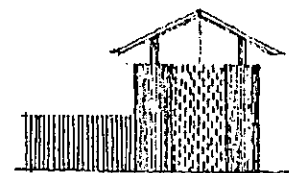
Redondo

FIGURA 42



Rugosidad

FIGURA 43



Métrica; aspecto concerniente a las dimensiones en proporción y escala de los edificios.

Métrica.

Proporción

- Sistemas
 - geométrica
 - aritmética
- Efecto
 - rectangular
 - cuadrangular
 - circular
- Tendencia
 - horizontal
 - vertical
 - diagonal

Escala

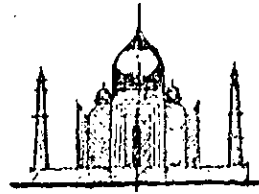
- Efecto
 - pequeña
 - grande
 - monumental

Proporción; relación analógica entre las dimensiones del edificio, mediante un sistema determinado para lograr un resultado estético.

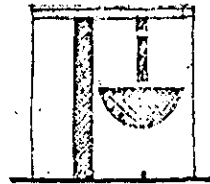
Proporción geométrica; dimensionamiento de los edificios en función de la geometría de un elemento y sus derivados.

Proporción aritmética; dimensionamiento de los edificios en base a ciertas relaciones numéricas como; 1, 2, 3, 5, 8, 13; en donde cada número es la suma de los dos que anteceden en la progresión.

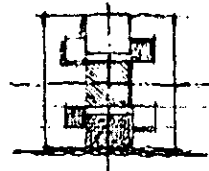
Escala; medida fija que se emplea para determinar las dimensiones de un cuerpo. En los edificios la escala es el cuerpo humano.



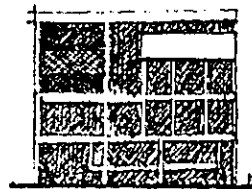
Simetría
FIGURA 44



Asimetría
FIGURA 45



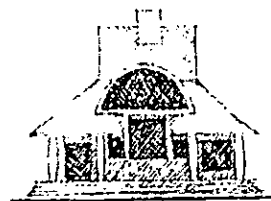
Axialidad
FIGURA 46



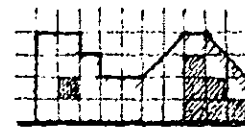
Jerarquía
FIGURA 47



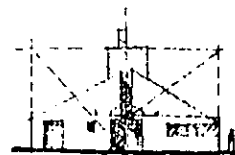
Repetición
FIGURA 48



Eje
FIGURA 49



Trama
FIGURA 50



Trazos
FIGURA 51

Orden; colocación o disposición de las partes de un edificio (espacios o elementos como muro, ventanas, puertas, etc.) mediante ciertos principios.

Principios ordenadores:

Eje
 Simetría
 asimetría
 axialidad
 jerarquía
 repetición
 pauta
 punto
 trama, trazos.

Eje; disposición de las partes en torno a una o dos líneas.

Simetría; disposición de las partes iguales a cada lado de la línea.

Asimetría; colocación desigual de partes en dos lados de una línea.

Axialidad; distribución igual de partes en relación a dos líneas perpendiculares entre sí.

Por la **jerarquización;** organización en la que se da relevancia a una de las partes, ya sea por su dimensión, forma, o posición en el conjunto.

Por **repetición;** utilización constante en el conjunto de un elemento o parte, de forma, tamaño y dimensión.

Pauta; organización en función de un plano o volumen.

Punto; posición de los elementos de un conjunto en relación a un cuerpo central dominante.

En **trama;** organización regulada por una retícula y sus componentes geométricos.

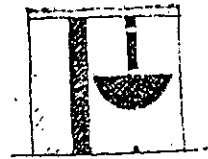
Trazos reguladores; posición de los elementos en función de trazos geométricos.

FIGURA 52
Efecto

Rectangular



Cuadrangular



Circular



FIGURA 53
Tendencia

Horizontal



Vertical



Diagonal



FIGURA 54
Escala

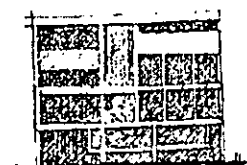
Pequeña



Grande



Monumental



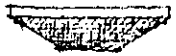
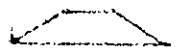


FIGURA 55



Regularidad



Focalidad



Seccionamiento

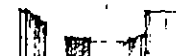


FIGURA 56

Predominio del vano.



Predominio del macizo.



FIGURA 57

Diagonal



Lineal



Introvertida



FIGURA 58

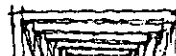
Cubierto abierto



Cubierto cerrado



Descubierto abierto



Descubierto cerrado.

Ambito; espacio incluido dentro de ciertos límites. En la arquitectura, los **límites** los definen los elementos construidos (cumplan o no una función estructural); sus **cualidades** se generan por el contraste entre ellos.

Límites:

plano horizontal

cubiertas
trabes
vanos

plano vertical

muros
muretes

columnas

vanos

Cualidades:

plano horizontal

regularidad
focalidad

seccionamiento

plano vertical

tendencia

diagonal

lineal

introvertida

contraste

predominio del vano

predominio del macizo

Con lo hasta aquí expuesto, concluimos con lo correspondiente a los **elementos básicos** para el análisis estructural. No se pretendió (con respecto a los aspectos funcionales, ambientales y expresivos principalmente) agotar la totalidad de la terminología usada para la descripción de las variables, sino incluir los mínimos necesarios para elaborar el método de análisis, sabiendo que éste a su vez será ampliado en la medida en que el estudiante adquiera una mayor terminología a través de su formación académica.

EL ANALISIS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES.

Los sistemas estructurales propios de nuestro estudio serán; cubiertas para claros medios, con las diferentes posibilidades de apoyo.

Procederemos primero, a delimitar el tipo de cubiertas y a conformar los sistemas que se generan; analizándolos en su trabajo de conjunto y posteriormente definiendo sus cualidades arquitectónicas.

La primera condicionante ante un problema específico de índole estructural, que limita el campo de posibles soluciones, es el espacio a cubrir. El elemento estructural o cubierta que se elija, determina en buena medida, los elementos verticales que completarán el sistema resistente.

Consideraremos como **claros medios**, los que varían entre **cinco y ocho metros**. Los elementos que por sus características, permiten solucionar tal condición son entre otros:

Bóveda diptera de concreto. Fig. 1

Bóveda de cañón corrido de concreto. Fig. 2

Losa reticular de concreto. Fig. 3

Losa prefabricada de concreto tipo vigueta y bovedilla. Fig. 4

Lo que determina el número y tipo de elementos verticales, para cada uno de los horizontales mencionados, es la forma como transmiten sus cargas.

Configuraremos para las cuatro cubiertas mencionadas, sus relaciones con los elementos verticales, en función de las transmisiones de cargas.

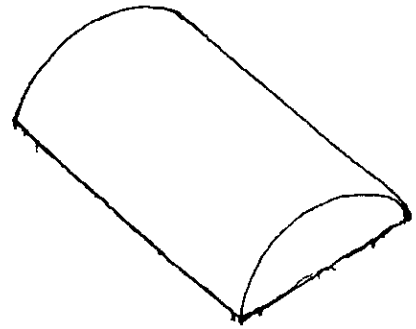


FIGURA 1

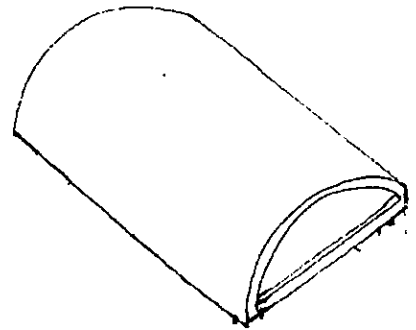


FIGURA 2

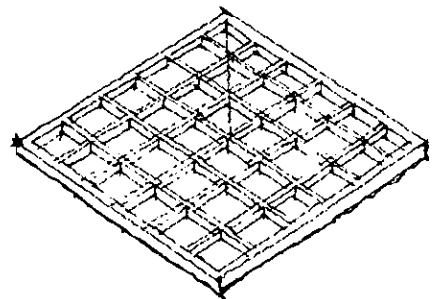


FIGURA 3

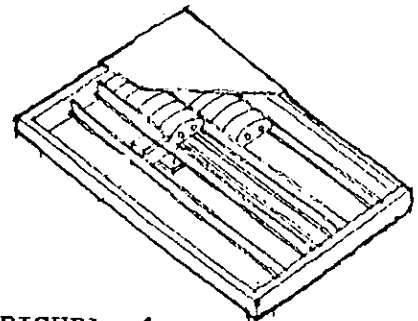


FIGURA 4

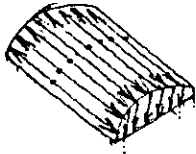


FIGURA 5

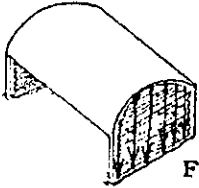


FIGURA 6

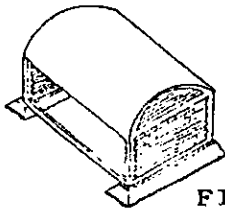


FIGURA 7

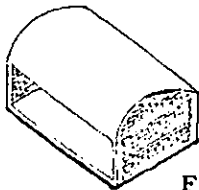


FIGURA 8

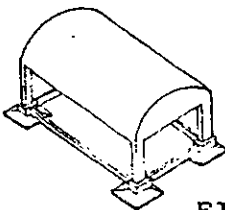


FIGURA 9

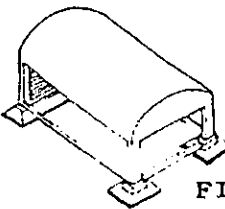


FIGURA 10

BOVEDA DIPTERA DE CONCRETO.

Tanto Curt Siegel como Heinrich Engel, coinciden en que una superficie de una curvatura, si se empotra a lo largo de ella, en los extremos de las directrices, (lo cual se logra mediante un tímpano) transmitirá la carga gravitacional hacia los extremos empotrados. Los tímpanos lo harán en dirección vertical y de manera laminar continua. Fig. 5

En correspondencia con lo anterior, los elementos verticales de apoyo, se ubicarían bajo los tímpanos, si se pretende un resultado lógico y eficiente, es conveniente usar el muro de carga. Fig. 6

La cimentación, (en condiciones favorables de resistencia de terreno) corresponderá con las características de trabajo de los apoyos, es decir, será igualmente continua.

Las fuerzas sísmicas obligan a establecer ligas horizontales entre los elementos verticales, mediante cadenas de concreto. Fig. 7 y 8

Las cargas gravitacionales depositadas en el tímpano, pueden canalizarse a puntos aislados concentrando las cargas; en tal caso los elementos verticales de apoyo serán columnas. A estas corresponderá un cimentación aislada, (para condiciones adecuadas de resistencia de terreno) y se establecerán ligas horizontales entre los elementos verticales. Fig. 9

Es factible conformar un sistema combinado de trabajo; en un extremo usar muro de carga y en otro columnas. Fig. 10

BOVEDA DE CAÑÓN CORRIDO

La bóveda de cañón corrido, es también, una superficie de una curvatura, que por estar libre de los extremos de las directrices, transmite sus cargas como arco, es decir hacia los extremos de las generatrices. Implica en principio, elementos horizontales, (tensores), para obligar la permanencia de la curvatura. Fig. 11

La transmisión de las cargas gravitacionales se ejerce, de manera continua; resulta lógico, recibirlas con un elemento continuo como el muro de carga. Fig. 12.

La cimentación será igualmente continua; zapata corrida o losa de cimentación. Las fuerzas sísmicas hacen imprescindibles, la inclusión de elementos horizontales de liga entre los verticales. Fig. 13 y 14

También en este caso, las cargas gravitacionales se pueden concentrar en puntos específicos en los extremos e igualmente recibirse con columnas. La cimentación correspondiente será aislada para condiciones óptimas de resistencia de terreno. Fig. 15

Combinando los elementos verticales descritos, se podrá lograr un sistema mixto; en uno de los lados se bajan las cargas mediante un muro mientras que en el otro se utiliza un marco compuesto de trabe y columnas.

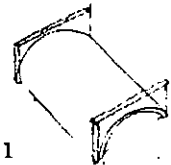
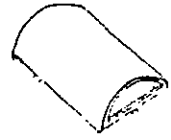


FIGURA 11

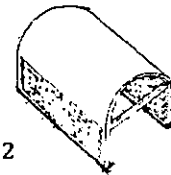


FIGURA 12



FIGURA 13

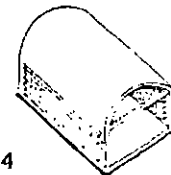


FIGURA 14

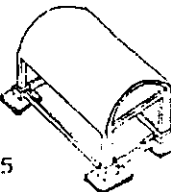


FIGURA 15

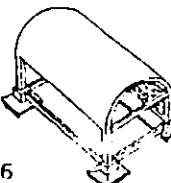


FIGURA 16



FIGURA 17

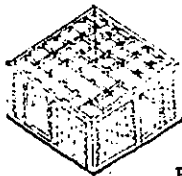


FIGURA 18

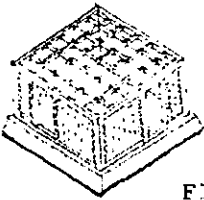


FIGURA 19

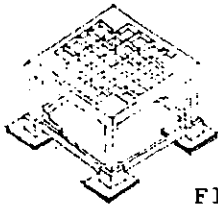


FIGURA 20

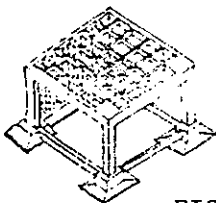


FIGURA 21

LOSA RETICULAR DE CONCRETO.

Esta cubierta se conforma, de un reticulado de trabes de concreto, que distribuyen las cargas gravitacionales, hacia los cuatro lados que conforman el perímetro; lo hacen de forma concentrada y la cadena perimetral en el borde la distribuye de manera uniforme a los apoyos verticales. Fig. 17

Para lograr una mejor correspondencia entre el elemento horizontal y los verticales, estos últimos deberán de transmitir las cargas de la misma manera que las recibe, por lo tanto el sistema más eficaz lo será el conformado con muro de carga, como apoyos verticales. Fig. 18

La cimentación será igualmente continua, con refuerzos horizontales para lograr un mejor trabajo ante fuerzas sísmicas. Fig. 19

Es común la conformación de un sistema con losa reticular de concreto y elementos verticales aislados; en tal caso la articulación entre ambos se realiza mediante el uso de capiteles en la losa.

A este sistema, corresponderá una cimentación aislada, para condiciones adecuadas de resistencia del terreno y sus respectivas ligas horizontales para fuerzas sísmicas. Fig. 20

Al igual que en los sistemas anteriores es posible formar un sistema mixto, con muros de carga y elementos aislados. Fig. 21

LOSA PREFABRICADA DE CONCRETO , TIPO VIGUETA Y BOVEDILLA.

Sin entrar a detalle sobre los componentes de esta losa, diremos que en su trabajo de conjunto, transmite su peso propio a dos lados y en forma uniforme. Fig. 22

La ubicación de los elementos verticales corresponderá con los lados donde la cubierta arroja sus cargas y deberán ser continuos. Fig. 23

La cimentación corresponderá con el trabajo de los elementos verticales: zapata corrida o losa de cimentación, con las ligas horizontales anteriormente señaladas. Fig. 24 y 25

Aunque no es muy recomendable, es común la concentración de cargas en las cuatro esquinas de la cubierta, mediante el uso de marcos rígidos y cimentaciones aisladas ligadas horizontalmente, para el caso de condiciones de alta resistencia del terreno. Fig. 26

Así mismo se pueden observar sistemas mixtos en lo que a elementos verticales se refiere. Fig. 27

Hasta aquí, hemos conformado para cada uno de las cubiertas seleccionadas, algunas variantes como sistemas o unidades básicas estructurales, tomando en cuenta la manera en como transmiten sus cargas. Cada una de estas unidades tienen características similares, pero también cualidades arquitectónicas diferentes las cuales analizaremos a continuación.

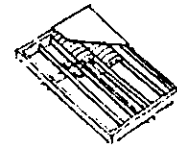


FIGURA 22



FIGURA 23

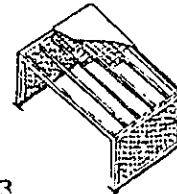


FIGURA 24

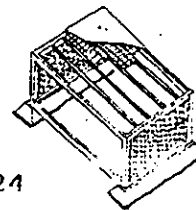


FIGURA 25

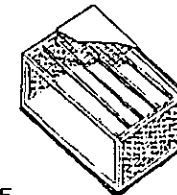


FIGURA 26

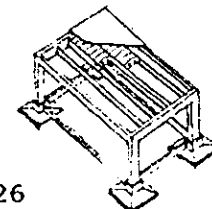
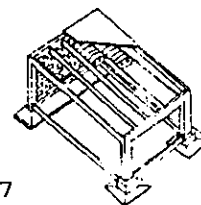


FIGURA 27



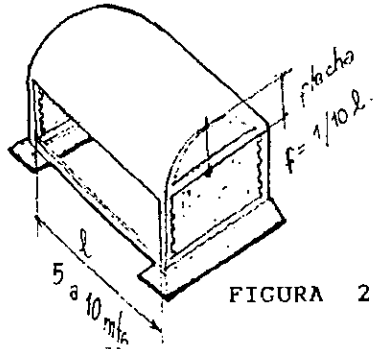


FIGURA 28

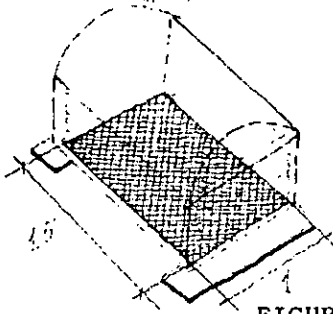


FIGURA 29

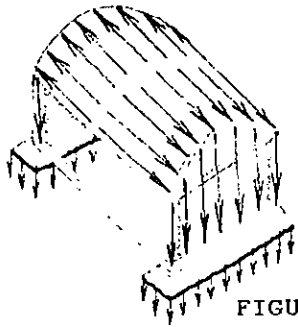


FIGURA 30

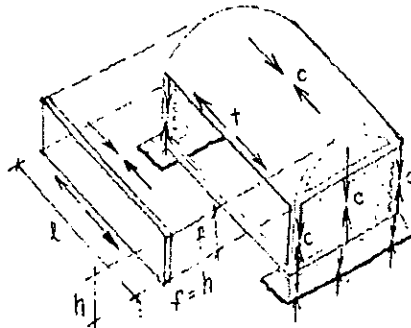


FIGURA 31

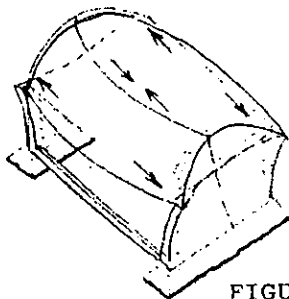


FIGURA 32

Para el análisis, se utilizará una de las variantes conformadas; lo haremos mediante los conceptos contenidos en la primera parte, para concluir con un guión que permita conducir de manera ordenada los análisis posteriores.

SISTEMA A ANALIZAR:

Bóveda diptera con muros de carga.

Aspectos estructurales.

En páginas anteriores se describen los elementos que conforman el sistema, evitándonos repetirlo aquí, e iniciar el análisis integral del sistema.

El claro que este modulo básico puede cubrir, varía entre los cinco y los diez metros, su sentido corresponde con el de las directrices. Existe una relación proporcional entre la longitud del claro y la flecha. Fig. 28

La superficie que cubre puede ser de forma rectangular o cuadrada, recomendando la primera en proporción 1: 1.5, (donde el lado largo es claro a cubrir), para un trabajo más eficiente. Fig. 29

La transmisión de cargas gravitacionales (se incluye nuevamente para dar continuidad al trabajo) en la cubierta, se ejerce de manera horizontal y laminar en el sentido de las directrices; en forma laminar y dirección vertical, el muro; la cimentación lo hace en forma continua. Fig. 30

Los esfuerzos a que está sometida la estructura, varían para cada componente; en el cascarón cilíndrico se encontrará que existe una clara analogía con la acción de trabe. Luego entonces estará sujeta a compresiones en la parte superior y tensiones en la inferior, ambas al control de el muro y la cimentación lo estarán a compresión. Fig. 31

Si la cubierta no fuera capaz de soportar los esfuerzos a que esta sometida, se flexionaría al igual que una viga, transmitiendo esfuerzos adicionales al muro, provocando pandeo horizontal y volteo vertical, hacia adentro en el centro y hacia afuera en los extremos. Fig. 32

En lo que a **sismo** se refiere; por lo general estas fuerzas se representan mediante diagramas en el que las fuerzas del sismo se aplican separadamente en direcciones de cada uno de los ejes principales y perpendiculares del edificio.

En el caso que nos ocupa, la figura es simétrica geométricamente en relación a cada uno de los ejes principales, y al aplicar sobre ellos las fuerzas sísmicas, lo es, también estructuralmente, lo que implica; ausencia de torsiones, por la correspondencia entre el centro de gravedad y el centro de aplicación de las cargas. Fig. 33

Para la fuerza sísmica considerada en sentido transversal, los muros y los tímpanos ejercen la función de **diafragmas** de transmisión y absorción de las cargas. Fig. 34

En la aplicación de las cargas para el sentido longitudinal, la función de absorción y transmisión de las cargas la ejerce la cubierta y la cadena de liga. Fig. 35

Las deformaciones y posibles fallas de los elementos resistentes para la aplicación de las fuerzas en sentido transversal se traducen en estiramiento de los muros en sus vértices, pudiendo provocar grietas en sentido perpendicular al estiramiento. Fig. 36

Para el caso en que las cargas se aplican en sentido longitudinal, la deformación principal se establece en los muros, provocándose una flexión en ellos, esfuerzo que combinado con la atracción gravitacional puede provocar el volteo. Fig. 37

Del análisis anterior se puede concluir que este sistema básico estructural, tiene deficiencias de trabajo a fuerzas sísmicas en el sentido longitudinal, por lo que es conveniente o recomendable, considerar la adición de muros resistentes según lo indiquen las disposiciones reglamentarias. Fig. 38

FIGURA 33

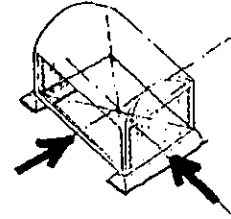


FIGURA 34

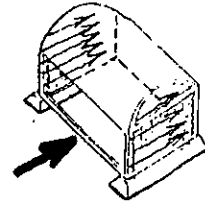


FIGURA 35

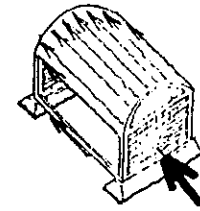


FIGURA 36

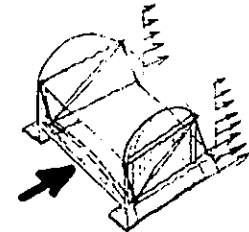


FIGURA 37

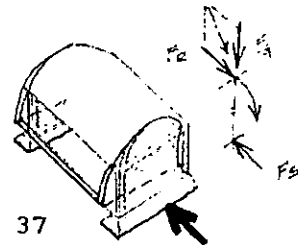


FIGURA 38

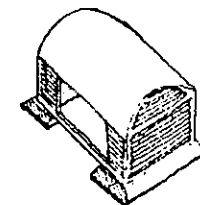


FIGURA 39

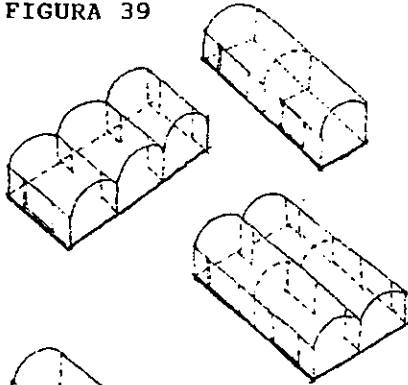
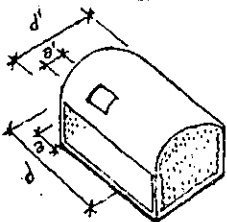


FIGURA 40



FIGURA 41



$$a = 20\% d$$

$$b' = 20\% d'$$

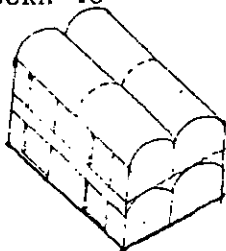


FIGURA 42

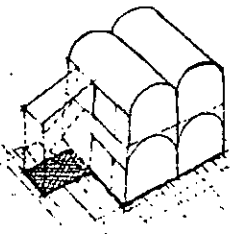


FIGURA 43

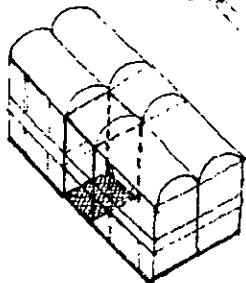


FIGURA 44

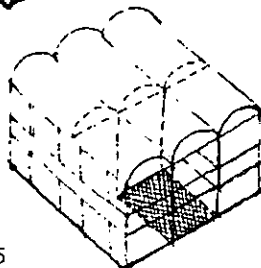


FIGURA 45

El crecimiento máximo de la unidad básica, quedó determinado anteriormente. Para un crecimiento horizontal o vertical, basta con adicionar unidades similares, creando un sistema compuesto.

Para el adosamiento horizontal es requisito indispensable, considerar la liga y **continuidad** entre los elementos horizontales de una y otra unidad, si se pretende lograr un trabajo integral. Fig. 39

Para el crecimiento vertical será indispensable la correspondencia entre los elementos verticales de apoyo de un nivel a otro. Fig. 40

Se podrá hacer adosamientos combinados, horizontales y verticales, siempre y cuando se tomen en cuenta los requisitos señalados. Fig. 41

El crecimiento vertical implica dos problemas; uno constructivo originado por la necesidad de nivelar el entrepiso, mediante rellenos o entarimados de madera; el otro de carácter funcional por la necesidad de ligar un nivel con otro, que enfrenta una limitante estructural puesto los entrepisos no deberán tener aberturas cuya dimensión no exceda el 20% de la dimensión en planta, además de revisar que las áreas huecas no ocasionen asimetrías significativas ni varien la posición de un elemento a otro. Fig. 42.

Para salvar esta limitante, basta mencionar tres alternativas:

- adosando el elemento de circulación vertical. Fig. 43
- separando las unidades básicas, en sentido longitudinal, para provocar de esta manera el espacio para la liga vertical. Fig. 44
- usar para tal fin, un módulo completo de las unidades básicas. Implica la inexistencia del entrepiso. Fig. 45

A estos sistemas conformados por adición los llamaremos **sistemas agregados**.

En un sistema conformado por unidades agregadas, los efectos relativos a su comportamiento ante cargas gravitacionales y sísmicas, varían sólo cuantitativamente; excepto las inducidas por la continuidad. Fig. 46

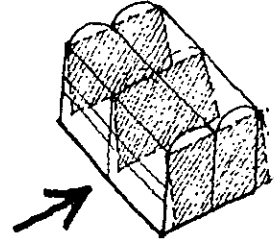
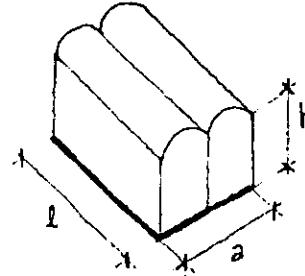


FIGURA 46

Una condición indispensable para que lo enunciado suceda (principalmente ante fuerzas sísmicas) es que la figura sea de **configuración regular**, esto se refiere tanto a la forma del conjunto, como al tamaño, naturaleza y localización de los elementos resistentes y no estructurales dentro de él.

Por tanto la relación de longitud y ancho del edificio no deberá exceder de 2.0 y la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no será mayor de 1.5 y la altura máxima menor a 13 mts. Fig. 47



$$\begin{aligned} l/a &< 2 \\ h/a &< 1.5 \\ h &< 13 \text{ mts.} \end{aligned}$$

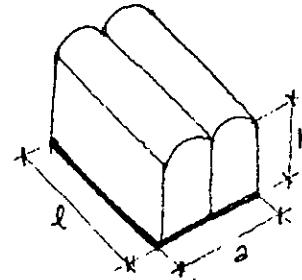
FIGURA 47

En general, las proporciones de un edificio (en el diseño sísmico suelen ser más importantes que en tamaño absoluto.

Los límites máximos que definen la regularidad en la forma, se dan cuando: la relación de largo a ancho de la base no pasa de 2.5 y la relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5 .. Fig. 48.

Una configuración de características geométricas irregulares, se podrá estimar como regular estructuralmente si; en planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión no exceda el 20% de la dimensión de la planta, medida paralelamente a la dirección que se considera de la entrante o saliente. Fig. 49. Todas las recomendaciones anotadas están incluidas en las Normas técnicas Complementarias para Sismo.

Ante fuerzas sísmicas, siempre serán recomendables las configuraciones regulares. Si por requisitos arquitectónicos diferentes a los estructurales (como podrían ser los funcionales o ambientales) resultara una forma irregular, su comportamiento implicaría otros problemas de atención particular.



$$\begin{aligned} l/a &< 2.5 \\ h/a &< 2.5 \end{aligned}$$

FIGURA 48

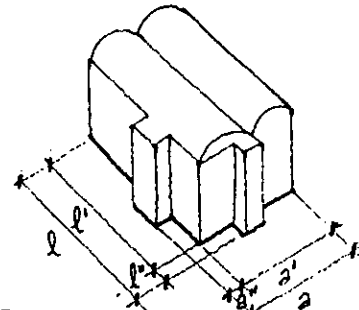


FIGURA 49

$$\begin{aligned} l'' &< 20\% l \\ a'' &< 20\% a \end{aligned}$$

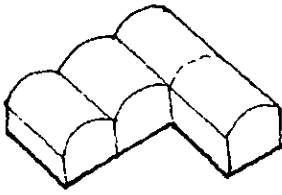


FIGURA 50

Los sistemas agregados pueden asumir las siguientes configuraciones **irregulares**:

En "L" ; se integra con dos o más adiciones del modulo base en sentido transversal, y una o más, en el longitudinal en uno de los extremos. Fig. 50

En "U" ; surge de agregar dos o más módulos en cada uno de los extremos, longitudinalmente. Fig. 51

En "T" ; consta de tres módulos adicionados siguiendo un eje transversal y uno o más en el longitudinal sobre el modulo central. Fig. 52

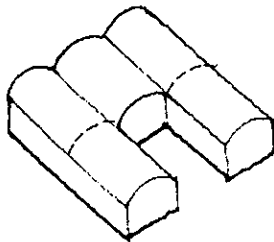


FIGURA 51

En "Z" ; se adosan tres unidades en sentido longitudinal, y en el transversal uno o más a cada lado del eje longitudinal en los extremos. Fig. 53

En "H" ; consta mínimamente de siete módulos, tres adosados transversalmente, y cuatro longitudinalmente, colocados a cada lado del eje transversal en los extremos. Fig. 54

En "+" ; se conforma de cinco módulos como mínimo , tres adicionados transversalmente, dos longitudinalmente a cada lado del eje transversal y al centro. Fig. 55

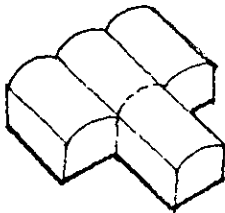


FIGURA 52

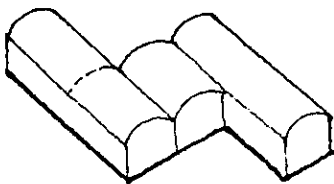


FIGURA 53

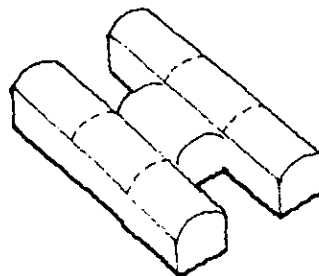


FIGURA 54

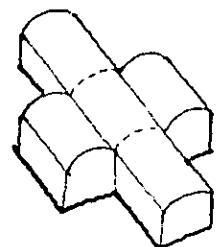


FIGURA 55

Los problemas que estas formas plantean, se podrán comprender si tomamos como objeto de estudio, la forma más simple, la "L". Fig. 56

El primer problema es determinar el lugar de aplicación de las fuerzas sísmicas; para lo cual incluiremos el método siguiente:

- a.- Se ubica la figura en relación a dos ejes auxiliares, el de las "x" y el de las "y".
- b.- Se determinan los centros de gravedad de las figuras .
- c.- Fijamos las distancias de los centros de gravedad a los ejes auxiliares.
- d.- Calculamos el área de cada figura.
- e.- Sumamos los productos de las distancias de los centros por sus áreas correspondientes, para dividirlos entre la suma de las áreas consideradas. Fig. 57
- f.- Con estas operaciones obtenemos las cotas o distancias del centro de aplicación de las fuerzas. Fig. 58

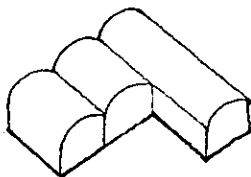
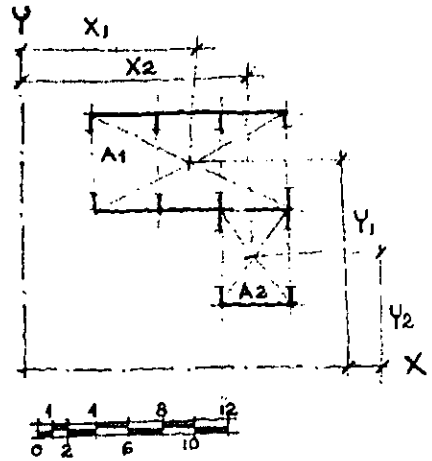
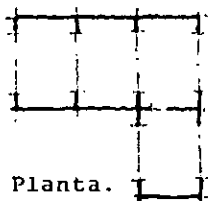


FIGURA 56



$$\begin{aligned}
 X_1 &= 11 & Y_1 &= 13 \\
 X_2 &= 14 & Y_2 &= 7 \\
 A_1 &= 72 \text{ m}^2 \\
 A_2 &= 24 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\bar{X} = \frac{(A_1 X_1) + (A_2 X_2)}{A_1 + A_2}$$

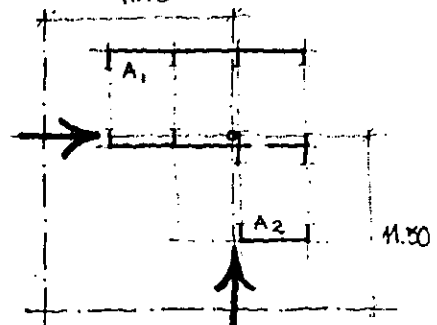
$$\bar{X} = \frac{(72 \times 11) + (24 \times 14)}{72 + 24} = 11.75$$

$$\bar{Y} = \frac{(A_1 Y_1) + (A_2 Y_2)}{A_1 + A_2}$$

$$\bar{Y} = \frac{(72 \times 13) + (24 \times 7)}{72 + 24} = 11.5$$

FIGURA 57

FIGURA 58
11.75



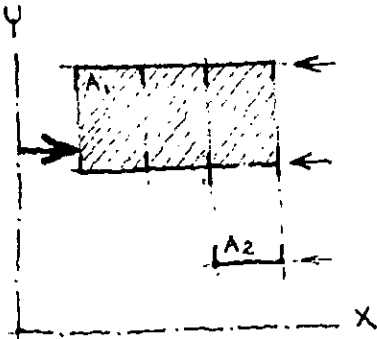


FIGURA 59

El segundo problema es que estas formas, tienden a producir **variaciones de rigidez** y por tanto movimientos diferenciales provocando una concentración de esfuerzos en la esquina entrante.

En el caso que escogimos, cuando las fuerzas sísmicas se suponen paralelas al eje de las "x"; el cuerpo A-1, posee una rigidez mayor y diferente del A-2, por la correspondencia entre la dirección de las fuerzas y los muros resistentes al cortante. Fig. 59

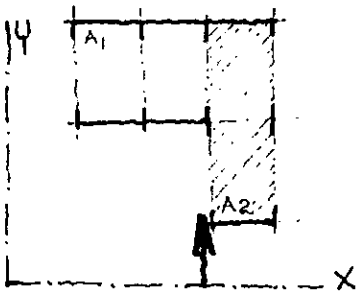


FIGURA 60

Para la aplicación de las fuerzas sobre un eje paralelo al de las "Y", el cuerpo A-2, se integra, como elemento resistente con el modulo contiguo en sentido longitudinal, del cuerpo A-1, adquiriendo resistencias diferenciadas. Fig. 60

De ambos casos la resistencia mayor del cuerpo, la tiene para la aplicación de fuerzas paralelas al eje de las "x".

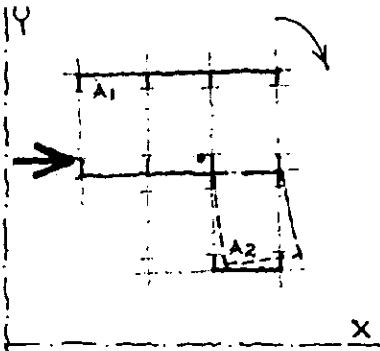


FIGURA 61

El tercer problema es la **torsión**; ésta se produce porque el centro de masa y el centro de rigidez de estas formas no puede coincidir para todas las posibles direcciones de un sismo.

El efecto que provoca esta condición, es la rotación que tendera a distorsionar las formas de maneras cuya naturaleza y magnitud dependerán de la naturaleza y dirección del movimiento de la tierra, causando fuerzas muy difíciles de predecir y analizar.

Retomando nuestro ejemplo, observamos que para las fuerzas con énfasis sobre el eje paralelo al eje de las "x", y si el cuerpo A-1, estuviera separado, tendería a moverse menos que el A-2, pero por estar unidos, tienden a moverse diferente jalándose uno al otro, provocándose flexiones. Fig. 61

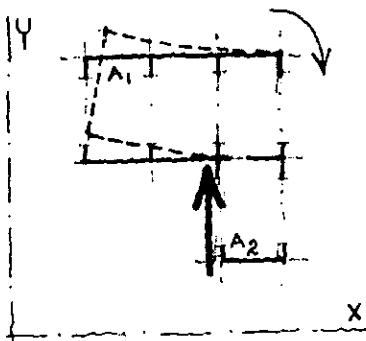


FIGURA 62

Lo mismo pero con diferentes magnitudes sucede para un movimiento de suelo con dirección paralela al eje de las "y". Fig. 62

Existe una interrelación entre la concentración de esfuerzos y los cambios de sección. La magnitud de las fuerzas y la gravedad de los problemas dependerán de:

- La masa del edificio
- Los sistemas estructurales
- La longitud de las alas
- La altura de las alas y sus relaciones altura anchura.

Además, es común que las alas de los edificios con esquinas interiores tengan diferentes alturas, de tal modo que la discontinuidad vertical de un escalonamiento se combina con la discontinuidad horizontal de la esquina entrante de la planta, planteando problemas aún más graves. Fig. 63

Las posibles soluciones a los problemas planteados por la configuración irregular de los cuerpos, se puede resumir en dos:

- Aumentar la rigidez perimetral en las esquinas.
- Separar los cuerpos mediante juntas estructurales para lograr figuras regulares con movimientos independientes.

Para nuestro modelo de análisis, la primera alternativa sólo puede aplicarse para los muros que son paralelos al eje de las "y", tanto perimetrales como internamente. En caso de que por otros requisitos arquitectónicos, sea necesario conservar algunas aberturas, estas serán **menores del 40%** del área del muro en donde se ubican, ya que: una relación de aberturas en muros exteriores de más de 40% causa daño en los muros. Otro aspecto que se cuidara será la **densidad** de los muros que indiquen los reglamentos respectivos, Fig. 64

En relación a la segunda alternativa, podemos en nuestro caso hacer dos separaciones diferentes; la primera correspondiente con la nomenclatura asignada para definir las áreas, (fig. 65); la segunda se muestra en la figura 66; ambas deberán regirse por las normas relativas a la proporción.

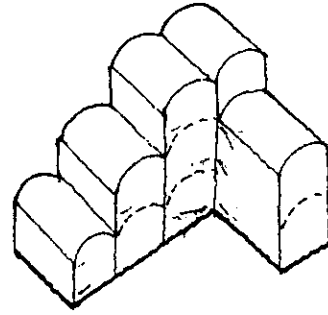


FIGURA 63

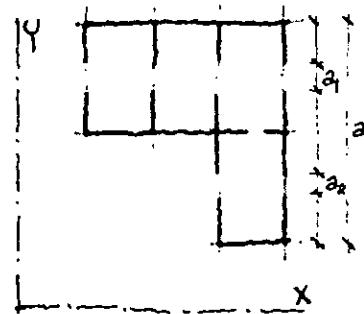


FIGURA 64

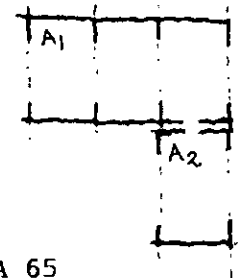


FIGURA 65

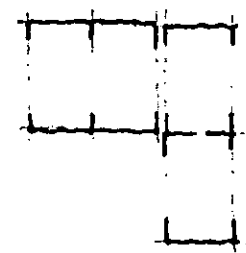


FIGURA 66

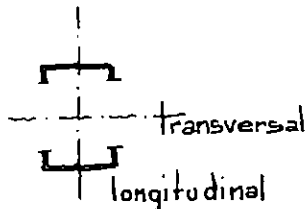


FIGURA 63

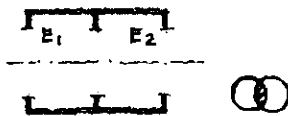


FIGURA 64



FIGURA 65

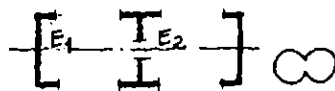


FIGURA 66

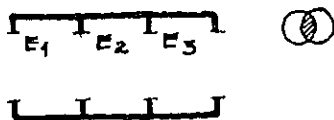


FIGURA 67

ANÁLISIS FUNCIONAL

En el apartado anterior se definió la forma geométrica y las áreas máxima que puede adoptar la unidad básica estructural en cuestión; aspectos que aunque forman parte de lo funcional, son condicionados por la variable estructural en cuestión. Vimos además que para formar conjuntos, se procede con adosamientos verticales y horizontales. En esta parte veremos las **relaciones** que se logran entre las células básicas al ser agrupadas, así como las cualidades de los posibles accesos a la unidad estructural.

Para efectuar los adosamientos se usó como referencia los ejes longitudinal y transversal de la figura en planta, de la misma manera lo haremos para lo que ahora nos ocupa. Fig. 63

Si juntamos dos unidades siguiendo su eje transversal, (sin efectuar ninguna modificación en los elementos componentes) la relación consecuente será de **sobreposición** (fig. 64); ahí el espacio E-1 y E-2, conforman un espacio integrado donde se puede desarrollar una actividad común.

Si al conjunto citado, agregamos un elemento divisorio en el eje de la unión, lograremos una relación de **inmediatez** entre los espacios, propiciando el desarrollo de actividades diferentes. Fig. 65

Es necesario aclarar que el párrafo anterior, se propone un muro divisorio que bien podría ser estructural, siempre y cuando se revisen las cuestiones de rigidez y simetría estructural, para cargas sísmicas.

Cuando el adosamiento se realiza siguiendo el eje longitudinal, se requiere, para lograr alguna relación, abrir un vano, acción que esta limitada por algunos aspectos estructurales que se indicaron antes. La única relación que se logra es la **inmediatez**. Fig. 66

Para el adosamiento de dos unidades (a una inicial) se obtiene un espacio **sobrepuesto** de amplias dimensiones rectangulares. Fig. 67

A este conjunto de tres unidades agregamos una división (con su respectiva circulación) en uno de los ejes estructurales longitudinales y obtendremos dos espacios modulares con **sobreposición** y uno **inmediato** a estos (fig. 68). Al agregar una división más, en el otro eje de unión, tendríamos que; el espacio E-1 y el E-3 se encuentran **cercanos**, y el E-2 guarda una relación de **inmediatez** con ambos. Fig. 69

Las relaciones que se obtendrían con la fusión de más unidades, en conjuntos de mayor complejidad, serán combinaciones de las analizadas, hasta lograr lejanía de unos espacios con otros. Fig. 70

La relación en la superposición vertical se dará siempre a través de un tercer elemento, (escalera, rampa o elevador) y variará entre lo **cercano** y lo **lejano**. Fig. . 71

Los **accesos naturales** de la unidad estructural, se dan en el sentido del eje transversal, de manera **total** y **directa**. Fig. 72

Mediante la adición de muros (divisorios o estructurales, con las consideraciones señaladas para estos últimos) se podrán lograr accesos **francos** (fig., 73) y **limitados**. Fig. 74.

En el sentido longitudinal se puede forzar un acceso, que por restricciones estructurales solo podrá ser **limitado** (fig. 5). Longitudinalmente se puede dar el acceso total o franco mediante la sustitución de los muros de carga por un marco rígido, pero ya estaríamos hablando de una unidad estructural diferente. Fig. 76

En los casos mencionados el acceso se da de manera **directa**, si se quisiera tener un acceso **indirecto**, se tendría que provocar con elementos agregados. Fig. 77

Hasta aquí dejamos los aspectos funcionales, para continuar con los llamados **ambientales**.



Figura 68

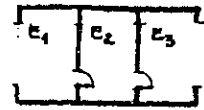


FIGURA 69

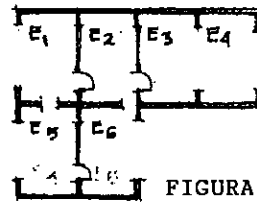


FIGURA 70

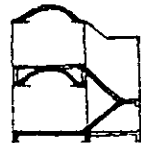


FIGURA 71

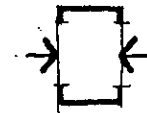


FIGURA 72



FIGURA 73



FIGURA 74

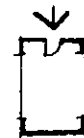


FIGURA 75



FIGURA 76



FIGURA 77

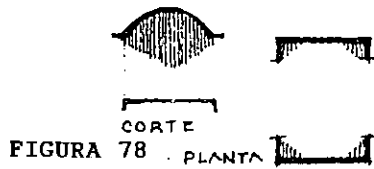


FIGURA 78

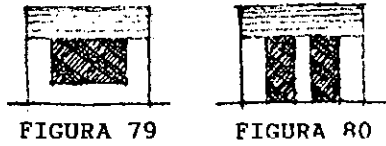


FIGURA 79

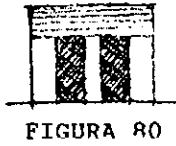


FIGURA 80

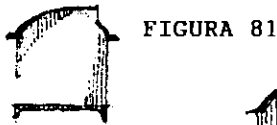


FIGURA 81



FIGURA 82



FIGURA 83



FIGURA 84

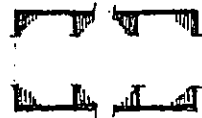


FIGURA 85

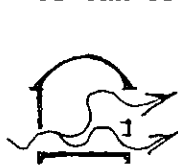


FIGURA 87

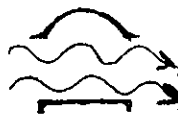


FIGURA 86



FIGURA 89



FIGURA 88

FIGURA 89

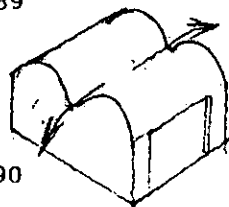


FIGURA 90

ASPECTOS AMBIENTALES.

Solo tomaremos en cuenta, los referentes a; la **iluminación natural, asoleamiento, ventilación y lluvia.**

Las posibilidades de **iluminar** que se derivan de la célula en cuestión, se dan lateralmente, por ambos lados del eje longitudinal, a todo lo largo y todo lo alto de la superficie. Fig. 78

El control de la **iluminación** puede lograrse de manera horizontal, (fig. 79) como vertical, (fig. 80) lo primero con muretes o faldones, lo segundo con elementos divisorios o estructurales, permite además la iluminación cenital, (fig. 81) usando tragaluces o domos ; la única limitación será lo señalado para aberturas en techos.

En relación al **asoleamiento**, y en particular, al control de su **penetración**, se puede realizar mediante aleros, (fig. 82) muretes, (fig. 83), o ambos. Fig. 84

El adosamiento de módulos implica ciertos problemas referentes a la **iluminación** y el **asoleamiento**; si unimos tres células siguiendo el eje transversal de una de ellas, las de los dos extremos podrán recibir luz y radiación solar por los extremos no adosados, el módulo central lo hará únicamente por los ejes de carga, con las restricciones que implica la abertura de vanos en los elementos verticales (fig. 85). De este ejemplo se puede suponer o extraer los problemas derivados de la conformación de los conjuntos más complejos.

La **ventilación** que se sucede en forma geométrica, es cruzada perpendicularmente al eje longitudinal (fig. 86). Su control se puede ejercer con muros , para provocarla: cruzada por arriba, en medios, o por abajo a través de aberturas en los muros (fig. 87), o bien fluida con salida lateral o en la cubierta. Fig. 88

En cuanto a la **lluvia**; la forma geométrica de la figura ayuda a desalojar libremente y a todo lo largo del paño paralelo al eje longitudinal (fig. 89). Los problemas se provocan en los adosamientos y colindancias, requiriendo un canal para el desalojo del agua. Fig. 90

ASPECTOS EXPRESIVOS

Nos limitaremos en este campo, a enunciar las características **implícitas** en la unidad estructural básica, sin **agregados** que modifiquen la forma inicial, y que sirvan como el punto de partida o confrontación de las intenciones formales del proyectista.

La figura resultante de los componentes del sistema estructural es por definición **mixta**; integrada por líneas rectas y curvas, superficies planas y cilíndricas, con un resultado expresivo **dinámico**. Fig. 91

Es una figura **simétrica**; permite un ordenamiento a partir de ejes (fig. 92). Sus caras tienen diferentes valores significantes, con **jerarquía** en aquellas donde se hacen perceptibles las líneas curvas, originándose una contradicción de significado con relación al lugar por donde se da el acceso en forma lógica con la posición perpendicular de la continuidad de la curva.

Su condición estructural exige una relación aritmética de los elementos componentes (claro/flecha), que posibilita el uso de sistemas de **proporcionamiento matemático** (fig.93) o geométrico. Fig. 94

Las variaciones de la **escala** se encuentran sujetas, en buena medida, a las dimensiones máximas requeridas para un eficiente trabajo estructural, pero dentro de estos límites, se pueden obtener resultados que estriban entre lo **pequeño** y lo **grande**. Fig. 95

El **ámbito** que genera la cubierta, propicia una **focalidad** en el sentido de las directrices (fig.96). Los planos verticales la **linealidad** en dirección al eje transversal, y la **introversión** en el longitudinal (fig. 97). Tiende a un predominio del **vano** sobre el **macizo**, aunque se puede lograr el equilibrio. Se define como un espacio **cubierto-abierto**.

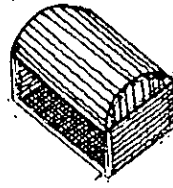


FIGURA 91

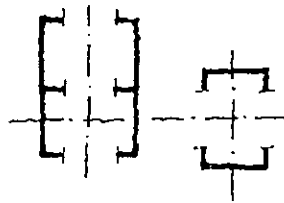


FIGURA 92

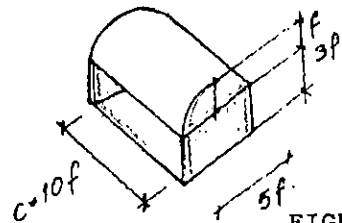


FIGURA 93

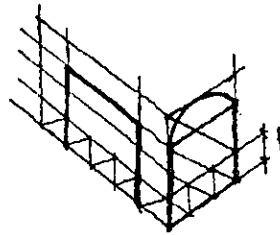


FIGURA 94

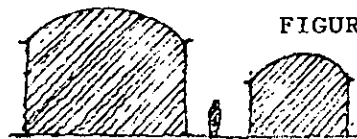


FIGURA 95

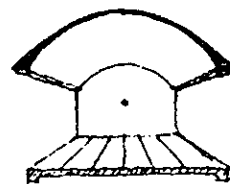


FIGURA 96

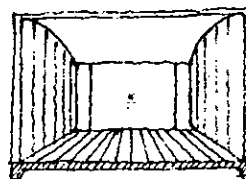


FIGURA 97

Para concluir, sintetizaremos el recorrido realizado, apuntando un gui3n que permita ordenar el m3todo de an3lisis propuesto.

Aspectos estructurales.

El claro

- dimensi3n m3xima

La superficie

- dimensiones
- proporciones

Cargas gravitacionales

- transmisi3n
- esfuerzos
- deformaciones

Cargas s3smicas

- transmisiones
- esfuerzos
- deformaciones
- continuidad
- configuraci3n
- rigidez
- simetr3a
- densidad

Aspectos funcionales

- relaciones
- accesos

Aspectos ambientales

- iluminaci3n natural
- asoleamiento
- ventilaci3n
- lluvia

Aspectos expresivos

- figura
- orden
- m3trica
- 3mbito.

DESARROLLO DE LAS ALTERNATIVAS

El material didáctico.

Los modelos estructurales

SIMULADOR DE MOMENTOS.

Descripción del modelo.

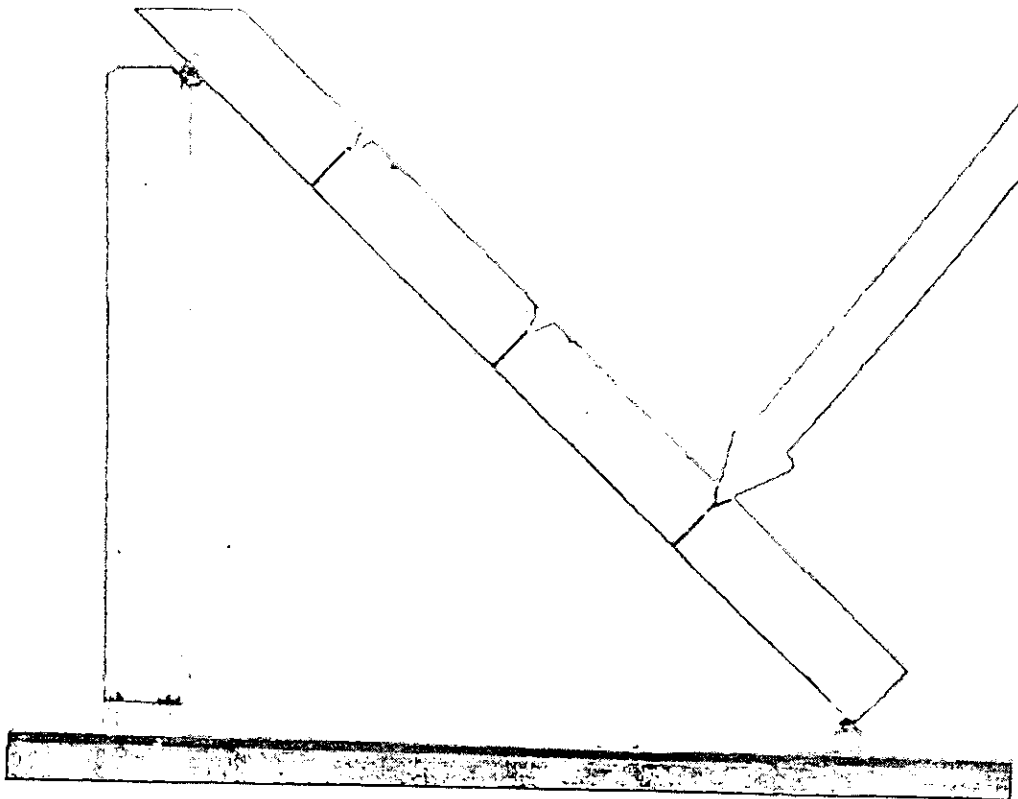
Construido en madera, el modelo consta de una viga articulada en un extremo a un elemento vertical que simula una columna, y dos fuerzas una que cumple la función de carga y otra la de reacción.

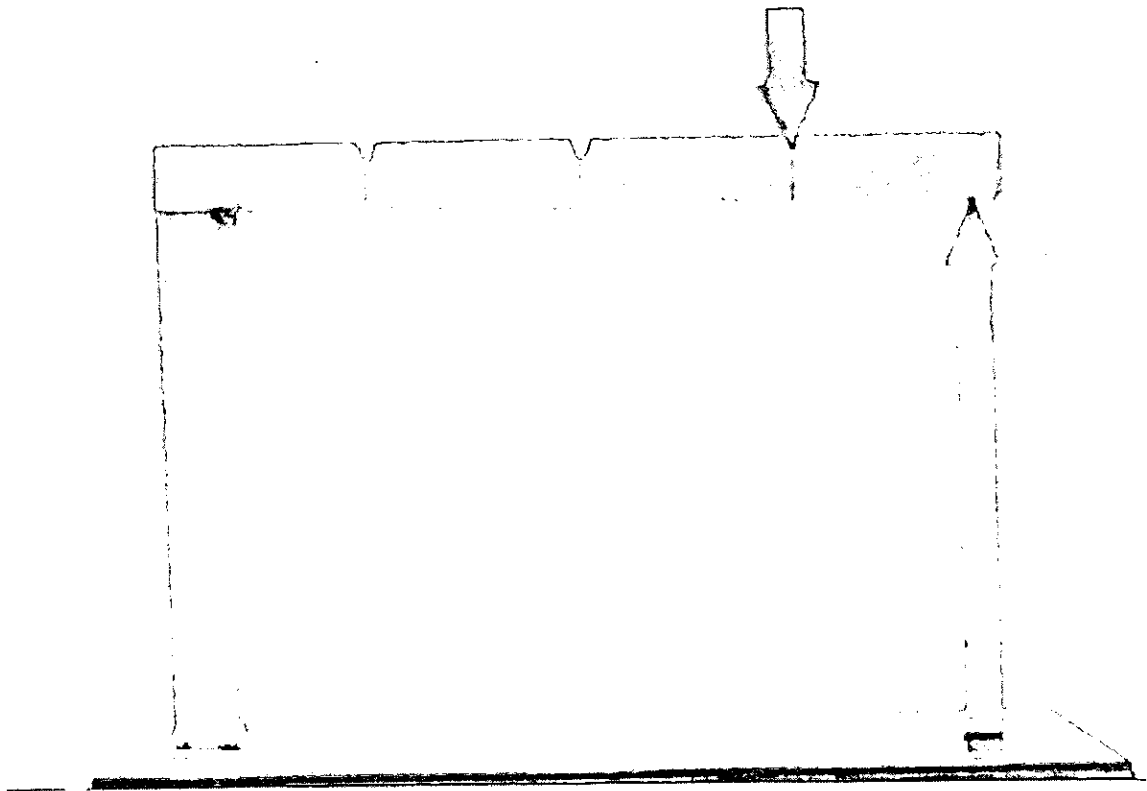
Operación.

Se aplica la carga sobre la viga a una determinada distancia, y asignando un valor a la carga. Se explica el giro o momento provocado determinando su valor, y se equilibra colocando en el extremo libre de la viga, la otra fuerza, con sentido contrario y deduciendo su valor.

Objetivo.

Con este modelo se pretende la comprensión del efecto del giro o momento en las vigas y la manera para establecer el equilibrio.



OPERACIÓN.

VIGA EMPOTRADA.

Descripción del modelo

Sobre una base de madera descansan dos apoyos o columnas del mismo material, cada una tiene en su extremo superior una extracción donde se empotra una viga de unicel.

Operación.

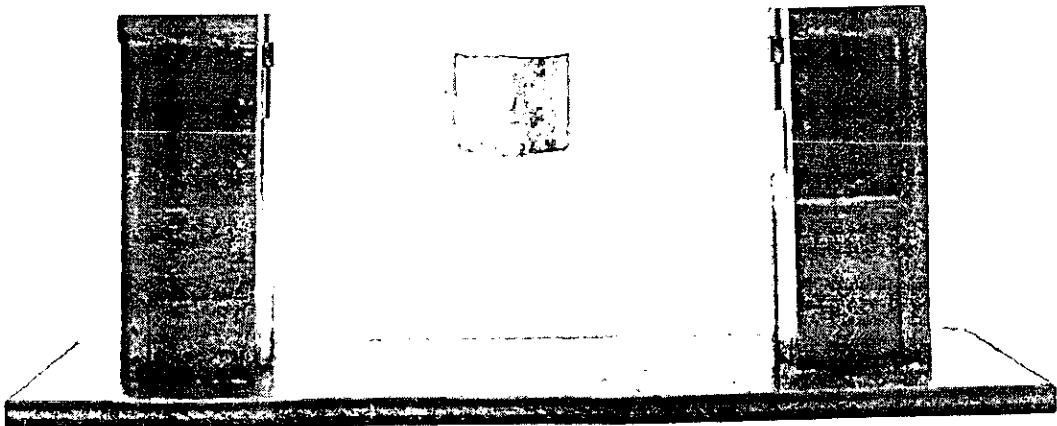
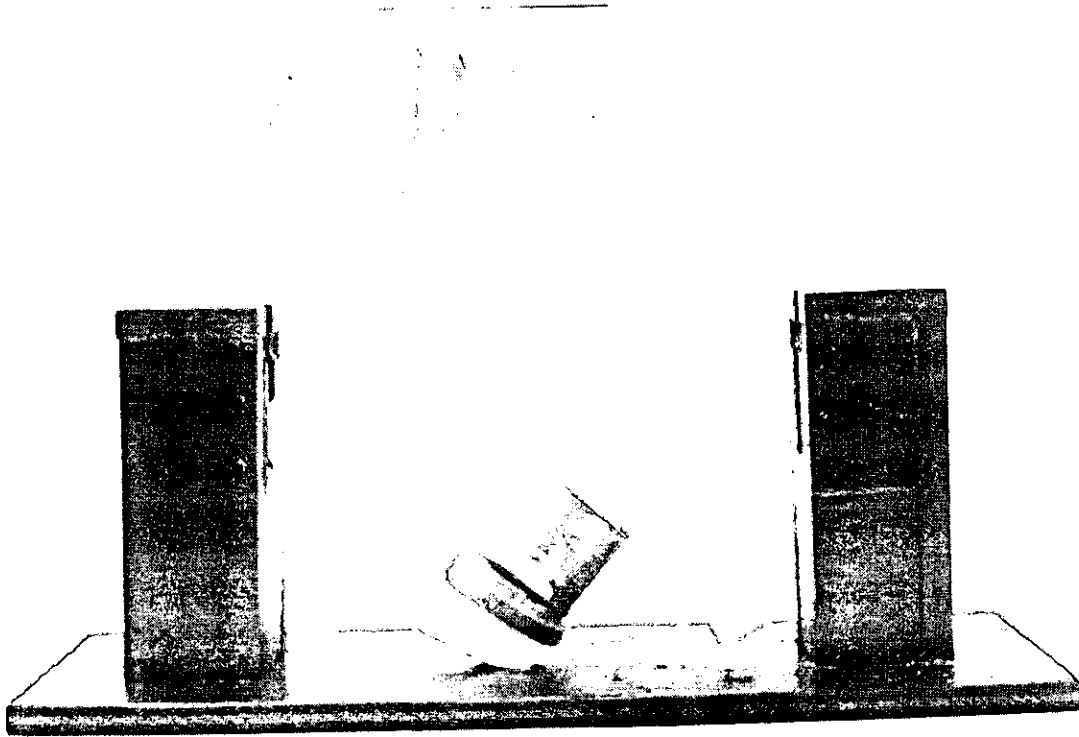
Se coloca una viga de unicel en los apoyos aplicándole una carga flexionándola hasta romperla. Nuevamente se coloca otra viga de unicel a la que se le ha colocado un refuerzo de alambre en el lecho bajo y se le aplica la misma carga que rompió la primer viga resistiéndola con un mínimo de deformación.

Objetivo

Con este modelo se demuestra la acción del acero para resistir los momentos flexionantes en las vigas de concreto armado.



OPERACIÓN.



MODELOS ESTRUCTURALES DESARROLLADOS EN 1997-98

Simulador de sismos.

Descripción del modelo.

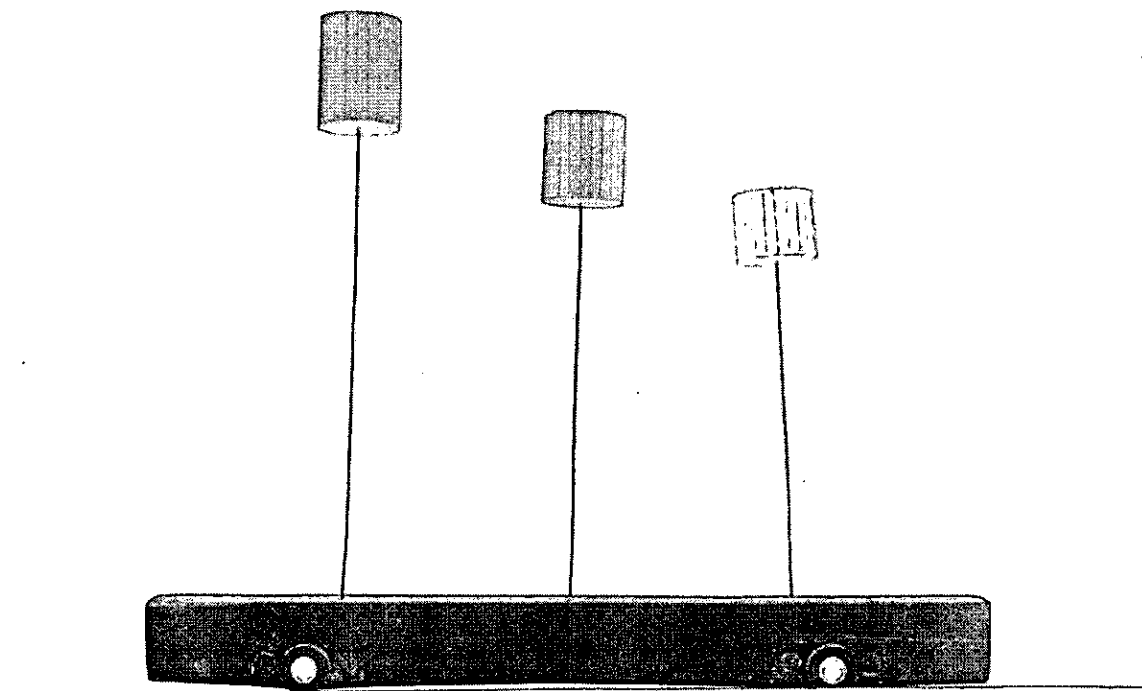
Consta de tres elementos esbeltos de diferente altura, empotrados en un elemento de madera que a su vez está soportado por cuatro llantas. Los elementos verticales simulan ser edificios y la carretilla el suelo.

Operación.

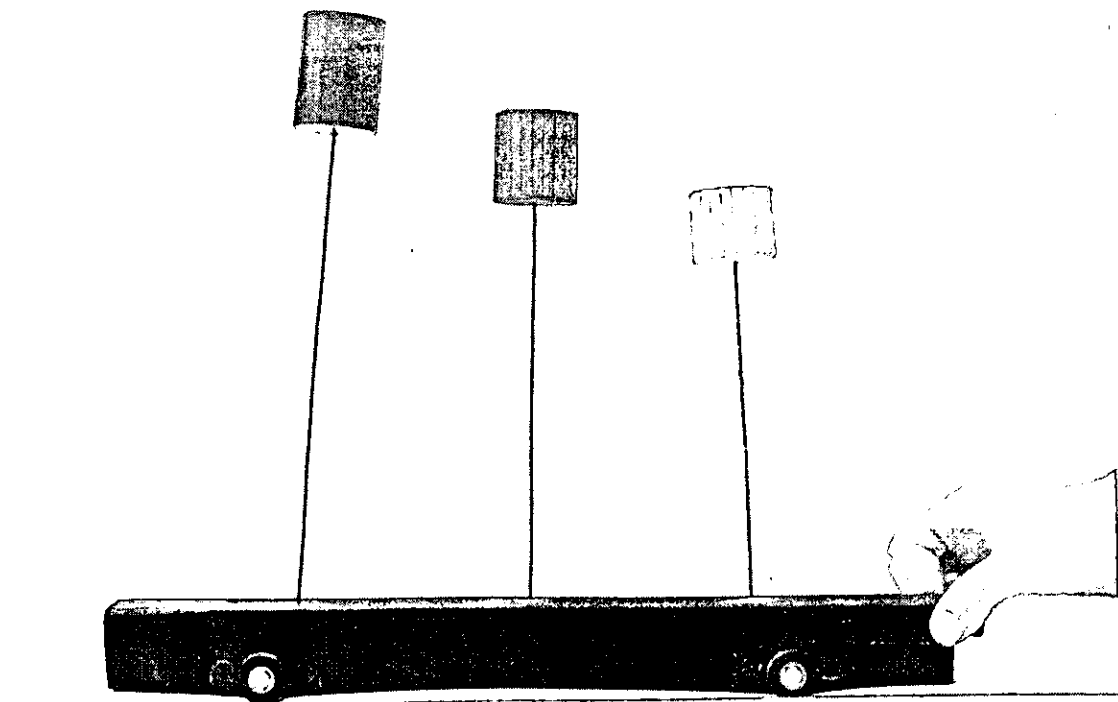
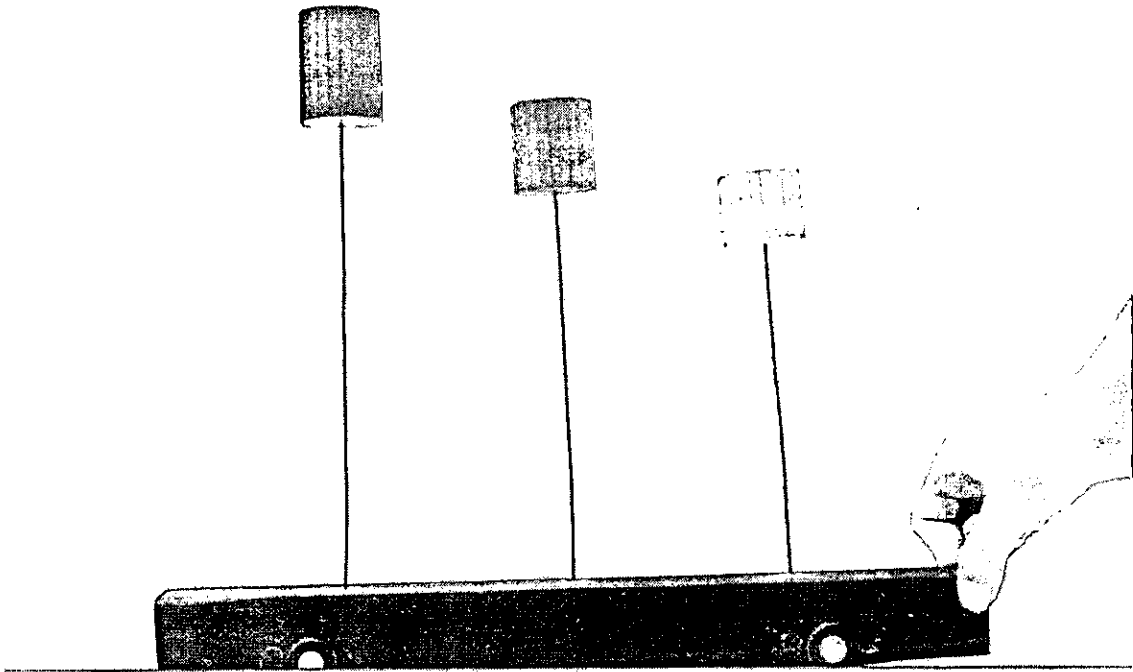
Al aplicar diferentes movimientos al modelo se aprecian la incidencia sobre cada uno de los elementos verticales que simulan edificios, a frecuencias cortas se moverá el edificio de baja altura a frecuencias largas el edificio más alto.

Objetivo.

Con este modelo se demuestra la dependencia del modo de vibración del edificio de su altura y de la frecuencia en el movimiento del suelo, se comprende el fenómeno de sincronización entre ambos movimientos y el colapso del edificio como su efecto.



OPERACIÓN.



SISTEMA LAMINAR PLANO.

Descripción del modelo.

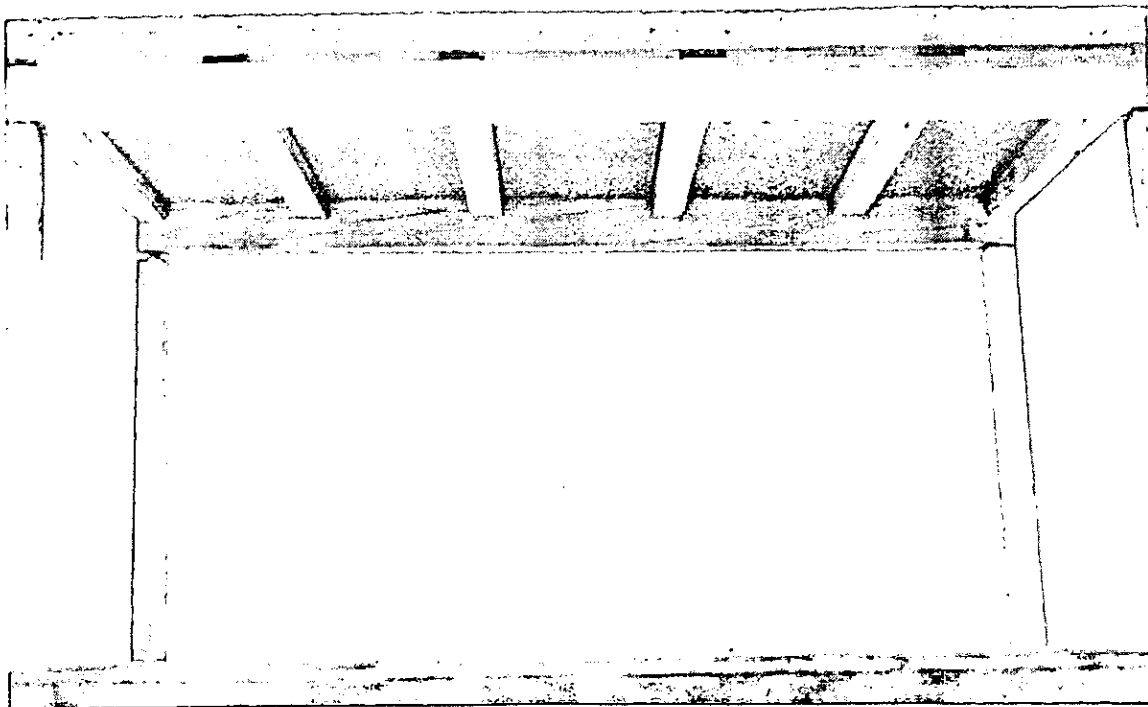
Consta de una superficie plana de figura rectangular de corcho, y algunos elementos de madera, cuatro verticales empotradas a una base del mismo material y que se usarán como columna y seis elementos sueltos que serán traveses.

Operación.

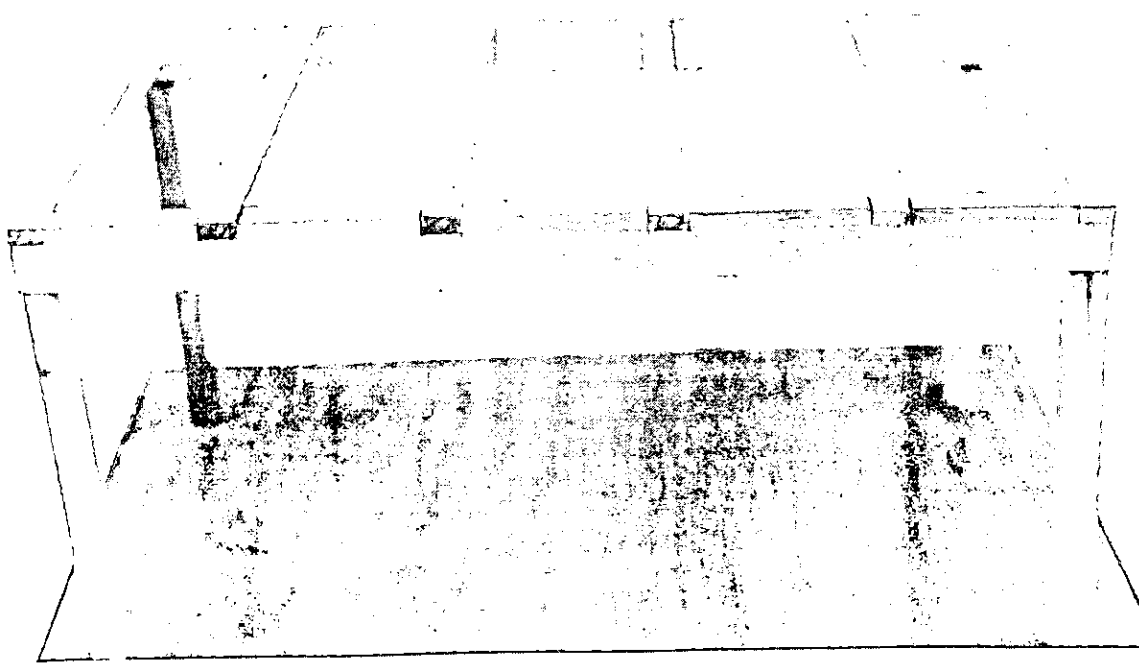
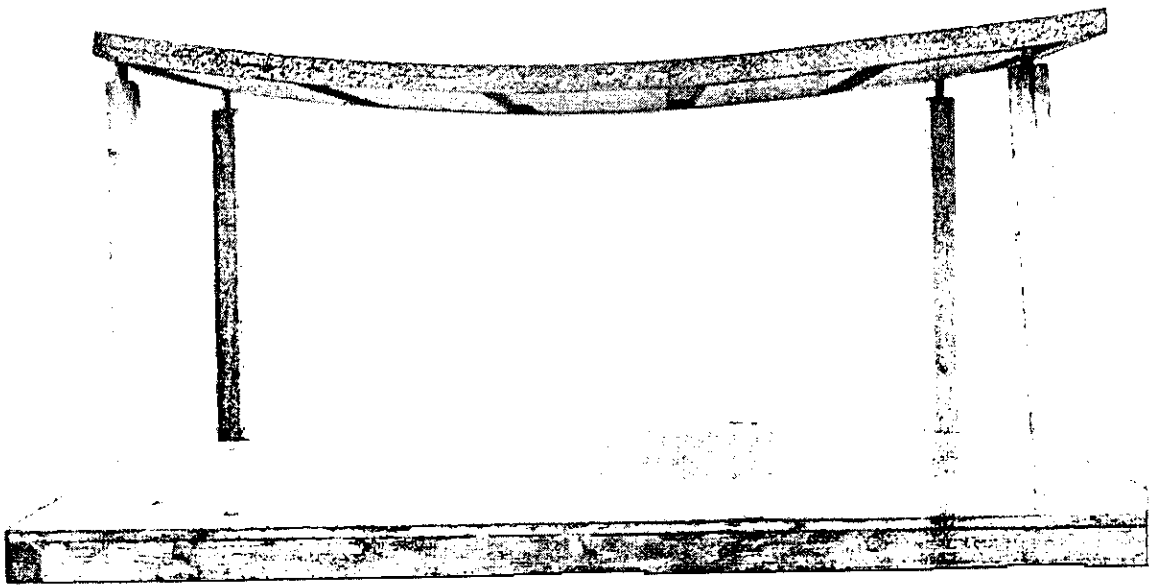
Se coloca la superficie de corcho sobre las columnas mostrando su deformación y la necesidad de rigidización. Se colocan algunos de los elementos horizontales ligando primeramente las columnas, y se coloca nuevamente la cubierta, señalando la rigidez alcanzada e indicando la existencia de deformaciones. Se colocan bajo la superficie plana y en sentido transversal las otras traveses y nuevamente se dispone la cubierta sobre la estructura haciendo notar la rigidez alcanzada.

Objetivo.

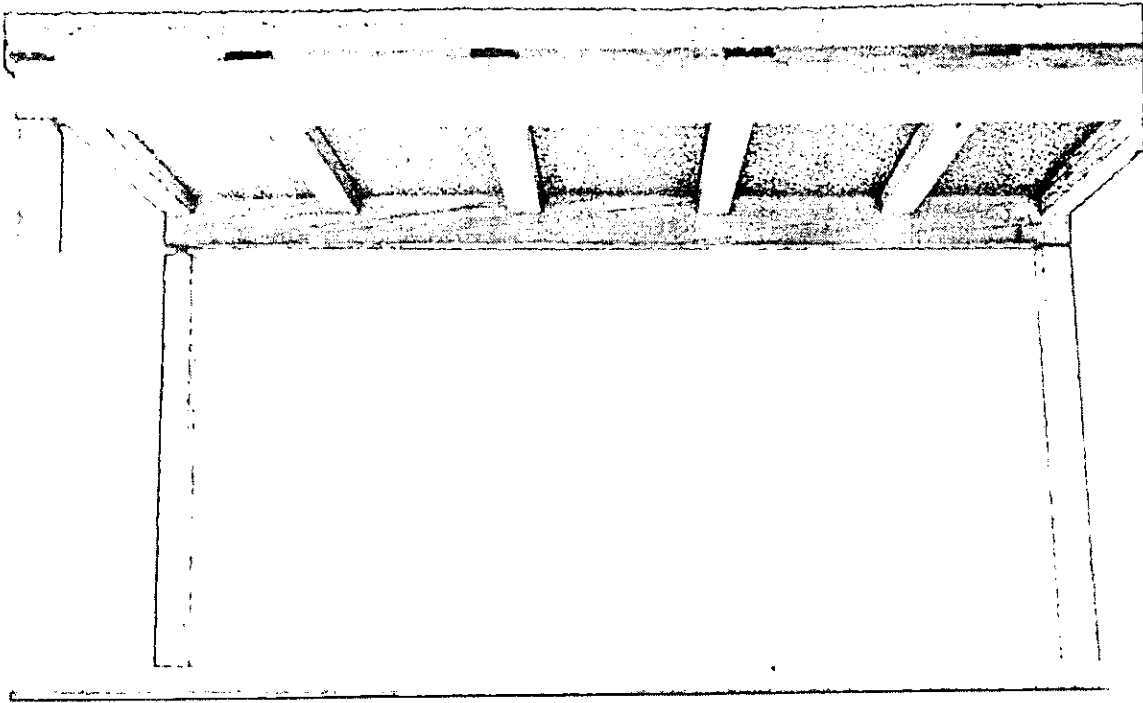
Este modelo permite explicar a partir del objetivo arquitectónico de generar espacios cubiertos, la necesidad de conformar un sistema estructural teniendo como origen la cubierta seleccionada.



OPERACIÓN.



NO SE
PUEDE
REPRODUCIR
ESTE
DISEÑO



SISTEMA CON ANILLO DE COMPRESIÓN.

Descripción del modelo.

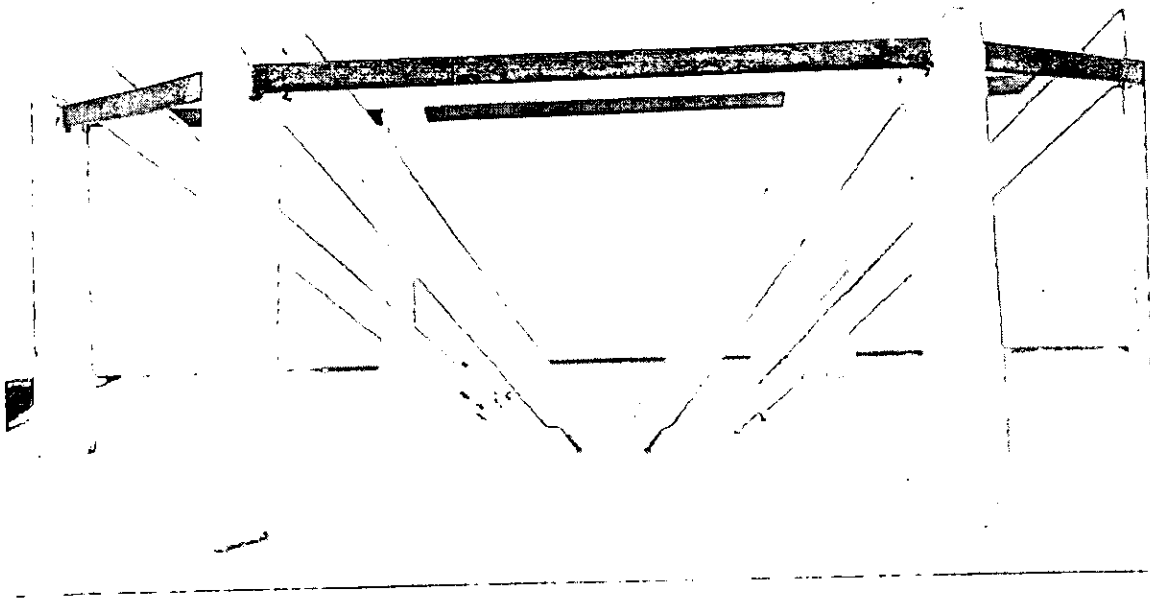
Se conforma de una base de madera donde se disponen verticalmente seis elementos, unidos en su parte superior por un anillo periférico metálico. De los extremos de los elementos verticales se articulan otros también de madera. Un anillo metálico forma integra también el modelo.

Operación.

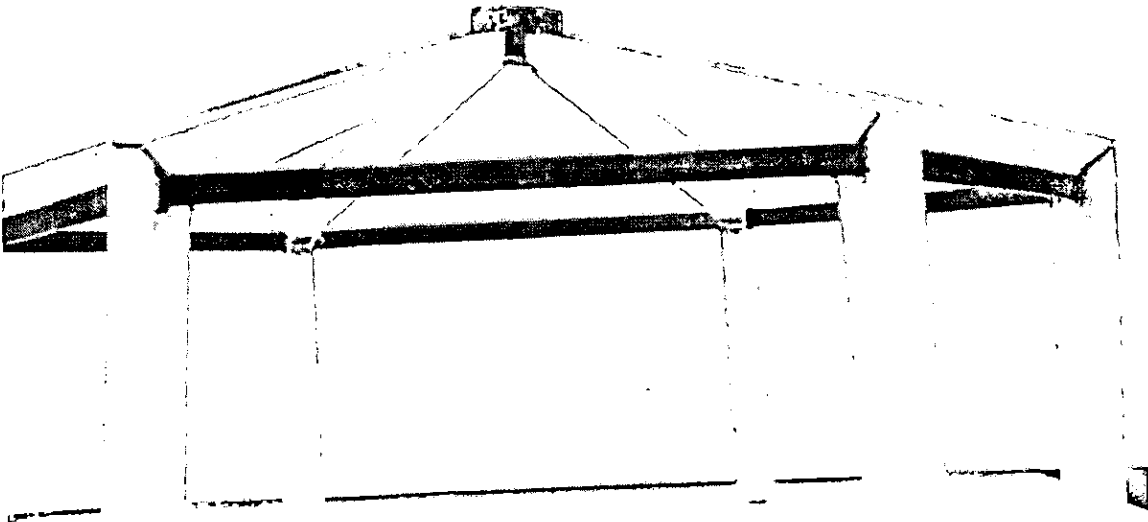
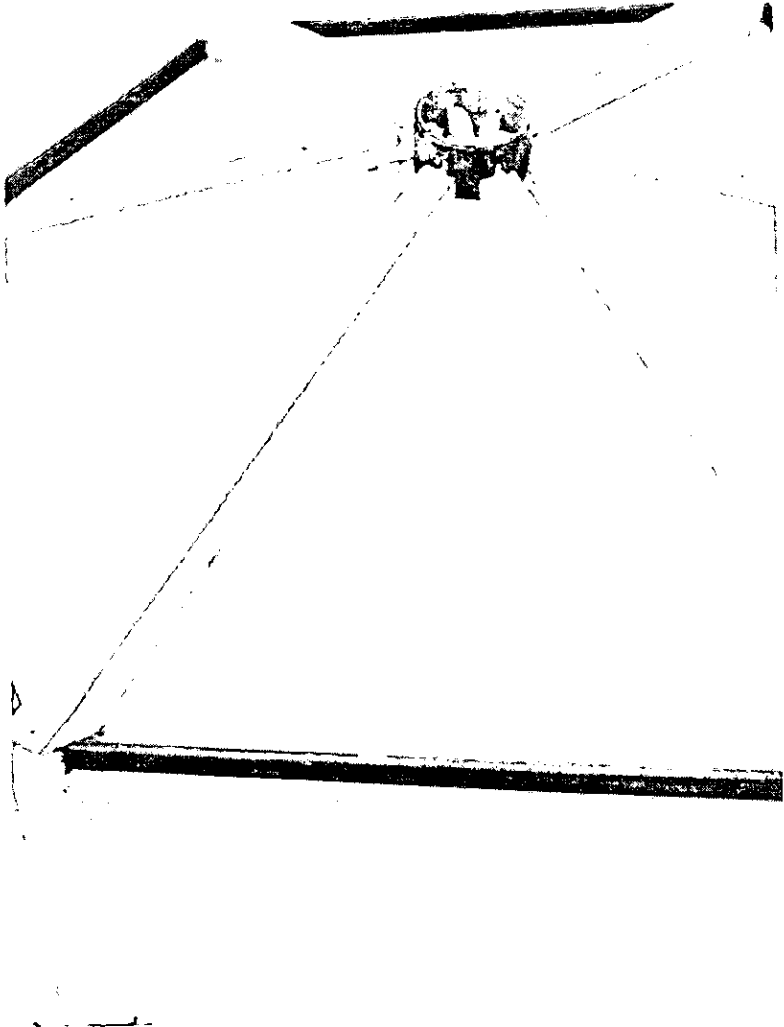
Se muestra el modelo con las vigas apoyadas sobre el piso, se unen estas por el centro mediante el anillo explicando el funcionamiento estructural y las cualidades y aplicaciones.

Objetivo.

Mostrar una forma para eliminar en espacios concéntricos el apoyo central.



OPERACIÓN.



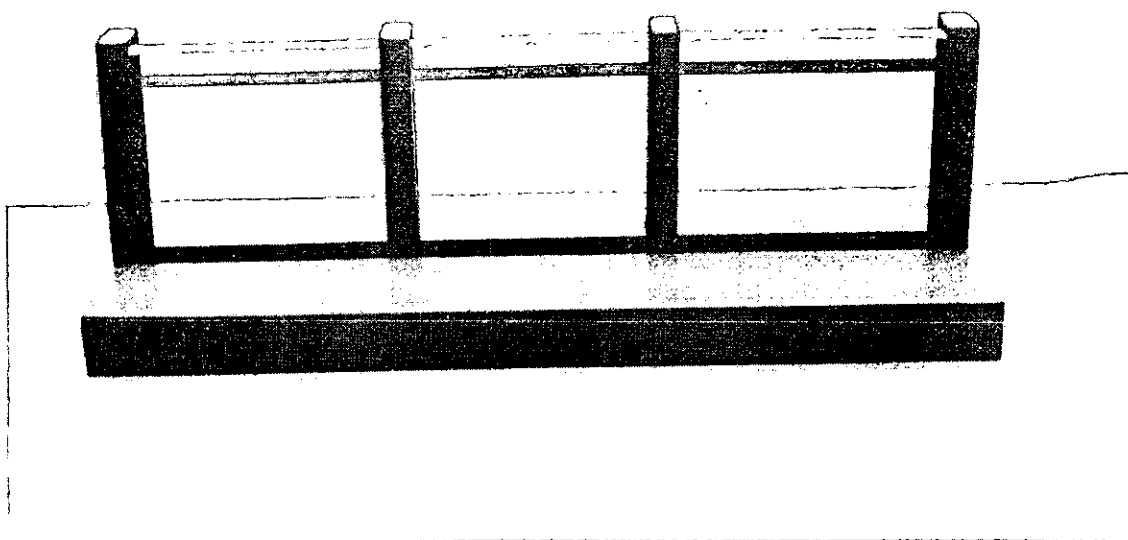
Investigación desarrollada en coordinación con la prestación del Servicio Social durante el ciclo escolar 1997.

MODELOS DESARROLLADOS

VIGA CONTINUA CON TRES CLAROS.

Descripción del modelo.

Sobre una base de acrílico se desplantan cuatro columnas del mismo material, dos fijas colocadas en los extremos y dos móviles que se desplazan horizontalmente sobre un riel. En las columnas extremas se empotra una viga plana también de acrílico, que cruza por la parte superior a los dos apoyos móviles.

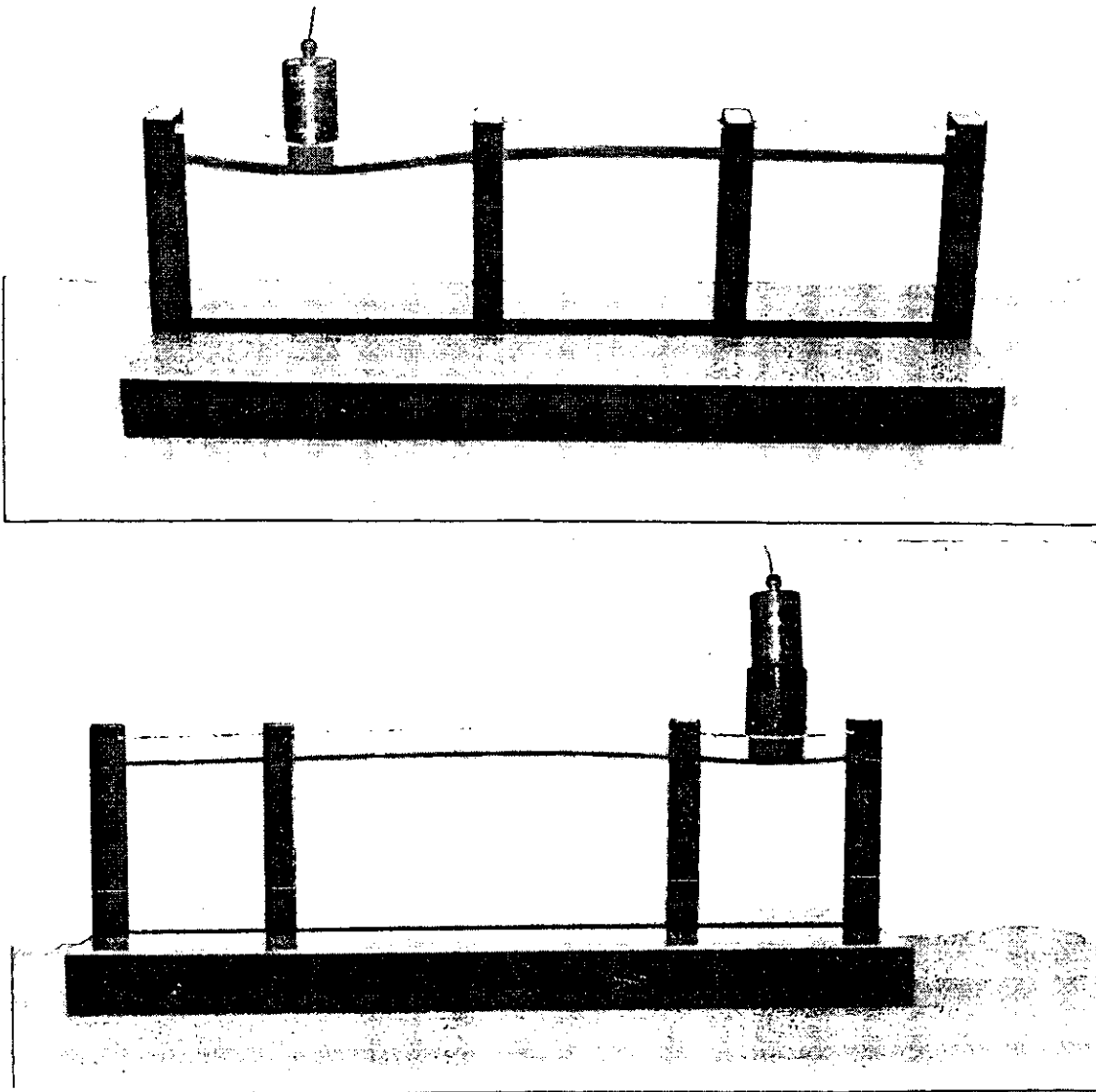


Operación.

Con el desplazamiento de las columnas centrales se organizan claros con diferentes medidas, aplicándose cargas de manera diferenciada en cada uno de ellos provocando diferentes flexiones en los entreejes no cargados.

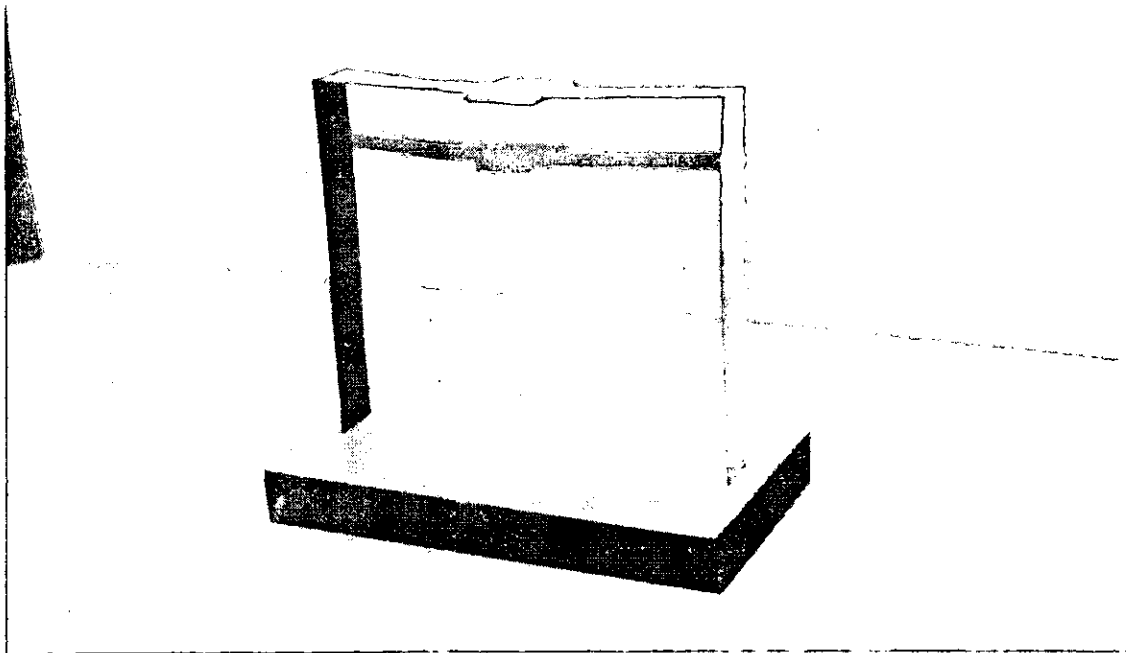
Objetivo.

Con este modelo se pretende mostrar de manera objetiva el efecto de continuidad de las vigas, y la dependencia de este fenómeno de la carga y la dimensión del claro.



MARCO RÍGIDO.**Descripción.**

Sobre una base de acrílico de empotra un marco de lámina galvanizada.

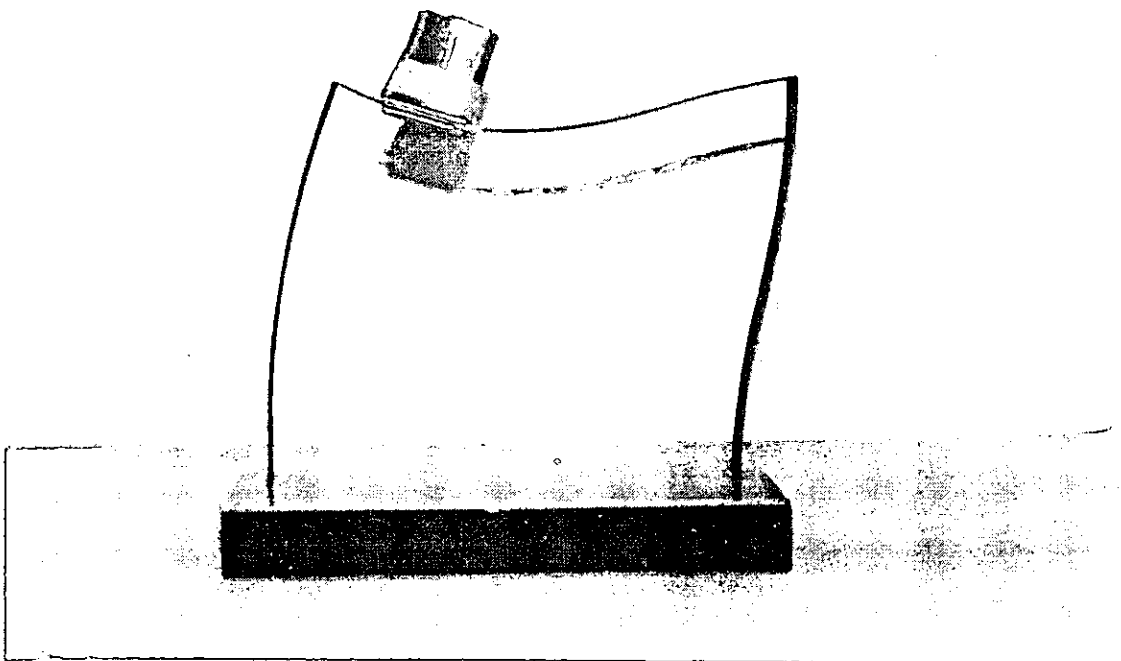


Operación.

Se indica un punto de la trabe o viga horizontal donde se aplicará una carga y se solicita al grupo de estudiantes dibujen la manera como intuyen que ocurrirán las deformaciones de las columnas así como la inclinación o desplazamiento que le ocurrirá al elemento estructural. Se aplica la carga y se revisa si hay correspondencia con lo intuido por los estudiantes.

Objetivo.

De la confrontación entre la intuición con la experimentación el estudiante conocerá la manera como le ocurren las deformaciones a un marco para diferente puntos de aplicación de la carga.



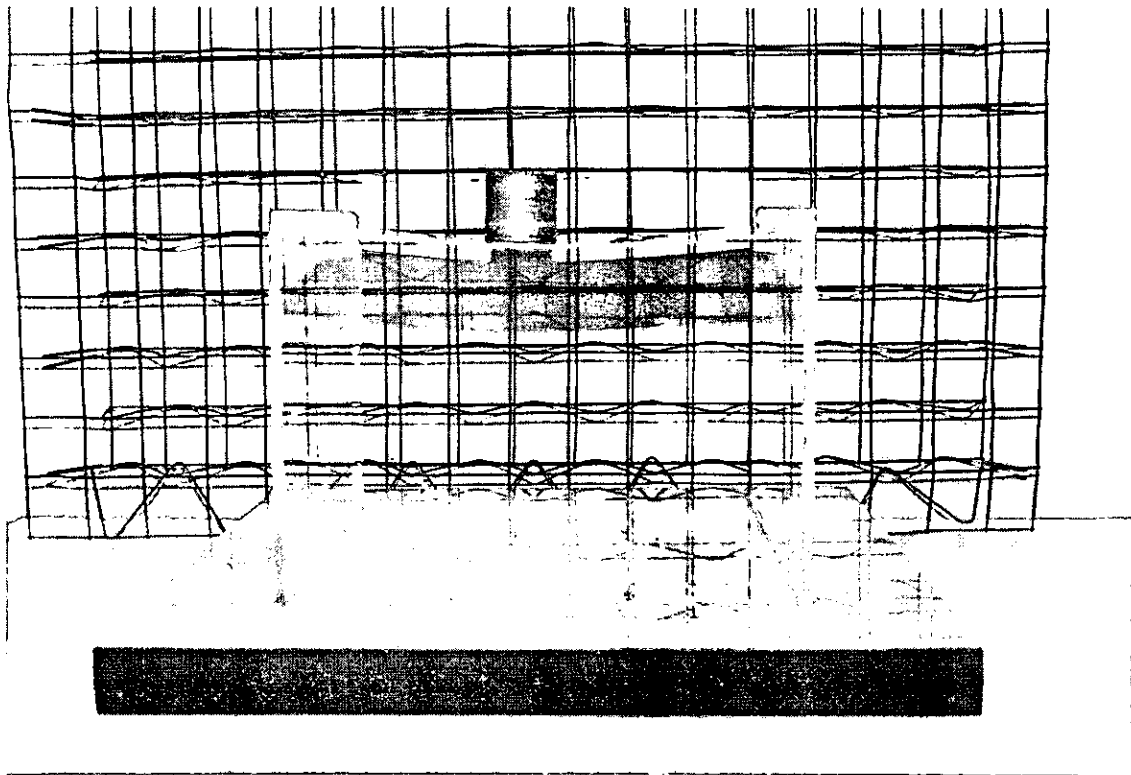
SISTEMAS ESTRUCTURALES A BASE DE MUROS DE CARGA

Descripción del modelo.

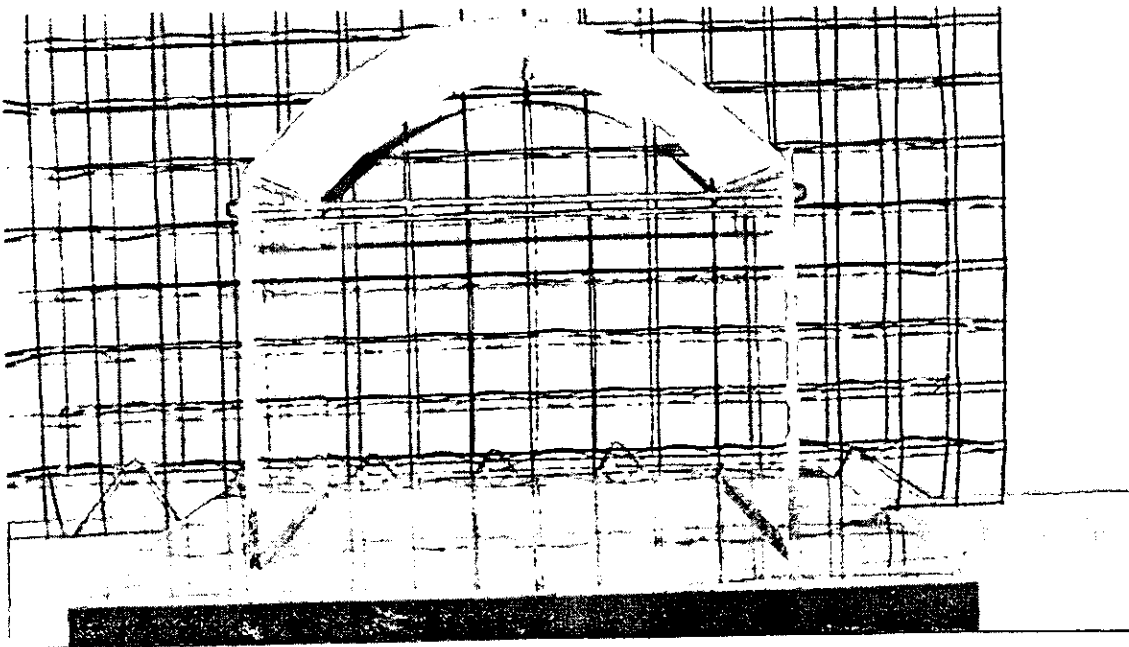
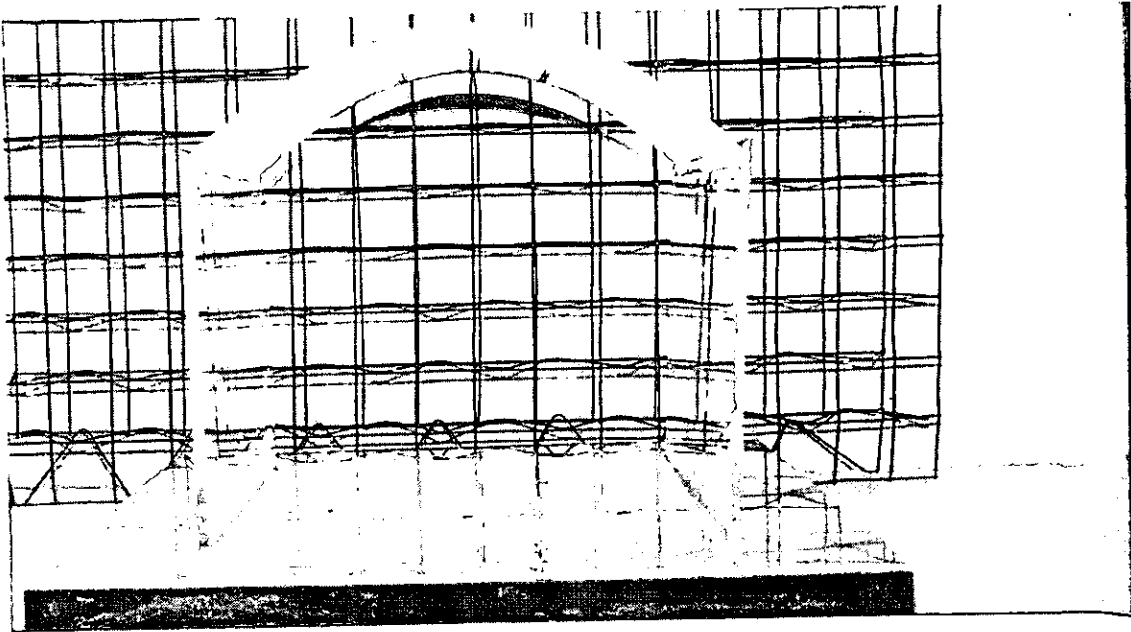
Base de acrílico donde se desplantan verticalmente dos planos rectangulares de acrílico que simulan muros de carga. Del mismo material se elaboró: un plano rectangular (que simula una cubierta plana horizontal), otro rectangular que se usará abovedado al colocarse sobre los muros y otro abovedado mediante dos planos recortados circularmente. Se habilitaron dos barras de aluminio que se usarán como tensores.

Operación.

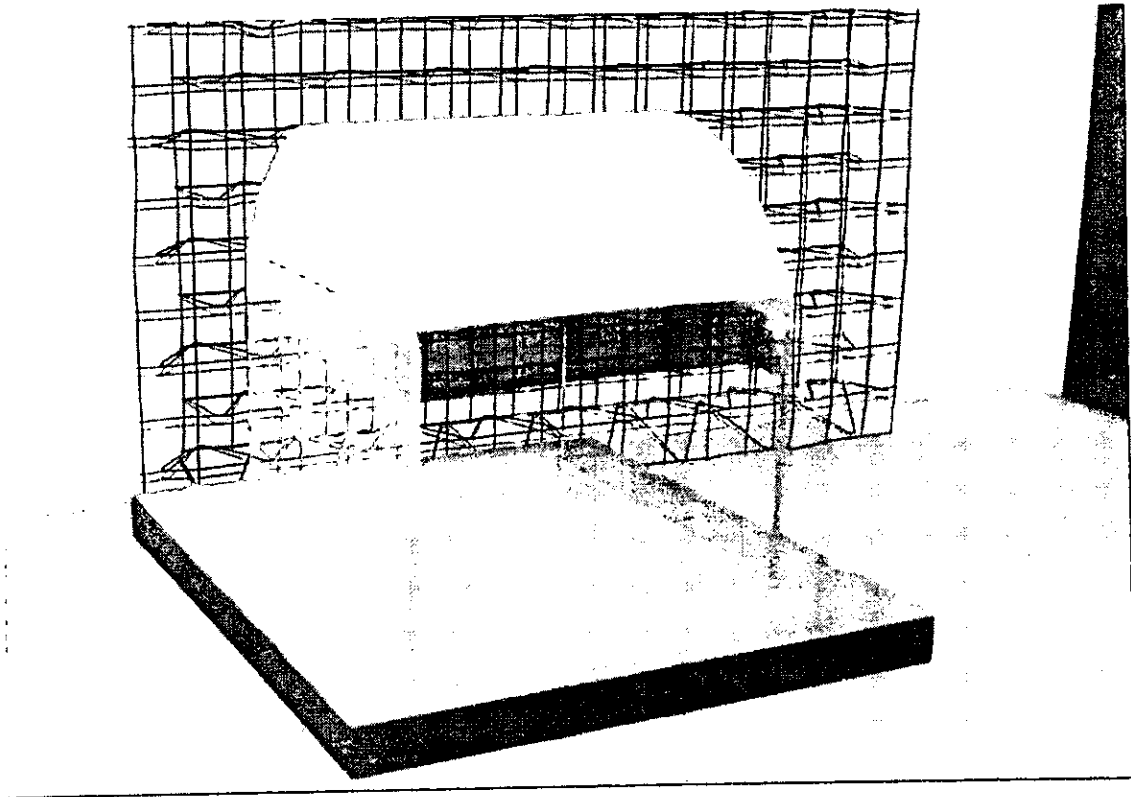
Primera demostración. Sobre los planos verticales se coloca el plano rectangular simulando una losa de concreto. Se aplica una carga sobre la cubierta para provocarle una deformación a ésta y a los muros. Se colocan las barras de aluminio a manera de tensores para rigidizar el sistema.



Segunda demostración. Sobre los muros se coloca el plano rectangular cuyas dimensiones permiten que su disposición simule una bóveda de cañón corrido. Por su tendencia a regresar a su forma original le aplicará a los planos verticales o muros una acción que tenderá a voltearlos, para absorber este esfuerzo se colocará la barra de aluminio rigidizando el sistema y evitando el volteo.



Tercera demostración. Sobre los muros se colocará la cubierta previamente abovedada haciendo coincidir los apoyos verticales con los tímpanos que rigidizan la bóveda. Se observará la ausencia de esfuerzos horizontales sobre los muros y lo innecesario que resulta el uso de tensores para este sistema.



Objetivo.

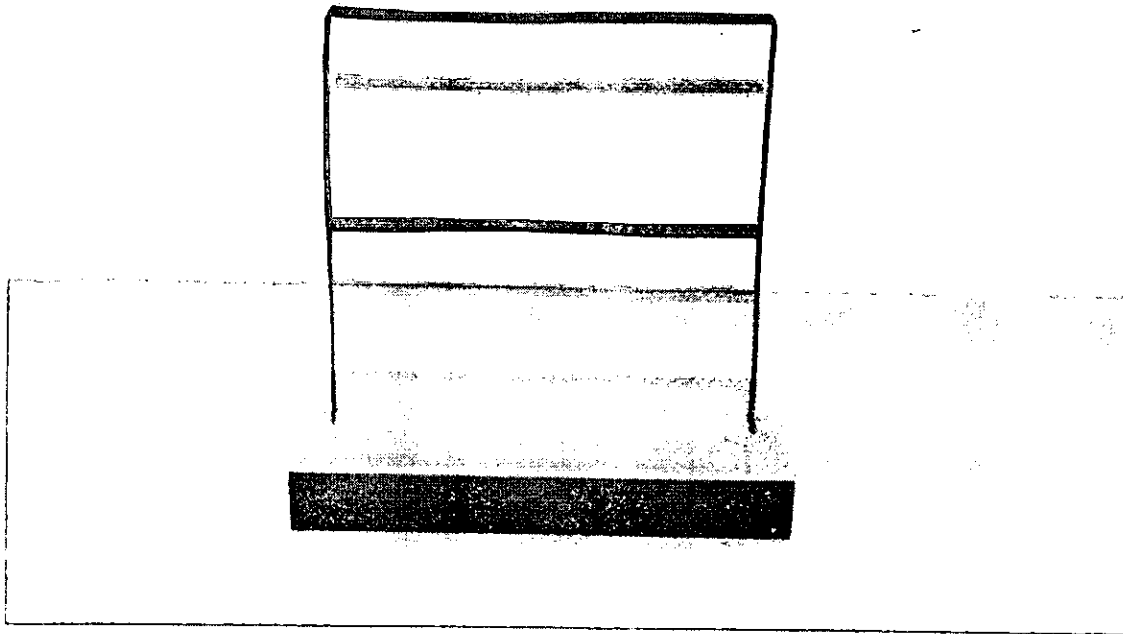
Mostrar la dependencia de los elementos verticales en cuanto a sus esfuerzos y deformaciones, de la manera como transmiten la carga las cubiertas.

MARCO DOS NIVELES UNA CRUJÍA.

Descripción del modelo

Sobre una base de acrílico se empotra un marco de lámina de dos niveles y una crujía.

Las uniones entre los elementos verticales y horizontales fueron soldados.

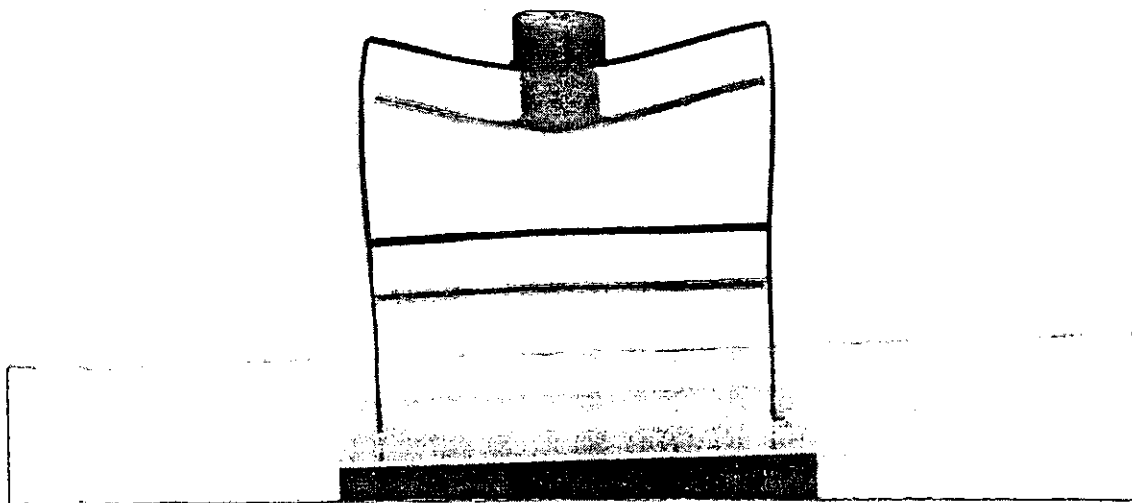
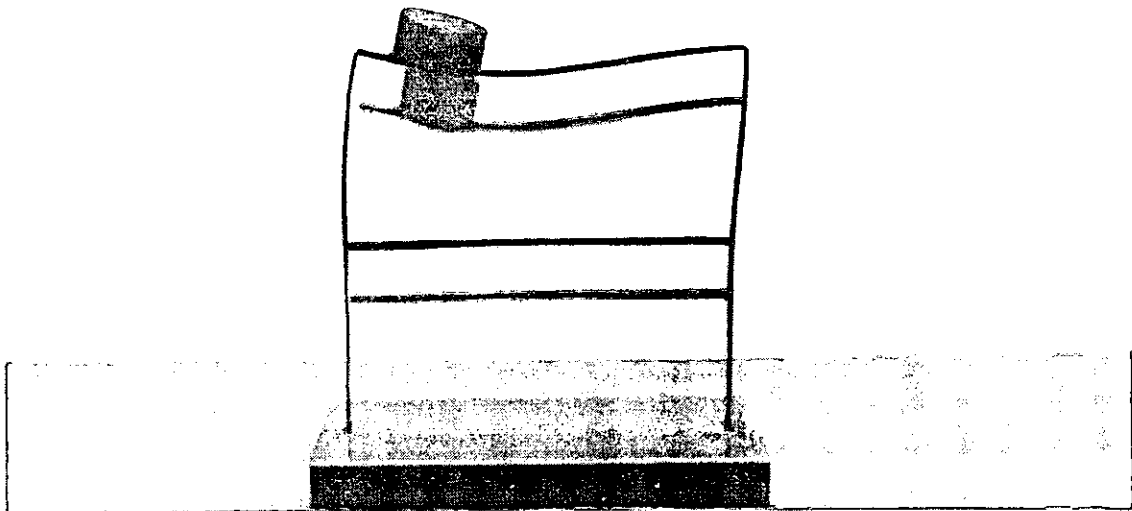


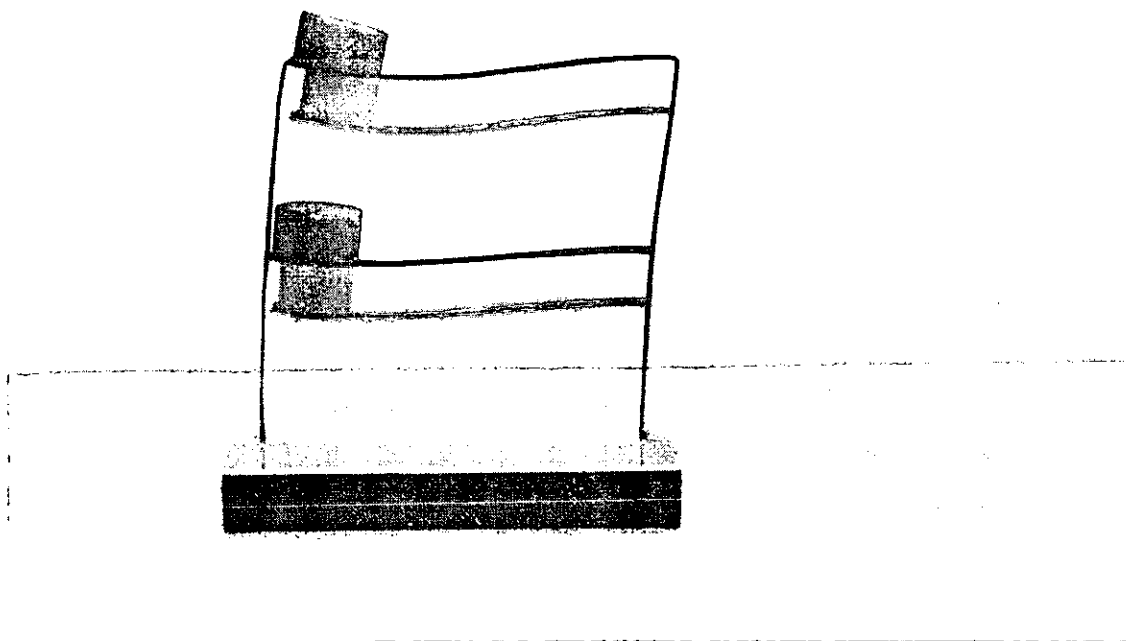
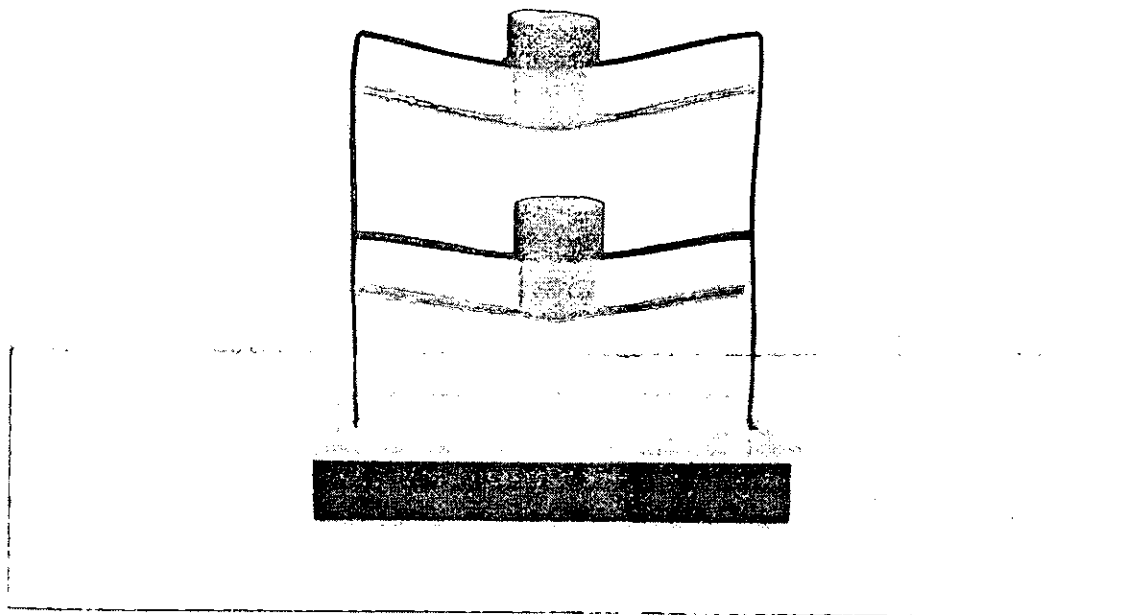
Operación.

Sobre los elementos horizontales se colocarán cargas, primero por separado en cada uno de ellos y después sobre ambos al mismo tiempo, se harán notar las diferentes deformaciones de las columnas.

Objetivo.

El alumno conocerá la dependencia de la geometría de las deformaciones de las columnas de un marco, de la ubicación y condiciones de la carga.



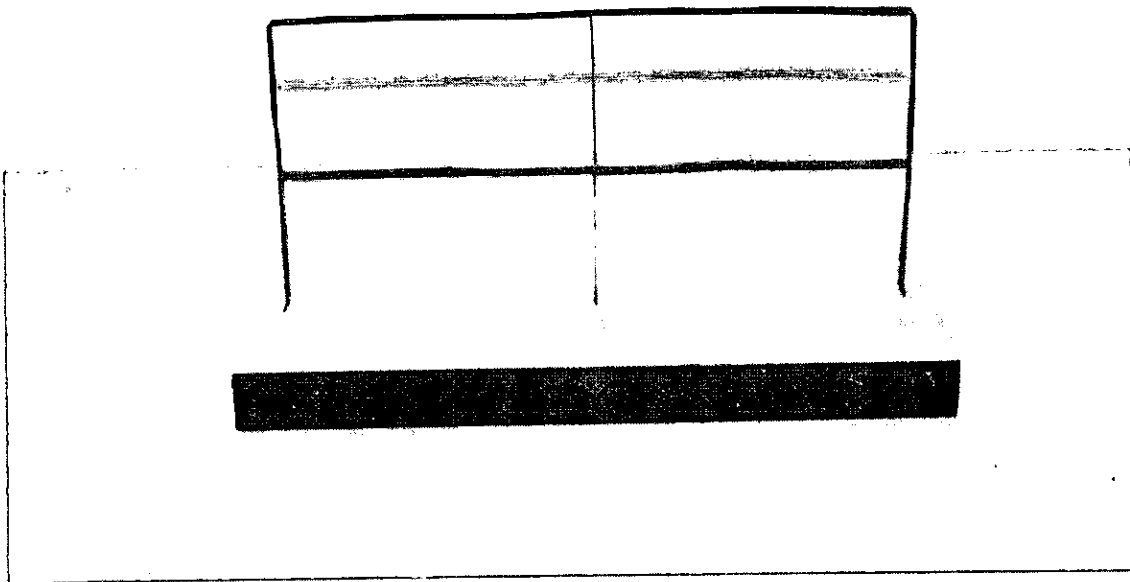


MARCO DOS NIVELES DOS CRUJÍAS.

Descripción del modelo

Sobre una base de acrílico se empotra un marco de lámina de dos niveles y dos crujías.

Las uniones entre los elementos verticales y horizontales fueron soldados.

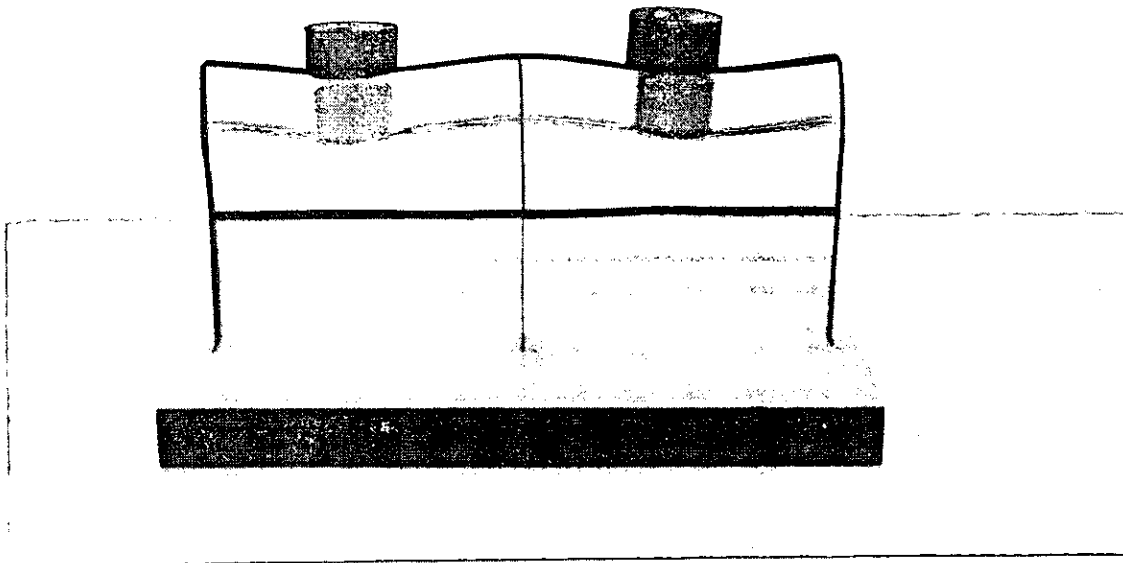


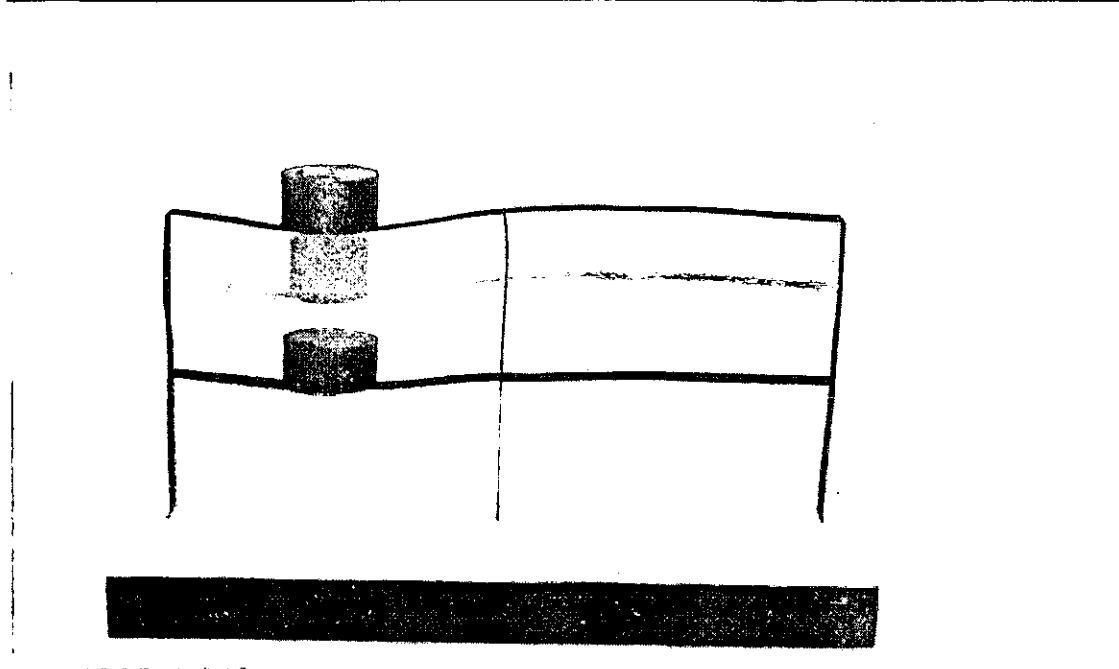
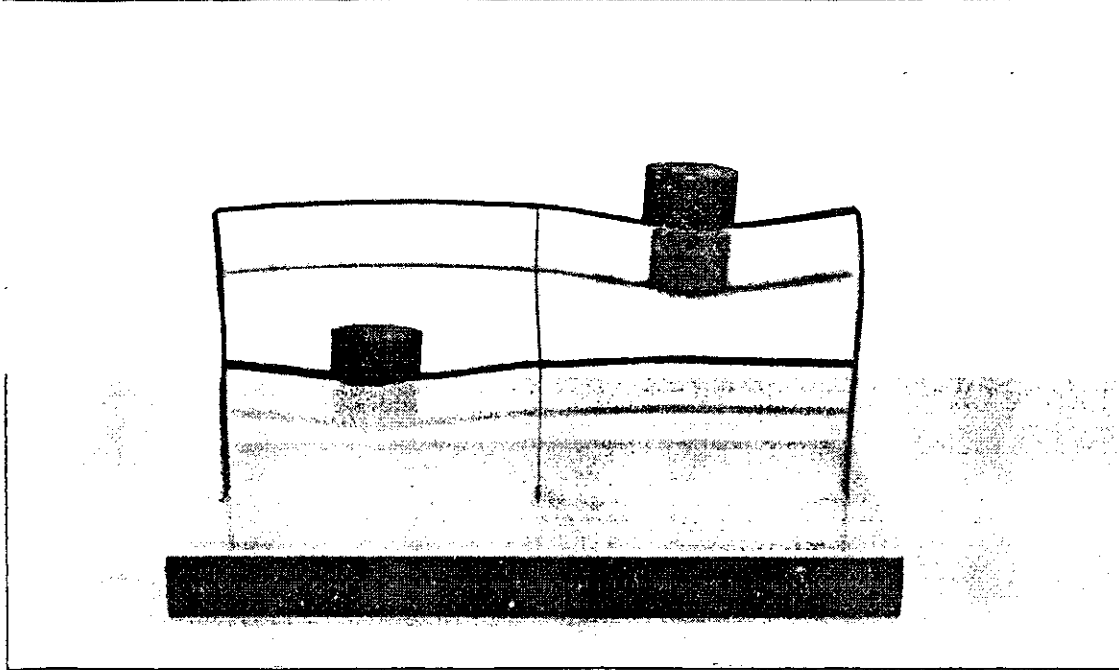
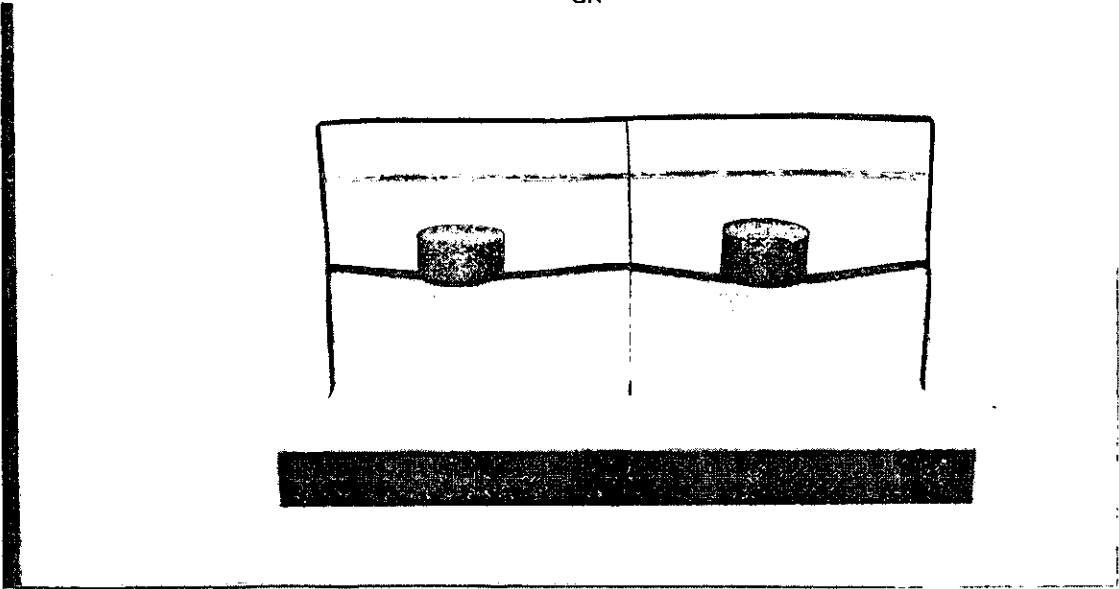
Operación.

Sobre los elementos horizontales se colocarán cargas, primero por separado en cada uno de ellos, enseguida por pares alternados y finalmente todos al mismo tiempo, en cada paso se harán notar las diferentes deformaciones de las columnas.

Objetivo.

El alumno asimilará la dependencia en la geometría de las deformaciones de las columnas de un marco, de la ubicación y condiciones de la carga.

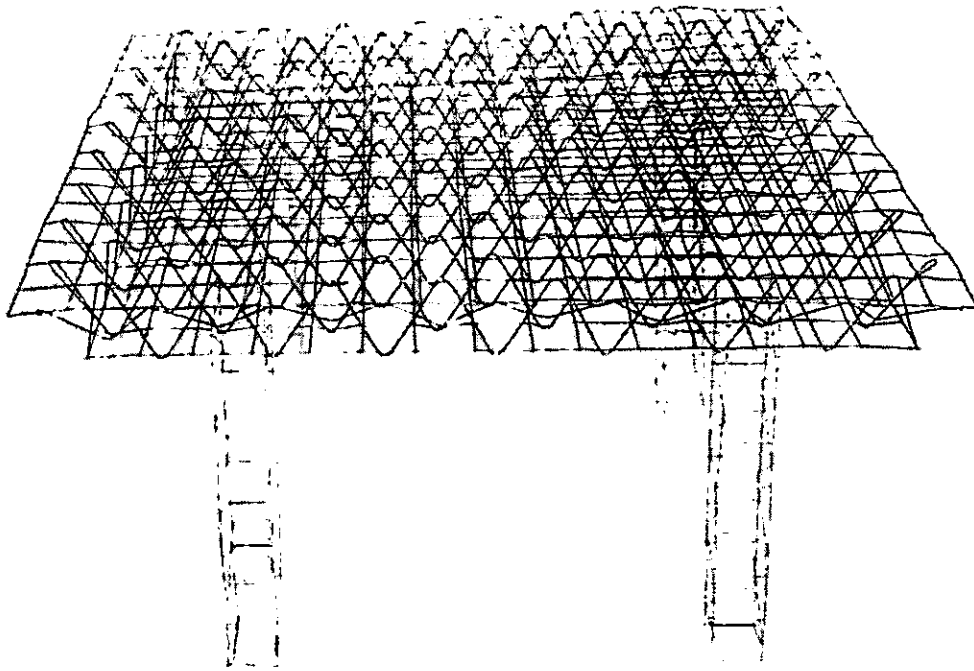




CUBIERTA TRIDIMENSIONAL.

Descripción del modelo.

Con alambre se construye una tridilosa de 80 x 80 cm. con módulos de 4 cm. y del mismo material y con el mismo módulo, se elaboran siete columnas de diferente sección: una que considera cuatro módulos, dos columnas de dos módulos y cuatro de un módulo, todas ellas de la misma altura.

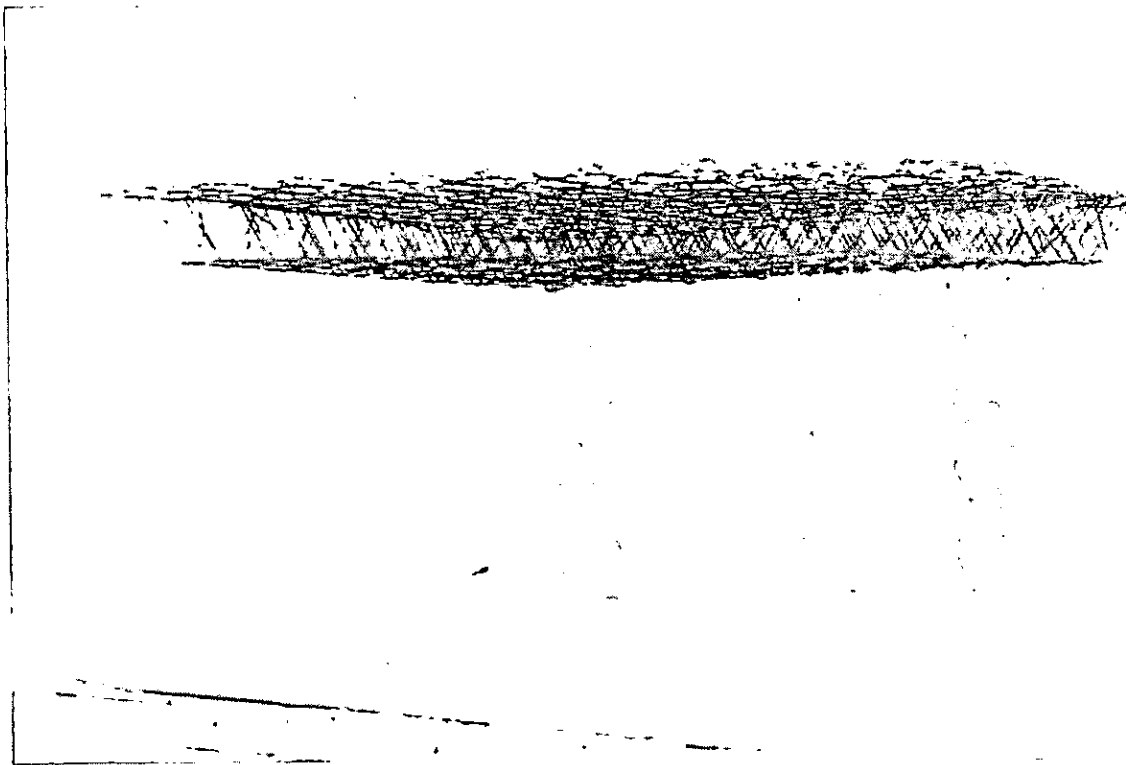


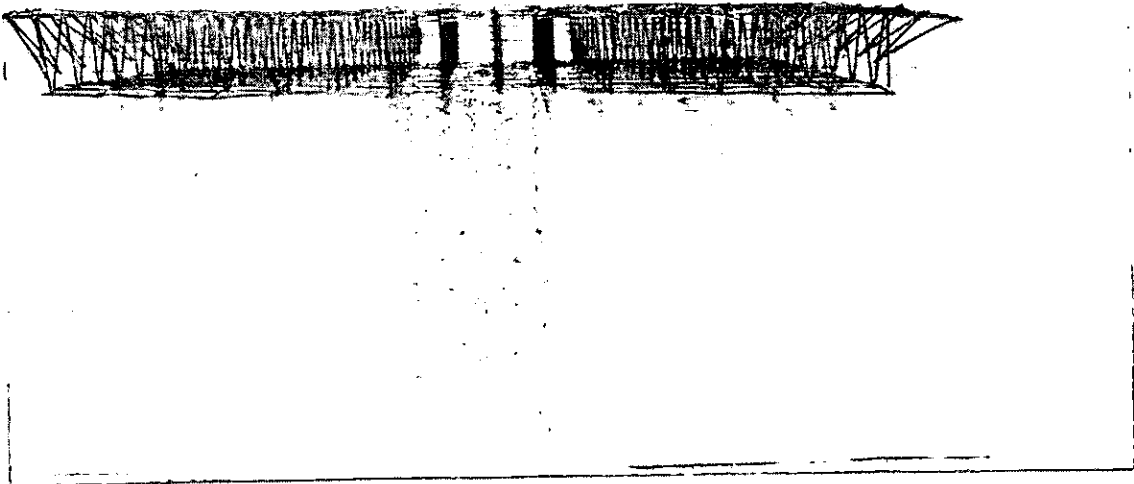
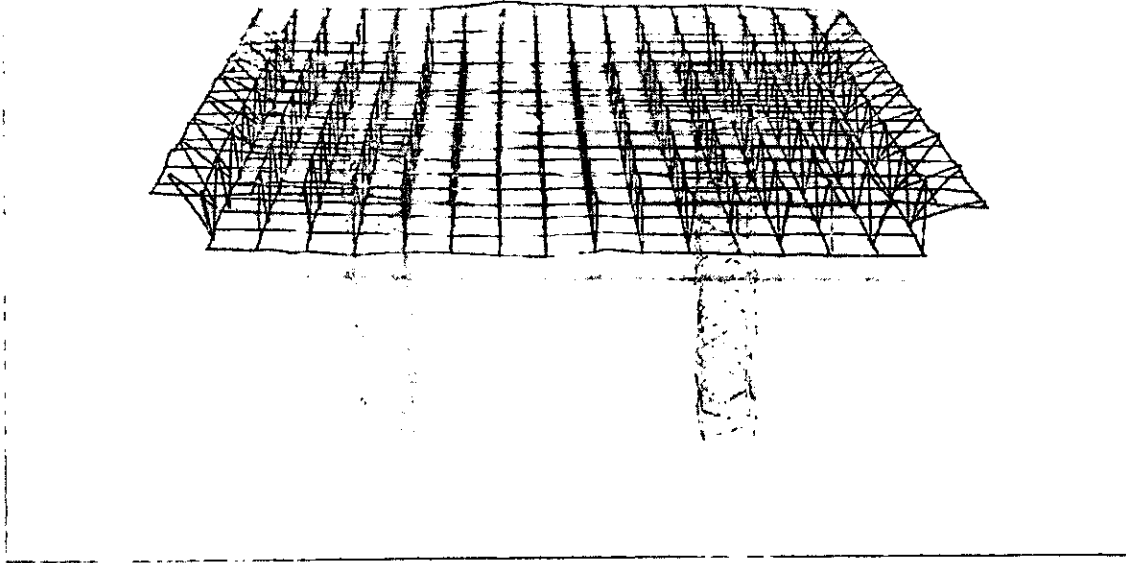
Operación.

La cubierta se apoyará sobre diferentes combinaciones de columnas. Primero sobre la de cuatro módulos al centro, después sobre las de dos módulos las que se colocarán en los centros de los medios, y por último en las cuatro construidas de un módulo, las que se colocarán en los centros de los cuartos, o bien en las esquinas.

Objetivo.

Se pretende con estas demostraciones que el estudiante de estructuras comprenda las diferentes maneras en las que se puede apoyar la cubierta tridimensional y la relación que existe entre el peso de ella y el área de los apoyos.





XI
RESULTADOS

XI RESULTADOS

Para la experimentación del material didáctico elaborado y del nuevo enfoque que guiaba su contenido, se abrió un curso especial integrado con estudiantes que no habían acreditado la materia de Estructuras I. Se aplicó durante cuatro ciclos escolares: 1994, 1995, 1996 y 1997. Posteriormente y con el auxilio de la Coordinación de Apoyo a la Docencia y la Secretaría de Asuntos Escolares de la Facultad, se seleccionaron 15 alumnos inscritos en el segundo ciclo, 1995 - 1996, eligiéndolos de entre aquellos que no hubieran acreditado la materia en dos ocasiones, con la finalidad de observar el desempeño en los cursos posteriores en ésta disciplina y con diferentes profesores. La presentación y análisis de los resultados será la finalidad de éste apartado. Se mostrarán y analizarán primero los resultados del aprendizaje en los diferentes cursos impartidos de Estructuras I, medidos a partir de la calificación obtenida. En segundo lugar, se procederá igualmente con los resultados obtenidos de manera individual, en los cursos subsiguientes (Estructuras II, III, IV o sus equivalentes en otro plan), por el grupo de los 15 estudiantes seleccionados.

Los cursos.

Resultados cuantitativos.

Primera aplicación, ciclo 1994 1995.

Para ésta primera experiencia el grupo quedó conformado por 107 alumnos, integrándose tanto por alumnos de nuevo ingreso como de repetidores.

Composición del grupo.

Nuevo ingreso, 42 alumnos.

Repetidores, 65 alumnos.

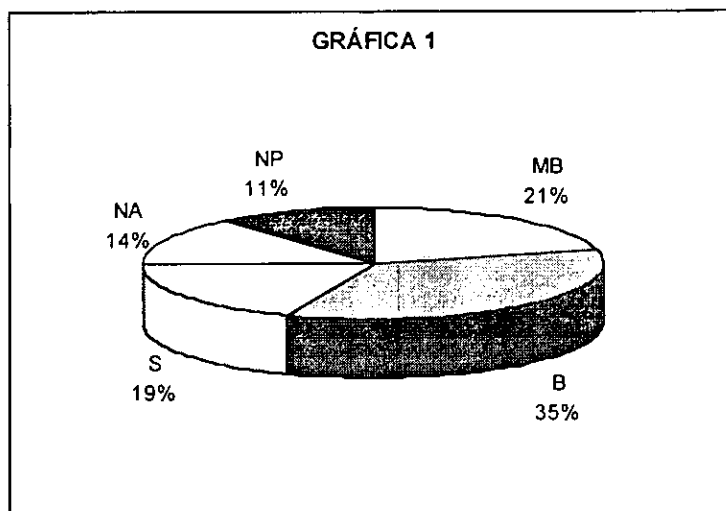
Alumnos atendidos 107.

Resultados:

Acreditados : 80 = 75 % No Acreditados : 15 = 14 % Deserciones : 12 = 11 %

Calificaciones:

MB	23
B	37
S	20
NA	15
NP	12



Promedio de calificación de alumnos acreditados: 8

Ésta primera experiencia permitió observar la inconveniencia didáctica de mezclar estudiantes recursadores, que tenían algunos conocimientos de la disciplina, con los de nuevo ingreso cuyo acercamiento a la materia era inicial. Como consecuencia de lo anterior y para la segunda aplicación se solicitó a la Secretaría de Asuntos Escolares que se abrieran dos grupos; uno para alumnos de nuevo ingreso y otro para repetidores. En ésta primera experiencia se detectó además, que la mayoría de alumnos que cursaban la materia por segunda o tercera ocasión pertenecían al turno matutino, razón por la cual para ellos el horario designado fue entre los turnos matutino y vespertino.

Segunda aplicación, ciclo 1995 1996.

Para la segunda aplicación y con la experiencia de la primera, como se mencionó anteriormente, se abrieron dos cursos uno para estudiantes de nuevo ingreso y otro para aquellos que ya habían cursado sin acreditar la materia.

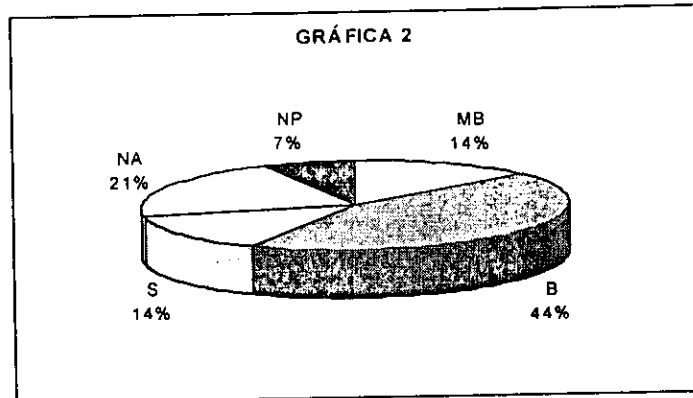
Grupo de nuevo ingreso.

Inscritos: 100

Acreditados : 72 = 72 % No Acreditados : 21 = 21 % Deserciones : 7 = 7 %

Calificaciones:

MB	14
B	44
S	14
NA	21
NP	7



Calificación promedio de alumnos acreditados: 8

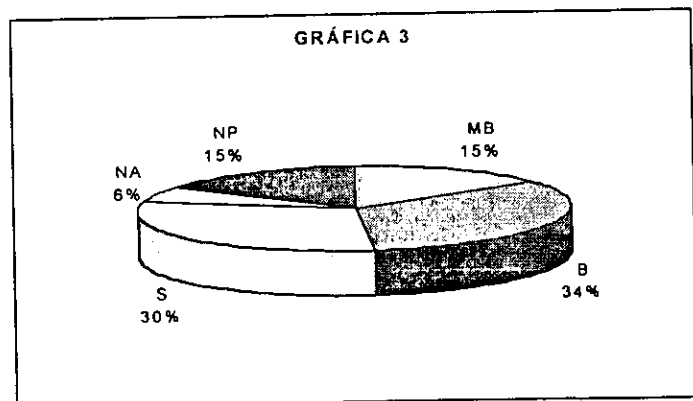
Grupo de repetidores.

Inscritos: 33

Acreditados : 26 = 79 % No Acreditados : 2 = 6 % Deserciones : 5 = 15 %

Calificaciones:

MB	5
B	11
S	10
NA	2
NP	5



Calificación promedio de los alumnos acreditados: 7.6

La separación de los grupos permitió un análisis comparativo, apuntando inicialmente que el porcentaje de acreditados fue mayor en el grupo de repetidores (79 % contra 72%), pero también lo fue la deserción (15 % y 7 %). Ambos obtuvieron la calificación más alta en un porcentaje similar (15 % y 14 %), no así en la calificación aprobatoria más baja, (S), donde el grupo de nuevo ingreso fue menor (7 % contra un 15 %), y hubo una diferencia en la calificación intermedia (B) de un 14 % a favor del éste grupo.

Tercera aplicación, ciclo escolar 1996 - 1997

Para esta aplicación se continuó con la separación de grupos.

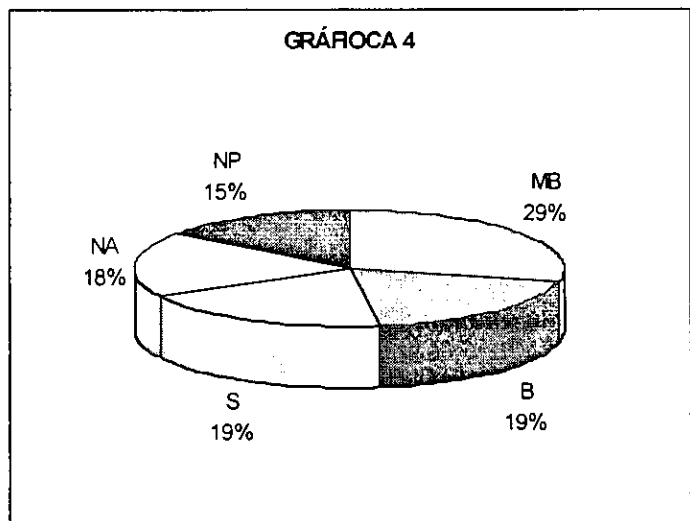
Grupo de nuevo ingreso.

Inscritos: 94

Acreditados : 63 = 67 % No Acreditados : 17 = 18 % Deserciones : 14 = 15 %

Calificaciones:

MB	27
B	18
S	18
NA	17
NP	14



Calificación promedio de los alumnos acreditados: 8.2

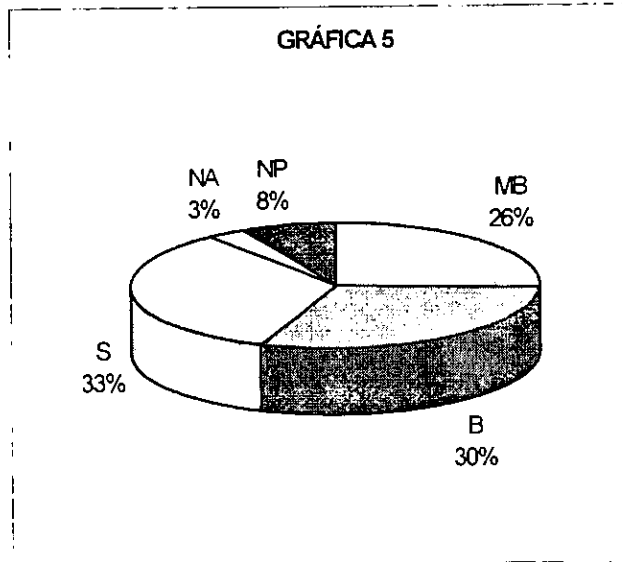
Grupo de repetidores.

Inscritos: 66

Acreditados : 59 = 89 % No Acreditados : 2 = 3.% Deserciones : 5 = 8 %

Calificaciones:

MB	17
B	20
S	22
NA	2
NP	5



Calificación promedio de los alumnos acreditados: 7.8

La inscripción en ambos grupos en éste periodo escolar fue muy similar aumentando el de repetidores en un 66 % con relación al ciclo inmediato anterior. A diferencia del ciclo anterior el número de acreditados fue sensiblemente mayor en el grupo de nuevo ingreso (67 % contra un 61 %), pero también el número de no acreditados, con una diferencia de 1 %, y las deserciones fueron muy similares (15 %), duplicándose en el grupo de nuevo ingreso con relación a la anterior y permaneciendo constante para el de repetidores.

En ambos casos aumentó el número de alumnos que obtuvieron la máxima calificación, con respecto a la aplicación anterior.

Cuarta aplicación, ciclo escolar 1997 1998

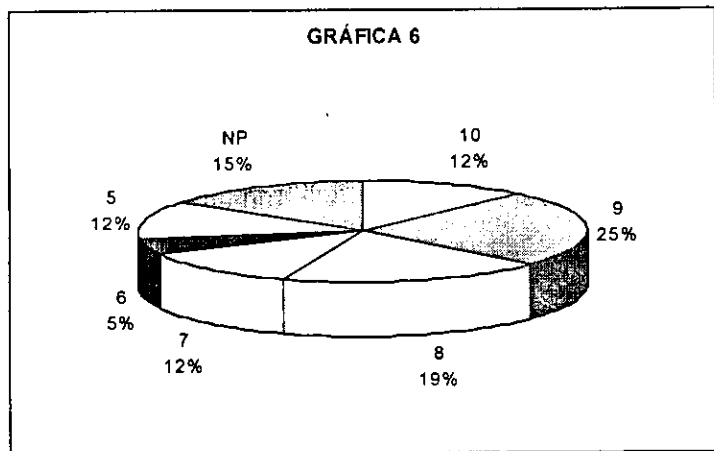
Grupo de nuevo ingreso.

Inscritos: 93

Acreditados : 68 = 73 % No Acreditados : 11 = 12 % Deserciones : 14 = 15 %

Calificaciones:

10	-	11
9	-	23
8	-	18
7	-	11
6	-	5
5	-	11
NP	-	14



Calificación promedio de alumnos acreditados: 8.3

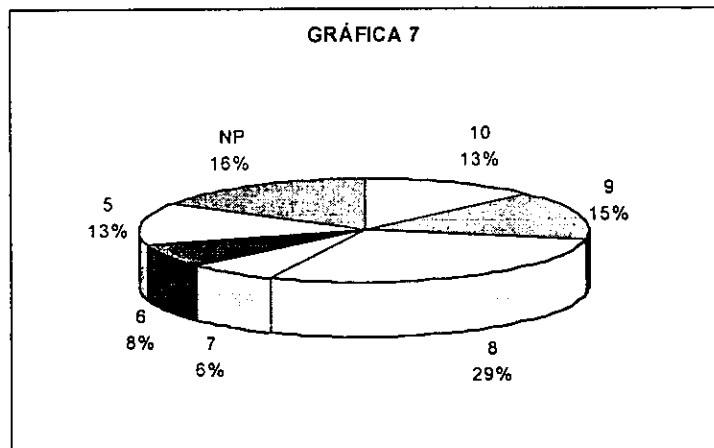
Grupo de recursadores.

Inscritos: 93

Acreditados : 66 = 71 % No Acreditados: 12 = 13 % Deserciones: 15 = 16 %

Calificaciones:

10	-	12
9	-	14
8	-	27
7	-	6
6	-	7
5	-	12
NP	-	15



Calificación promedio de alumnos acreditados: 8.2

La inscripción en ambos grupos se mantuvo. El número de acreditados aumentó (73 % nuevo ingreso, 71 % recursadores) y disminuyó el de no acreditados en 3 puntos porcentuales. La deserción se mantuvo en el mismo promedio.

Seguimiento individual.

Para observar el comportamiento en los cursos subsecuentes, se contó con el apoyo de la Sección de Asuntos Escolares de la Facultad y se pudo seleccionar un grupo de 15 alumnos de los repetidores (anexo 5), inscritos en el primer curso donde se aplicó el material didáctico, cantidad que representa un 22 % del total de inscritos. Se seleccionaron cinco alumnos cuya nota aprobatoria fue "S", cinco de "B" y cinco de "MB". En los datos que se incluyen se elimina el nombre del alumno con el objeto de mantenerlo en el anonimato y se identifica únicamente con las iniciales y el número de cuenta.

Tabla 1

ALUMNOS	ESTRUCTURAS	ESTRUCTURAS	ESTRUCTURAS	ESTRUCTURAS
	I	II	III	IV
AHR	S	S		
DCE	S	S	S	B
GVE	S	S	B	
MGL	S	S		
PTR	S	S	S	S
ACM	B	S	S	S
GGE	B	MB	B	MB
MGJ	B	S	S	S
TAJ	B	S	B	S
SGR	B	MB	MB	MB
AFA	MB	NP		
CGJ	MB	MB	S	MB
RBE	MB	MB	S	MB
UPF	MB	MB	MB	B
OML	MB	B	B	B

El comportamiento en general se mantiene dentro de los resultados obtenidos en el curso inicial de Estructuras I: MB entre el 19 % y el 45 %, B del 15 % al 36 % S, 33 % al 46 %. Igualmente la calificación promedio se encuentra entre los márgenes de 7.4 y 8.2 muy similar a la obtenida por los grupos de repetidores.

Conclusiones.

De las cifras mostradas se puede concluir que:

1. Con la nueva propuesta didáctica, se logró abatir el índice de no acreditación en la materia de Estructuras I.
2. Se Regulariza o normaliza al 60 % de un grupo de estudiantes con dificultades recurrentes en la disciplina estructural.
3. Se pudo comprobar que los métodos didácticos empleados en la enseñanza de las estructuras, son una de las causas del bajo aprendizaje, y que por tanto es uno de los factores que deben modificarse.
4. Permitted observar que si bien los métodos didácticos inciden en el aprendizaje, deben también afectar el interés y motivar el gusto por el conocimiento de las estructuras.
- 5 Los conocimientos adquiridos en la etapa de formación básica, son determinantes para el buen desempeño en los cursos subsecuentes.

Ciudad Universitaria D. F.

México

Año 2001

FUENTES DE CONSULTA .

Arnold Cristopher y Robert Reitherman, **Configuración y diseño sísmico de edificios**, 1a. ed., México, Limusa, 1987, 298 p.

Bazán Zurita E. Roberto Méli P., **Manual de diseño sísmico de edificios**, 1a. ed., México, Limusa Noriega, 1985, 241 p.

Carmona y Pardo M. de J., **Estática en arquitectura**, 1a. ed., México, Trillas, 1985, 175 p.

Creixell M. J., **Construcciones antisísmicas**, México, Compañía Editorial Continental S. A., 1967, 165 p.

Creixell M. J., **Estabilidad de las construcciones**, 1a. ed., México CECSA, 1977, 469 p.

Dowrick D. J., **Diseño de estructuras resistentes a sismos para ingenieros y arquitectos**, 1a. ed., México, Limusa, 1984, 410 p.

Engel Heinrich, **Sistemas de estructuras**, 3a. ed., Madrid, Blume Ediciones, 1979, 267 p.

Heinen T. J. Y J. Gutiérrez V., **Estructuras**, 2a. ed., México, PROESSA, 1977, 267 p.

Lin T. Y S. D. Stotesbury, **Conceptos y sistemas estructurales para arquitectos e ingenieros**, 1a. ed., México Limusa, 1991, 615 p.

Méli Piralla Roberto, **Diseño estructural**, 4a. ed., México, Noriega Limusa, 1991, 582 p.

Méndez Chamorro, **Criterios de dimensionamiento estructural**, 1a. ed., México, Trillas, 1991, 89 p.

Moisset de Espanés D., **Intuición y razonamiento en el diseño estructural**, 1a., ed., Bogotá, ESCALA, 1992, 200 p.

Peschard E., **Resistencia de materiales**, 2a. ed., México, UNAM, 1976, 359 p.

Salvadori M. y Robert Heller, **Estructuras para arquitectos**, 5a. ed., Buenos Aires, La Isla, 1978, 369 p.

Seely Ensignn, **Mecánica analítica para ingenieros**, 3a. ed., México, UTHEA, 1987, 461 p.

Torroja E., **Razón y ser de los tipos estructurales**, 3a. ed., Madrid, Instituto Eduardo Torroja de la construcción y del cemento, 400 p.

Fajes J.B., **Para comprender el estructuralismo**, ed. Galerma, Argentina 1969.

Gómez Arias R., **Proceso de diseño**, sin ed. México 1982.

Ching D. K. F., **Arquitectura: forma, espacio, y orden**, ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1982, 2ª. ed.

Kosik Karel, **Dialéctica de lo concreto**, Edit. Grijalvo, México, 1967.

Rodríguez Azucena, **El proceso de enseñanza en el nivel superior y universitario**, en Colección pedagógica universitaria, ed.. Centro de Estudios de la Universidad Veracruzana No. 2, Julio – dic., 1976

Rosa Ma. Camarena, José Gómez V., **Aprobación y reprobación en la UNAM: Una propuesta de análisis cuantitativo**, en Perfiles educativos, Edit., CISE, UMAM, abril – junio, 1986, pag. 29.

Pescador Osuna J. A., **La preparación de material didáctico**, en Perfiles educativos, edit. CISE, UNAM, oct., dic., 1983, pag.28.

Archer Margatita, **Proceso sin sistema**, en Perfiles educativos, ed. CISE, UNAM, oct., - dic., 1984 pag. 41.

Ruiz Larraguíbel E., **Reflexiones en torno a las teorías de aprendizaje**, en Perfiles educativos, ed. CISE, UNAM, julio – sept, 1983, pag. 49.

Muñoz Humberto, **Alguna reflexiones sobre la evaluación en el trabajo académico**, en Perfiles educativos, ed. CISE, UNAM, .abril – junio, 1983, pag. 29.

Díaz Barriga Frida, Ma. De Lourdes Lulle, y otros, **Metodología de diseño curricular para la enseñanza superior**, en Perfiles educativos, ed. CISE, UNAM, oct. – dic., 1984, pag. 3.

Freire Pablo, **La educación como práctica de la libertad**, Edit., Siglo XXI, Madrid, 1976.

Revueltas José, **Cuestionamientos e intenciones**, ed. Era, México, 1981, 2ª. Ed.

Plan de Estudios 1992 para la Licenciatura en Arquitectura en la Facultad de Arquitectura, UNAM

Plan de Estudios 1999, para la Licenciatura en Arquitectura en la Facultad de Arquitectura, UNAM

ANEXOS

ANEXO I

4.4 CUADRO DE LA ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS 1992			LICENCIATURA EN ARQUITECTURA						
NIVELES DE CONOCIMIENTO			PRIMER NIVEL 1	SEGUNDO NIVEL 2	TERCER NIVEL 3	CUARTO NIVEL 4	QUINTO NIVEL 5		
AREAS	SUBAREAS	ENFOQUE SUBAREAS	E	T	A	P	A		
			D	E	F	O	R		
			M	A	C	I	O		
			N	ETAPA DE CONSOLIDACION					
1 TEORICO HUMANISTICA	TEORIA	TEORIA DE LA ARQUITECTURA ANALISIS DE PROGRAMAS GENERICOS	TEORIA DE LA ARQUITECTURA I		TEORIA DE LA ARQUITECTURA II	TEORIA DE LA ARQUITECTURA III	TEORIA DE LA ARQUITECTURA IV	CURSO SELECTIVO DEL AREA	
	HISTORIA	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA I	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA II	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA III				
2 URBANO AMBIENTAL		INTEGRACION DE LA ARQUITECTURA AL MEDIO	EL MEDIO AMBIENTE Y LA CIUDAD	LA ARQUITECTURA Y LA CIUDAD	DISENO URBANO ARQUITECTONICO AMBIENTAL			CURSO SELECTIVO DEL AREA	
	MATEMATICAS Y GEOMETRIA	TEORIA Y PRACTICA DE MATEMATICAS Y GEOMETRIA ANALISIS GEOMETRICO DE EDIFICIOS	MATEMATICAS GEOMETRIA I	GEOMETRIA II					
3 PROYECTO	EXPRESION	METODOS Y TECNICAS DE EXPRESION GRAFICA Y VOLUMETRICA	REPRESENTACION GRAFICA I	REPRESENTACION GRAFICA II	REPRESENTACION GRAFICA III			CURSO SELECTIVO DEL AREA	
		TALLER DE ARQUITECTURA	TALLER DE ARQUITECTURA I	TALLER DE ARQUITECTURA II	TALLER DE ARQUITECTURA III	TALLER DE ARQUITECTURA IV	TALLER DE ARQUITECTURA V		
	TALLER DE INVESTIGACION	PROGRAMAS ARQUITECTONICOS MODOS DE VIDA Y COSTUMBRES OPERACION Y VALORACION	METODOLOGIAS DE INVESTIGACION TALLER DE COMPUTACION	ESTUDIOS DE CASO Y VALORACION DE PROYECTOS I	ESTUDIOS DE CASO Y VALORACION DE PROYECTOS II	ESTUDIOS DE CASO Y VALORACION DE PROYECTOS III			EXAMEN
	TALLER DE PROYECTOS	TEORIA Y PRACTICA DE PROYECTOS	TALLER DE PROYECTOS I	TALLER DE PROYECTOS II	TALLER DE PROYECTOS III	TALLER DE PROYECTOS IV	TALLER DE PROYECTOS V TRABAJO TERMINAL		
	TALLER DE CONSTRUCCION	ANALISIS Y DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE PROYECTOS, SUS MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS	TALLER DE CONSTRUCCION I CONCEPTOS BASICOS	TALLER DE CONSTRUCCION II CONOCIMIENTOS BASICOS TALLER (CONOCIMIENTOS APLICABLES)	TALLER DE CONSTRUCCION III CONOCIMIENTOS BASICOS TALLER (CONOCIMIENTOS APLICABLES)	TALLER DE CONSTRUCCION IV CONOCIMIENTOS BASICOS TALLER (CONOCIMIENTOS APLICABLES)	TALLER DE CONSTRUCCION V DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE PROYECTO		
4 CONSTRUCCION	ESTRUCTURAS	TEORIA Y PRACTICA DE LAS ESTRUCTURAS, ANALISIS, ELECCION, NORMATIVIDAD, DIMENSIONAMIENTO, COSTO Y P. CONSTRUCTIVO	ESTRUCTURAS I	ESTRUCTURAS II	ESTRUCTURAS III	ESTRUCTURAS IV	CURSO SELECTIVO DEL AREA		
	CONTROL Y TECNOLOGIAS AMBIENTALES	ADECUACION DE LOS ESPACIOS ARQUITECTONICOS AL MEDIO AMBIENTE Y DISEÑO DE INSTALACIONES	TECNOLOGIAS AMBIENTALES I	TECNOLOGIAS AMBIENTALES II		TECNOLOGIAS AMBIENTALES III			
	ADMINISTRACION	TEORIA Y PRACTICA DE LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS Y OBRAS, SU OPERACION Y CONSERVACION			ADMINISTRACION I	ADMINISTRACION II			
EXTENSION UNIVERSITARIA SERVICIO SOCIAL Y PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA		ACTIVIDADES EXTERNAS O INTERNAS DE PARTICIPACION CON LA COMUNIDAD		EXTENSION UNIVERSITARIA I	EXTENSION UNIVERSITARIA II	SERVICIO SOCIAL 480 HORAS	PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA 480 HORAS		
CARGA HORARIA			32	30-3	30-3	22-5.5	22-P.P.S.		

ANEXO II

5.2 CURSOS POR AREAS, CARGA HORARIA, CREDITOS Y SERIACION.

La estructura del Plan de Estudios considera 4 áreas del Conocimiento con sus respectivas subáreas. Para efectos de su aplicación administrativa se presentan los siguientes cuadros.

Áreas del Conocimiento:	
1	Area Teórico Humanística
2	Area Urbano Ambiental
3	Area de Proyecto
4	Area de Construcción
	Extensión Universitaria, Servicio Social y Práctica Profesional Supervisada.

Subdivisión de las 4 áreas en subáreas.

1	AREA TEORICO HUMANISTICA.
Subárea	Teoría
	Historia
	Taller de investigación
2	AREA URBANO AMBIENTAL
3	AREA DE PROYECTO
Subárea	Matemáticas y Geometría
	Expresión
	Taller de Proyectos
4	AREA DE CONSTRUCCION
Subárea	Taller de Construcción
	Estructuras
	Control y Tecnologías Ambientales
	Administración

	Extensión Universitaria
	Servicio Social
	Práctica Profesional Supervisada

ANEXO III

ESTRUCTURAS I

CARRERA: Arquitecto
AREA: de Construcción
ETAPA: Formación
NIVEL: Primero
CARACTER: Obligatorio.
SERIACION: Obligatoria

HORAS: Teóricas: 2
Prácticas: 2
Totales: 4

CREDITOS: 12

C. ANTECEDENTES:

Ninguno

C. CONSECUENTES:

Estructuras II, III y IV.

OBJETIVOS:

El estudiante conocerá el proceso y la razón de las estructuras en la historia, comprenderá las bases y lógica de los sistemas estructurales, aplicará y analizará los sistemas de las fuerzas en equilibrio y los efectos internos de las mismas producido dentro de los límites físicos de los materiales.

CONTENIDO/TEMAS:

1. Reseña histórica de las estructuras.
2. Fundamento y lógica de los sistemas estructurales.
 - 2.1. Sistemas estructurales.
 - 2.2. Materiales estructurales.
 - 2.3. Diseño de estructuras - carga.
 - 2.4. Diseño de estructuras - cimentación - suelo.
 - 2.5. Diseño de estructura - ambientales e instalaciones.
 - 2.6. Métodos de diseño estructural.
 - 2.7. Teorías del cálculo estructural.
 - 2.8. Aspectos reglamentarios de seguridad estructural.
 - 2.9. Experimentación con modelos a escala de sistemas estructurales.
3. Conceptos Generales de Estática.
 - 3.1. Cuerpo rígido.
 - 3.2. Fuerza.
 - 3.3. Sistemas de fuerzas.
 - 3.4. Medición.
 - 3.5. Cantidades escalares y vectoriales.
 - 3.6. Representación vectorial.
4. Principios fundamentales de Estática.
 - 4.1. Ley del paralelogramo.
 - 4.2. Ley del triángulo.
 - 4.3. Método algebraico y gráfico.
5. Momentos de una fuerza.
 - 5.1. Teorema de Varignon.
 - 5.2. Par de fuerzas.
 - 5.3. Equilibrio de sistemas de fuerzas.

- 5.4. Problemas de aplicación.
6. Sistemas de fuerzas.
 - 6.1. Sistemas de fuerzas coplanares no concurrentes.
 - 6.1.1. Resultante.
 - 6.1.2. Método matemático y gráfico en la determinación de reacciones.
 - 6.1.3. Problemas de aplicación.
 - 6.2. Sistemas de fuerzas coplanares concurrentes.
 - 6.2.1. Resultante y equilibrio.
 - 6.2.2. Problemas de aplicación.
 - 6.3. Sistemas de fuerzas no coplanares no concurrentes.
 - 6.3.1. Resultante.
 - 6.3.2. Componentes.
 - 6.3.3. Equilibrio.
 - 6.3.4. Problemas de aplicación.
 - 6.4. Sistemas de fuerzas no coplanares concurrentes.
 - 6.4.1. Resultante.
 - 6.4.2. Componentes.
 - 6.4.3. Equilibrio.
 - 6.4.4. Problemas de aplicación.
 - 6.5. Armaduras.
 - 6.5.1. Tipos de armaduras.
 - 6.5.2. Determinación de esfuerzos en las barras.
 - 6.5.3. Métodos gráficos y analíticos.
7. Fricción y rozamiento.
 - 7.1. Definiciones.
 - 7.2. Coeficientes.
 - 7.3. Angulo de reposo.
 - 7.4. Leyes del rozamiento.
 - 7.5. Problemas de aplicación.
8. Propiedades mecánicas de los materiales.
 - 8.1. Resistencia.
 - 8.2. Rigidez.
 - 8.3. Elasticidad.
 - 8.4. Ductilidad.
 - 8.5. Maleabilidad.
 - 8.6. Deformación.
 - 8.7. Esfuerzos unitarios permisibles.
9. Propiedades de las secciones planas.
 - 9.1. Areas.
 - 9.2. Momento estático.
 - 9.3. Momento y producto de inercia.
 - 9.4. Momento polar de inercia.
 - 9.5. Centroides.
 - 9.6. Radio de giro.
10. Análisis de esfuerzo y deformación.
 - 10.1. Tensiones a carga axial y compuestas.
 - 10.2. Esfuerzos máximos y planos principales.
 - 10.3. Círculo de esfuerzos.
 - 10.4. Deformaciones.
 - 10.5. Relación de poisson.
 - 10.6. Módulo de rigidez.
11. Flexión de vigas.
 - 11.1. Flexión en vigas estáticamente determinadas.

- 11.1.1. Solicitaciones.
- 11.1.2. Fuerza cortante.
- 11.1.3. Momento flexionante.
- 11.1.4. Relaciones carga-fuerza cortante, momento flexionante.
- 11.1.5. Diagramas de cortantes y momentos flexionantes.
- 11.1.6. Módulo de sección.
- 11.1.7. Problemas de aplicación.
- 11.2. Flexión de vigas estáticamente indeterminadas.
 - 11.2.1. Ecuaciones de deformación.
 - 11.2.2. Ecuación diferencial de la elástica.
 - 11.2.3. Área de momentos.
 - 11.2.4. Viga conjugada.
 - 11.2.5. Flechas en vigas.
 - 11.2.6. Sección variable y compuesta.
 - 11.2.7. Problemas de aplicación.
- 12. Tracción y compresión (fuerza axial).
 - 12.1. Carga y esfuerzo críticos.
 - 12.2. Relación de esbeltez.
 - 12.3. Fórmula de Euler y de Rankine.
- 13. Flexo compresión (carga excéntrica).
 - 13.1. Carga y momento.
 - 13.2. Núcleo central.
 - 13.3. Fórmula general de transmisión de presiones.
 - 13.4. Esfuerzos en la sección.
- 14. Torsión.
 - 14.1. Sección circular maciza y hueca.
 - 14.2. La escuadría en la torsión.
 - 14.3. Piezas rectangulares.

- 4. PESHARD, Eugenio, Resistencia de Materiales, México, Ed. U.N.A.M., 1976, 357 pp.
- 5. JACKSON, John H., Estática y Resistencia de Materiales, México, Ed. McGraw-Hill, 1984, 392 pp.
- 6. PARKER, Harry, Ingeniería Simplificada para Arquitectos y Construcciones, México, Ed. Limusa, 1984, 392 pp.
- 7. NASH, William A., Resistencia de Materiales, México, Ed. McGraw-Hill 1969, 299 pp.
- 8. SIERRA R., Daniel C. IRIGORYEN REYES, Pedro, Resistencia de Materiales, Ed. Escuela Mexicana de Arquitectura, Universidad La Salle, Diana.
- 9. GONZALEZ TEJEDA, Ignacio, Análisis de Estructuras Continuas, México, Ed. Trillas 1992, 173 pp.
- 10. PARKER, Harry, Mecánica y Resistencia de Materiales, México, Ed. Limusa, 1984, 175 pp.
- 11. CARMONA, Mario de Jesús, Estática en Arquitectura, México, Ed. Trillas, 1991, 175 pp.

METODOS DE ENSEÑANZA:

- 1. **Técnicas de Exposición:** exposición con preguntas, estudios de caso.
- 2. **Técnicas de Demostración :** con materiales impresos, con representaciones gráficas, con modelos a escala, laboratorio
- 3. **Técnicas de Participación:** Solución de problemas, y trabajo de taller.

METODOS DE EVALUACION:

- 1. Asistencia del estudiante.
- 2. Participación del estudiante en el proceso del curso.
- 3. Trabajos de aplicación del conocimiento.
- 4. Exámenes de conocimientos.
- 5. Prácticas de laboratorios.

BIBLIOGRAFIA:

- 1. HEINRICH, Engel, Sistemas de Estructuras, España, Ed. Blume. 1970, 267 pp.
- 2. MANUAL A. J., Estructuras, España, Edit. Allan Hoogkinson, 1976, 433 pp.
- 3. TORRES H, Jaime, Mecánica Aplicada, Estática y Resistencia de Materiales, Ed. Representaciones y Servicio de Ingeniería, 1969, 518 pp.

ESTRUCTURAS II

CARRERA: Arquitecto
AREA: de Construcción
ETAPA: Formación
NIVEL: Segundo
CARACTER: Obligatorio
SERIACION: Indicativa

HORAS: Teóricas: 2
Prácticas: 2
Totales: 4
CREDITOS: 12

C. ANTECEDENTES:

Estructuras I

C. CONSECUENTES:

Estructuras III y IV

OBJETIVOS:

El estudiante manejará los conocimientos básicos para resolver estructuras continuas y analizar este tipo de estructuras indeterminadas por métodos directos, también conocerá y comprenderá las características y propiedades de los materiales, las estructuras de mampostería. Analizará, diseñará y valorará el comportamiento de estas estructuras ante cargas verticales y horizontales.

CONTENIDO/TEMAS:

1. Principios de distribución de momentos para estructuras reticulares
 - 1.1. Rigidez angular.
 - 1.1.1. Rigidez absoluta.
 - 1.1.2. Rigidez relativa.
 - 1.2. Coeficientes de distribución.
 - 1.3. Factores de simplificación.
 - 1.4. Método de convergencia rápida.
2. Vigas continuas sobre apoyos simples.
 - 2.1. Momentos de continuidad y fuerzas cortantes.
 - 2.2. Esquemas de deformaciones.
 - 2.3. Posición de armado en vigas de concreto.
3. Estructuras de marco rígido sin desplazamiento.
 - 3.1. Simetría.
 - 3.2. Aplicación de factores de simplificación.
4. Sistemas sujetos a desviación.
 - 4.1. Condiciones de sujeción.
 - 4.2. Marco simple
 - 4.3. Marco múltiple.
 - 4.4. Momentos de desplazamiento.
 - 4.5. Momentos y cortantes finales.
5. Solicitudes externas accidentales.
 - 5.1. Origen de los temblores.
 - 5.2. Sismicidad en el mundo y en México

- 5.3. Efecto de los sismos en las construcciones.
 - 5.3.1. Características dinámicas.
 - 5.3.2. Espectros de respuesta.
 - 5.3.3. Criterios de diseño sísmico.
 - 5.3.4. Recomendaciones sobre estructuración.
- 5.4. Análisis de las normas técnicas complementarias para diseño por sismo y viento.
- 5.5. Empujes sísmicos, momentos y cortantes sísmicos.
- 5.6. Empuje de viento.
6. Grados de libertad de traslación de nudos.
 - 6.1. Sistemas con un grado de libertad.
 - 6.2. Sistemas con varios grados de libertad.
7. Métodos directos en sistemas desplazables sin limitación de niveles.
 - 7.1. Generalidades.
 - 7.2. Método de Ritter.
 - 7.3. Método de Cross and Morgan.
 - 7.4. Simplificación del Método con factores de corrección.
8. Características y propiedades de los materiales para mampostería.
9. Análisis de las normas técnicas complementarias.
10. Comportamiento y revisión de muros bajo la acción de cargas estáticas verticales.
11. Comportamiento y revisión de muros ante la acción de cargas laterales (viento y sismo).
12. Método simplificado de análisis sísmico.
 - 12.1. Análisis de cargas verticales.
 - 12.2. Análisis y aplicación de factores de reducción por excentricidad, esbeltez y resistencia.
 - 12.3. Revisión por cargas verticales y verificación de cargas resistentes.
 - 12.4. Calcular el cortante sísmico máximo y los cortantes sísmicos resistentes.
 - 12.5. Revisión por cargas laterales.
 - 12.6. Análisis de un caso de estudio aplicando el método simplificado.
13. Método estático de análisis sísmico.
 - 13.1. Fuerzas sísmicas horizontales.
 - 13.2. Rigidez por piso y centro de rigidez.
 - 13.3. Excentricidad torsional.
 - 13.4. Momento polar de inercia.
 - 13.5. Esfuerzos cortantes.
 - 13.6. Resistencia de los muros ante cargas laterales.
 - 13.7. Análisis de un caso de estudio aplicando el método detallado de análisis estático.

MÉTODOS DE ENSEÑANZA:

1. Técnicas de Exposición: exposición con preguntas, estudios de caso.
2. Técnicas de Demostración: con materiales impresos, con representaciones gráficas, con modelos a escala, laboratorio.
3. Técnicas de Participación: solución de problemas, trabajo de taller.

METODOS DE EVALUACION:

1. Participación del estudiante durante el proceso del curso.
2. Trabajos de aplicación del conocimiento.
3. Examen de conocimientos.
4. Trabajo de taller aplicando los conocimientos.
5. Prácticas de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA:

1. SANCHEZ OCHOA, Jorge, Análisis Estructural en Arquitectura, México, Ed. Trillas, 1991, 305 pp.
2. OLVERA LOPEZ A., Análisis de Estructuras, Norgis Editores.
3. C. PRENZLOW, Cálculo de Estructuras por el Método de Cross, España, Ed. G. Gili, 1981, 215 pp.
4. BAZAN, Enrique y MELI, Roberto, Manual de Diseño Sísmico de Edificios. México, Ed. Limusa, 1989, 241 pp.
5. MELI PIRALLA, Roberto, Diseño Estructural. México, Ed. Limusa, 1985, 582 pp.
6. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, México, Ed. Centro de Actualización Profesional, 1987, 21 pp., y 27 pp.
7. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo y Viento, México, Ed. Centro de Actualización Profesional, 1987, 21 pp., y 16 pp.
8. FARIAS ARCE, Rafael, Muros de Carga, Sismo, México, Ed. U.N.A.M., 1984, 141 pp.
9. Fundación I.C.A. Experiencias Derivadas de los Sismos de Septiembre de 1985, México, Ed. Limusa, 1988, 130 pp.
10. ARNOLD, Christopher, Configuración y Diseño Sísmico de Edificios. México, Ed. Limusa, 1987, 298 pp.
11. Reglamento de Construcciones para el D.F., México, Gaceta Oficial del Departamento del D.F., 1987, 100 pp.
12. CHINAS de la TORRE, Miguel, Calculo Estructural, Ingeniería Civil y Arquitectura, México, Ed. Trillas, 1990, 295 pp.

ESTRUCTURAS III

CARRERA: Arquitecto
AREA: de Construcción
ETAPA: Formación
NIVEL: Tercero
CARACTER: Obligatorio
SERIACION: Indicativa

HORAS: Teóricas: 2
Prácticas: 2
Totales: 4

CREDITOS: 12

C. ANTECEDENTES:

Estructuras I y II

C. CONSECUENTES:

Estructuras IV
Cimentaciones y Cimientos.
Edificios de Gran Altura.
Análisis de Modelos para Cubiertas de Gran Claro.

OBJETIVOS:

El estudiante conocerá las propiedades y características de los materiales que componen el concreto armado. Manejará los principios de la teoría elástica y plástica y las aplicará en el análisis y diseño de los elementos que componen la estructura, verificando la continuidad e integración de éstos en el sistema estructural, con el apoyo del análisis de las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto.

CONTENIDOS/TEMAS

1. Propiedades y características del concreto.
 - 1.1. Componentes.
 - 1.2. Dosificaciones y tipos de concretos.
 - 1.3. Plasticidad, fraguado, curado, permeabilidad.
 - 1.4. Resistencia del concreto.
 - 1.4.1. A la compresión.
 - 1.4.2. Al corte.
 - 1.4.3. A la tracción.
 - 1.5. Elasticidad y plasticidad.
2. Propiedades y características del acero de refuerzo.
 - 2.1. Especificaciones y calidades.
 - 2.2. Tipos de aceros.
 - 2.3. Resistencias.
 - 2.4. Módulo de elasticidad.
3. Análisis de las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto.
4. Introducción a la Teoría Elástica.
5. Flexión de piezas de concreto armado.
 - 5.1. Vigas simplemente armadas.
 - 5.2. Vigas rectangulares doblemente armadas.
 - 5.3. Vigas "T" y "L".

6. Esfuerzo cortante y tensión diagonal.
 - 6.1. Teoría y fórmulas para el cálculo de esfuerzos cortantes.
 - 6.2. Cálculo de refuerzos con estribos y varillas dobladas.
7. Esfuerzo de adherencia.
 - 7.1. Cálculo de esfuerzos de adherencia.
 - 7.2. Esfuerzos permisibles.
 - 7.3. Longitud de anclaje.
8. Diseño de vigas rectangulares, losas apoyadas en dos lados opuestos y perimetrales, columnas, zapatas aisladas y corridas, losas de cimentación.
 - 8.1. Vigas rectangulares.
 - 8.1.1. Casos.
 - 8.1.2. Método de diseño.
 - 8.1.3. Problemas de aplicación.
 - 8.2. Losas apoyadas en dos lados opuestos.
 - 8.2.1. Casos.
 - 8.2.2. Método de diseño.
 - 8.2.3. Problemas de aplicación.
 - 8.3. Losas perimetrales.
 - 8.3.1. Casos.
 - 8.3.2. Método de diseño.
 - 8.3.3. Problemas de aplicación.
 - 8.4. Diseño de columnas.
 - 8.4.1. Casos: compresión y flexocompresión.
 - 8.4.2. Método de diseño.
 - 8.4.3. Problemas de aplicación.
 - 8.5. Cimentaciones.
 - 8.5.1. Zapatas aisladas de peralte variable y constante.
 - 8.5.1.1. Casos.
 - 8.5.1.2. Método de diseño.
 - 8.5.1.3. Problemas de aplicación.
 - 8.5.2. Zapatas corridas de peralte variable y constante.
 - 8.5.2.1. Casos.
 - 8.5.2.2. Método de diseño.
 - 8.5.2.3. Problemas de aplicación.
 - 8.5.3. Losas de cimentación.
 - 8.5.3.1. Casos.
 - 8.5.3.2. Método de diseño.
 - 8.5.3.3. Cimientos de cascarón a nivel de información general.
 - 8.5.3.4. Problemas de aplicación.
 - 8.6. Muros de contención.
 - 8.6.1. Casos.
 - 8.6.2. Método de diseño.
 - 8.6.3. Problemas de aplicación.
9. Análisis sísmico
 - 9.1. Objetivos del Diseño sísmico.
 - 9.2. Características que definen la acción sísmica.
 - 9.3. Características de los edificios y de los elementos que lo constituyen en relación al diseño sísmico
 - 9.4. Elección del método de análisis.
 - 9.5. Diseño estructural de un edificio completo con análisis sísmico.

10. Introducción a la Teoría Elastoplástica.

- 10.1. Generalidades.
- 10.2. Hipótesis de Whitney.
- 10.3. Método de diseño.
- 10.4. Factores de carga.
- 10.5. Momento último resistente.

11. Esfuerzo cortante y tensión diagonal.

- 11.1. Cálculo del esfuerzo cortante nominal máximo.
- 11.2. Cálculo del refuerzo a la tensión diagonal.

12. Esfuerzo por adherencia y anclaje.

13. Diseño de vigas rectangulares, losas apoyadas en dos lados opuestos y perimetrales, columnas, zapatas aisladas y corridas y losas de cimentación.

- 13.1. Vigas rectangulares.
 - 13.1.1. Casos.
 - 13.1.2. Método de diseño.
 - 13.1.3. Problemas de aplicación.
- 13.2. Diseño de losas apoyadas en dos lados opuestos y perimetrales.
 - 13.2.1. Casos.
 - 13.2.2. Método de diseño.
 - 13.2.3. Problemas de aplicación.
- 13.3. Zapatas corridas y aisladas.
 - 13.3.1. Casos.
 - 13.3.2. Método de diseño.
 - 13.3.3. Problemas de aplicación.

14. Diseño estructural de un edificio completo con análisis sísmico.

Ayudas de Diseño y Ejemplos). México, Ed. Instituto de Ingeniería U.N.A.M., 1977, 307 pp.

6. I.M.C.Y.C., Diseño de Edificios de Concreto de Poca Altura, México, Ed. Limusa, 1990, 335 pp.
7. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, México, Centro de Actualización Profesional, 1987, 27 pp.
8. N.T.C. para Diseño y Construcción de Cimentaciones, México, Centro de Actualización Profesional, 1987, 27 pp.
9. GONZALEZ CUEVAS, O., et al, Aspectos fundamentales del Concreto Reforzado, México, Ed. Limusa, 1974, 415 pp.

MÉTODOS DE ENSEÑANZA:

1. **Técnicas de Exposición:** exposición con preguntas, estudios de caso.
2. **Técnicas de Demostración:** con materiales impresos, con representaciones gráficas, con modelos a escala, laboratorio.
3. **Técnicas de Participación:** solución de problemas, trabajo de taller.

MÉTODOS DE EVALUACION:

1. Participación del estudiante durante el proceso del curso.
2. Trabajos de aplicación del conocimiento.
3. Examen de conocimientos.
4. Trabajo de Taller aplicando los conocimientos.
5. Prácticas de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA:

1. FERGUSON, Philm., Teoría Elemental del Concreto Reforzado (teoría elástica, teoría plástica), México, Ed. CEC. S.A., 1963, 618 pp.
2. TORRES H., Marco A., Concreto Diseño Plástico. Teoría Elástica, México, Ed. Patria, 1968, 332 pp.
3. PEREZ ALAMA, Vicente, El Concreto Armado. Teoría Elástica, México, Ed. Trillas, 1972, 349 pp.
4. PARKER, Harry, Diseño Simplificado de Concreto Reforzado México, Ed. Limusa, 1976, 317 pp.
5. Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto. (Comentarios.

ESTRUCTURAS IV

CARRERA: Arquitecto
AREA: de Construcción
ETAPA: Formación
NIVEL: Cuarto
CARACTER: Obligatorio
SERIACION: Obligatoria

HORAS: Teóricas: 2
Prácticas: 2
Totales: 4

CREDITOS: 12

C. ANTECEDENTES:

Estructuras I, II y III

C. CONSECUENTES:

Ninguna

OBJETIVOS:

El estudiante conocerá las características y propiedades mecánicas del acero al carbón y acero inoxidable para uso estructural.
Manejará los principios y aplicación de la teoría elástica y plástica en el análisis y diseño de los elementos de la estructura y su integración al sistema estructural.
Conocerá las características y clasificación de la madera para uso estructural.
Realizará el análisis de los esfuerzos, propiedades, uniones, ensambles y en general el diseño de los elementos que componen la estructura.

CONTENIDO/TEMAS:

1. Características del acero estructural, acero inoxidable.
2. Propiedades mecánicas.
 - 2.1 Esfuerzo - deformación.
 - 2.2 Coeficientes.
 - 2.3 Tensiones límite.
 - 2.4 Carga de ruptura.
3. Análisis de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción.
4. Consideraciones generales, esfuerzo admisible y detalles constructivos de uniones, y conexiones.
 - 4.1 Remachadas o atornilladas y pernos.
 - 4.2 Soldadas.
5. Elementos en compresión.
 - 5.1. Columnas con carga axial.
 - 5.1.1. Clasificación.
 - 5.1.2. Relación de esbeltez.
 - 5.1.3. Condiciones de sujeción.
 - 5.1.4. Rango elástico.
 - 5.1.5. Factores de seguridad.
 - 5.1.6. Esfuerzos admisibles.
 - 5.2. Miembro en compresión en armaduras.
6. Elementos de flexión.

- 6.1. Vigas simples, reforzadas con placas y viga compacta.
 - 6.1.1. Ecuación de la flexión.
 - 6.1.2. Revisión de flechas.
- 6.2. Secciones compuestas.
 - 6.2.1. Tensiones normales y cortantes.
 - 6.2.2. Hipótesis de la flexión.
 - 6.2.3. Especificaciones para su dimensionamiento.
- 6.3. Vigas articuladas.
 - 6.3.1. Criterio general.
 - 6.3.2. Procedimiento de cálculo.
7. Flexocompresión.
 - 7.1. Fórmulas generales de interacción.
 - 7.2. Factores de amplificación y de variación de momento flexionante.
8. Armaduras (cerchas).
 - 8.1. Dimensionamiento.
 - 8.2. Cargas gravitacionales y presión de viento.
 - 8.3. Cálculo de fuerzas.
 - 8.4. Piezas en flexocompresión incluyendo placas de asiento.
 - 8.5. Problemas de aplicación.
9. Curva esfuerzo deformación en el rango plástico (análisis plástico).
 - 9.1. Teoría
 - 9.1.1. Carga de colapso.
 - 9.1.2. Articulación plástica.
 - 9.1.3. Formación del mecanismo de colapso.
 - 9.1.4. Determinación del momento plástico de diseño.
 - 9.1.5. Desplazamiento del eje centroidal.
 - 9.1.6. Distribución de esfuerzos en el rango plástico.
 - 9.1.7. Módulo plástico y de sección.
 - 9.1.8. Momentos de fluencia y de trabajo.
 - 9.1.9. Factor de forma plástico.
 - 9.1.10. Factor de carga última.
 - 9.1.11. Problemas de aplicación.
10. Vigas hiperestáticas.
 - 10.1. Problemas de aplicación.
11. Vigas continuas y marcos de una o varias crujeas.
 - 11.1. Vigas continuas.
 - 11.1.1. Sección constante.
 - 11.1.2. Sección variable.
 - 11.2. Marcos de una o varias crujeas.
 - 11.2.1. Articulados.
 - 11.2.2. Empotrados.
 - 11.2.3. Apuntados (acodados).
12. Diseño estructural de un edificio completo con análisis sísmico.
13. Características y clasificación de la madera.
14. Análisis de las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de madera.
15. Esfuerzos unitarios.
 - 15.1. Esfuerzos unitarios y permisibles.
 - 15.2. Deformación.
 - 15.3. Límite y módulo de elasticidad.
 - 15.4. Esfuerzo de ruptura.
16. Esfuerzos de trabajo para madera estructural.

17. Propiedades de las secciones.
18. Uniones y ensambles.
19. Diseño de columnas con carga axial en compresión, vigas y armaduras.
 - 19.1 Columnas con carga axial.
 - 19.1.1. Relación de esbeltez.
 - 19.1.2. Cargas permisibles.
 - 19.1.3. Cargas de seguridad.
 - 19.1.4. Método de diseño.
 - 19.1.5. Problemas de aplicación.
 - 19.2. Vigas de madera.
 - 19.2.1. Tipos de vigas.
 - 19.2.2. Esfuerzos de flexión y cortante paralelos a las fibras.
 - 19.2.3. Método de diseño.
 - 19.2.4. Cálculo de flechas.
 - 19.2.5. Problemas de aplicación.
 - 19.3. Armaduras de madera.
 - 19.3.1. Cargas y esfuerzos.
 - 19.3.2. Diseño de elementos.
 - 19.3.3. Problemas de aplicación.
20. Diseño estructural de un edificio completo con análisis sísmico.
21. Nociones de madera laminada.
 - 21.1. Tipos.
 - 21.2. Esfuerzos.
 - 21.3. Limitaciones.

5. CASA RIMA CABALLERO, E., Cálculo y Construcción de Cubiertas de Madera, Cubiertas de Ladrillo y de Hormigón Armado, Tomo I, España, CEAC S.A., 1962, 246 pp.
6. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas, México, Ed. Centro de Actualización Profesional, 1987, 80 pp.
7. DE BUEN, Oscar y LOPEZ HEREDIA, Estructuras de Acero Comportamiento, Diseño, Ed. Limusa.
8. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Madera, México, Ed. Centro de Actualización Profesional, 1987, 43 pp.
9. PARKER, Harry, Diseño simplificado de Estructuras de Madera, México, Ed. Limusa, 1975, 294 pp.
10. F. ROBLES, DAVALOS, Ricalde, Comentarios a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Madera, México, Ed. U.A.M. (Unidad Azcapotzalco), 1988, 125 pp.
11. BARCENAS, Ricalde, Manual para Diseño de Estructuras de Madera, Propiedades Físicas de la Madera, México, Ed. Instituto de Ecología A. C., 1989, 38 pp.
12. F. ROBLES, Manual para Diseño de Estructuras de Madera, Método de Diseño, México, Ed. Instituto de Ecología A.C., 1990, 21 pp.
13. RICALDE, Bárcenas, Manual para Diseño de Estructuras de Madera, Propiedades Mecánicas de la Madera, México, Ed. Instituto de Ecología A. C., 1990, 42 pp.

METODOS DE ENSEÑANZA:

1. **Técnicas de Exposición:** exposición con preguntas, estudios de caso.
2. **Técnicas de Demostración:** con materiales impresos con representaciones gráficas, con modelos a escala, laboratorio.
3. **Técnicas de Participación:** solución de problemas, trabajo de taller.

METODOS DE EVALUACION:

1. Participación del estudiante durante el proceso del curso.
2. Trabajos de aplicación del conocimiento.
3. Examen de conocimientos.
4. Trabajo de taller aplicando los conocimientos.
5. Prácticas de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA:

1. SANCHEZ OCHOA, Jorge, Cálculo Estructural en Acero Aplicado a la Construcción Arquitectónica, México, Ed. Trillas, 1990, 256 pp.
2. LOTHERS, John E., Cálculo Superior de Estructuras de Acero, México, Ed. C.E.C.S.A., 1964, 622 pp.
3. NACHTERGAL, Estructuras Metálicas, España, Ed. G. Gili, 1969, 824 pp.
4. PARKER, Harry, Diseño Simplificado de Armaduras de Techo para Arquitectos y Constructores, México, Ed. Limusa, 1982, 289 pp.

ANEXO IV

Asignatura: **SISTEMAS ESTRUCTURALES I**

Carrera: *Licenciatura en Arquitectura*

Semestre: *Primero*

Etapa de Formación: *Básica*

Área de Conocimiento: *Tecnología*

Carácter: *Obligatorio*

Tipo de Asignatura: *Teórica*

Modalidad: *Seminario*

Horas/Semana/Semestre: 3

Créditos: 6

Asignatura Precedente: **Ninguna**

Asignatura Subsecuente: **Sistemas estructurales II**

Objetivos pedagógicos:

El estudiante

- Comprenderá la importancia que tienen las estructuras en la composición integral arquitectónica
- Describirá la función de las estructuras y de los métodos que se emplean para su planteamiento
- Conocerá las formas estructurales empleadas eficientemente en la solución de problemas y necesidades arquitectónicas particulares, así como los materiales más adecuados para su construcción
- Conocerá las características de las acciones (cargas) estáticas y dinámicas que influyen en las estructuras y los efectos que en ellas producen

1. Arquitectura es estructura

- 1.1 Desarrollo histórico
- 1.2 Interés presente en la arquitectura
- 1.3 El arquitecto y el ingeniero
- 1.4 Composición estructural

2. Demandas sobre las estructuras

- 2.1 La finalidad de la estructura
- 2.2 Las cargas:
 - 2.2.1 Muertas (permanentes)
 - 2.2.2 Vivas (variables)
 - 2.2.3 Dinámicas (accidentales)

3. Materiales para las estructuras

- 3.1 Propiedades esenciales
- 3.2 Constantes y factores de seguridad
- 3.3 Materiales modernos

4. Requerimientos estructurales

- 4.1 Básicos
- 4.2 Equilibrio y estabilidad
- 4.3 Resistencia y deformación

- 4.4 Funcionalidad, economía y estética
- 4.5 Estructura óptima

5. Estados básicos de los esfuerzos

- 5.1 Tracción y compresión
- 5.2 Flexión
- 5.3 Fuerza cortante

6. Sistemas estructurales

- 6.1 De forma activa:
 - 6.1.1 Sistemas de cables
 - 6.1.2 Sistemas en forma de tienda
 - 6.1.3 Sistemas de arcos
- 6.2 De vector activo:
 - 6.2.1 Sistemas planos triangulados
 - 6.2.2 Sistemas de cerchas planas
 - 6.2.3 Sistemas curvos triangulados
 - 6.2.4 Sistemas de cerchas curvas
 - 6.2.5 Sistemas reticulados espaciales
- 6.3 De masa activa:
 - 6.3.1 Sistemas de vigas
 - 6.3.2 Sistemas de pórticos
 - 6.3.3 Sistemas de emparrillados
- 6.4 De superficie activa:
 - 6.4.1 Sistemas laminares plegados, prismáticos y piramidales
 - 6.4.2 Sistemas laminares de simple curvatura
 - 6.4.3 Sistemas laminares de revolución
 - 6.4.4 Sistemas laminares de doble curvatura
- 6.5 Edificios verticales
 - 6.5.1 Sistemas de transmisión para cargas gravitacionales
 - 6.5.2 Sistemas de transmisión para fuerzas horizontales
 - 6.5.3 Sistemas para planta y alzado

Bibliografía básica

- AMBROSE, J. *Building structures primer*. Wiley, 1981.
- CARDELLACH, Félix. *Filosofía de las estructuras*. Editores Técnicos Asociados, Barcelona, 1970.
- FRANCIS, A. J. *Introducción a las estructuras*. Limusa, México, 1984.
- LIN, T.Y.; S.D. Stotesbury. *Conceptos y sistemas estructurales para arquitectos e ingenieros*. Limusa, México, 1991.
- TORROJA MIRET, Eduardo. *Razón y ser de los tipos estructurales*. Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento, Madrid, 1960.

ANEXO V

FACULTAD DE ARQUITECTURA

RELACION DE ALUMNOS CON CALIFICACIONES EN ESTRUCTURAS Y/O SISTEMAS ESTRUCTURALES

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8808676-9	A. H. R.	1224	12	ESTRUCTURAS II	NA	1996	2	ORDINARIO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	NA	1997	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NP	1998	2	ORDINARIO
		1335	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES III	5	1999	1	ORDINARIO
		1335	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES III	6	1999	1	CURSO DE REGULARIZACION
		1435	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES IV	NP	1999	2	ORDINARIO
		1435	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES IV	NP	2000	1	ORDINARIO
		1435	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES IV	NP	2000	2	EXTRAORDINARIO LARGO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8827104-0	D. C. E.	1224	12	ESTRUCTURAS II	S	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NP	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NA	1997	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	6	1998	2	EXTRAORDINARIO LARGO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	NP	1997	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	8	1998	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
9112329-9	G. V. E.	1224	12	ESTRUCTURAS II	S	1997	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NP	1998	2	ORDINARIO
		1534	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES V	5	1999	1	ORDINARIO
		1534	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES V	7	1999	1	CURSO DE REGULARIZACION
		1632	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES VI	10	2000	1	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8904052-4	M. G. L. G.	1224	12	ESTRUCTURAS II	S	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	S	1996	2	ORDINARIO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

RELACION DE ALUMNOS CON CALIFICACIONES EN ESTRUCTURAS Y/O SISTEMAS ESTRUCTURALES

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
9124577-7	G. G. E. A.	1224	12	ESTRUCTURAS II	MB	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	B	1997	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	9	1998	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
9126000-8	M. D. O. G. J.	1224	12	ESTRUCTURAS II	NA	1996	2	ORDINARIO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	7	1998	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NA	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	6	1998	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
9125148-0	T. D. A. J. J.	1224	12	ESTRUCTURAS II	S	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NA	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	B	1997	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	S	1997	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8809880-7	S. G. R.	1224	12	ESTRUCTURAS II	NP	1996	2	ORDINARIO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	NP	1996	2	EXTRAORDINARIO CORTO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	MB	1997	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	MB	1996	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	NP	1997	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	NP	1997	2	EXTRAORDINARIO CORTO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	10	1998	2	ORDINARIO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

RELACION DE ALUMNOS CON CALIFICACIONES EN ESTRUCTURAS Y/O SISTEMAS ESTRUCTURALES

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8833377-1	F. ... T. ... R.	1224	12	ESTRUCTURAS II	S	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	S	1997	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	6	1998	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8825378-7	V. ... O. ... F. ... R.	1316	12	ESTRUCTURAS III	NP	1998	2	ORDINARIO
		1335	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES III	5	1999	1	ORDINARIO
		1335	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES III	5	1999	2	ORDINARIO
		1335	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES III	NP	1999	2	EXTRAORDINARIO CORTO
		1335	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES III	8	2000	1	EXTRAORDINARIO LARGO
		1435	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES IV	6	2000	1	ORDINARIO
		1534	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES V	10	2000	1	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8926109-5	A. ... C. ... M. ... A.	1224	12	ESTRUCTURAS II	NP	1996	2	ORDINARIO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	NA	1996	2	EXTRAORDINARIO CORTO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	NP	1997	2	ORDINARIO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	8	1998	2	EXTRAORDINARIO LARGO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NP	1997	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NP	1998	2	ORDINARIO
		1534	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES V	5	1999	1	ORDINARIO
		1534	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES V	8	1999	1	CURSO DE REGULARIZACION
		1632	6	SISTEMAS ESTRUCTURALES VI	10	1999	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO
9024017-1	G. ... H. ... M. ... ALUMNA DE LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL

FACULTAD DE ARQUITECTURA

RELACION DE ALUMNOS CON CALIFICACIONES EN ESTRUCTURAS Y/O SISTEMAS ESTRUCTURALES

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
9455366-6	A. ... F. ... A. ...	1224	12	ESTRUCTURAS II	NP	1996	2	ORDINARIO
		1224	12	ESTRUCTURAS II	NP	1998	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NP	1998	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
9138671-1	C. ... G. ... J. ... A.	1224	12	ESTRUCTURAS II	MB	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	S	1997	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	9	1998	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO
8910527-0	G. ... R. ... P. ... ALUMNO DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA DE PAISAJE

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
9121816-4	R. ... B. ... E. ... J.	1224	12	ESTRUCTURAS II	MB	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	S	1996	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	MB	1997	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8121616-3	U. ... P. ... F. ...	1224	12	ESTRUCTURAS II	MB	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	MB	1996	2	ORDINARIO
		1404	12	ESTRUCTURAS IV	B	1997	2	ORDINARIO

NO. DE CUENTA	ALUMNO	CVE.	CRED.	ASIGNATURA	CAL.	AÑO	SEM.	TIPO DE EXAMEN
8930198-4	O. ... M. ... L. ... A.	1224	12	ESTRUCTURAS II	B	1996	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	NA	1997	2	ORDINARIO
		1316	12	ESTRUCTURAS III	8	1998	2	ORDINARIO