

13
28/04/04



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES A R A G O N
I N G E N I E R I A

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

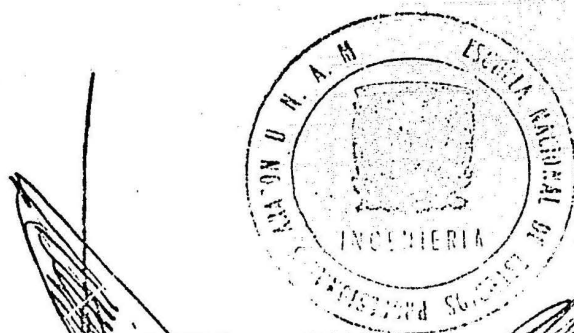
San Juan de Aragón, Edo. de Méx.,

Tesis que desarrollará el Sr.(la Srita.) BENJAMIN HERNANDEZ
GALLARDO

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

TITULO: METODO PROPUESTO PARA ESTIMAR LA SEGURIDAD ESTRUCTU-
RAL EN EDIFICIOS PUBLICOS

- CAPITULOS:
- I) GENERALIDADES
 - II) NORMAS PARA LA EVALUACION
 - III) INSTRUCTIVO DE EVALUACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL
 - IV) PROGRAMA DE COMPUTARIZACION
 - V) EJEMPLO
 - VI) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
 - VII) BIBLIOGRAFIA



ING. JUAN ANTONIO GOMEZ VELAZQUEZ
COORDINADOR DEL AREA DE INGENIERIA

C. Merrifield
ING. CLAUDIO C. MERRIFIELD
DIRECTOR DE TESIS



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

I. GENERALIDADES	
I. PROLOGO	1
2. INTRODUCCION	3
3. BASES DE LA NORMATIVIDAD	5
3.1 Bases jurídicas y administrativas	5
3.2 Bases técnicas	5
4. IDENTIFICACION Y DIAGNOSTICO DE LA PROBLEMÁTICA	7
II. NORMAS PARA LA EVALUACION	
I. CONSIDERACIONES GENERALES	8
I.1 Metodología	13
I.2 Resistencia	25
I.3 Normas para evaluar la estabilidad estructural	28
III. INSTRUCTIVO DE EVALUACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL	30
I. INSTRUCTIVO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE LA CEDULA DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL	46
IV. PROGRAMA DE COMPUTARIZACION	52
V. EJEMPLO	
I. DESCRIPCION DE LA CONSTRUCCION	54
2. CARGAS CONSIDERADAS	54
3. PREPARACION DE DATOS PARA EL ANALISIS	56
4. CEDULA DE EVALUACION	84
5. RESULTADOS	90
6. GEOMETRIA (PLANOS)	
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
VII. BIBLIOGRAFIA	98

1.- PROLOGO

En función de la creciente demanda de inmuebles para oficinas, - por parte del sector público federal y en virtud de que actualmente no existen normas de carácter técnico que permitan evaluar la seguridad de los edificios ya construídos que se le ofrecen en arrendamiento; la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas ha contemplado la necesidad de elaborar normas, que permitan determinar la conveniencia de arrendar, de una forma sintética, cuantitativa, sistemática y uniforme.

Actualmente se cuenta con una gran variedad de normas y reglamentos que se aplican a nivel general, entre ellos, están el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal, - el Código Sanitario de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y otros a nivel de dependencia, como son el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, las normas del Instituto Mexicano del Seguro Social, así como las especificaciones generales que se aplican a las edificaciones de cada dependencia.

Sin embargo, este conjunto de normas y reglamentos está dirigido, fundamentalmente, a definir las características que deberán cumplir los edificios por construirse en cuanto a: proyecto arquitectónico, diseño estructural y procedimientos constructivos; -- empero, hasta el momento no se cuenta con normas específicas que permitan evaluar los inmuebles recién construídos y los que lo fueron hace tiempo, ni verificar que se ajusten a lo que determinan los reglamentos, normas y especificaciones.

El estudio que aquí se presenta tiene como principal objetivo -- convertirse en un instrumento que permita normar los criterios de evaluación necesarios para conocer las condiciones de los edificios de oficinas que se pretendan incorporar al servicio del sector público federal, a fin de facilitar la toma de decisiones

en este sentido.

El estudio incluye por tanto un conjunto de normas apoyadas técnicamente cuya utilidad se hará sentir a corto plazo, en la mejora de las condiciones de seguridad de los edificios ya citados.

Dichas especificaciones se constituirán a mediano y largo plazos en los criterios generales que orienten la construcción de edificios para oficinas públicas, tanto los del sector público, como los de la iniciativa privada susceptibles de incorporarse al uso temporal de las dependencias federales.

2. INTRODUCCION

La necesidad de garantizar condicionantes mínimas aceptables de seguridad de los edificios de oficinas del gobierno federal, -- conduce a establecer los parámetros normativos para evaluarlas cuantitativamente.

En este estudio, se establecen los lineamientos normativos, básicos a fin de contribuir al buen funcionamiento de la actividad laboral en las oficinas del sector público federal.

La presente metodología tiene como objetivos básicos:

- 1º Iniciar un proceso de mejoramiento, a mediano y largo plazos, de las condiciones físicas de seguridad para los edificios de oficinas.
- 2º Contribuir a mejorar la construcción de edificios de oficinas del sector privado, a mediano y largo plazos.
- 3º Garantizar el cumplimiento de los reglamentos y códigos de -- construcción que operan actualmente en el Distrito Federal.

Estos tres objetivos, considerados como generales orientan el -- desarrollo del presente estudio cuyos objetivos particulares son:

- Diseñar un conjunto de normas que señalen los requerimientos -- de seguridad de los edificios de oficinas que se pretenden -- usar para el servicio de la Administración Pública en el Dis-- trito Federal.
- Elaborar una cédula para obtener información respecto a condi-- ciones de seguridad de los edificios mencionados.
- Establecer un método de evaluación computarizada de esos datos obtenidos por medio de la cédula.

El ámbito territorial de este estudio es el Distrito Federal; y a nivel jurídico administrativo, compete a las legislaciones, - normas y códigos que en él regen.

I.- GENERALIDADES

3. BASES DE LA NORMATIVIDAD

Las bases sobre las cuales se sustentan las normas de evaluación son los fundamentos de carácter jurídico, administrativo y técnico que las enmarcan.

3.1 Bases jurídicas y administrativas

El marco jurídico y administrativo en que se inscriben éstas normas, lo define el acuerdo presidencial que establece el "Programa de Integración Física de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal".

3.2 Bases técnicas

Las bases técnicas están constituidas por estudios y experiencias, por reglamentos y disposiciones técnicas legalmente establecidas, y por códigos y normas técnicas que se aplican en la práctica para el proyecto y construcción de edificios.

Dichas bases han permitido definir en cada uno de los aspectos a normar los parámetros o requerimientos mínimos que deberán calificar la seguridad y la habitabilidad de los inmuebles, ya construidos o por construirse, que se pretendan incorporar al servicio de la Administración Pública Federal.

Si se atienden los aspectos particulares de las normas se tiene que:

Las normas que analizan la estabilidad estructural surgen de una serie de estudios nacionales y del exterior, relacionados con la respuesta estructural y con base en modelos de simulación analítica empleados para estimar dicha respuesta.

Estas normas para la evaluación de la estabilidad estructural re presentan un aporte en este campo, ya que son el primer intento sistemático y cuantitativo con este fin. El procedimiento de -- evaluación para este aspecto, permite que pueda llevarse a cabo tanto en forma computarizada como manual.

4. IDENTIFICACION Y DIAGNOSTICO DE LA PROBLEMATICA

El Sector Público Federal requiere, para el desempeño de las labores que están a su cargo, un gran número de edificios que alberguen las diversas dependencias que lo integran. Debido a la centralización de la administración pública, en el Distrito Federal es donde se concentra el mayor número de actividades administrativas y, por ende, donde es más grande la demanda de edificios para oficinas.

Actualmente el sector público tiene a su servicio más de cuatrocientos inmuebles, la mayoría de los cuales son propiedad particular rentados al Gobierno Federal. Estos edificios presentan una gran variedad en cuanto a sus características físicas y muchos de ellos, no cumplen con los requisitos mínimos de seguridad y habitabilidad.

Por ello, considerando las atribuciones que se le han otorgado a la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas para actuar de manera directa en el control de los edificios para uso de la Administración Pública, es importante se inicie a corto plazo el programa de evaluación de los edificios de oficinas públicas federales que se incorporen a su servicio, y vigilar que cuenten con los mínimos requerimientos en los renglones de seguridad y habitabilidad.

II. NORMAS PARA LA EVALUACION

II. NORMAS PARA LA EVALUACION

I. CONSIDERACIONES GENERALES

La práctica profesional para evaluar la seguridad estructural de construcciones ha seguido dos corrientes principales. La que consiste en efectuar una revisión del diseño con base en el reglamento de construcciones correspondiente, y la que se base en la opinión de expertos que emiten su juicio partiendo de observaciones de los efectos del comportamiento, aplicando su experiencia profesional.

Los reglamentos tienden a producir estructuras de una seguridad adecuada, sin embargo, es conocido que un conjunto de edificios construidos por la misma comunidad y con un mismo reglamento presenta comportamientos diversos para diferentes inauables; ésto se debe principalmente a que el conocimiento es imperfecto, a que se aceptan simplificaciones con objeto de no complicar demasiado el proceso de análisis y diseño para mantenerlo en un rango de uso práctico, y a la tendencia de permitir la mayor libertad posible al proyectista con objeto de no restringir su creatividad.

Una revisión exhaustiva del cumplimiento de disposiciones reglamentarias conduce, en general, a una muy razonable aceptación de seguridad. Sin embargo, dadas las características mencionadas de los reglamentos, los resultados obtenidos no son perfectamente concluyentes, sobre todo por lo que se refiere a elementos no estructurales; asimismo, es usual que la información necesaria para la revisión no se encuentre disponible y su obtención en el sitio resulte muy complicada, por ejemplo la cuantía, colocación y detalles de armado, así como detalles de cimentación.

Por lo anterior, en general, la cantidad de trabajo y el tiempo -

necesario para realizarlo resultan considerablemente altos y por consiguiente, este proceso suele ser impráctico.

La estimación de la seguridad basada en la observación y opinión de expertos se caracteriza por la rapidez y facilidad de implementación. La precisión de la evaluación estará sujeta por un lado, a la experiencia del evaluador y por otro, a las consecuencias del comportamiento observables a simple vista, que a su vez dependen de las intensidades de las causas que las provocaron, lo que es relevante en caso de sismos. Esto conduce a que se trabaje con un grado considerable de subjetividad, dado que este procedimiento se basa en información obtenida visualmente, que en general es escasa, el juicio emitido puede contener incertidumbres considerables.

De los señalamientos anteriores surge la necesidad de proponer una metodología alternativa, que tienda a minimizar la cantidad de trabajo y el tiempo real de evaluación, así como maximizar su precisión de modo que se obtenga un balance adecuado que conduzca a un procedimiento práctico.

Resulta viable juzgar la eficiencia estructural de edificios con base en la estimación de los daños que puedan sufrir durante su vida útil.

Se sabe que los daños que sufren los materiales están directamente relacionados con las deformaciones que experimentan. Si dentro de un rango aceptable de precisión se pueden predecir, por un lado las acciones que afectarán a los edificios, y por otro la forma en que responden las estructuras ante cada posible acción, y éstas se asocian con experiencias de laboratorio que ligan deformaciones de diversos materiales con daños, se podrán estimar los que pueden experimentar las construcciones durante su vida útil, y a partir de éstos juzgar su eficiencia estructural. Hasta

la fecha, algunos investigadores han desarrollado estudios que atacan diversos problemas relacionados con este proceso (ver bibliografía) aunque en algunos puntos sería deseable que las investigaciones profundizaran más los trabajos recientes reflejan el avance actual de las técnicas de ingeniería relacionadas con el comportamiento estructural.

Es propósito de este trabajo establecer un criterio de evaluación estructural basado en los conceptos antes expresados. Se han usado los resultados de diversos estudios previos (ver bibliografía) organizándolos de tal modo que integren un procedimiento lógico. Con la conciencia de que toda metodología es perfectible, dentro de esta propuesta se contempla la autoevaluación, de modo que permita corregirse a sí misma.

La aplicación, paso a paso, de una metodología basada en los conceptos expresados implicaría una gran cantidad de trabajo en cada evaluación. Es por ello que en este documento se ha realizado un estudio paramétrico, con objeto de conservar una alta calidad en los resultados de las evaluaciones, tratando de que su implementación sea práctica. Es así que se ha generado un juego de expresiones matemáticas cuya utilización permite obtener una calificación de la seguridad. Las expresiones se presentan en términos de menor número de parámetros relacionados con el fenómeno que nos ocupa, con objeto de facilitar su aplicación y construídas a partir de los resultados de análisis dinámicos de modelos matemáticos de estructuras, realizados en este estudio con computadora.

La información básica para la aplicación de este procedimiento -- consiste en la geometría del edificio en cuestión y en las características de los materiales que lo constituyen.

La seguridad en los edificios puede estimarse con base en los datos que experimentarán, los que dependen de las solicitaciones

que afecten al inmueble y de sus propiedades mecánicas.

Es práctica común clasificar a las solicitaciones respecto al tiempo en que actúan sobre las estructuras; es así que se definen las cargas permanentes y las cargas accidentales. Dentro de las primeras se incluyen las correspondientes al peso propio de los materiales que constituyen al inmueble, y los contenidos que alberga se denominan cargas vivas. A pesar de que las cargas vivas actúan con diversas intensidades respecto al tiempo, su variación es de orden menor comparada con las accidentales, es por ello que para fines prácticos se suelen idealizar independientemente del tiempo. Para edificios en uso puede considerarse que las intensidades de trabajo correspondientes a este tipo de cargas ya han sido aplicadas, a menos que se pretenda modificar la utilización del inmueble y que implique una modificación sustancial en sus cargas vivas. Por ello, puede aceptarse que si en una inspección general no se observan daños, se concluye que no existe evidencia de mal comportamiento respecto a cargas permanentes.

Las cargas accidentales se caracterizan por su amplia variabilidad en el tiempo; resultan relevantes en la zona metropolitana de la ciudad de México las correspondientes a sismos, y difieren sustancialmente de las cargas permanentes por tener una componente horizontal. Por lo antes mencionado, la metodología aquí propuesta hace énfasis en la estimación de los daños que puedan esperarse ante cargas sísmicas. Por lo que se refiere a las propiedades mecánicas de edificios, las que determinan el comportamiento estructural son magnitudes y distribuciones especiales de masas, rigideces y resistencias dentro del inmueble.

El propósito de este trabajo es implementar una metodología que permita estimar el comportamiento estructural y proveer de herramientas que faciliten su aplicación, para lo cual se incluyen tablas y expresiones matemáticas, así como las indicaciones para su

uso. En términos generales el procedimiento implica los siguientes puntos:

- Identificación del sitio donde se localiza el inmueble, determinando el tipo de subsuelo y la actividad sísmica.

- Determinación de la geometría y tipos de materiales que constituyen al edificio.

Estas definen las propiedades que condicionan su comportamiento.

- Utilización de las expresiones para estimar la respuesta estructural en términos de parámetros relacionados con deformaciones.

Se construyeron con base en análisis estructurales con computadora.

- Estimación de resistencias.

- Utilización de las expresiones que califican el comportamiento estructural, usando como entrada el parámetro relacionado con deformaciones, así como las resistencias estimadas.

Estos fueron construidos a partir de idealizaciones del comportamiento de deformación y daños, que a su vez se basan en pruebas de laboratorio de materiales.

En los siguientes incisos se expone la metodología en términos generales y se trata con algunos puntos específicos de ella.

1.1. METODOLOGIA

La metodología consiste en estimar la respuesta dinámica de estructuras con base en la determinación de sus distribuciones de masas y rigideces y de las sollicitaciones de diseño. Una vez estimada la respuesta se utiliza la escala de evaluación, que se define de acuerdo a daños esperados y a su vez se ha construido con base en relaciones entre deformaciones, resistencia y daños, obtenidos a partir de experiencias de laboratorio para diversos materiales.

Los pasos correspondientes para la aplicación de esta metodología son los siguientes:

1. Definir la ubicación del inmueble y determinar su zona de acuerdo a la figura 1, lo que implica establecer sollicitaciones de diseño.
2. Determinar la geometría y tipos de materiales. Si se cuenta con planos se partirá de ellos y bastará con efectuar una inspección al inmueble para constatar la coincidencia entre lo construido y lo proyectado. De lo contrario será necesario efectuar un levantamiento para elaborar croquis que incluyan elementos estructurales y muros en cada planta diferente.
3. Calcular la masa de cada nivel.
4. Con base en la geometría y tipos de materiales del inmueble se calcula la rigidez lateral de cada línea en planta, y con base en éstas, las rigideces y excentricidades del entrepiso.
5. Identificar el tipo de distribución de masas y rigideces con la altura según los casos correspondientes a las tablas y expresiones de respuesta.
6. Utilizar las expresiones correspondientes para obtener el parámetro que define la respuesta en términos de deformaciones.

En caso de no obtener una coincidencia perfecta con los tipos

respondientes a las expresiones, el parámetro se obtendrá por interpolación.

7. Estimar las resistencias.

8. Utilizar las expresiones que estiman los daños promedio para estructuras y elementos no estructurales.

9. Utilizar la escala de calificación de la seguridad.

Las solicitudes y regionalización a que se refiere el punto I se tomarán del reglamento de construcciones del DDF.

Para facilitar la aplicación de los puntos 2 y 3 se proporcionan tablas que fueron obtenidas de diversos autores.

En la estimación de las rigideces a que se refiere el punto 4 se sugiere la aplicación de las siguientes expresiones.

En marcos

para el primer entrepiso:

Con columnas empotradas a la cimentación,

$$R_1 = \frac{48E}{h_1 \left(\frac{4h_1}{\sum K_{c1}} - \frac{h_1+h_2}{\sum K_{t1} + \frac{\sum K_{c1}}{12}} \right)}$$

Con columnas articuladas a la cimentación,

$$R_1 = \frac{24E}{h_1 \left(\frac{8h_1}{\sum K_{c1}} + \frac{2h_1+h_2}{2K_{t1}} \right)}$$

para el segundo entrepiso:

Con columnas empotradas a la cimentación,

$$R_2 = \frac{48E}{h_2 \left(\frac{4h_2}{\sum K_{c2}} + \frac{h_1+h_2}{\sum K_{t1} + \frac{\sum K_{c1}}{12}} + \frac{h_2+h_3}{\sum K_{t2}} \right)}$$

Con columnas articuladas a la cimentación ,

$$R_2 = \frac{48 E}{h_2 \left(\frac{4 h_2}{\sum K_{c2}} + \frac{h_2 + h_3}{\sum K_{t2}} + \frac{2 h_1 + h_2}{\sum K_1} \right)}$$

Para entrepisos intermedios

$$R_n = \frac{48 E}{h_n \left(\frac{4 h_n}{\sum K_{cn}} + \frac{h_n + h_o}{\sum K_{tn}} + \frac{h_n + h_m}{\sum K_{tm}} \right)}$$

en donde,

R_n = Rigidez del entrepiso en cuestión

k_{tn} = Rigidez (1/L) de las trabes del nivel sobre el entrepiso "n"

k_c = Rigidez (1/L) de las columnas

m, n, o = Indices que identifiquen tres niveles consecutivos de abajo hacia arriba.

h_n = Altura del entrepiso "n"

E = Módulo de rigidez en flexión.

En muros.

$k = GeL/h$

en donde,

L = Rigidez del muro

G = Módulo de rigidez al cortante

e = Espesor del muro

L = Longitud del muro

h = Altura del muro

La identificación del tipo de distribución de masas y rigideces a que se refiere el punto 5 se deberá efectuar de acuerdo a los ti-

pas correspondientes a los casos de respuesta anexos.

En la utilización de las expresiones de respuesta, el parámetro de entrada es la relación entre la rigidez lateral y la masa del primer piso.

En la evaluación se deberá aplicar la metodología para dos direcciones ortogonales entre sí. La distribución de rigideces, y por consiguiente las tablas correspondientes, pueden diferir de una dirección a otra para un mismo inmueble.

El vector que se obtiene del uso de expresiones y tablas, y que está relacionado con la respuesta, deberá modificarse por torsión, para lo cual también se proporcionan expresiones en las cuales el parámetro de entrada es la excentricidad estática.

La estimación de resistencias, en general, resulta compleja y dependerá de la información disponible; por ello se incluye un capítulo especial más adelante en este trabajo.

Los pasos 8 y 9 consisten simplemente en el uso de las expresiones correspondientes.

En los incisos siguientes se describen algunos aspectos relevantes relacionados con la construcción de las ayudas aquí proporcionadas para aplicar la metodología.

RESPUESTA ESTRUCTURAL

Para construir ayudas que simplifiquen la metodología de evaluación permitiendo que sea aplicable desde el punto de vista práctico, se realizó un estudio paramétrico. Consistió en un análisis de respuesta estructural dinámica por medio de computadora. Los modelos estructurales analizados se seleccionaron de modo que

cubran un amplio rango de tipos de estructuras, congruentes con las propiedades usuales en edificios.

Por lo que se refiere a la respuesta lineal exclusivamente lateral, la experiencia indica que está condicionada por la magnitud y variación de rigideces y de masas respecto a los entrepisos, es decir, con la altura. Por otro lado, es conocido que los períodos fundamentales de vibración en estructuras típicas de edificios son inferiores a 4 seg. A su vez, otra variable que determina la respuesta ésta, es el número de grados de libertad que, en los modelos aquí analizados, corresponden al número de niveles.

Los análisis efectuados corresponden a modelos de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15 y 20 grados de libertad y dado que la respuesta de modelos de un grado de libertad se obtiene directamente de espectros, las expresiones obtenidas se basan en estructuras de esos números de niveles. Las variaciones de masas y rigideces con la altura aquí estudiadas son diez y se indican en los croquis de las expresiones correspondientes. Los períodos fundamentales de ubicación de los modelos asociados a cada una de las expresiones son 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5 y 4 segundo y el número de respuestas dinámicas obtenido fue superior a 300.

Los resultados de los análisis dinámicos fueron estudiados con objeto de observar las tendencias que presentan, para finalmente obtener las expresiones que permitan definir la respuesta estructural en términos del menor número de parámetros, y simplificar su uso. Se observa que para una distribución dada de rigideces y de masas y un número fijo de grados de libertad, la respuesta en términos de deformaciones es proporcionar a la relación entre rigideces y masas de cada entrepiso, o sea, que el incremento de deformación para todos los entrepisos es el mismo y sólo depende de la relación K/M de cualquier entrepiso; es decir que, si se cuenta con la configuración deformada para un cierto período fundamental

definido por K/W y los incrementos de deformación correspondiente a diversas relaciones entre masas y rigideces, se puede obtener la respuesta de cualquier estructura que cumpla con la distribución de masas y rigideces, así como el número de grados de libertad correspondiente.

Esto permitió construir las tablas y expresiones mencionadas y el parámetro de entrada es la relación K/W del entrepiso inferior.

Para incluir la influencia de torsiones en la respuesta se hace uso de los estudios de la referencia bibliográfica 2, que permiten establecer las modificaciones en el comportamiento dinámico en función de excentricidades estáticas. Las ayudas aquí proporcionadas permiten estimar la respuesta de manera muy simple, comparada con un análisis convencional e incluye los aspectos considerados en un estudio formal. Sin embargo, dado que el interés de este estudio es calificar la seguridad estructural de edificios, la respuesta total se usa implícitamente para combinarla con las relaciones deformación-daño y aquí sólo se usa explícitamente un vector de deformaciones angulares relacionado con la configuración espacial deformada de todo el inmueble, con objeto de facilitar los pasos de evaluación.

Relaciones daño-deformación

A falta de suficiente información directa respecto a costos de daños causados por sismos, en este trabajo los daños sufridos por un edificio se cuantifican en función de las deformaciones predichas en sus entrepisos. Estos se estiman en dos partes: una correspondiente a la estructura y la otra a los acabados.

Las relaciones daño-deformación se basan en las consideraciones de la referencia 3 y se expresan de la siguiente manera:

a) marcos estructurales

Se ajusta una parábola desde la deformación a partir de la cual se inician los daños,

hasta aquella para la cual se supone la pérdida total del entrepiso.

Las deformaciones angulares límite γ_0 y γ_1 se hacen depender de la deformación característica γ_y , o de cedencia (aquella a la que corresponde una reducción brusca de la rigidez en la curva carga-deformación al primer ciclo de carga), y de la ductibilidad máxima que es capaz de desarrollar el entrepiso.

Aquí,

γ = deformación angular del entrepiso (deformación lateral entre altura).

γ_0 = deformación angular a partir de la cual ocurren daños.

γ_1 = deformación angular para la cual el daño es total.

D = daños del entrepiso, expresados en fracción de su costo inicial.

Los valores de γ_0 y γ_1 se obtienen con las expresiones siguientes:

$$\gamma_0 = k \alpha \gamma_y$$

$$\gamma_1 = \alpha \gamma_y$$

La relación ilustrada en la figura I se escribe:

$$D = 0 \quad \text{para } \gamma \leq \gamma_0$$

$$D = \frac{\{\gamma - k \alpha \gamma_y\}^2}{\{[1-k]^2 \alpha^2 \gamma_y^2\}} \quad \gamma_0 < \gamma \leq \gamma_1$$

$$D = 1 \quad \gamma_1 < \gamma$$

Los parámetros $k\alpha$ y γ_y deben determinarse experimentalmente para diversos tipos de estructuras.

Para estructuraciones usuales en la ciudad de México se consideran adecuados los siguientes valores: $k = 0.65$, $\alpha = 4$, y γ_y se

estiman a partir de la capacidad lateral de fluencia V_y , y la rigidez lateral de entrepiso K_y , y la altura del mismo.

b) Acabados

Se adopta la relación definida por las expresiones siguientes:

$$D = 0 \quad \text{para } \gamma \leq \gamma_0$$

$$D = (\gamma - \gamma_0) / (\gamma_1 - \gamma_0) \quad \gamma_0 < \gamma \leq \gamma_1$$

$$D = 1 \quad \gamma_1 < \gamma$$

Las literales tienen el mismo significado que en el caso de marcos estructurales. Se considera que para los tipos de construcción usuales en la ciudad de México son aceptables los siguientes valores para las deformaciones angulares límite:

$$\gamma_0 = 0.004; \quad \gamma_1 = 0.009$$

Para fines de estimación de daños en las construcciones se considera que los acabados constituyen el 67% del valor total del edificio, y la estructura el 33 restante, (ver bibliografía referencia 19).

En este escrito se denominan acabados todos los componentes del edificio que no forman parte de la estructura. Su comportamiento daño-deformación es muy diverso debido a los diferentes tipos de materiales empleados en su construcción.

Aquí se consideró, por simplicidad, una relación lineal y valores

de γ_0 y γ_1 seleccionados con base en pruebas de laboratorios de diferentes materiales; estos valores corresponden a estimaciones de su magnitud media, incrementada para tomar en cuenta las holguras entre estructura y acabados.

Para las estructuras se consideró que los daños son totales cuando se desarrolla la deformación $\gamma_1 = \alpha \gamma_y$; esta hipótesis parece conservadora si se observa el comportamiento de estructuras reales y se cuantifican el porcentaje de daños para cada estructura después de un sismo; sin embargo, los costos de reparación en general son mayores que los de construcción, ya que resulta más costoso restituir un elemento de un edificio terminado que construirlo inicialmente, aún a precios constantes. Del comportamiento de estructuras reales, se ha observado que los daños son apreciables a partir de deformaciones mayores a las de fluencia, es por ello que aquí se usó un valor de γ_0 igual a 65 % de la deformación teórica máxima que es capaz de desarrollar cada entrepiso de la estructura, esto es $k = 0.65$.

La variación parabólica se seleccionó con base en pruebas de laboratorio, considerando que describe razonablemente el comportamiento.

Relaciones daño-frecuencia

La frecuencia con que se producen los daños sísmicos de una magnitud dada en una construcción específica, es igual a la de los temblores con intensidades tales que originan dichos daños.

Por consiguiente, si se conoce la sismicidad de un sitio, expresada en términos de intensidad y frecuencia y los costos de daños asociados a cada intensidad, se puede establecer directamente la tasa de excedencia de diversos valores del daño.

La figura 2 muestra de manera esquemática el tipo de curvas que se obtienen.

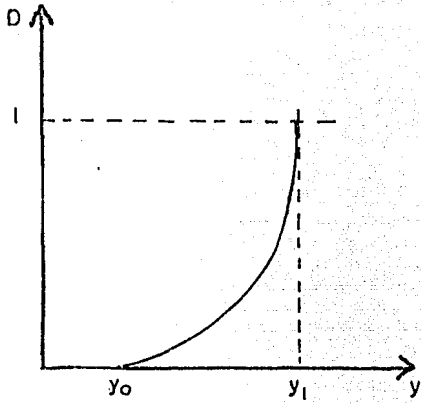
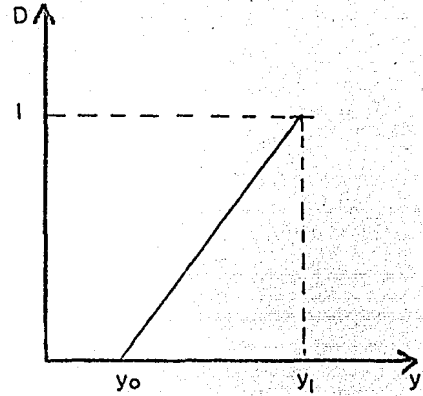


Fig.1 Relación daño- deformación en estructuras formadas por marcos



Relación daño- deformación de acabados .

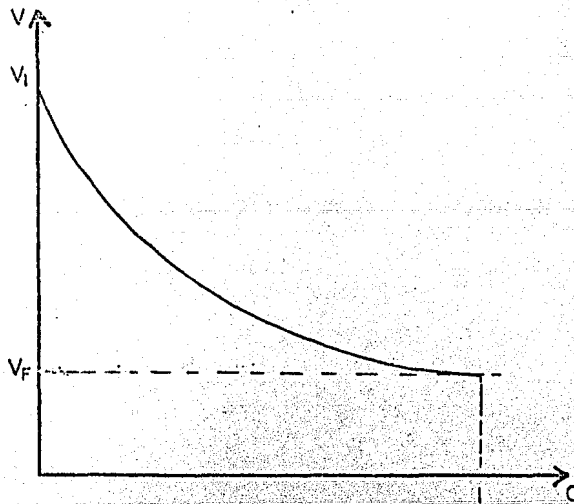


Fig.2 Curva típica costo de daño-frecuencia

aquí ν_1 representa la tasa media de excedencia de intensidades mayores que la mínima para que se produzca algún daño y ν_F es la tasa de pérdidas totales.

En este estudio se establecen las relaciones correspondientes a los diferentes tipos de estructuras. Esto se logra ajustando cada curva a varios puntos cuyas abscisas c se obtienen a través de las respuestas dinámicas aquí calculadas y las relaciones daño-deformación. Las ordenadas ν son los recíprocos de los períodos de recurrencia para los que se obtuvo la respuesta correspondiente.

Esperanza del costo de daños en la unidad de tiempo.

Sea $f_c(\cdot)$ la densidad de probabilidades del costo de daños en un evento cualquiera con intensidad mayor o igual que y_0 , tal que la probabilidad de daños para intensidades menores es nula o despreciable. Sea ν_0 la tasa de ocurrencia de los sismos que producen intensidades mayores o iguales a y_0 .

El número medio de temblores que producen daño en el intervalo $(c, c + dc)$ en la unidad de tiempo es $-d\nu(c)$ (el signo menos obedece a la forma decreciente de ν con c), y es también igual a ν_0 multiplicado por la probabilidad de que el daño esté comprendido en el intervalo citado; es decir,

$$-d\nu(c) = \nu_0 f_c(c) dc$$

en donde,

$$f_c(c) dc = -1/\nu_0 d\nu(c)$$

La esperanza del costo de daños en evento cualquiera está dada por,

$$E = \int_0^{\infty} c f_c(c) dc = -[1/\nu_0] \int_0^{\infty} \nu_0 c d\nu(c) = [1/\nu_0] \int_0^{\infty} c d\nu(c)$$

y la esperanza del costo por unidad de tiempo C_0 , es igual a la esperanza del costo de daños en un evento cualquiera multipli-

cada por V_0 el número medio de temblores capaces de producir algún daño en la unidad de tiempo.

$$C_0 = \int_0^{V_0} c dV(c)$$

Es decir, C_0 es igual al área bajo la curva costo frecuencia. En este caso se obtuvieron los valores, D , correspondientes a una estimación de los daños a raíz de un evento de diseño y a partir de éstos se estableció una escala de calificación en función de los daños esperados.

1.2 RESISTENCIA

El número de variables que intervienen en la cuantificación de resistencias es grande y la evaluación de cada una de ellas es usualmente complicada, por tanto, la verificación de resistencias para un edificio en uso es un problema sumamente complejo.

Los procedimientos actualmente disponibles se pueden clasificar en dos grupos: destructivos y no destructivos. El primer grupo implica la extracción de muestras y pruebas de ellas en laboratorio especializado, lo que representa un alto costo y un lapso considerable para evaluar; tomando en cuenta exclusivamente estas características se concluye que el procedimiento es impráctico. Las pruebas no destructivas requieren aparatos con un grado considerable de sofisticación (ultrasónicos, rayos X, rayos); su confiabilidad es dudosa y necesitan personal especializado, por lo que su empleo ha sido sumamente limitado y se ha juzgado impráctico.

Por lo anterior, se considera que los procedimientos disponibles para verificar resistencias mediante mediciones in situ son, en el presente, inadecuados para resolver el problema que nos ocupa, y surge la necesidad de proponer métodos indirectos que permitan estimar la resistencia de manera simple y expedita, con la conciencia de aceptar alguna incertidumbre.

Se prevén dos posibles situaciones: disponibilidad de información de proyecto y construcción y carencia de ella.

En caso de contar con planos estructurales, descripción del proceso de cálculo y bitácora, es natural que se use toda la información disponible para estimar resistencias. El proceso de revisión puede ser tan detallado como lo permitan las necesidades,

donde es relevante la urgencia de obtención de resultados. Aquí se propone que se estimen las resistencias de algunos cortantes de entrepiso y se comparen con los requeridos en especificaciones reglamentarias.

De ahí puede generarse una escala que apoye la calificación de la seguridad.

Si se carece de información de proyectos la resistencia puede estimarse gruesamente, a partir de la historia del comportamiento del inmueble. Es decir, con base en la edad y la historia sísmica de la zona en cuestión pueden estimarse las intensidades de cargas que ha sufrido el edificio y por otro lado, recabar el grado de daño correspondiente a cada evento, comparando esta información con intensidades congruentes con disposiciones reglamentarias, se puede generar una escala de calificación. Con estas bases se han generado ayudas para la evaluación de la seguridad, como complemento a la metodología propuesta.

Limitaciones de la Metodología

Los modelos estructurales, que fueron analizados con computadoras y a partir de los cuales se crearon las tablas que permiten obtener respuestas, pertenecen a una familia de estructuras con propiedades comunes. Esto conduce a que las aplicaciones de las ayudas proporcionadas queden acotadas.

Las características estructurales son:

Edificaciones en las que las deformaciones laterales se generen fundamentalmente por cortante. Es decir, cuyo comportamiento sea del tipo llamado del marco cortante.

Estructuras cuyos sistemas de piso o techo trabajen como diafragmas rígidos, en los que las deformaciones de los sistemas de piso

- No se considerarán aceptables los edificios que presenten los siguientes defectos de estructuración:

Columnas cortas y trabes principales que no formen nodo con columna.

- La evaluación de la eficiencia estructural de edificios se basará en la estimación de los daños que puedan sufrir durante su vida útil.

- El procedimiento de evaluación consistirá en estimar la respuesta dinámica estructural con base en la determinación de sus distribuciones de masas y rigideces, y de las sollicitaciones de diseño.

Estimada la respuesta, se utilizará la escala de evaluación que es definida de acuerdo a daños esperados, la que se ha construido con base en relaciones entre deformaciones, resistencia y daños.

en su plano son despreciables.

Se excluyen estructuraciones que presenten columnas del tipo conocido como columnas cortas, y aquellas que contengan travesaños principales que no formen nodo con las columnas.

1.3 NORMAS PARA EVALUAR LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL.

- De todos los edificios de oficinas susceptibles de ser rentados por el sector público federal se requerirán los siguientes documentos:

- Plano estructurales completos
- Memoria de cálculo
- Estudio de mecánica de suelos
- Licencia de construcción
- Bitácora de obra
- Control de calidad de la obra

- Todos los proyectos de edificios de oficinas que vayan a ser -
construidos por el sector público federal en el Distrito Federal,
deberán cumplir lo que estipula el reglamento del DDF y sus nor-
mas técnicas complementarias.

- Los proyectos de edificios de oficinas deberán contar con la -
siguiente documentación:

- Estudio de mecánica de suelos
- Planos estructurales completos y det allados
- Cimentación
- Plantas de cada nivel o planta tipo
- Plantas de azotea
- Detalles de armados en zonas importantes
- Detalles de recubrimientos en estructuras de acero
- Detalles de soldura o uniones en elementos impor--
tantes, en estructuras de acero
- Detalles de cimentación
- Cálculo estructural detallado

- No se considerarán aceptables los edificios cuyos entrepisos
estén construidos con elementos aligerantes, tales como bovedilla
de asbesto, sonovoid, bloques de poliuretano, etc.

III. INSTRUCTIVO DE EVALUACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

III. INSTRUCTIVO DE EVALUACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

El proceso de evaluación consiste en aplicar los siguientes pasos, en los que las unidades serán toneladas y centímetros.

- 1^o Estimación de la rigidez lateral global y de la excentricidad estática de cada entrepiso en dos direcciones ortogonales entre sí.

Para ello se deberá contar con un croquis de cada una de las plantas diferentes del edificio y la ubicación respecto a la altura. En ellas se señalarán las líneas de rigidez (marcos y muros que puedan influir en la rigidez y su valor correspondiente, estimado con las expresiones de Wilbur). Asimismo, se determinarán las excentricidades estáticas en dos direcciones ortogonales entre sí, con base en las rigideces y mediante los momentos estáticos de ellas.

- 2^o Estimación del peso de cada una de las plantas diferentes, y de su masa, al dividirlo entre la constante gravitacional = 981.

- 3^o Selección del tipo de distribución de la relación, rigidez entre masa, con la altura.

Tipo 1



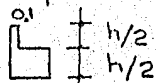
Tipo 2



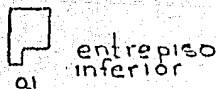
Tipo 3



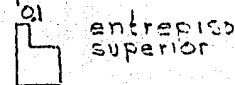
Tipo 4



Tipo 5



Tipo 6



- 4^o Uso de las tablas No. 1 a la No. 6 para obtener un vector básico de deformaciones que depende del tipo de distribución a que se refiere el punto 3^o del número de niveles.

Para casos prácticos que no coincidan con los tipos disponibles se usará interpolación.

- 5^o Estimación del período fundamental usando la expresión,

$$T = C_T / \sqrt{K_1/M}$$

donde K_1/M es la relación entre la rigidez global y la masa del primer nivel y C_T se obtiene de la tabla No. 7. Como el punto anterior, la selección de C_T depende del tipo de distribución y del número de niveles; existiendo la posibilidad de interpolación.

- 6^o Factor de período fundamental. Aplicar la expresión,

$$C_1 = -0.07187 T^3 + 1.2843 T^2 - .02662 T + 0.015$$

en donde, T = período, estimado según el punto 5^o.

- 7^o Factor de excentricidad. Aplicar, para cada planta, la expresión,

$$C_{2i} = 1 + \frac{0.35 e L K_i}{\sum_{i=1}^n d_i^2 k_i}$$

en donde,

K = Rigidez global de entrepiso

e = Excentricidad congruente con la dirección analizada

L = Máxima dimensión de la planta perpendicular a la dirección analizada.

K_i = Rigidez correspondiente a la línea de rigidez i -ésima

d_i = Distancia de la línea de rigidez i -ésima al centro de torsión.

n = Número de niveles.

Aquí se obtendrán tantos valores de C_2 como entrepisos tenga el inmueble; de éstos se seleccionará el mayor.

8^o Seleccionar el factor de zona C_3 , en función de la zonificación del subsuelo en el D.F. lámina No. 8.

Zona 1

$$C_3 = \frac{0.03 + 0.433 T}{0.06 + 0.225 T} \quad \text{para } 0 \leq T \leq 0.3 \text{ seg.}$$

$$C_3 = \frac{0.16}{0.06 + 0.225 T} \quad \text{para } 0.3 \leq T \leq 0.8 \text{ seg.}$$

$$C_3 = \frac{0.596}{T} \quad \text{Para } 0.8 \leq T \leq 3 \text{ seg.}$$

Zona 2

$$C_3 = \frac{0.045 + 0.310 T}{0.06 + 0.225 T} \quad \text{para } 0 \leq T \leq 0.5 \text{ seg.}$$

$$C_3 = \frac{0.20}{0.06 + 0.225 T} \quad \text{para } 0.5 \leq T \leq 0.8 \text{ seg.}$$

$$C_3 = 8.33 \quad \text{para } 0.8 \leq T \leq 2.0 \text{ seg.}$$

$$C_3 = \frac{1.32}{3 T^2} \quad \text{para } 2 \leq T \leq 3 \text{ seg.}$$

Zona 3

$$C_3 = 1 \quad \text{para } 0 \leq T \leq 3 \text{ seg.}$$

9^o. Multiplicar el mayor valor de C_2 por C_3 y por C_1 y el resultado por cada uno de los elementos del vector básico del punto 4^o con lo cual se obtendrá un vector cuyos elementos serán estimaciones de las deformaciones laterales de entrepiso, y para obtener las, γ , bastará con dividir los entre las alturas de entrepiso correspondientes,

10^o Estimación de γ_y para cada entrepiso.

En caso de contar con planos y memoria de cálculo detallado,

$$\gamma_y = \frac{V_y}{Kh}$$

en donde,

V_y = Cortante resistente global de entrepiso (la contribución de todos los marcos)

K = Rigidez global de entrepiso

h = Altura de entrepiso

un procedimiento para estimar γ_y puede ser el siguiente,

en caso de uno contar con planos y memoria de cálculo detallado.

Seleccionar dos marcos, uno de extremo en planta y otro a la cuarta parte de ésta. Para cada uno aplicar los siguientes puntos y obtener el \bar{Y} y promedio para cada entrepiso.

- a) Estimar los momentos negativos causados por carga gravitacional cercanos a los nudos, M_G .
- b) Estimar los momentos negativos resistentes de vigas en secciones cercanas a los nudos con la expresión

$$M_u = 0.73 A_s f_y h$$

en donde,

A_s = Area de acero en el lecho superior

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

h = Peralte de la viga

- c) Obtener los momentos sísmicos resistentes mediante las restas

$$M_s = M_u - M_G$$

- d) Sumar todos los M_s de secciones a la derecha de los nudos y por otro lado los de las secciones de izquierda y seleccionar la suma menor. En casos prácticos es usual predecir cual es la menor suma.

- e) Obtener

$$\bar{Y}_y = 4 \sum M / (K h^2) \quad (\text{para el último entrepiso})$$

$$\gamma_y = 2 \sum M / (Kh^2) \quad (\text{para entrepisos intermedios})$$

Si no se cuenta con planos y el inmueble fue construido antes del año 1978:

El edificio nunca se ha reparado a raíz de un sismo. Se observará la estructura, con especial atención en las zonas cercanas a los nudos.

Si no se aprecia fisuramiento

$$\gamma_y = \gamma / 3$$

Si se observan daños considerables que impliquen inseguridad en la estructura.

$$\gamma_y = \gamma / 5$$

Si el espesor de las figuras es mínimo es decir, que no exista separación entre los planos de fisura.

$$\gamma_y = \gamma / 3.5$$

Si la estructura ha sido reparada a raíz de eventos sísmicos

$$\gamma_y = \gamma / 5$$

11^o Estimación de daños en muros

Para cada entrepiso, aplicar la expresión

$$D_m = 0 \quad \text{para } \gamma \leq 0.004$$

$$D_m = 200\gamma - 0.8 \quad \text{para } 0.004 < \gamma < 0.009$$

$$D_m = 1 \quad \text{para} \quad .009 \leq \gamma$$

en donde, los γ son obtenidos en el punto 9^o.

Una vez obtenido el D para cada entrepiso, obtener el D - promedio que será un estimador de los daños en muros para todo el inmueble.

12^o Estimación de daños en estructura para cada entrepiso, aplicar la expresión,

$$D_e = 0 \quad \text{para} \quad \gamma \leq 2.6 \gamma_y$$

$$D_e = (\gamma - 2.6 \gamma_y)^2 / (1.96 \gamma_y^2) \quad \text{para} \quad 2.6 \gamma_y < \gamma \leq 4 \gamma_y$$

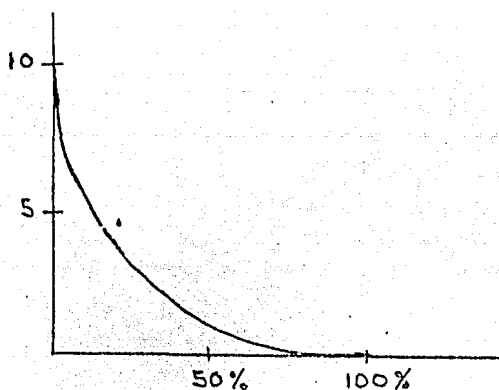
$$D_e = 1 \quad \text{para} \quad 4 \gamma_y < \gamma$$

en donde, las γ_y , son obtenidas en el punto 10^o. Como en el caso anterior, el D_e promedio obtenido será un estimador de los daños promedio en la estructura.

Nota:

Si en un entrepiso dado se obtiene un γ mayor que $8 \gamma_y$ considérese que en él y en todos los pisos superiores D_e y D_m son iguales a 1.

13^o Con los valores D_m y D_e promedio úsese la escala de evaluación.



$$V = 100 - 255D^3 + 500D^3 - 348D$$

Se sugiere rechazar inmuebles cuyo V correspondiente a la estructura sea menor que 20 y en los cuales los muros tengan función de divisorios, éstos distribuidos de manera que en caso de falla causen pánico en los ocupantes y la V correspondiente a muros sea menor que 16.

14^o Para evaluar la documentación con la que debe contar el inmueble y los aspectos referentes a elementos aligerantes y defectos de construcción, se ha dado el valor de 3 puntos a cada aspecto cuando la respuesta es la correcta.

La máxima calificación que puede obtener el inmueble en estos aspectos es 24 puntos que corresponde a 10 de calificación, cuando el número de puntos sea menor. Se obtendrá el porcentaje que representa de 10 para saber su calificación.

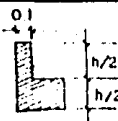
VECTORES BASICOS

CASO I: 

NUMERO DE NIVEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20																				.01555
19																			.04749	.09062
18																		.04942	.09216	.1319
17																	.06123	.1053	.1417	.1781
16																.07016	.1292	.1605	.1945	.2201
15															.07951	.1323	.1673	.1993	.2300	.2606
14														.09320	.1577	.1991	.2311	.2562	.2778	.2994
13													.1068	.1791	.2336	.2732	.2805	.3026	.3195	.3361
12												.1205	.2186	.2692	.3066	.3203	.3453	.3710	.3714	.3713
11											.1565	.2587	.3152	.3496	.3761	.3824	.3811	.3905	.3973	.4041
10										.1274	.2857	.3513	.3943	.4236	.4415	.4532	.4505	.4432	.4390	.4347
9									.2135	.3391	.4013	.4482	.4782	.4817	.5023	.5017	.4992	.4816	.4722	.4623
8								.2617	.4012	.4965	.5303	.5436	.5510	.5562	.5580	.5377	.5295	.5095	.4988	.4882
7							.3349	.5113	.5971	.6419	.6432	.6381	.6302	.6212	.6082	.5738	.5633	.5372	.5241	.5109
6						.4434	.6905	.7407	.7802	.7726	.7404	.7152	.6891	.6635	.6524	.6212	.5853	.5637	.5472	.5307
5					.6141	.9542	.9344	.9410	.9300	.8864	.8592	.8024	.7636	.7167	.6901	.6552	.6331	.6026	.5751	.5175
4				.9043	1.168	1.212	1.177	1.116	1.049	.9812	.9263	.8605	.8053	.7603	.7211	.6784	.6512	.6173	.5893	.5612
3			1.455	1.684	1.624	1.500	1.370	1.251	1.114	1.055	.9746	.9032	.8321	.7884	.7448	.6945	.6685	.6212	.5964	.5716
2		2.670	2.590	2.261	1.953	1.704	1.505	1.345	1.203	1.106	1.007	.9301	.8623	.8072	.7610	.7183	.6773	.6356	.5997	.5787
1		4.310	3.243	2.574	2.128	1.812	1.576	1.394	1.226	1.132	1.032	.9352	.8664	.8105	.7691	.7192	.6781	.6365	.6105	.5872

V E C T O R E S B A S I C O S

CASO 4:

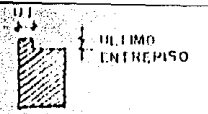


NUMERO DE NIVS. NIVEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20																				.1608
19																				.3147
18																		.1910		.4581
17																		.3572		.5892
16																.2275		.5356		.7077
15																.4285		.6573		.8135
14														.2962		.5853		.7882		.9060
13														.5588		.7721		.9005		.9838
12												.4356		.6772		.9212		.9983		1.045
11												.7673		1.005		1.032		1.060		1.089
10										.6253		1.079		1.175		1.163		1.143		.1112
9									1.038		1.307		1.298		1.268			.1251		.1133
8								.8482	1.443		1.548		1.462		.1283			.1219		.1156
7								1.555	1.835		1.736		.1379		.1332			.1254		.1176
6						1.366		2.106	2.791		.1680		.1416		.1359			.1276		.1194
5						2.422		2.464	.2003		.1728		.1453		.1384			.1297		.1210
4				2.514		3.104		.2582	.2060		.1776		.1491		.1405			.1314		.1223
3				4.151		.3289		.2685	.2117		.1823		.1528		.1421			.1328		.1234
2		5.853		.4493		.3440		.2763	.2173		.1896		.1565		.1433			.1337		.1244
1				.477		.3528		.2807	.2230		.1721		.1603		.1438			.1341		.1244

NUMERO DE NIVS NIVEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
20																				.02116	
19																			.02225	.04224	
18																		.02504	.04751	.06317	
17																		.02596	.05063	.07033	.09300
16																.02802	.05300	.07421	.09225	.1043	
15															.03106	.05643	.07921	.09943	.1043	.1245	
14														.03375	.06197	.08442	.1058	.1228	.1352	.1442	
13													.03585	.06451	.09256	.1151	.1327	.1452	.1557	.1631	
12												.03950	.06983	.09803	.1227	.1416	.1559	.1678	.1763	.1822	
11										.04412	.07915	.1116	.1358	.1523	.1664	.1778	.1874	.1947	.2004	.2004	
10									.05147	.07002	.1237	.1492	.1677	.1811	.1908	.1997	.2076	.2136	.2180	.2180	
9								.05812	.1025	.1401	.1688	.1893	.2013	.2091	.2180	.2219	.2277	.2318	.2349	.2349	
8							.06696	.1158	.1527	.1832	.2050	.2217	.2307	.2363	.2407	.2440	.2467	.2486	.2512	.2512	
7						.07805	.1332	.1723	.2017	.2215	.2392	.2508	.2578	.2622	.2643	.2663	.2681	.2675	.2667	.2667	
6					.09284	.1551	.1980	.2275	.2491	.2643	.2752	.2826	.2863	.2870	.2862	.2855	.2842	.2830	.2814	.2814	
5				.1135	.1843	.2303	.2608	.2809	.2946	.3026	.3065	.3092	.3103	.3105	.3097	.3074	.3039	.2995	.2953	.2953	
4			.1445	.2250	.2731	.3027	.3209	.3303	.3378	.3374	.3376	.3361	.3348	.3327	.3283	.3237	.3178	.3124	.3033	.3033	
3		.1959	.2857	.3324	.3579	.3714	.3778	.3801	.3785	.3732	.3682	.3631	.3581	.3534	.3462	.3396	.3332	.3263	.3205	.3205	
2	.2978	.3856	.4202	.4339	.4375	.4357	.4308	.4230	.4162	.4079	.3987	.3892	.3805	.3726	.3630	.3553	.3468	.3388	.3317	.3317	
1	5.811	5.632	5.452	5.277	5.110	4.949	4.795	4.640	4.508	4.362	4.239	4.121	4.012	3.900	3.802	3.698	3.603	3.505	3.419	3.419	

VECTORES BASICOS

CASO 6



NUMERO DE NIVS. NIVEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
20																					.4902
19																			.5708		.0926
18																		.6224	.1012		.1360
17																	.6932	.1097	.1418		.1785
16																.7811	.1203	.1572	.1885		.2198
15															.8820	.1385	.1783	.2126	.2382		.2593
14														1.043	.1616	.2097	.2436	.2695	.2838		.2980
13													1.260	.1909	.2344	.2650	.2903	.3097	.3221		.3345
12												1.501	.2284	.2695	.3048	.3267	.3404	.3588	.3640		.3691
11											1.779	.2682	.3203	.3563	.3721	.3881	.3945	.3992	.4007		.4015
10										2.112	.3083	.3704	.4146	.4335	.4356	.4376	.4338	.4328	.4322		.4316
9								2.498	.3622	.4345	.4798	.4927	.4972	.4947	.4892	.4705	.4695	.4619		.4594	
8							3.032	.4223	.4943	.5392	.5583	.5613	.5582	.5489	.5335	.5203	.5122	.4911		.4815	
7							3.815	.4949	.5664	.6072	.6171	.6193	.6196	.6113	.5977	.5796	.5628	.5423	.5203		.5070
6						4.734	.5943	.6767	.7175	.7303	.7195	.7045	.6862	.6620	.6406	.6163	.5957	.5754	.5498		.5266
5					5.569	.6947	.7936	.8389	.9391	.8191	.7941	.7626	.7403	.7023	.6772	.6502	.6233	.6003	.5713		.5431
4			.5987	.7635	.8998	.9654	.9756	.9497	.9125	.8722	.8273	.7822	.7421	.7071	.6790	.6495	.6184	.5884		.5566	
3		.6968	.7738	.9572	1.069	1.102	1.083	1.028	.9700	.9189	.8645	.8125	.7714	.7300	.6925	.6603	.6232	.5913		.5669	
2	.5853	.7402	.9441	1.105	1.190	1.198	1.158	1.084	1.016	.9491	.8907	.8341	.7868	.7455	.7032	.6698	.6344	.5980		.5738	
1	.4401	.6646	1.049	1.188	1.225	1.249	1.197	1.117	1.039	.9707	.9072	.8496	.7978	.7533	.7173	.6772	.6421	.6062		.5773	







VALORES DE C_t

$$T = C_r / \sqrt{K/M}$$

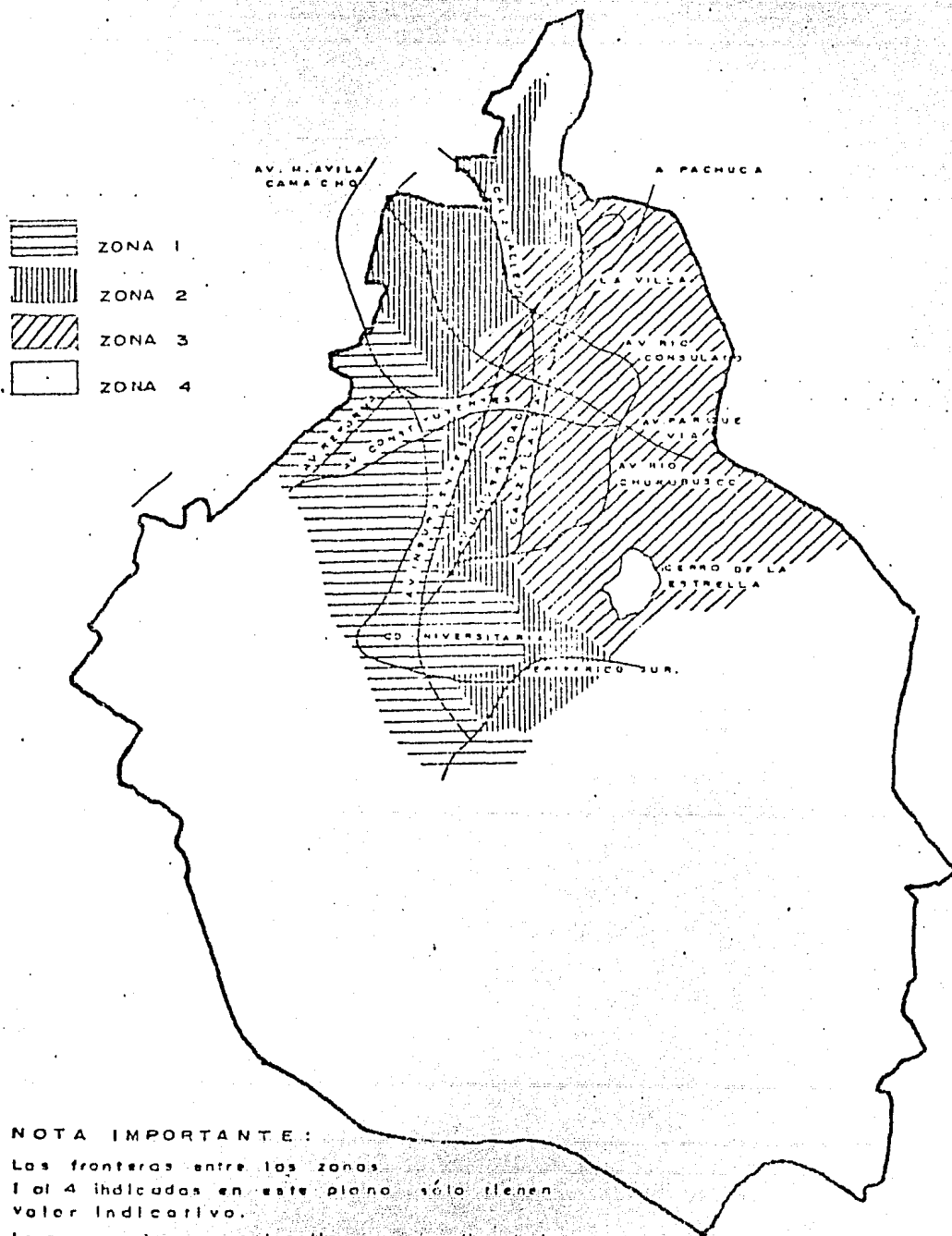
K = rigidez global del entrepiso inferior

M = masa del nivel inferior

NUMERO DE NIVS. TIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	6.283	10.17	14.12	18.09	22.08	26.06	30.05	34.05	38.04	42.04	46.04	50.03	54.03	58.03	62.03	66.03	70.02	74.02	78.02	82.02
2		20.93	23.24	26.48	30.37	34.71	39.27	43.26	48.35	53.53	58.05	63.10	68.03	72.95	77.88	82.43	87.76	92.21	97.15	102.4
3			45.81	47.06	48.64	50.59	52.96	55.79	59.03	62.05	65.96	70.11	75.13	79.98	84.82	90.07	95.10	99.96	104.62	109.4
4		20.93		34.61		48.49		64.43		81.92		97.26		110.86		123.42		134.36		146.3
5		8.999	11.19	13.12	14.90	16.58	18.17	19.72	23.21	22.68	24.29	25.73	27.22	28.16	29.69	30.82	32.03	33.31	34.35	36.39
6		20.93	22.22	23.91	26.14	28.92	32.11	35.59	38.95	42.61	46.20	50.25	54.30	58.36	62.43	65.99	69.94	73.90	77.86	82.24

TIPO 1:  ; TIPO 2:  ; TIPO 3:  ; TIPO 4:  ; TIPO 5:  ; TIPO 6:  Entrepiso superior
Entrepiso inferior

ZONIFICACION DEL DISTRITO FEDERAL
EN CUANTO A TIPOS DE SUBSUELOS.



NOTA IMPORTANTE:

Las fronteras entre las zonas 1 al 4 indicadas en este plano sólo tienen Valor Indicativo.

La zona en la que se localiza un predio dado, será determinada a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo.

1.- INSTRUCTIVO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE LA CEDULA DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

1.- Documentación General

Se marcará con una cruz en el cuadro correspondiente si el inmueble cuenta con la siguiente documentación:

- a) Plano estructurales completos
- b) Memoria de cálculo
- c) Estudio de mecánica de suelos
- d) Licencia de construcción
- e) Bitácora de obra
- f) Control de calidad de la obra

2.- Elementos aligerantes

Se señalará en el cuadro correspondiente, si el inmueble cuenta con elementos aligerantes en entrepiso que presenten problemas en caso de sismo, o incendio, tales como: bovedilla de asbesto, sonovoid, bloques de poliuretano, etc.

3.- Defectos de estructuración

Se indicarán en el cuadro correspondiente si el inmueble presenta defectos de estructuración tales como columnas cortas y trabes principales que no formen nodo con columna.

4.- Tipo de suelo

Se localizará en el croquis de zonificación del D.F. en cuanto a tipos de subsuelo lámina No. 8 y se anotará el número en el cuadro correspondiente.

5.- Factores de ponderación para tipo de estructura corresponden al tipo de variación de K/M con la altura y son:

Tipo 1



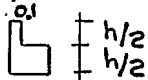
Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4



Tipo 5



entrepiso inferior

Tipo 6



entrepiso superior

Una estructura dada podrá idealizarse como una combinación de los 6 tipos considerados, los factores de ponderación se tomarán de acuerdo al porcentaje de contribuciones de cada tipo en la estructura del inmueble que se analice, en dos direcciones ortogonales.

6.- Información por niveles

Esta deberá ser proporcionada para cada uno de los niveles del inmueble, si éste, tiene menos de 20 niveles se deberá arrancar las hojas sobrantes.

Además se anotará el número del nivel que se esté analizando.

- a) Masa del Nivel.- Se estimará un peso por m^2 y se multiplicará por la superficie del nivel, el resultado se dividirá entre la constante gravitacional, haciendo la conversión de tal manera que la unidad de masa sea ton. seg^2/cm .
- b) Altura del entrepiso.- Se medirá la distancia entre niveles de piso terminado a piso terminado y se anotará en centímetros.
- c) Longitud máxima en planta paralela a "X"

- d) Longitud máxima en planta paralela a "Y"
Se anotarán las dimensiones máximas en planta paralelas a los ejes "X" y "Y", en centímetros.
- e) Número de líneas de rigidez paralelas a "X"
- f) Número de líneas de rigidez paralelas a "Y"
Se anotará el número de líneas de rigidez paralelas a los ejes "X" y "Y"; como línea de rigidez puede considerarse un marco, un muro o una combinación, no se depreciará la contribución de los muros que puedan influir en la rigidez, aunque en apariencia no sean estructurales.
- g) Deformación angular de fluencia paralela a "X"
- h) Deformación angular de fluencia paralela a "Y"
Estas deformaciones se estimarán con base en la resistencia y de acuerdo con el siguiente procedimiento para estimar γ y:

Seleccionar dos marcos, uno de extremo en planta y otro a la cuarta parte de ésta. Para cada uno de ellos aplicar los siguientes puntos y obtener el γ y promedio para cada entrepiso.

- 1^o Estimar los momentos negativos causados por carga gravitacional en vigas en las secciones cercanas a los nudos M_G .
- 2^o Estimar los momentos negativos resistentes de vigas en secciones cercanos a los nudos con la expresión:

$$M_u = 0.73 A_s f_y h$$

en donde,

A_s = Area de acero en el lecho superior

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

h = Peralte de la viga.

3^o Obtener los momentos sísmicos resistentes mediante las restas

$$M_s = M_u - M_G$$

4^o Sumar todos los M_s de secciones a la derecha de los nudos y por otro lado los de las secciones de la izquierda y seleccionar la menor suma.

5^o Obtener

$$y = 4 \sum M / (kh^2) \quad (\text{para el último entrepiso})$$

$$y = 2 \sum M / (kh^2) \quad (\text{para entrepisos intermedios})$$

i) Coordenada del centro de la figura en "X"

h) Coordenada del centro de la figura en "Y"

Se anotarán las distancias con respecto a los ejes "X" y "Y" que determinen el centro de la figura (planta del nivel).

7.- Rigideces y distancias

Se anotará el número del nivel que se esté analizando y -- cuando el edificio sea menor de 20 niveles, se arrancarán -- las hojas sobrantes.

Consecutivamente serán anotadas las rigideces y distancias a los ejes coordenados, para cada nivel sin dejar renglones

intermedios en blanco. Las unidades de rigideces y distancias serán expresadas en ton/cm y cm respectivamente.

Cuando una línea de rigidez no sea paralela a cualquiera de los ejes, se proyectará a cada uno de ellos y se estimarán sus distancias promedio.

Notas:

Para estimación de la rigidez y resistencia de sistemas estructurales basados en losas nervuradas, la trabe equivalente se tomará con las nervaduras que estén incluidas en la zona comprendida por 1.5 veces, el peralte de la losa medido a partir de los paños de columna más el ancho de columna, pero no mayor que la distancia promedio de entre ejes adyacentes.

8.- Observaciones

- a) Indicar el principal problema que presente la estabilidad estructural.
- b) Especificar si el problema que presenta al estabilidad estructural impide que el inmueble sea aceptado.
- c) Si el inmueble es aceptado indicar si es necesario, efectuar estudios adicionales para resolver los problemas que presente respecto a la estabilidad estructural.
- d) Estimar de manera aproximada, en cuánto tiempo podrán realizarse dichos estudios y solucionarse el problema para que el inmueble pueda ser ocupado.
- e) Si no se requiere la realización de estudios adicionales estimar aproximadamente el tiempo que se requerirá para dar solución al problema para que el inmueble cumpla con lo que especifican las normas y pueda ser ocupado.

- Equipo que se requiere para el levantamiento de la información

Cinta para medir

- Perfil del técnico que deberá levantar la información --
profesionista cuya actividad esté relacionada con la estabilidad estructural.

IV. PROGRAMA DE COMPUTARIZACION

IV.- PROGRAMA DE COMPUTARIZACION

El programa de computarización es el instrumento a través del -- cual se llevará a cabo la evaluación, en forma mecanizada, de -- cada uno de los aspectos que se analizarán. Esto en función de la diversidad de los elementos, de la necesidad de contar con -- una evaluación de tipo cuantitativo y de la rapidez con que se -- requiere tener el resultado para la toma de decisiones.

El sistema en el cual se ha desarrollado el programa de computa-- ción es un IBM 370; actualmente se encuentra operando en la Se-- cretaría de Asentamiento Humanos y Obras Públicas, en la Coordi-- nación General de Ingeniería de Sistemas.

El programa está elaborado en lenguaje fortran IV y adecuado a las características del compilador existente en el sistema; está diseñado para evaluar edificios hasta de 20 pisos de altura y -- hasta 30 entreejes o líneas de rigidez en dos direcciones perpen-- diculares.

Cuando un inmueble supere estas especificaciones se deberá anali-- zar como un caso especial.

El programa está conformado por una rutina principal que contie-- ne los datos generales y el uso de inmuebles como albergues para casos de emergencias urbanas, además de catorce subrutinas que -- contienen todos los aspectos que se han considerado para evaluar el inmueble. La información que se le suministrará al programa deberá ser para un mismo inmueble, en el orden que se especificó anteriormente.

Se recomienda que una vez que el programa se encuentre cargado -- en el sistema, se suministre la información recopilada en las --

cédulas directamente por una terminal remota, no por tarjetas.

También es recomendable la elaboración posterior de los formatos (máscaras) para el suministro de datos en forma práctica y sin errores.

V.- EJEMPLO

V. EJEMPLO

EDIFICIO DE OFICINAS EN CONDOMINIO.

-DESCRIPCION DE LA CONSTRUCCION:

El edificio se construyó en un terreno rectangular con dos colindancias paralelas.

El edificio consta de sótano, planta baja, 2 niveles para estacionamiento, 15 plantas tipo y azotea general.

El sótano se destinará a estacionamiento y las plantas tipo para oficinas.

El sistema de piso será a base de vigueta y bovedilla apoyadas en marcos de concreto reforzado que serán los encargados de absorber tanto los esfuerzos estáticos como dinámicos.

-CARGAS CONSIDERADAS.

AZOTEA

P.P. Vigueta y bovedilla h= 30 cms.	300 Kg/m ²
Impermeabilizante y ajuste	30 Kg/m ²
P.P. trabes	<u>140 Kg/m²</u>
	C. M 470 Kg/m ²

ENTREPISO

P.P. Vigueta y bovedilla h= 30 cms.	300 Kg/m ²
Piso y acabados.	120 Kg/m ²
Densidad de muros.	80 Kg/m ²
P.P. trabes.	150 Kg/m ²
P.P. columnas	<u>60 Kg/m²</u>
	C. M 710 Kg/m ²

* Muros de tabla roca

Para obtener la carga con la que se obtendrá la masa de los diferentes niveles se considerará la carga muerta más la carga viva reducida de acuerdo con las indicaciones del Reglamento.

Entonces, las cargas totales son las siguientes:

AZOTEA

$$C. M. = 470 \text{ Kg/m}^2$$

$$C. V. = \frac{70}{\text{Kg/m}^2}$$

$$C. T. = 540 \text{ Kg/m}^2$$

PLANTA BAJA Y PLANTA TIPO

$$C. M. = 710 \text{ Kg/m}^2$$

$$C. V. = \frac{90}{\text{Kg/m}^2}$$

$$C. T. = 800 \text{ Kg/m}^2$$

PLANTA ESTACIONAMIENTO

$$C. M. = 710 \text{ Kg/m}^2$$

$$C. V. = \frac{100}{\text{Kg/m}^2}$$

$$C. T. = 810 \text{ Kg/m}^2$$

PLANTA BAJA

a.--) Obtención de la masa

$$\begin{aligned} \text{Area total} &= 17.89 \text{ m} \times 38.37 \text{ m} = 686.44 \text{ m}^2 \\ (*) \text{ Area en zona de vacios: } & 10.0 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} = -25.0 \text{ m}^2 \quad A_1 \\ & 4.95 \text{ m} \times 1.8 \text{ m} = -8.91 \text{ m}^2 \quad A_2 \\ & \frac{(2.7 \text{ m} \times 3.5 \text{ m})}{2} = -4.73 \text{ m}^2 \quad A_3 \\ \text{Area total} &= 647.8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Peso} = 647.8 \text{ m}^2 \times 0.8 \text{ t/m}^2 = 518.24 \text{ tn.}$$

$$\text{Masa} = \frac{518.24 \text{ tn}}{981 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}} = 0.528 \text{ tn seg}^2/\text{cm.}$$

(*) En esta area se consideran las zonas de elevadores y ductos,
(ver planos)

b.--) Altura del entrepiso: 2.5

c.--) Longitud máxima en planta paralela a x: 38.37 m

d.--) Longitud máxima en planta paralela a y: 17.89

e.--) Número de líneas de rigidez paralela a x: 4

f.--) Número de líneas de rigidez paralela a y: 8

** g.--) Deformación angular de fluencia paralela a x

** h.--) Deformación angular de fluencia paralela a y

i.--) Coordenada del centro de la figura x: $x = \frac{38.37 \text{ m}}{2} = 19.185 \text{ m.}$

j.--) Coordenada del centro de la figura y: $y = \frac{17.89 \text{ m}}{2} = 8.945 \text{ m.}$

- Las coordenadas del centro de la figura se pueden substituir

por el centro de gravedad de la misma, lo cual es más exacto. La razón por la cual se considera lo primero es por la facilidad de obtención, además de que la diferencia de resultados no es significativa.

Además existirán estructuras de geometría variable en las que forzosamente se tendrá que obtener el centro de gravedad.

** Estos valores en todos los casos se presentan posteriormente.

PLANTA NIVELES 1 y 2

(ESTACIONAMIENTO.)

a.-) Obtención de la masa.

$$\begin{aligned} \text{Area total} &= 17.89 \text{ m} \times 38.37 \text{ m} = 686.44 \text{ m}^2 \\ \text{Areas en zona de vacios:} & \quad 10.0 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} = -25.0 \text{ m}^2 & A_1 \\ & \quad 4.95 \text{ m} \times 1.8 \text{ m} = -8.91 \text{ m}^2 & A_2 \\ & \quad \left(\frac{2.7 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}}{2} \right) = -4.73 \text{ m}^2 & A_3 \\ & \quad \left(\frac{2.7 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}}{2} \right) = -4.73 \text{ m}^2 & A_4 \\ & \quad 7.5 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} = -9.75 \text{ m}^2 & A_5 \\ & \quad 7.5 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} = -9.75 \text{ m}^2 & A_6 \\ \text{AREA TOTAL} &= 623.57 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Peso} = 623.57 \text{ m}^2 \times 0.81 \text{ t/m}^2 = 505.09 \text{ tn.}$$

$$\text{Masa} = \frac{505.09 \text{ tn}}{981 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}} = 0.515 \text{ tn seg}^2/\text{cm.}$$

b.-) Altura del entrepiso: 3.30 en niv. 1
3.10 en niv. 2

c.-) Longitud máxima en planta paralela a x: 38.37 m.

d.-) Longitud máxima en planta paralela a y: 17.89 m.

e.-) Número de líneas de rigidez paralela a x: 4

f.-) Número de líneas de rigidez paralela a y: 8

g.-) Deformación angular de fluencia paralela a x:

h.-) Deformación angular de fluencia paralela a y:

i.-) Coordenada del centro de la figura x:

$$x = 38.37 \text{ m} / 2 = 19.185 \text{ m}$$

j.-) Coordenada del centro de la figura y:

$$y = 17.89 \text{ m} / 2 = 8.945 \text{ m}$$

PLANTA NIVELES 3 a 17

(PLANTA TIPO.)

a) Obtención de la masa

$$\begin{aligned} \text{Area total} &= 17.89\text{m} \times 38.37\text{ m} = 686.44\text{ m}^2 \\ \text{Areas en zona de vacios} & \quad 10.0\text{ m} \times 2.5\text{ m} = -25.0\text{ m}^2 \\ & \quad 4.75\text{m} \times 1.7\text{ m} = -8.07\text{ m}^2 \\ & \quad 1.5\text{ m} \times 4.3\text{ m} = -6.45\text{ m}^2 \\ \text{AREA TOTAL} &= 646.92\text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Peso} = 646.92\text{ m}^2 \times 0.8\text{ t/m}^2 = 517.54\text{ tn.}$$

$$\text{Masa} = \frac{517.54\text{ tn.}}{981\text{ cm/seg}^2} = 0.528\text{ tn. seg}^2/\text{cm.}$$

$$\frac{981\text{ cm}}{\text{seg}^2}$$

b.-) Altura del entrepiso: 3.1 m en nivel 3

3.2 m en niveles 4 a 17

c.-) Longitud máxima en planta paralela a x: 38.37 m.

d.-) Longitud máxima en planta paralela a y: 17.89 m.

e.-) Número de líneas de rigidez paralelas a x: 4

f.-) Número de líneas de rigidez paralelas a y: 8

g.-) Deformación angular de fluencia paralela a x:

h.-) Deformación angular de fluencia paralela a y:

i.-) Coordenada del centro de la figura x:

$$x = 38.37\text{ m}/2 = 19.185\text{ m.}$$

j.-) Coordenada del centro de la figura y:

$$y = 17.89\text{ m}/2 = 8.945\text{ m.}$$

PLANTA AZOTEA

a) Obtención de la masa

$$\text{Area total} = 646.92 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso} = 646.92 \times 0.54 = 349.34 \text{ tn.}$$

$$\text{Masa} = \frac{349.34 \text{ tn.}}{981 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}} = 0.356 \text{ tn seg}^2/\text{cm.}$$

$$981 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}$$

b.-) Altura del entrepiso: 3.20 m.

c.-) Longitud máxima en planta paralela a x: 38.37 m.

d.-) Longitud máxima en planta paralela a y: 17.89 m.

e.-) número de líneas de rigidez paralelas a x: 4

f.-) número de líneas de rigidez paralelas a y: 8

g.-) Deformación angular de fluencia paralela a x:

n.-) Deformación angular de fluencia paralela a y:

i.-) Coordenada del centro de la figura x: 19.185 m.

j.-) Coordenada del centro de la figura y: 8.945 m.

- Cálculo de la deformación angular de fluencia paralela a x
- calculo del momento negativo por carga vertical M_G .

Por simplicidad se sugiere usar la expresión $\frac{\omega l^2}{10}$ la cual da valores aceptables para este propósito. Las cargas consideradas son las siguientes:

PLANTA BAJA Y PLANTA TIPO

$$C. M. = 710$$

$$C. V. = \frac{250}{960} \text{ Kg/m}^2$$

PLANTA NIVELES 1 y 2

$$C. M. = 710$$

$$C. V. = \frac{150}{860} \text{ Kg/m}^2$$

PLANTA AZOTEA

$$C. M. = 470$$

$$C. V. = \frac{100}{570} \text{ Kg/m}^2$$

EJE C

Planta Baja y Planta Tipo

$$M_G = \frac{\omega l^2}{10} = \frac{2.96 (7.5)^2}{10} = 16.65 \text{ t-m}$$

Planta Niveles 1 y 2

$$M_G^* = \frac{2.65 (7.5)^2}{10} = 14.91 \text{ t-m}$$

- Cálculo de la deformación angular de fluencia paralela a y.

Para la obtención de M_G , se seguirá el mismo procedimiento anterior.

PLANTA AZOTEA

$$M_G = \frac{1.76 \times (7.5)^2}{10} = 9.9 \text{ t-m}$$

EJE D

Los momentos son iguales que en el eje C excepto donde no hay contribución de carga, donde se tomará solamente el momento correspondiente al peso propio de la trabe, o sea:

$$M_G = \frac{0.54 \times (7.6)^2}{10} = 3.04 \text{ t-m}$$

Cálculo del momento resistente M_u y del momento sísmico M_s mediante las expresiones

$$M_u = 0.73 \text{ As fy h}$$

$$M_s = M_u - M_G$$

Estos momentos se presentan en las tablas siguientes, donde M_u es el momento izquierdo y MD el momento derecho.

El area de acero se obtiene de los planos estructurales correspondientes.

Las rigideces que se tomaron en los muros perimetrales que van de la cimentación a la planta baja y no aparecen en estos marcos son los siguientes.

Eje A = D

Eje 1 y 6

$$R = \frac{GeL}{n} = 56,920.99 \text{ t/cm}$$

$$R = 27,155.11 \text{ t/cm}$$

$$e = 60 \text{ cm.}$$

$$e = 60 \text{ cm.}$$

$$L = 3750 \text{ cm.}$$

$$L = 1789 \text{ cm.}$$

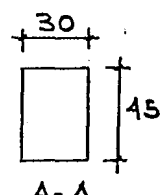
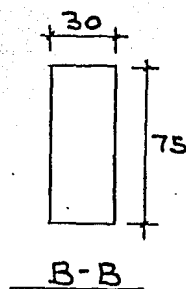
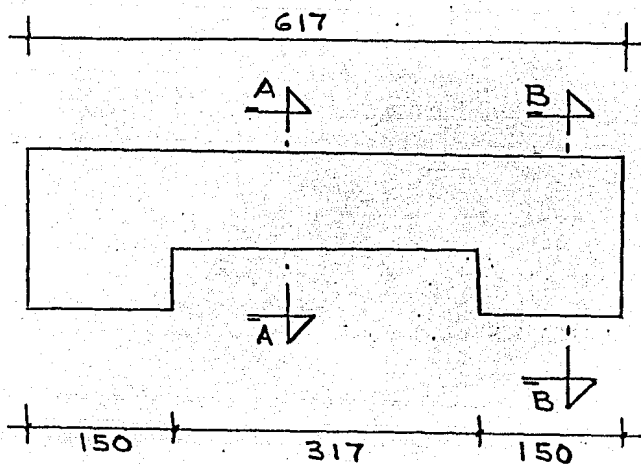
$$n = 250 \text{ cm.}$$

$$n = 250 \text{ cm.}$$

$$g = 0.4 E = 63,245.55 \text{ Kg/cm}^2$$

$$e = 158113.88 \text{ Kg/cm}^2$$

Obtención de la inercia de los traveses acarteladas usando un criterio aproximado, ya que debido a que la carga es uniforme el error que se comete al obtener una inercia equivalente es mínimo



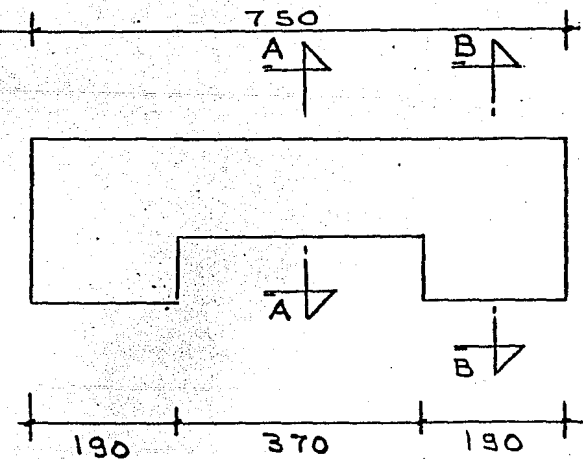
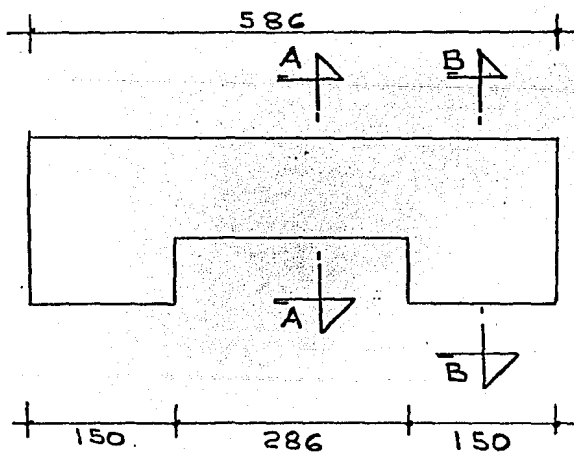
$I = 227812$

$I = 1054687$

$I = \frac{bh^3}{12}$

$I_{eq} = \frac{(1054687 \times 3) + (227812 \times 3.17)}{6.17}$

$I_{eq} = 629858 \text{ cm}^4$



$I_{eq} = \frac{(1054687 \times 3) + (227812 \times 2.86)}{5.86}$

$I_{eq} = 651126$

$I_{eq} = \frac{(1054687 \times 3.8) + (227812 \times 3.7)}{7.5}$

$I_{eq} = 646762$

	$I/L=1406$	4136	2130	2088	3102	1610	1406
	$I/h=1628$						$I/h=1628$
	1628						1628
	1628						1628
	1628						1628
	4466						2812
	4466						2812
	4466						2812
	4466						2812
	5359						3375
	$I/h=5359$						$I/h=3375$
	5359						3375
	5359						3375
	8000						5359
	8000						5359
	8000						5359
	8258						5572
	11753						8258
	$I/L=1406$	4136	2130	2088	3102	1610	1406
	$I/h=11045$						$I/h=7753$
C_3	C_2	C_3	C_3	C_3	C_3	C_2	C_3

NOTA: Los valores de los rigideces de piso se obtuvieron con una calculadora programable, los resultados aparecen en la pág. 79

$1/L = 862$	862	$\frac{1}{h} = 2$ 813 862	862	1 628 862
		2 813		1 628
		2 813		1 628
		2 813		1 628
		8 000		2 929
		8 000		2 929
		8 000		2 929
		8 000		2 929
		13 289		5 625
		$1/h = 13$ 289		5 625
		13 289		5 625
		13 289		5 625
		13 289		6 187
		13 289		6 187
		13 289		6 187
		13 718		6 387
		15 677		6 968
$1/L = 862$	862	14 727 862	862	6 545 862
		$1/h = 13$ 440		8 639

C-1

C-1

C-4

C-1

C-1

C-1

$I/L = 862$

862

862

862

862

		$I/h = 1628$		
		1628		
		1628		
		1628		
		2929		
		2929		
		2929		
		2929		
		5625		
		$I/h = 5625$		
		5625		
		5625		
		6187		
		6187		
		6187		
		6387		
		6968		
$I/L = 862$	862	862	862	862
		$I/h = 6545$		

8639

C-1

C-1

C-1

C-1

C-1

C-1

EJE D

$\frac{1}{L} = 1406$	1406	$\frac{1}{L} = 1406$	1406	1406	
$\frac{1}{h} = 1628$				$\frac{1}{h} = 1628$	
1628				1628	
1628				1628	
1628				1628	
4466				2812	
4466				2812	
4466				2812	
4466				2812	
5359				3375	
$\frac{1}{h} = 5359$				$\frac{1}{h} = 3375$	
5359				3375	
5359				3375	
8000				5359	
8000				5359	
8000				5359	
8258				5532	
11758				8258	
$\frac{1}{L} = 1406$	1406	$\frac{1}{L} = 1406$	1406	1406	
$\frac{1}{h} = 11045$				7758	
C_3	C_2	C_2	C_2	C_2	C_3

EJE 1 y 6

$I/L = 1800$	1703	1800
	$I/h = 1628$	$I/h = 1628$
	1628	1628
	1628	1628
	1628	1628
	9492	1953
	9492	1953
	9492	1953
	9492	1953
	15625	3375
	$I/h = 15625$	$I/h = 3375$
	15625	3375
	15625	3375
	20797	3978
	20797	3978
	20797	3978
	21468	4064
$I/L = 1300$	27871	4645
	1703	1800
	$I/h = 26181$	$I/h = 4364$
	34559	5761

C-3

C-1

C-1

C-3

EJE 2 y 5

	I/L=1111	1021	1111
		1/h=1628	1/h=1628
		1628	1628
		1628	1628
		1628	1628
		9492	2279
		9492	2279
		9492	2279
		9492	2279
		15625	3938
		1/h=15625	1/h=3938
		15625	3938
		15625	3938
		20737	4500
		20737	4500
		20737	4500
		21468	4645
	I/L=1111	1021 27871	1111 5226
		1/h 26181	1/h 4909
		34559	6480
C-2	C-1	C-1	C-2

EJE 2', 3' y 4'

$\frac{1}{L}=1340$

$\frac{1}{F}=77536$		1628
		1628
		1628
		1628
		1953
		1953
		1953
		1953
		3375
		3375
		3375
		3375
		3978
77536		3978
$\frac{1}{F}=77536$		3978
80037		4064
80037		4645
75186	$\frac{1}{L}=1340$	4364
98246		5761

246

C-3

EJE 3

	$1/L = 1111$	1163	1048		1340
$V_n = 1$	1628	1628	1953	77536	1628
	1628	1628	1953		1628
	1628	1628	1953		1628
	1628	1628	1953		1628
	2279	9492	4500		1953
	2279	9492	4500		1953
	2279	9492	4500		1953
	2279	9492	4500		1953
	3938	15625	8039		3375
	3938	15625	8039		3375
	3938	15625	8039		3375
	3938	15625	8039		3375
	4500	20797	8039		3978
	4500	20797	8039		3978
	4500	20797	8039	77536	3978
	4645	21468	8298	80037	4064
	5226	27871	12387	80037	4645
	4909	26181	11636	75186	4364
	$1/L = 1111$	1163	1048		1340
	6480	34559	15360	99246	5761

C-2

C-1

C-4

C-3

EJE 4

$1/L = 1111$		1021		
$1/h =$	1628		$1/h =$	1628
	1628			1628
	1628			1628
	1628			1628
	2279			3492
	2279			3492
	2279			3492
	2279			3492
	3938			15625
	3938			15625
	3938			15625
	3938			15625
	4500			20797
	4500			20797
	4500			20797
	4645			21468
	5226			27671
	4909 $1/L = 1111$	1021		26181
	6480			34553
C-2		C-1		C-1

EJE C

CLARO NIVEL	1		2		3		4		5		Σ Momentos	
	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI = MD	
P.B.	MU	63.15	83.27	---	---	---	---	---	---	83.27	63.15	312.98
	MG	16.65	---	---	---	---	---	---	---	---	16.65	
	Ms	46.5	66.62	66.62	66.62	66.62	66.62	66.62	66.62	66.62	46.5	
1 y 2		63.15	83.27	83.27	83.27	83.27	99.53	99.53	99.53	99.53	63.15	351.17
		14.91	14.91	14.91	14.91	14.91	14.91	29.81	29.81	3.04	3.04	
		48.24	68.36	68.36	68.36	68.36	84.62	69.72	69.72	96.72	60.11	
3 a 7		61.4	---	---	---	---	---	---	---	---	61.4	223.75
		16.65	---	---	---	---	---	---	---	---	16.65	
		44.75	44.75	44.75	44.75	44.75	44.75	44.75	44.75	44.75	44.75	
8 a 12		56.17	---	---	---	---	---	---	---	---	56.17	197.6
		16.65	---	---	---	---	---	---	---	---	16.65	
		39.52	39.52	39.52	39.52	39.52	39.52	39.52	39.52	39.52	39.52	
13 a 17		46.81	---	---	---	---	---	---	---	---	46.81	150.8
		16.65	---	---	---	---	---	---	---	---	16.65	
		30.16	30.16	30.16	30.16	30.16	30.16	30.16	30.16	30.16	30.16	
Azotea		28.08	28.08	28.08	33.71	33.71	46.83	46.83	36.84	36.94	28.08	124.04
		9.9	---	---	---	---	---	---	---	---	9.9	
		18.18	18.18	18.18	23.81	23.81	36.93	36.93	26.94	26.94	18.18	

EJE D

CLARO NIVEL	1		2		3		4		5		Σ Momentos
	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI=MD
P.B. Mu Mg Ms	70.76	--	--	--	--	--	--	--	--	72.7	
	16.65	16.65	3.04	3.04	16.65	16.65	3.04	3.04	16.65	16.65	
	54.11	54.11	67.72	67.72	54.11	54.11	67.72	67.72	54.11	54.11	297.77
1y2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	297.77
3a7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	297.77
8a12	61.4	--	--	--	--	--	--	--	--	61.4	
	16.65	16.65	3.04	3.04	16.65	16.65	3.04	3.04	16.65	16.65	
	44.75	44.75	58.36	58.36	44.75	44.75	58.36	58.36	44.75	44.75	250.97
13a17	46.81	--	--	--	--	--	--	--	--	46.81	
	16.65	16.65	3.04	3.04	16.65	16.65	3.04	3.04	16.65	16.65	
	30.16	30.16	43.77	43.77	30.16	30.16	43.77	43.77	30.16	30.16	178.02
Azotea	37.43	--	--	--	--	--	--	--	--	37.43	
	9.9	9.9	3.04	3.04	9.9	9.9	3.04	3.04	9.9	9.9	
	27.53	27.53	34.39	34.39	27.53	27.53	34.39	34.39	27.53	27.53	151.37

EJE 1

CLARO NIVEL	1		2		3		Σ Momentos
	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI = MD
P.B. Mu Mg Ms	83.27 3.04 80.23	99.93 3.04 96.89	99.93 13.7 86.23	99.93 13.7 86.23	99.93 3.04 96.89	83.27 3.04 80.23	263.35
ly2	83.27 3.04 80.23	99.93 3.04 96.89	99.93 12.28 87.65	99.93 12.28 87.65	99.93 3.04 96.89	83.27 3.04 80.23	264.77
3a7	75.98 3.04 72.94	— 3.04 72.94	— 13.7 62.28	— 13.7 62.28	— 3.04 72.94	75.98 3.04 72.94	208.16
8a12	61.4 3.04 58.36	75.98 3.04 72.94	75.98 13.7 62.28	75.98 13.7 62.28	75.98 3.04 72.94	61.4 3.04 72.94	193.58
13a17	52.03 3.04 48.99	— 3.04 48.99	— 13.7 38.33	— 13.7 38.33	— 3.04 48.99	52.03 3.04 48.99	136.31
Azotea	46.81 3.04 43.77	— 3.04 43.77	— 8.14 38.67	— 8.14 38.67	— 3.04 43.77	46.81 3.04 43.77	126.21

EJE 5

CLARO NIVEL	1		2		3		Σ Momentos	
	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD
MU P.B. M ₆ M ₅	61.4	78.05	78.05	78.05	78.05	61.4		
	12.36	12.36	13.7	13.7	12.36	12.36		
	49.04	65.69	64.35	64.35	65.69	49.04	179.08	179.08
1y2	61.4	78.05	78.05	78.05	78.05	61.4		
	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28		
	49.12	65.77	65.77	65.77	65.77	49.12	180.66	180.66
3a7	61.4	—	—	—	—	61.4		
	12.36	—	—	—	—	12.36		
	49.04	49.04	49.04	49.04	49.04	49.04	145.78	145.78
8a12	56.17	—	—	—	—	56.17		
	12.36	12.36	13.7	13.7	12.36	12.36		
	43.81	43.81	42.47	42.47	43.81	43.81	130.09	130.09
13a17	46.81	—	—	—	—	46.81		
	12.36	12.36	13.7	13.7	12.36	12.36		
	34.45	34.45	33.11	33.11	34.45	34.45	102.01	102.01
Azotea	46.81	61.4	61.4	78.05	78.05	46.81		
	7.34	7.34	8.14	8.14	7.34	7.34		
	39.47	54.06	53.26	69.91	70.71	39.47	162.64	163.44

NIVEL \ Ms	SENTIDO 'X'	SENTIDO 'Y'
	PROMEDIO Ms	PROMEDIO Ms
P.B.	305.38	221.22
1 y 2	324.47	222.72
3 a 7	260.76	176.97
8 a 12	224.29	161.84
13 a 17	164.41	119.16
Azotea	137.71	144.43

DEFORMACION ANGULAR DE FLUENCIA PARALELA A:		
Niv.	X	Y
P.B.	0.000017	0.0000245
1	0.001235	0.00079
2	0.00228	0.001618
3	0.00213	0.00143
4	0.00212	0.00141
5	0.002133	0.00143
6	0.002133	0.00143
7	0.00231	0.00145
8	0.00198	0.00133
9	0.00198	0.00133
10	0.00198	0.00133
11	0.00212	0.00138
12	0.00212	0.00138
13	0.00155	0.00102
14	0.00155	0.00102
15	0.00201	0.00125
16	0.00201	0.00125
17	0.00201	0.00125
Az.	0.00072	0.00061

E J E A

RIGIDECE DE PISO

158113.883	E	48154.	KC	15878.	KT
330.	H	48154.	KC	15878.	KT
310.	H	30968.	KC	15878.	KT
310.	H	30968.	KC	15878.	KT
320.	H	30968.	KC	15878.	KT
320.	H	30968.	KC	15878.	KT
320.	H	25804.	KC	15878.	KT
320.	H	25804.	KC	15878.	KT
320.	H	25804.	KC	15878.	KT
320.	H	25804.	KC	15878.	KT
320.	H	13024.	KC	15878.	KT
320.	H	13024.	KC	15878.	KT
320.	H	13024.	KC	15878.	KT
320.	H	13024.	KC	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
320.	H	15878.	KT	15878.	KT
68638.	KC	15878.	KT	15878.	KT
73064.	KC	15878.	KT	15878.	KT
49708.	KC	15878.	KT	15878.	KT
48154.	KC	15878.	KT	15878.	KT

470661.738
 285833.574
 236152.428
 222557.124
 221249.548
 221249.548
 194485.727
 194485.727
 194485.727
 194485.727
 182131.714
 182131.714
 182131.714
 182131.714
 132575.594
 132575.594
 132575.594
 149407.308

E J E B

RIGIDECE DE PISO

158113.883	E	44224.	KC	4310.	KT
250.	H	44224.	KC	4310.	KT
330.	H	41414.	KC	4310.	KT
310.	H	41414.	KC	4310.	KT
310.	H	41414.	KC	4310.	KT
320.	H	22645.	KC	4310.	KT
320.	H	22645.	KC	4310.	KT
320.	H	22645.	KC	4310.	KT
320.	H	22645.	KC	4310.	KT
320.	H	10953.	KC	4310.	KT
320.	H	10953.	KC	4310.	KT
320.	H	10953.	KC	4310.	KT
320.	H	10953.	KC	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
320.	H	4310.	KT	4310.	KT
62635.	KC	4310.	KT	4310.	KT
47452.	KC	4310.	KT	4310.	KT
50517.	KC	4310.	KT	4310.	KT
45653.	KC	4310.	KT	4310.	KT
44224.	KC	4310.	KT	4310.	KT

395137.476
 96968.985
 77257.667
 77185.804
 73289.739
 72768.010
 72768.010
 72332.175
 72332.175
 72332.175
 72332.175
 67090.581
 67090.581
 67090.581
 67090.581
 57308.857
 57308.857
 57308.857
 69838.127

E J E C

RIGIDEZES DE PISO

158113.883	E	37122.	KC	4310.	KT
250.	H	37122.	KC	4310.	KT
330.	H	33750.	KC	4310.	KT
310.	H	33750.	KC	4310.	KT
310.	H	17574.	KC	4310.	KT
320.	H	17574.	KC	350943.108	R
320.	H	17574.	KC	92245.682	R
320.	H	17574.	KC	76030.864	R
320.	H	9768.	KC	75941.760	R
320.	H	9768.	KC	72056.754	R
320.	H	9768.	KC	71552.371	R
320.	H	9768.	KC	71552.371	R
320.	H	4310.	KT	70816.353	R
320.	H	4310.	KT	70816.353	R
320.	H	4310.	KT	70816.353	R
320.	H	4310.	KT	70816.353	R
320.	H	4310.	KT	64131.660	R
320.	H	4310.	KT	64131.660	R
320.	H	4310.	KT	64131.660	R
320.	H	4310.	KT	64131.660	R
320.	H	4310.	KT	55410.651	R
51834.	KC	4310.	KT	55410.651	R
39270.	KC	4310.	KT	55410.651	R
41808.	KC	4310.	KT	67039.459	R
38322.	KC	4310.	KT		
37122.	KC	4310.	KT		

E J E D

RIGIDEZES DE PISO

158113.883	E	42718.	KC	7030.	KT
330.	H	42718.	KC	7030.	KT
310.	H	28186.	KC	7030.	KT
310.	H	28186.	KC	7030.	KT
320.	H	28186.	KC	7030.	KT
320.	H	28186.	KC	7030.	KT
320.	H	23488.	KC	7030.	KT
320.	H	23488.	KC	56320996.000 kg/cm	R
320.	H	23488.	KC	304918.713	R
320.	H	23488.	KC	152045.224	R
320.	H	23488.	KC	118985.870	R
320.	H	9768.	KC	112606.947	R
320.	H	9768.	KC	111851.524	R
320.	H	9768.	KC	111851.524	R
320.	H	9768.	KC	104255.756	R
320.	H	7030.	KT	104255.756	R
320.	H	7030.	KT	104255.756	R
320.	H	7030.	KT	104255.756	R
320.	H	7030.	KT	100252.818	R
320.	H	7030.	KT	100252.818	R
320.	H	7030.	KT	100252.818	R
320.	H	7030.	KT	100252.818	R
320.	H	7030.	KT	75745.126	R
59696.	KC	7030.	KT	75745.126	R
63548.	KC	7030.	KT	75745.126	R
44096.	KC	7030.	KT	88629.606	R
42718.	KC	7030.	KT		R

E J E S 1 y 6

RIGIDECES	DE	PISO				
			49550.	KC	5309.	KT
			49550.	KC	5309.	KT
			38000.	KC	5309.	KT
158113.883	E		38000.	KC	5309.	KT
330.	H		38000.	KC	5309.	KT
310.	H		38000.	KC	5309.	KT
310.	H		22890.	KC	5309.	KT
320.	H		22890.	KC	27155110.000	
320.	H		22890.	KC	276599.364	R
320.	H		22890.	KC	124029.453	R
320.	H		22890.	KC	94259.096	R
320.	H		6512.	KC	89481.907	R
320.	H		6512.	KC	88850.483	R
320.	H		6512.	KC	88850.483	R
320.	H		6512.	KC	86311.658	R
320.	H		5309.	KT	86311.658	R
320.	H		5309.	KT	86311.658	R
320.	H		5309.	KT	86311.658	R
320.	H		5309.	KT	86311.658	R
320.	H		5309.	KT	79850.218	R
320.	H		5309.	KT	79850.218	R
320.	H		5309.	KT	79850.218	R
320.	H		5309.	KT	79850.218	R
61090.	KC		5309.	KT	54190.629	R
65032.	KC		5309.	KT	54190.629	R
51064.	KC		5309.	KT	54190.629	R
49550.	KC		5309.	KT	62845.818	R

E J E S 2 y 5

RIGIDECES	DE	PISO				
			50594.	KC	3243.	KT
			50594.	KC	3243.	KT
			39126.	KC	3243.	KT
158113.883	E		39126.	KC	3243.	KT
250.	H		39126.	KC	3243.	KT
330.	H		39126.	KC	3243.	KT
310.	H		23542.	KC		
310.	H		23542.	KC	435506.411	R
320.	H		23542.	KC	83297.192	R
320.	H		23542.	KC	60114.011	R
320.	H		6512.	KC	59830.976	R
320.	H		6512.	KC	56887.482	R
320.	H		6512.	KC	56469.821	R
320.	H		6512.	KC	56469.821	R
320.	H		3243.	KT	55490.096	R
320.	H		3243.	KT	55490.096	R
320.	H		3243.	KT	55490.096	R
320.	H		3243.	KT	55490.096	R
320.	H		3243.	KT	52814.108	R
320.	H		3243.	KT	52814.108	R
320.	H		3243.	KT	52814.108	R
320.	H		3243.	KT	52814.108	R
320.	H		3243.	KT	52814.108	R
320.	H		3243.	KT	40113.020	R
82078.	KC		3243.	KT	40113.020	R
62180.	KC		3243.	KT	40113.020	R
66194.	KC		3243.	KT	48148.457	R
52226.	KC		3243.	KT		
50594.	KC		3243.	KT		

E J E S			2', 3y 4'			
RIGIDECE	DE	PISO				
		E	81514.	KC	1340.	KT
			81514.	KC	1340.	KT
			81514.	KC	1340.	KT
158113.883		H	80911.	KC	1340.	KT
250.		H	80911.	KC	1340.	KT
330.		H	80911.	KC	1340.	KT
310.		H	80911.	KC	1340.	KT
310.		H	79489.	KC	1340.	KT
320.		H	79489.	KC		
320.		H	79489.	KC	453085.513	R
320.		H	79489.	KC	41687.556	R
320.		H	79489.	KC	25637.329	R
320.		H	79164.	KC	25836.499	R
320.		H	79164.	KC	24616.469	R
320.		H	79164.	KC	24427.263	R
320.		H	79164.	KC	24427.263	R
320.		H	1340.	KT	24424.320	R
320.		H	1340.	KT	24424.320	R
320.		H	1340.	KT	24424.320	R
320.		H	1340.	KT	24424.320	R
320.		H	1340.	KT	24424.320	R
320.		H	1340.	KT	24417.203	R
320.		H	1340.	KT	24417.203	R
320.		H	1340.	KT	24417.203	R
320.		H	1340.	KT	24417.203	R
105007.		KC	1340.	KT	24415.542	R
79550.		KC	1340.	KT	24415.542	R
84682.		KC	1340.	KT	24415.542	R
84101.		KC	1340.	KT	32374.430	R

E J E			3			
RIGIDECE	DE	PISO				
		E	114850.	KC	4662.	KT
			114850.	KC	4662.	KT
			114850.	KC	4662.	KT
158113.883		H	108513.	KC	4662.	KT
250.		H	108513.	KC	4662.	KT
330.		H	108513.	KC	4662.	KT
310.		H	108513.	KC	4662.	KT
310.		H	95760.	KC		
320.		H	95760.	KC	794341.695	R
320.		H	95760.	KC	127699.644	R
320.		H	95760.	KC	87499.821	R
320.		H	84373.	KC	87879.304	R
320.		H	84373.	KC	83640.365	R
320.		H	84373.	KC	83012.418	R
320.		H	84373.	KC	83012.418	R
320.		H	4662.	KT	82823.739	R
320.		H	4662.	KT	82823.739	R
320.		H	4662.	KT	82823.739	R
320.		H	4662.	KT	82823.739	R
320.		H	4662.	KT	82371.853	R
320.		H	4662.	KT	82371.853	R
320.		H	4662.	KT	82371.853	R
320.		H	4662.	KT	82371.853	R
161406.		KC	4662.	KT	81858.973	R
122276.		KC	4662.	KT	81858.973	R
130166.		KC	4662.	KT	81858.973	R
118512.		KC	4662.	KT	107272.975	R

Cedula de Evaluación

Estabilidad Estructural

1.- Documentación general

a) Planos estructurales completos

b) Memoria de calculo

c) Estudio de mecanica de suelos

d) Licencia de construcción

e) Bitacora de obra

f) Control de calidad de la obra

2.- Elementos aligerantes

a) En entrepiso (bovedilla de asbesto, sonovoid, bloque de poliuretano):

3.- Defectos de estructuración

a) Columnas cortas, trabes que no forman nodo con columna

4.- Tipo de suelo

5.- Factores de ponderación para tipo de estructura

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6																																				
a) en X	<table border="1"><tr><td>.</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	.	3	3	2	3	4	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr></table>	.	0	0	5	6	7	<table border="1"><tr><td>.</td><td>6</td><td>7</td></tr><tr><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table>	.	6	7	8	9	10	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr></table>	.	0	0	11	12	13	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr></table>	.	0	0	14	15	16	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>17</td><td>18</td><td>19</td></tr></table>	.	0	0	17	18	19
.	3	3																																								
2	3	4																																								
.	0	0																																								
5	6	7																																								
.	6	7																																								
8	9	10																																								
.	0	0																																								
11	12	13																																								
.	0	0																																								
14	15	16																																								
.	0	0																																								
17	18	19																																								
b) en Y	<table border="1"><tr><td>.</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>20</td><td>21</td><td>22</td></tr></table>	.	3	3	20	21	22	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>23</td><td>24</td><td>25</td></tr></table>	.	0	0	23	24	25	<table border="1"><tr><td>.</td><td>6</td><td>7</td></tr><tr><td>26</td><td>27</td><td>28</td></tr></table>	.	6	7	26	27	28	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>29</td><td>30</td><td>31</td></tr></table>	.	0	0	29	30	31	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>32</td><td>33</td><td>34</td></tr></table>	.	0	0	32	33	34	<table border="1"><tr><td>.</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>35</td><td>36</td><td>37</td></tr></table>	.	0	0	35	36	37
.	3	3																																								
20	21	22																																								
.	0	0																																								
23	24	25																																								
.	6	7																																								
26	27	28																																								
.	0	0																																								
29	30	31																																								
.	0	0																																								
32	33	34																																								
.	0	0																																								
35	36	37																																								

6- Informacion por niveles

N I V E L P L A N T A B A J A

- a) Masa del nivel 0.528 Ton. sec/cm

0	.	5	2	8
1	2	3	4	5
- b) Altura del entrepiso 250 cm

2	5	0
6	7	8
- c) Longitud máxima en planta paralela a X 3837 cm

3	8	3	7
10	11	12	13
- c) Longitud máxima en planta paralela a Y 1789 cm

1	7	8	9
14	15	16	17
- d) Número de líneas de rigidez paralelos a X 4 cm

4	
18	19
- f) Número de líneas de rigidez paralelas a Y 9 cm

9	
20	21
- g) Deformación angular de fluencia paralela a X 0.00002 radianes

0	.	0	0	0	0	2
22	23	24	25	26	27	28
- h) Deformación angular de fluencia paralela a Y 0.00002 radianes

0	.	0	0	0	0	2
29	30	31	32	33	34	35
- i) Coordenada del centro de la figura X 1919 cm

1	9	1	9
36	37	38	39
- j) Coordenada del centro de la figura Y 895 cm

8	9	5	
40	41	42	43

N I V E L 1

- a) Masa del nivel 0.515 Ton. sec/cm

0	.	5	1	5
1	2	3	4	5
- b) Altura del entrepiso 330 cm

3	3	0
6	7	8
- c) Longitud máxima en planta paralela a X 3837 cm

3	8	3	7
10	11	12	13
- d) Longitud máxima en planta paralela a Y 1789 cm

1	7	8	9
14	15	16	17
- e) Número de líneas de rigidez paralelas a X 4 cm

4	
16	17
- f) Número de líneas de rigidez paralelos a Y 9 cm

9	
20	21
- g) Deformación angular de fluencia paralela a X 0.00124 radianes

0	.	0	0	1	2	4
22	23	24	25	26	27	28
- h) Deformación angular de fluencia paralela a Y 0.00079 radianes

0	.	0	0	0	7	9
29	30	31	32	33	34	35
- i) Coordenada del centro de la figura X 1917 cm

1	9	1	7
36	37	38	39
- j) Coordenada del centro de la figura Y 895 cm

8	9	5	
40	41	42	43

2000/25

7. Rigideces y distancias

N I V E L Nº 1

RIGIDECES PARALELAS
AL EJE Y

DISTANCIAS CORRESPONDIENTES
AL EJE X

R I G I D E Z
Ton/cm

		276	.	589	10
		83	.	297	10
		41	.	687	10
		127	.	699	10
		41	.	637	10
		58	.	665	
		41	.	637	
		83	.	297	
		276	.	589	
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		
		.	.		

D I S T A N C I A
cm.

				0	.	0	20
			75	0	.	0	20
			100	5	.	0	20
			150	0	.	0	20
			200	5	.	0	20
			225	50	.	0	
			235	45	.	0	
			300	00	.	0	
			375	0	.	0	
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		
			.	.	.		

1.1176

1.11176

SUBJECTIVE MAXIMUM DEFORMATION

1.17642

1.12427

MAXIMO DE C2X VS C2X(19) 1.23755

MAXIMO DE C2Y VS C2Y(19) 1.12427

NIVEL	DEFORMACION ANGULAR EN X	DEFORMACION ANGULAR EN Y
1	0.0000276	0.0000369
2	0.0000212	0.0000670
3	0.0000232	0.0000720
4	0.0000237	0.0000746
5	0.0000233	0.0000734
6	0.0000235	0.0000740
7	0.0000233	0.0000749
8	0.0000239	0.0000753
9	0.0000242	0.0000763
10	0.0000244	0.0000763
11	0.0000243	0.0000761
12	0.0000255	0.0000303
13	0.0000253	0.0000313
14	0.0000266	0.0000343
15	0.0000275	0.0000360
16	0.0000274	0.0000329
17	0.0000319	0.0000304
18	0.0000373	0.0000173
19	0.0000733	0.0000266

NIVEL	DANOS EN MOXES PARA X	DANOS EN MOXES PARA Y
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0

1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0
20	0.0	0.0

ANIVEL DANES PROYECTO EN X OBRAS PROYECTO EN Y

1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0
20	0.0	0.0
TOTAL	0.0	0.0

NIVEL DANOS PROBADIS EN X DANOS PROBADIS EN Y

1	0.0	1.0000000
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0

NIVEL DANOS PROBADIS EN X DANOS PROBADIS EN Y

1	0.0	0.0526817
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0

NIVEL DANOS PROBADIS EN X DANOS PROBADIS EN Y

16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0
TOTAL	0.0	0.0

0.0

NIVEL	CANTOS EN PUNOS PARA	CANTOS EN PUNOS PARA Y
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0

NIVEL	CANTOS PROYECTOS EN X	CANTOS PROYECTOS EN Y
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0

ENCUENTRO DE EMPLERADOS

10	0.0	1.0
11	0.0	1.0
12	0.0	1.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0
TOTAL	0.0	0.0

94'

LEVEL	DAMPS IN STRUCTURE ONLY	DAMPS IN STRUCTURE ONLY
1	0.0	1.0000000
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0

LEVEL	DAMPS PRECIPITATION ONLY	DAMPS PRECIPITATION ONLY
1	0.0	1.0000000
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0

4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	0.0	0.0
11	0.0	0.0
12	0.0	0.0
13	0.0	0.0
14	0.0	0.0
15	0.0	0.0
16	0.0	0.0
17	0.0	0.0
18	0.0	0.0
19	0.0	0.0

TOTAL 0.0 0.0526317

00.000000 100.000000 100.000000 87.340044

INNOBIL. ES ACEPTABLE

DATOS SEVERALES SUMAN 0.0

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a que este estudio es el primer intento que se realiza - para determinar las normas y procedimientos en la evaluación de edificios de oficinas, para su aplicación concreta será necesario que se actualice periódicamente, amplié y retroalimente.

Se considerará que este trabajo será de gran importancia dentro - del campo inmobiliario, ya que influirá de manera decisiva en - la determinación de las características mínimas con las que deberán cumplir los edificios de oficinas tanto las de propiedad privada como las pertenecientes al sector público federal.

La oferta de inmuebles que existe actualmente por parte del sector privado es menor que la demanda del sector público lo que - ha dado lugar a que el gobierno federal tome en arrendamiento - inmuebles que no cumplen con las características requeridas.

En esta primera etapa la aplicación del estudio no podrá ser de demasiado enérgica, ya que muchos inmuebles no cumplen con todas las normas establecidas, y éstas no pueden aplicarse ni sancionarse retroactivamente; sin embargo si será un punto de partida importante en cuanto a que se hará necesario elaborar las normas para el proyecto de los edificios que se pretendan construir. Dichas normas deberán garantizar el cumplimiento de los requerimientos definidos.

Las normas de proyecto que se elaboren como consecuencia de este estudio (apoyadas legalmente) permitirán garantizar de manera efectiva que tanto las iniciativas de construcción privada - como las del sector público cumplan las características de seguridad y habitabilidad que las normas de evaluación definen; así mismo permitirán su actualización y mejoramiento.

A corto plazo se pretende lograr el mejoramiento de las condi--

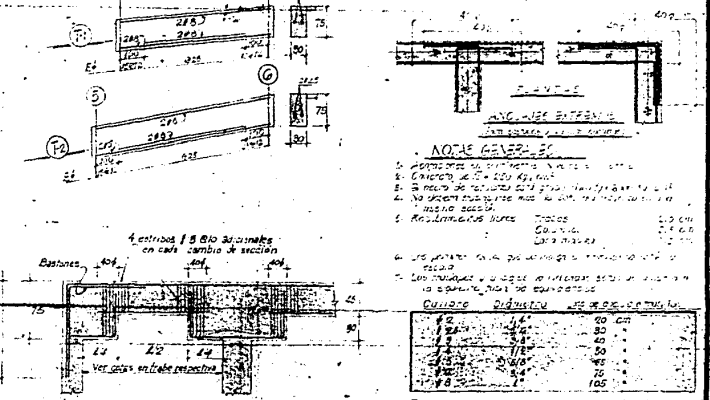
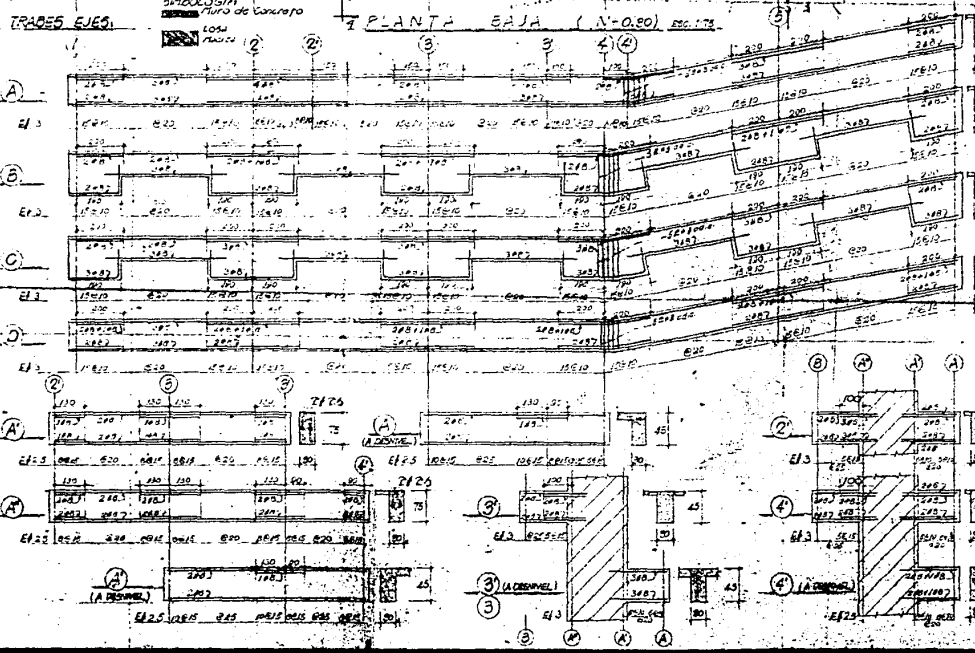
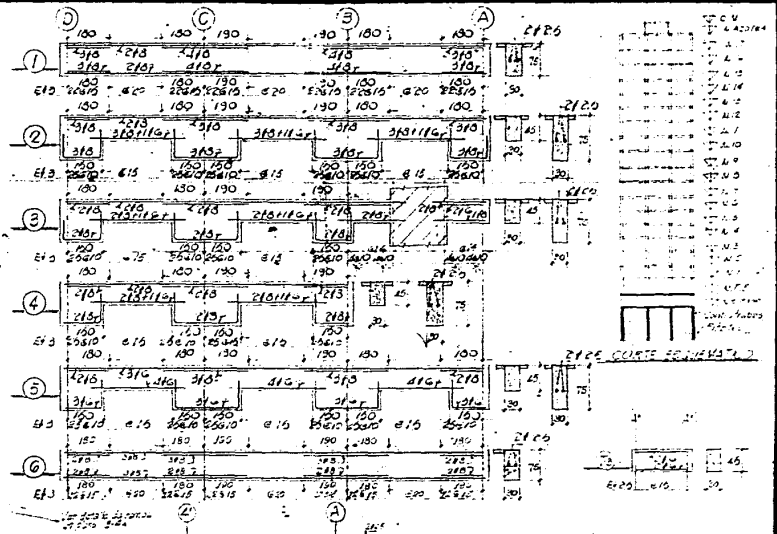
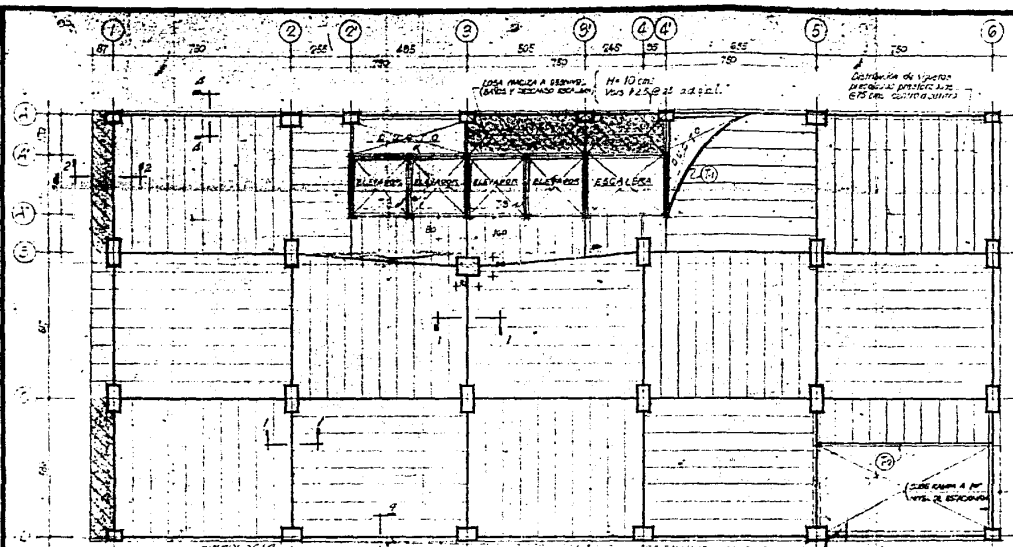
ciones que presentan actualmente los edificios de oficinas del sector público; a largo plazo se desea que las normas de evaluación estén acordes con las que se diseñen para proyectar los nuevos edificios de oficinas.

El ámbito territorial al cual se circunscribe éste estudio es únicamente el Distrito Federal. Sin embargo será necesario ampliarlo a todos los estados de la república en una etapa subsiguiente, considerando desde luego las características específicas que presenten las diferentes regiones del país.

En caso de que la evaluación muestre que el inmueble no reúne los requisitos mínimos para ser aceptado, atendiendo a la gran demanda de edificios de oficinas, y debido a otras características con las que cuente, se hará necesario realizar estudios específicos que permitan determinar con mayor precisión el estado físico del edificio y factibilidad técnica y económica que defina las medidas a seguir. Esto con el fin de que el inmueble requerido cumple con los parámetros mínimos que este conjunto de normas definen, para que pueda ser arrendado o construido por la dependencia federal que lo solicite.

En todos los casos se deberá contar con el equipo necesario para el levantamiento de la información (sonómetros, tacómetros, niveles, brújulas).

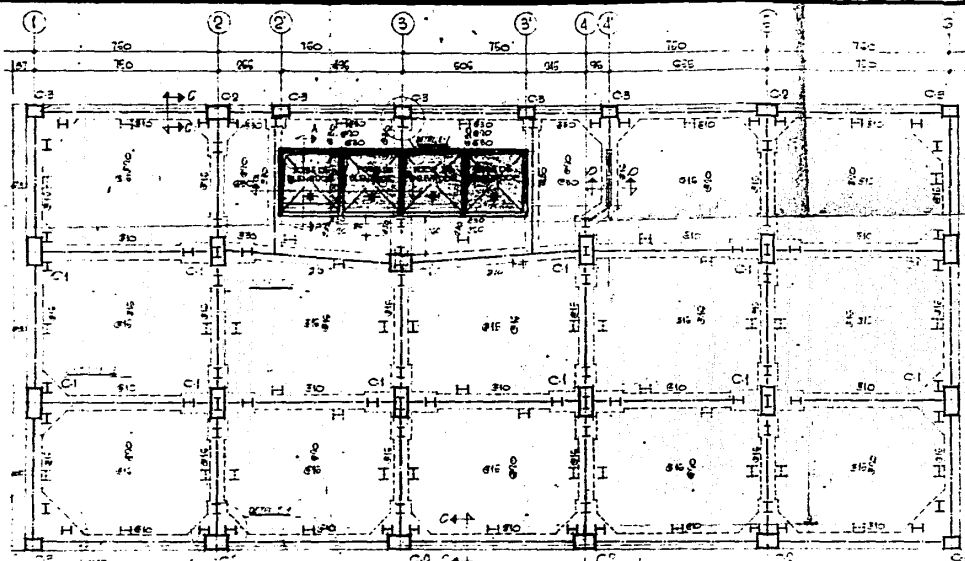
Dado que el procesamiento de la información se realizará por medio de computadoras, habrá que contar además con los elementos que permitan manejar y dar soporte al programa de computación, los cuales podrán ser proporcionados por la coordinación general de Ingeniería de Sistemas.



ESTRIBOS ADICIONALES EN TRABES

NOTA: PARA COLUMNAS...
 NOTA: PARA TRABES...
 NOTA: PARA VIGAS...

UNAM	
ENEP - ARAGON	
TESIS PROFESIONAL	
EDIFICIO DE OFICINAS (PLANTA BAJA)	
BENJAMIN HERNANDEZ GALLARDO	
México D.F. 1983	Plano N° 2



PLANTA DE CIMENTACION

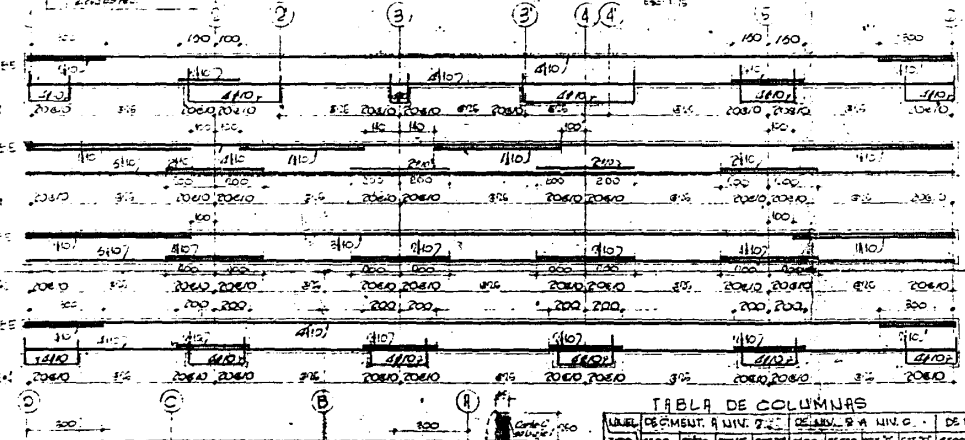
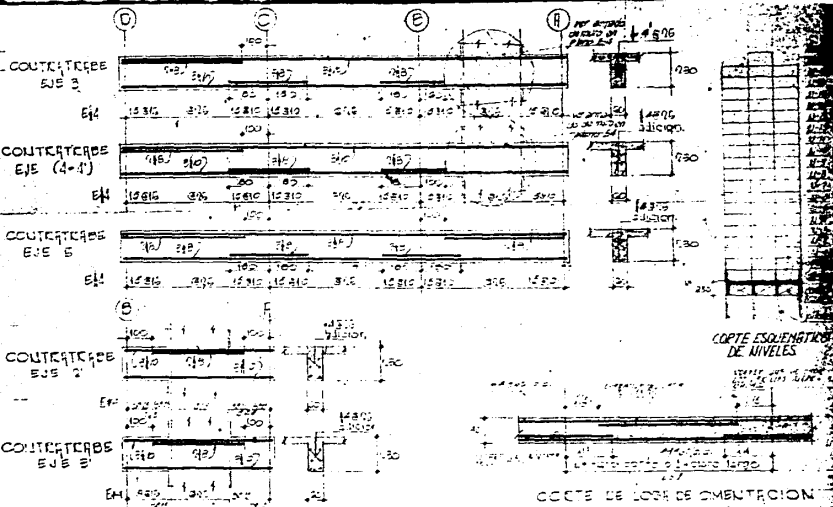


TABLA DE COLUMNAS

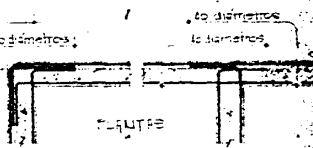
UNIV.	DEBENT.	A UNIV.	DEBENT.	B A UNIV.	DEBENT.	C A UNIV.	DEBENT.	D A UNIV.	DEBENT.	E A UNIV.	DEBENT.
C1	20x20	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
C2	20x20	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
C3	20x20	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
C4	20x20	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

TABLA DE PILES DE CONCRETO

UNIV.	DEBENT.	A UNIV.	DEBENT.	B A UNIV.	DEBENT.	C A UNIV.	DEBENT.	D A UNIV.	DEBENT.	E A UNIV.	DEBENT.
A	20x20	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
B	20x20	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110



COORTE DE LOSA DE DIMENSION

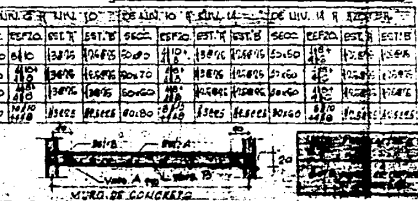


NOTAS GENERALES

Las dimensiones generales y detalles corresponden los planos de las columnas respectivas.
 El diseño de la cimentación se realizó en el programa de cálculo de estructuras de concreto armado.
 Se utilizaron los datos de la planta de cimentación y los datos de las columnas.
 Se utilizaron los datos de la planta de cimentación y los datos de las columnas.
 Se utilizaron los datos de la planta de cimentación y los datos de las columnas.

DIAMETRO	DIAMETRO	VOLU DE COLUMNA
10	10	10
12	12	12
14	14	14
16	16	16
18	18	18
20	20	20

DISPOSICION DEL ARMADO EN COLUMNAS



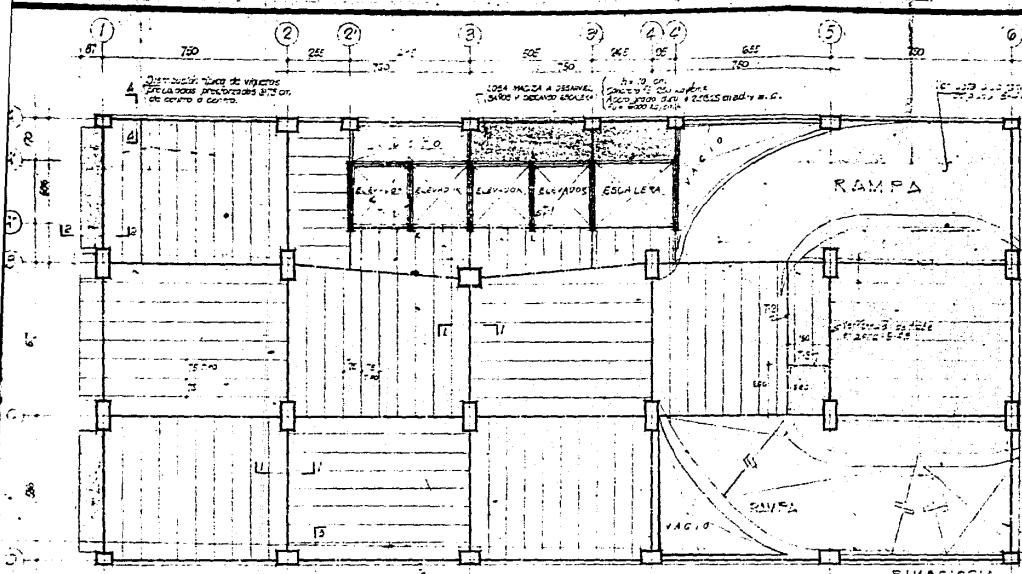
U N A M

E N E P - A R A G O N

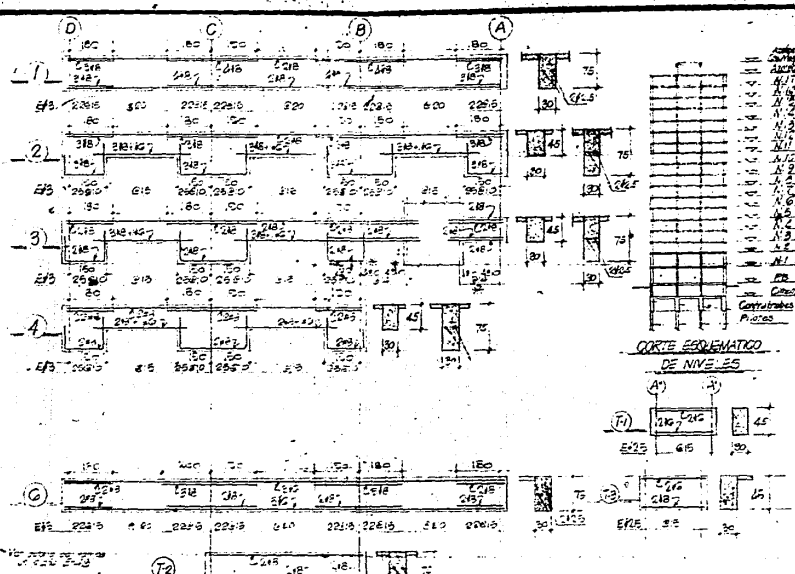
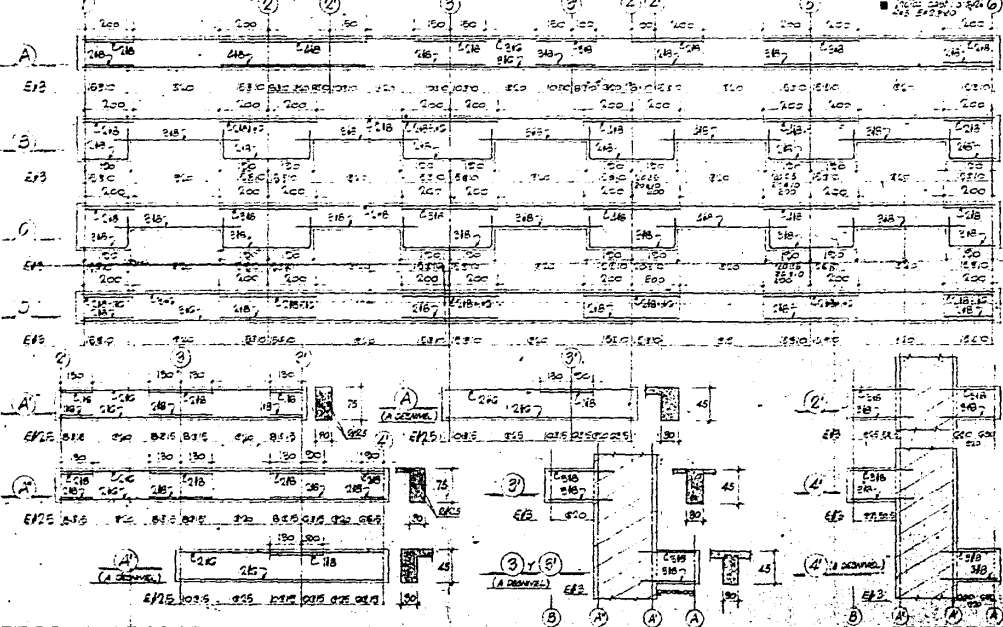
TESIS PROFESIONAL
EDIFICIO DE OFICINAS
(PLANTA DE CIMENTACION)

BENJAMIN HERNANDEZ GALLARDO

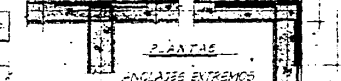
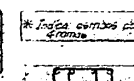
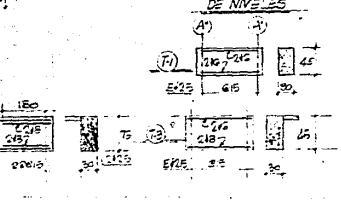
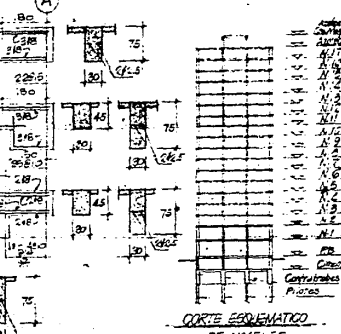
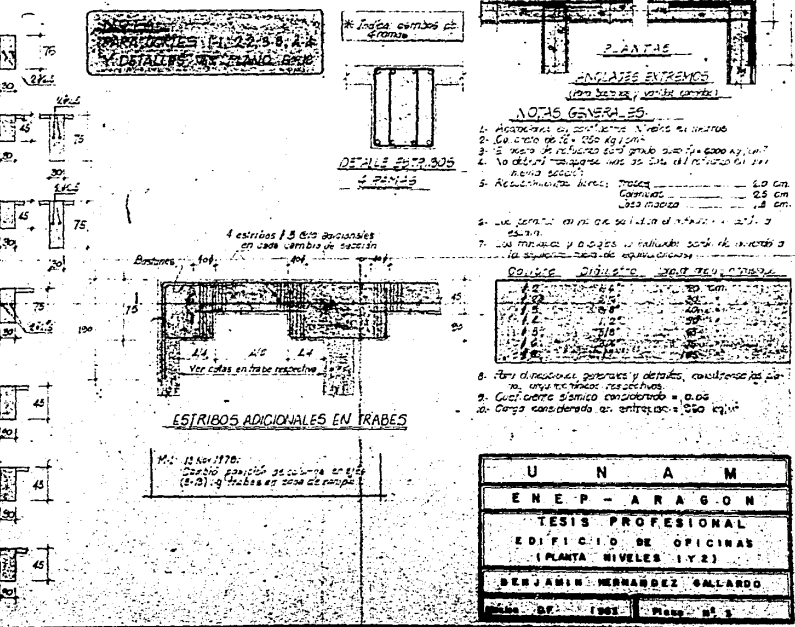
MAYO DE 1983 PÁGINA N° 1



TRAZOS EJES: PLANTA NIV. 1 Y 2 (ESTACIONAMENTO) ESC. 1:2

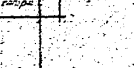
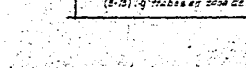
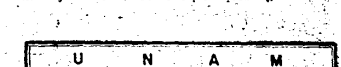
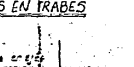
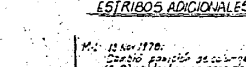
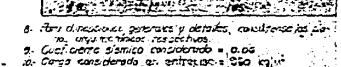
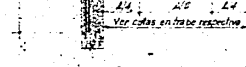
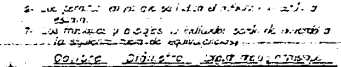
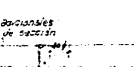
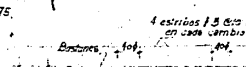
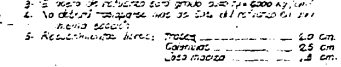
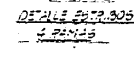


TRAZOS EJES: PLANTA NIV. 1 Y 2 (ESTACIONAMENTO) ESC. 1:2



NOTAS GENERALES:

1. Montar en el sitio las vigas y losas.
2. Con el uso de las vigas y losas.
3. Estructura de concreto armado.
4. No utilizar materiales que no estén autorizados en el programa de cargas.
5. Acabados: pisos: 2.0 cm, paredes: 2.5 cm, techos: 1.5 cm.
6. Las cargas en el caso de las vigas y losas.
7. Las vigas y losas y paredes serán de concreto.
8. Para dimensionar puertas y ventanas, consultar en el programa de cargas.
9. Cargas de viento consultado en el programa de cargas.
10. Cargas de nieve en el programa de cargas.



U N A M

ENEP - ARAGON

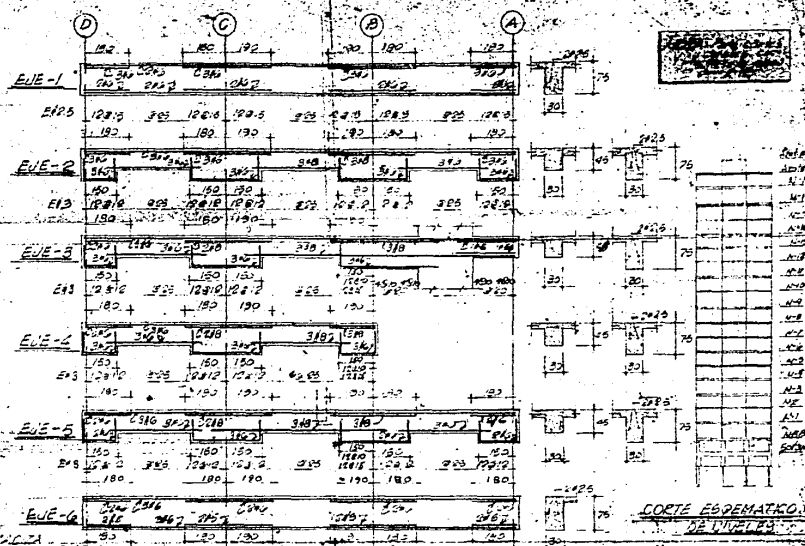
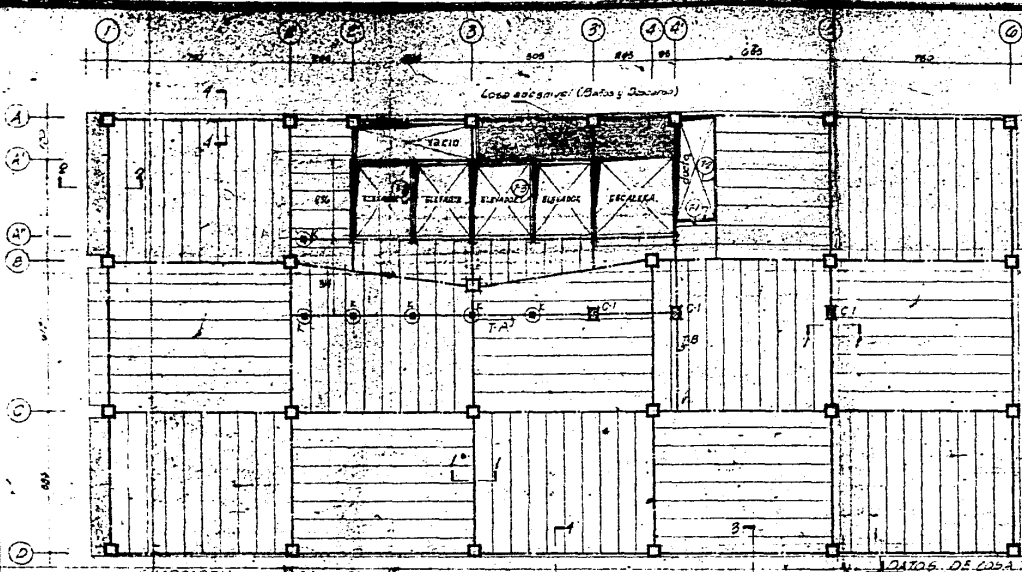
TESIS PROFESIONAL

EDIFICIO DE OFICINAS

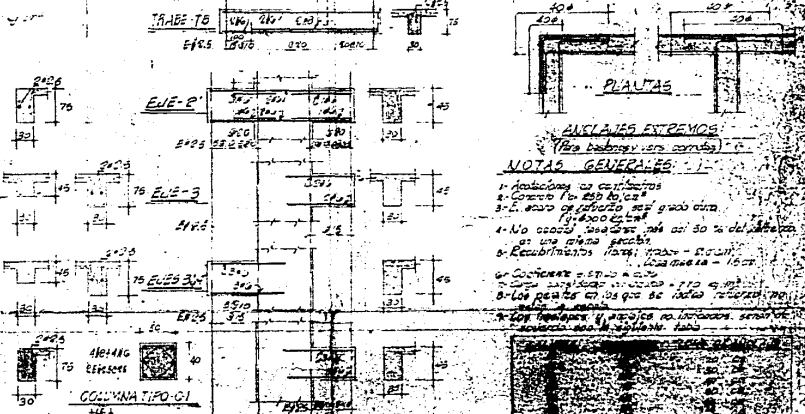
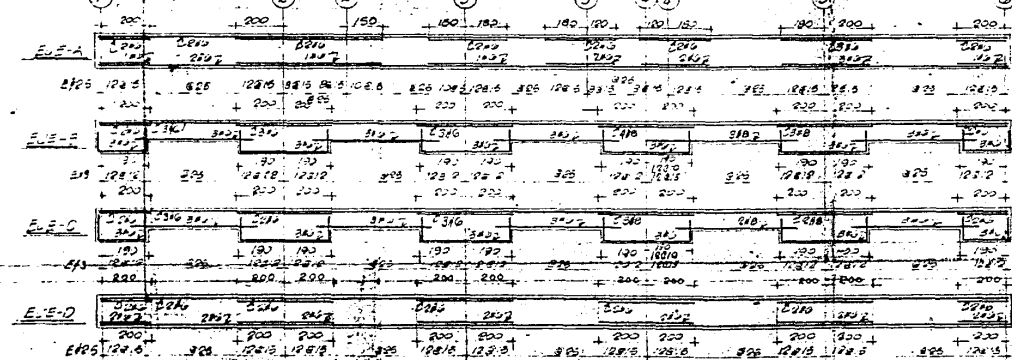
(PLANTA NIVELES 1 Y 2)

D. EN J. M. HERNANDEZ SALARDO

M. de: 1987 P. de: 1987



PLANTA AZOTEA
 1. Columnas y pilares.
 2. Placa de azotea.
 3. Vigas de estructura.
 4. Cimentación (ver sección).
 5. Corte de muro (ver sección).
 6. Corte de columna (ver sección).



NOTAS GENERALES:

1. Aplicación de acabados.
2. Corte de muro tipo G, 10 cm.
3. 2.00 m de altura para 1.00 m de espesor.
4. No olvidar las vigas que van al 30% de la altura.
5. Recubrimientos para vigas = 10 cm.
6. Considerar las vigas de 1.00 m de altura.
7. Los pilares que se indican en la planta de azotea.
8. Los pilares que se indican en la planta de azotea.
9. Los pilares que se indican en la planta de azotea.
10. Los pilares que se indican en la planta de azotea.

U N A M
ENEP - ARAGON
TESIS PROFESIONAL
EDIFICIO DE OFICINAS
(PLANTA DE AZOTEA)
BENJAMIN HERNANDEZ GALLARDO
 Maite D.F. 1983 Párrafo Nº 3

VII.- BIBLIOGRAFIA

VII.- BIBLIOGRAFIA

BLEJWAS T. Bresler B.

1979. Damage Ability in Existing Buildings

Informe No. Eerc 78/12 Universidad de California, Berkely

CARDONA Roberto y Esteva L.

1977. Static Analysis of Asymmetric Multistory

Structures VI World Conference on Earthquake Engineering. Nueva Delhi

CELEBI M. Y Penzien J.

1973. Experimental Investigation into the Seismic Behavior of Critical Regions of Reinforced Concrete Components as Influenced by Moment and Shear Informe No. Eerc 73-4, Universidad de California, Berkely.

CLOUGH Ray y Gidwan J.

1976. Reinforced Concrete Frame 2: Seismic Testing and Analytical Correlation Informe No. Eerc 76-15 Universidad de California, Berkely

DEPARTAMENTO del Distrito Federal

1980. Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (D.D.F.)

DIRECCION General de Obras Públicas

1975. Normas de Proyecto D.D.F. México.

ESTEVA Luis y Guerra O. Rubén

1978. Estimación de Daños Probables Causados por Sismos Central American Conference on Earthquake Engineering, el Salvador.

ESTEVA Luis

1977. Seismicity, Capítulo 6 del libro Seismic Risk an Engineering Decisions Ed. por Roseblueth E. y Lomnitz C., Elsevier, Amsterdam.

FACCIOLI Essio

1977. Probabilistic Assesment of Seismic Risk on lo cal Sediments VI World Conference on Earthquake Engineering Nueva Delhi.

GUERRA O. Rubén

1979. Evaluación de Sistemas Colgantes para Limitar Las Acciones Sísmicas en Edificios Tesis de Maestría División de Estudios de Posgrado F.I. U.N.A.M.

GUERRA O. Rubén y Esteva L.

1977. Equivalent Proprieties an Ductility Requirements in Seismic Dynamic Analysis of Nonlinear Systems VI World Conference on Earthquake Engineering. Nueva Delhi.

GUERRA O. Rubén y Esteva L.

1976. Estimación de Daños Máximos Causados por un Evento Sísmico en la Republica Mexicana Informe del Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.

GONZALES Cuevas Oscar H. Robles F., Casillas J., y Díaz de Cassio R.

1974. Aspectos fundamentales del Concreto Reforzado Limusa

HEGER F. J. Luft R.W.

1977. Structural Evaluation of Existing Building in Massachusetts for Seismic Resistance Informe No. 585, R77-44, MIT.

INSTITUTO De Ingeniería

1977. Requisitos de Seguridad y Servicio Para las Estructuras. Título IV del Reglamento de Construcciones Para el Distrito Federal. U.N.A.M. Publicación NO. 400

MELI Roberto

1976. Bases Para los Criterios de Diseño Estructural del Proyecto del Reglamento de Construcciones Para el Distrito Federal Publicacion No. 375 Instituto de Ingenieria U.N.A.M.

MONROE T. y Blair C.

1975. Economic Impact in Seismic Design Decision Analysis: a Preliminary Investigation Informe No. 506 R 75-25, MIT.

OKADA T. y Bresler B.

1976. Strength and Ductility Evaluation of Existing Low-rise Reinforced Concrete Buildings-Screening Method Informe No. EERC 76-1, Universidad de California Berkely.

RASCON Octavio Chávez M., Alonso L. y Palencia V.

1977. Catálogo de Registros y Espectros de Temblores Ocurridos en la Ciudad de México y en Acapulco Guerrero, de 1951 a 1968 Publicación No. 385. Instituto de Ingenieria, U.N.A.M.

1964. Reglamento de la Comisión Nacional de Seguros

SECRETARIA de Asentamientos Humanos y Obras Públicas
Especificaciones Generales para Proyecto de Estructuras de Concreto y Metálicas

UNIVERSIDAD de California

1977. Developing Methodologies for evaluating the Earthquake Safety of Existing Buildings Informe No. Eerc 77/06, Berkeley

VILLAVERDE Roberto y Esteva Luis

1974. Costos Probables de Daños Causados por Temblores en Construcciones Informe del Instituto de Ingenieria, U.N.A.M.

WHITMAN Robert, Cornell C. A., Vanmarke E. H. y Reed J. W.

1972. Optimum Seismic Protection and Building Damage Statistics Informe No. 339, R72-17, MIT., Cambridge Massachusetts.

WHITMAN Robert, Aziz T., Wong E.

Preliminary Correlations Between Earthquake Damage and Strong Ground Motion Informe No. 564

WONG e. y Whitman R.

1975. Correlations Between Earthquake Damage and Strong Ground Motion Informe No. 505, R75-23, MIT.