

152
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**METODOLOGIA PARA LA REVISION DE
UN INMUEBLE AFECTADO POR
ALGUN SINIESTRO**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

JULIO EMILIO VAN DOOREN OSIO



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 está 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

CAPITULO I

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

CAPITULO II

RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE.....	6
---	---

CAPITULO III

VERIFICACION TOPOGRAFICA.....	17
III.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA.....	18
III.2 VERIFICACION EN LA NIVELACION DEL INMUEBLE.....	18
III.3 VERTICALIDAD DE ELEMENTOS.....	19
III.4 TORSION EN COLUMNAS.....	20
III.5 LEVANTAMIENTO DE MUROS.....	21

CAPITULO IV

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	22
IV.1 EXPLORACION DEL SUBSUELO.....	23
IV.1.1 SONDEOS EXPLORATORIOS.....	26
IV.1.2 SONDEOS DEFINITIVOS.....	27
IV.1.3 TABLA Y LOCALIZACION DE SONDEOS.....	27
IV.2 ENSAYES DE LABORATORIO.....	28
IV.3 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO.....	31
IV.4 CONDICIONES HIDRAULICAS.....	36

IV.5	ANALISIS DE LA CIMENTACION.....	36
IV.5.1	CAPACIDAD DE CARGA.....	37
IV.5.2	ASENTAMIENTOS DE LA ESTRUCTURA.....	41
CAPITULO V		
	REVISION ESTRUCTURAL.....	44
V.1	PRUEBAS FISICAS DEL ACERO Y CONCRETO.....	45
V.1.1	PRUEBAS DE CONCRETO.....	45
V.1.2	PRUEBAS DE ACERO.....	46
V.1.3	VERIFICACIONES CON ESCLEROMETRO.....	48
V.2	ANALISIS ESTRUCTURAL	
CAPITULO VI		
	INSPECCION DE LAS INSTALACIONES.....	53
VI.1	PRUEBAS DE HERMETICIDAD.....	54
VI.1.1	PRUEBA HIDROSTATICA.....	54
VI.1.2	PRUEBA A TUBO LLENO.....	56
VI.1.3	PRUEBA A COLUMNA LLENA.....	57
CAPITULO VII		
	DICTAMEN GENERAL.....	58
CAPITULO VIII		
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
	BIBLIOGRAFIA.....	67

I INTRODUCCION

I INTRODUCCIÓN

Toda sociedad cuando toma el carácter de sedentaria, elige un sitio como habitat, donde empieza a desarrollar toda su infraestructura. Sin embargo la elección de dicho sitio no siempre ha resultado la más idónea, ya que hay lugares que por su ubicación son más propensos a cierto tipo de siniestros como sismos, tormentas, etc.

Por otra parte el crecimiento desmedido de las comunidades y la falta de medidas preventivas, provocan otro tipo de siniestros como pueden ser los incendios, que también son causantes de daños considerables en ciertas ocasiones

Tomada del diccionario, la palabra siniestro se define como: "Daño, destrucción o pérdida que sufren las personas o la propiedad por causa de muerte, incendio, naufragio, etc., y que hacen entrar en acción las garantías del asegurador."

Las consecuencias de los siniestros son los desastres que, tradicionalmente, se veían como producto de fuerzas sobrenaturales y como tales eran captados. Con el advenimiento de la ciencia, la explicación a estos fenómenos se ha buscado, por una parte en las fuerzas del universo, principalmente de carácter geofísico y, por otra parte, en la presencia y acciones del hombre sobre la tierra.

Las comunidades humanas han sufrido siempre de los sismos, inundacio-

nes, plagas y epidemias. La complejidad de los agentes que provocan los desastres ha hecho necesario conocer las circunstancias que lo preceden y lo acompañan, y en ese sentido, se señalan cuatro factores significativos:

El primero es la creciente población del mundo y su tendencia a concentrarse en centros urbanos, lo cual la expone a los efectos de los agentes perturbadores naturales.

En segundo lo constituyen las diversas fuentes de energía que el hombre controla y que poseen el potencial para la creación de desastres de origen humano y que son vulnerables a los errores.

Como tercero es el carácter ambivalente de la energía que el hombre emplea.

Y el cuarto corresponde a la intervención del hombre sobre el ambiente, con el cual aumentan las posibilidades de romper el equilibrio.

El desastre puede definirse como el evento concentrado en tiempo y en espacio, en el cual la sociedad o una parte de ella sufre severo daño e incurre en pérdidas para sus miembros, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento vital de la misma.

Los agentes perturbadores o siniestros que dan lugar a desastres son básicamente fenómenos naturales y de origen humano.

Entre los primeros se encuentran los hidrometeorológicos y geoló-

gicos, como los huracanes, las lluvias y tormentas de granizo, las inundaciones, los vientos, las nevadas, los sismos, el vulcanismo, el colapso de suelos y deslizamientos, el hundimiento regional y agrietamiento, y los maremotos o tsunamis.

Entre los segundos están los químicos, los sanitario-ecológicos y los sociales, entre los que destacan los incendios, las explosiones, las fugas tóxicas, la contaminación de agua, aire y suelo, epidemias, plagas, aglomeraciones y accidentes de transporte.

La ubicación geográfica y las grandes concentraciones de gente en nuestro país, han propiciado la constante presencia de siniestros que han dañado de distinta manera a algunos inmuebles.

Para la evaluación de daños en dichos inmuebles no existe a la fecha literatura que lo trate específicamente, a pesar de la importancia que significa saber en primer lugar si un inmueble puede seguir siendo utilizado, y por otra parte el tipo de reparaciones que se le deben hacer en caso de necesitarlas.

La presente tesis tiene como objetivo, presentar una secuencia lógica para llevar a cabo la revisión de un inmueble afectado por un siniestro, considerando a la estructura como un sistema en el cual actúan conjuntamente todas las ramas de la Ingeniería Civil, ya que nadie podría garantizar sin llevar a cabo un análisis completo, si la falla se debió a problemas en la cimentación, estructuración, instalaciones u otra.

El tipo de inmuebles que existen es Innumerable, ya que conocemos desde edificios, hospitales, cines, etc., hasta algunos tan complejos ingenierilmente como serian puentes, presas, etc. Además cada uno de los edificios, hospitales, puentes, etc., presentan características diferentes con la salvedad de que existan dos iguales. Por tal motivo resultaría imposible presentar dentro de este trabajo detalles específicos para cada tipo de inmueble, por lo que se trato de hacerlo enfocado a la estructura más común (edificio habitacional), pero de tal forma que el lector pueda utilizarlo como guía para llevar a cabo la revisión en cualquier tipo de inmueble, tomando en cuenta todos los factores que puedan afectar dicha revisión, ya que por ejemplo no es lo mismo revisar un edificio que se construyo con el método tradicional (colados en sitio), a uno que fue edificado con elementos prefabricados.

En el capítulo II se presenta la información que resulta necesaria para iniciar la revisión. Durante el capítulo III se exponen los procedimientos para llevar a cabo verificación topográfica. Posteriormente en el capítulo IV se plantean los pasos para efectuar el estudio de mecánica de suelos. La secuencia de la revisión estructural con la descripción de las pruebas a realizar se trata en el capítulo V. Ya en el capítulo VI se contemplan las pruebas que se hacen en las instalaciones. En el capítulo VII se comentan los resultados obtenidos para elaborar el dictamen general. Finalmente las conclusiones y recomendaciones están en el capítulo VII.

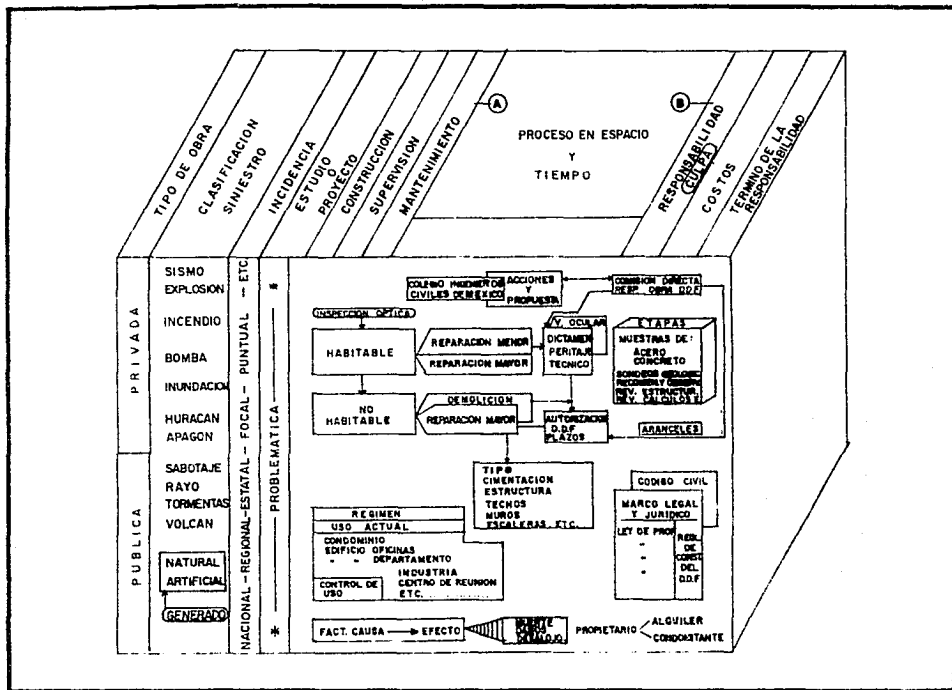


FIGURA II.1 METODOLOGIA GENERAL PARA LA REVISION DE UN INMUEBLE AFECTADO POR ALGUN SINIESTRO.

II RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE

II RECOPIACION DE INFORMACION EXISTENTE

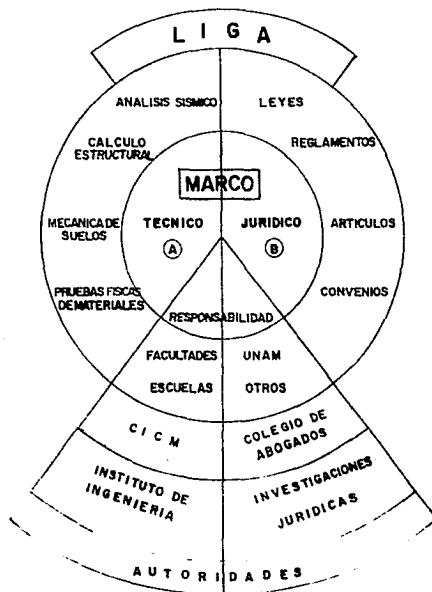
En primera instancia es importante ubicar nuestro problema, ya que la revisión no solo implica aspectos técnicos relacionados con la Ingeniería Civil, pues desde el momento en que se presenta el siniestro surge la necesidad de deslindar responsabilidades, es decir encontrar los responsables directos e indirectos del percance, si es que los hay.

Por tal motivo el sistema para llevar a cabo la revisión del inmueble se puede volver tan complejo como se muestra en la figura 11.1, donde podemos apreciar que nos enfrentamos a un problema interdisciplinario, pero en el que juega un papel fundamental la Ingeniería Civil.

En virtud de que existen reglamentos y leyes a los cuales deben apegarse todas las construcciones, resulta importante la interacción que debe existir entre la Ingeniería Civil y la legislación al respecto, como se presenta en la figura 11.2, aunque se puede apuntar que no se lleva a cabo como debería de ser, sin embargo debido al carácter de esta tesis, este tópico no es tocado a detalle.

Ya enmarcado dentro del aspecto técnico, en lo que concierne a la Ingeniería Civil, el proceso de revisión del inmueble se puede ver como se ilustra en la figura 11.3, donde destaca la intervención de todas las ramas de la Ingeniería Civil.

El procedimiento para llevar a cabo la revisión no es único, ya que



INGENIERIA LEGAL

OBJETIVOS - METAS

MARCO GLOBAL

- OBSERVACION ANTECEDENTES
- REVISION JURIDICA
- LEGISLACION
 - ◁ DIRECTOR RESPONSABLE REGLAMENTO
- INTERRELACION - COMISIONES
- Ⓐ EDUCATIVO - CURSOS
- Ⓑ PONENCIA MAESTRA
 - CAUSAS - EFECTOS
 - PROBLEMÁTICA
 - HERRAMIENTAS

II.2 REPERCUSION DE UN SINIESTRO DESDE EL PUNTO DE VISTA LEGAL .

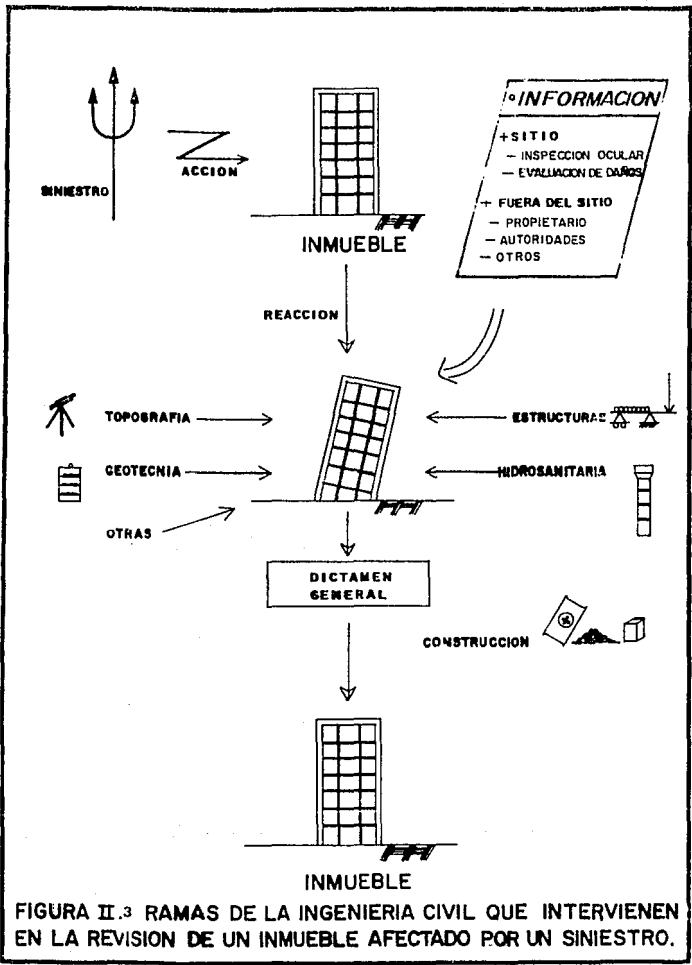


FIGURA II.3 RAMAS DE LA INGENIERIA CIVIL QUE INTERVIENEN EN LA REVISION DE UN INMUEBLE AFECTADO POR UN SINIESTRO.

se podría empezar por revisar la estructura en el caso de que fueran muy notables las fallas en los elementos estructurales, o bien en otro caso llevar a cabo algunas de las pruebas que se puedan llevar a cabo, simultáneamente. Esta decisión será tomada por la persona encargada de dirigir el trabajo, dicha decisión se basará en los daños que haya sufrido la estructura. Sin embargo se propone la metodología que se muestra en la figura 11.4, por considerarse la más lógica y viable.

La revisión del inmueble deberá iniciarse recabando toda la información que sea posible, y que pueda resultar de utilidad. En primer lugar se buscará obtener de los expedientes del D.D.F. o de la autoridad que corresponda, la licencia de construcción, el no. oficial y el alineamiento del inmueble cuando fue construido.

Luego se solicitará la memoria de cálculo, así como los planos generales de la obra, en especial planos topográficos, de cimentación, estructurales y de instalaciones, esto con el fin de saber cual fue el criterio de diseño empleado en el inmueble.

Posteriormente se necesitarán los estudios previos de mecánica de suelos, que contengan sondeos, ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos, cálculo de hundimientos, cálculo de cimentación, para poder comparar con las condiciones de cimentación requeridas por la estructura.

Finalmente será importante obtener la bitácora de la obra y los reportes de los supervisores de obra, donde podríamos detectar posibles

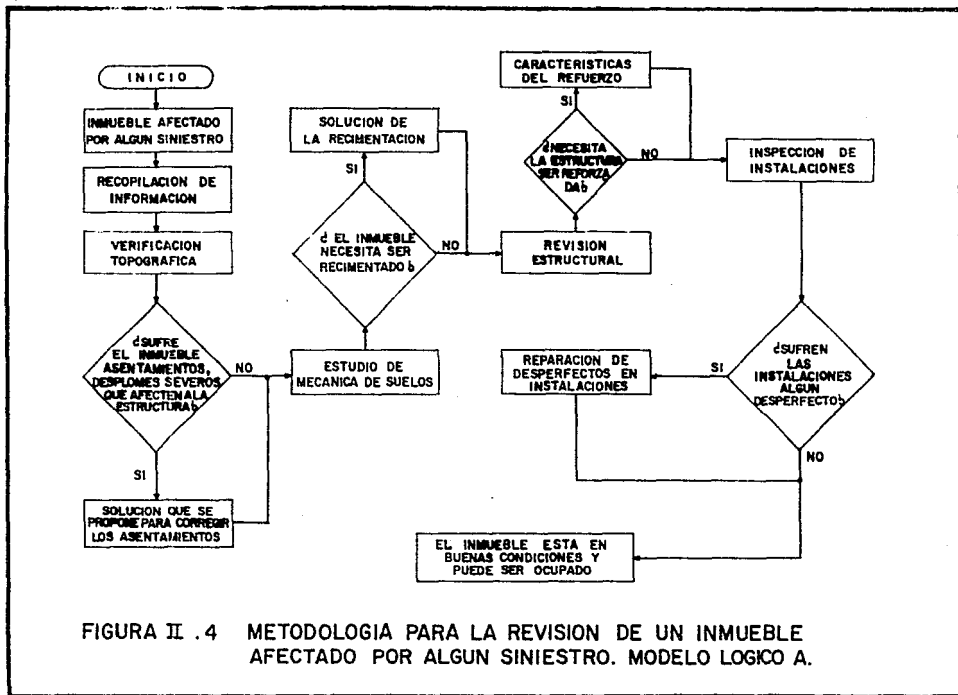


FIGURA II . 4 METODOLOGIA PARA LA REVISION DE UN INMUEBLE AFECTADO POR ALGUN SINIESTRO. MODELO LOGICO A.

cambios en la ejecución de la obra durante el proceso constructivo.

Para llevar a cabo un control adecuado de la información obtenida, se sugiere llevar a cabo una relación como se muestra en la forma 11.1, la cual nos ahorraría tiempo en caso de tener que remitirnos a dicha información.

Sin embargo, recopilar todos los documentos antes mencionados resulta prácticamente imposible por diversas causas. Debido a esto se recomienda llevar a cabo una serie de visitas de reconocimiento del inmueble a fin de complementar la información con los siguientes datos:

- Clasificación de la estructura de acuerdo a su uso.
- Identificación de la estructura tomando en cuenta sus características geométricas y propiedades estructurales.
- Determinación de daños estructurales.
- Determinación de daños no estructurales.

Por otra parte, para realizar una correcta evaluación de los daños, se requerirá identificar el sistema de cimentación utilizado: zapatas aisladas o corridas, sistemas reticulares total o parcialmente compensados, pilotes de fricción, pilotes de punta, pilotes de control o alguna combinación de estos sistemas. También es importante identificar el sistema estructural empleado, pudiéndose tratar de marcos rígidos con o sin contravientos, con sistemas de pisos y losas con vigas o de losas

RELACION DE LA INFORMACION RECOPIADA		
DIRECCION DEL INMUEBLE:		
LICENCIA DE CONSTRUCCION:		
NO. OFICIAL:		
ALINEAMIENTO:		
DOCUMENTO	EXISTE	NO EXISTE
PLANOS TOPOGRAFICOS		
PLANOS DE CIMENTACION		
PLANOS ESTRUCTURALES		
OTROS PLANOS (Especificar que tipo):		
MEMORIA DE CALCULO		
SONDEOS REALIZADOS		
ENSAYES DE LABORATORIO		
PERFILES ESTRATIGRAFICOS		
CALCULO DE HUNDIMIENTOS		
ANALISIS ESTRUCTURAL		
CALCULO DE CIMENTACION		
BITACORA DE LA OBRA		
REPORTES DE LA SUPERVISION		
OTRO TIPO DE INFORMACION UTIL (Especificar cual):		
OBSERVACIONES:		

planas sin vigas, macizas o aligeradas, muros de concreto reforzado, muros de mampostería con o sin contravientos, elementos precolados o alguna combinación de éstos sistemas.

Con el fin de tener la información condensada, se sugiere vaciar todos los datos en el formato 11.2, que fue tomado de la forma para la evaluación de daños en inmuebles del Instituto de Ingeniería.

FORMA PARA LA EVALUACION DE DAÑOS EN INMUEBLES	
IDENTIFICACION DEL INMUEBLE	
DIRECCION:	
NOMBRE:	
FUNCION (oficina, deptos. etc.):	
AÑO DE CONSTRUCCION :	
DESCRIPCION DEL INMUEBLE	
NUMERO DE PISOS:	
DIMENSIONES EN PLANTA:	
CROQUIS DE PLANTA(S): UTILIZAR HOJA ANEXA	
PARTICULARIDADES (cambios de forma en planta o elevación, volados, parapetos, apéndices):	
SISTEMA ESTRUCTURAL	
CIMENTACION (zapatas, losas corridas, pilotes, etc.):	
SISTEMA DE SOPORTE DE CARGAS VERTICALES (columnas de concreto o acero, muros de carga de mampostería o concreto):	
SISTEMA DE PISO (losa de concreto, losa reticular, prefabricado):	
SISTEMA RESISTENTE A CARGA LATERAL (marcos, muros de concreto o mampostería, contraventeos, combinaciones, otros):	
CLASIFICACION DEL DAÑO	
NO ESTRUCTURAL, NULO __, LIGERO __, SUSTANCIAL __, ELEVADO __.	
ESTRUCTURAL, NULO __, LIGERO __, INTERMEDIO __, GRAVE __, COLAPSO __.	
DESCRIPCION DETALLADA DEL DAÑO	
Usar hojas adicionales para describir	
a) Tipo de daño no estructural (p.e. grietas en muros divisorios, desprendimientos o dislocaciones de plafones, recubrimientos, vidrios, instalaciones)	
b) Tipo de daño estructural (grietas en vigas y columnas por flexión, corte o carga axial; haces croquis de elementos dañados, pandeo o rotura de refuerzo o de elementos de acero)	
c) Identificar posibles defectos o causas del daño (sistema estructural inadecuado por rigidez o resistencia, excentricidades o irregularidades en planta, columnas cortas, huecos en elementos estructurales, etc.)	
OTRA OBSERVACIONES	
Posibles daños anteriores al siniestro y reparaciones efectuadas, mala calidad de materiales o de la ejecución, modificaciones de la estructura con el tiempo, usos inadecuados por cargas verticales excesivas, etc. Toda información que pueda justificar el daño.	
COMPLEMENTO FOTOGRAFICO	
Tema y ubicación	

III VERIFICACION TOPOGRAFICA

III VERIFICACION TOPOGRAFICA

III.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA

Se deberá efectuar el reconocimiento del área de trabajo, con la intención de obtener toda la información de campo que nos pueda resultar de utilidad, siendo de particular interés la localización de un Banco de Nivel Maestro o de Apoyo (mojonera), en el cual podamos apoyarnos para efectuar nuestra nivelación topográfica. Es importante tratar de localizar y utilizar el mismo Banco Maestro que se usó para llevar a cabo la nivelación original del terreno, ya que los resultados que se obtengan serán más fidedignos. También se deberán buscar mariposas o marcas previas, que nos indiquen elevaciones en distintos niveles del inmueble, esto será un poco complicado de encontrar sobre todo si dicho inmueble fue terminado de construir en su totalidad, sin embargo el cubo del elevador (en caso de existir), conserva generalmente las marcas de las elevaciones.

III.2 VERIFICACION EN LA NIVELACION DEL INMUEBLE

Una vez localizado el Banco Maestro, se correrá una nivelación diferencial, de preferencia con un nivel fijo, siendo el objeto de dicha

nivelación encontrar posibles asentamientos, hundimientos o deformaciones en los elementos estructurales o en los elementos de apoyo.

La nivelación se llevará a cabo desde el Banco Maestro hacia las columnas y losas del inmueble, donde se tengan las elevaciones originales, y se marcará junto a las mariposas, el nuevo valor obtenido, así como la elevación al piso y techo respectivamente. En el caso de que no existan las mariposas con las elevaciones originales, será necesario remitirse a los planos estructurales generales o particulares donde podremos obtener la información para verificar estas elevaciones y sus posibles diferencias en los niveles.

Cuando se trate de un edificio muy alto no es necesario llevar a cabo la nivelación en cada uno de los pisos, siendo suficiente llevarla a efecto cada tres niveles, y de preferencia utilizando el cubo del elevador como guía, ya que debido a la complejidad de dicho elemento, resulta de particular interés que esta zona no tenga deformación alguna.

111.3 VERTICALIDAD DE ELEMENTOS

Para hacer la revisión de la verticalidad de los elementos del inmueble será necesario emplear un tránsito, que se colocará a una distancia tal del inmueble que nos permita divisar en toda su extensión a la columna que estemos verificando.

Se tomará línea en el centro de la columna del último nivel del inmueble, se fijarán los tornillos de los movimientos particular y general del plano horizontal, y se soltara el tornillo del movimiento vertical, permitiendo mover el telescopio en un solo sentido y a lo largo de toda la columna. Apoyandose en el hilo vertical de la reticula del telescopio se marcará una línea en la columna, misma que nos permitirá medir a ambos lados y comprobar que el centro no se haya desplazado.

Este procedimiento se efectuará en todas las columnas y una vez finalizado podremos saber si existen desplomes en dichos elementos estructurales.

III.4 TORSION EN COLUMNAS

Para llevar a efecto esta verificación, se deberá comprobar en primera instancia la verticalidad del elemento como se describió en el punto anterior, y una vez que cumpla, se procederá a certificar que exista perpendicularidad entre los vértices de dicho elemento, para lo cual será necesario utilizar plomadas. Es importante hacer notar que si no existe tal perpendicularidad, también puede ser debido a que las cimbras fueron mal colocadas durante el proceso constructivo, por lo que dicha revisión deberá efectuarse con sumo cuidado.

III.5 LEVANTAMIENTO DE MUROS

Durante la inspección ocular del inmueble, con cierta experiencia será fácil percatarse de desviaciones verticales en los muros, que pueden deberse a errores durante el proceso constructivo o asentamientos del inmueble.

Para verificar la verticalidad de los muros se procederá a planear las partes extremas del muro por medio de dos plomos que suspenderán de la parte superior del inmueble.

En la parte inferior se colocarán dos elementos (tabiques), que den el peso suficiente para que la plomada resulte confiable. Posteriormente se utilizará una regla graduada, colocada en el extremo del muro y se medirá la distancia que lo separa de la plomada.

En cada entrepiso se efectuarán varias mediciones, distribuyéndolas simétricamente de piso a techo, y al final se hará un promedio que se tomará como la variación constante del piso.

**IV ESTUDIO DE
MECANICA DE SUELOS**

IV ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

IV.1 EXPLORACION DEL SUBSUELO

Para poder efectuar una evaluación del funcionamiento de la cimentación, será necesario conocer en primer lugar las características estratigráficas y físicas del subsuelo en donde se encuentra ubicado el inmueble.

Para conocer dichas características, se efectuarán sondeos, cuyo número, tipo y profundidad a que deberán efectuarse, dependerá fundamentalmente del tipo del subsuelo y de la importancia del inmueble. A la vez será útil obtener de la información recopilada, datos que nos permitan tener una idea, aunque sea aproximada, de las condiciones del subsuelo, ya que dicho conocimiento nos ayudará a fijar un programa de exploración con mayor seguridad y eficacia.

Sin embargo, aún teniendo el estudio detallado que se haya efectuado con anterioridad, se deberán efectuar sondeos exploratorios, para saber las condiciones predominantes del terreno. El número de sondeos exploratorios, será el suficiente para conocer con seguridad dichas condiciones. Posteriormente se efectuarán otros sondeos, pero con carácter definitivo, cuya finalidad será la de obtener datos más específicos para poder dictaminar correctamente. En éstos sondeos, la ubicación ya podrá definirse sobre bases más firmes, por contarse con los datos del suelo dados por los sondeos

exploratorios.

Un punto que requiere especial cuidado, es la determinación de la profundidad a que debe llevarse la exploración del suelo. Para el caso que nos interesa, donde los asentamientos y la resistencia son los factores determinantes para la cimentación, el área de apoyo de las estructuras, concretamente el ancho, es de importancia vital, pues el efecto de las presiones superficiales aplicadas al suelo es netamente dependiente de éste concepto. En algunos de los casos, se recomienda explorar una profundidad comprendida entre $1.5B$ y $3B$, siendo B el ancho de la estructura cimentada. En otras ocasiones, la profundidad de los sondeos se fijará con criterios diferentes. Un caso típico se tiene cuando los sondeos revelan la presencia de suelos muy blandos que obliguen a pensar en la conveniencia de cimentaciones piloteadas, apoyadas en estratos resistentes; en tales casos se hará necesario seguir la exploración hasta encontrar tales estratos, si existen a profundidades económicas e inclusive rebasarlos, para verificar que su espesor sea el adecuado y, en caso de que bajo ellos sigan otros estratos blandos, aún será preciso investigar las características de éstos, para poder estimar los asentamientos y capacidad de carga con que se debieron haber diseñado los pilotes.

En la tabla IV.1, se presenta un condensado de los métodos de exploración de suelos, que se deberán utilizar según sea el caso.

METODO	PROFUNDIDAD	APLICACION	MUESTREO
Geofísico: Sísmico Eléctrico	Generalmente menos de 35m.	Para localizar estratos firmes debajo de materiales suaves. Con cierto equipo adaptado es posible determinar la densidad y humedad del suelo.	MUESTRAS INALTERADAS
Prueba de la veleta (resistencia al corte)	Limitada a la resistencia del instrumento.	Resistencia al corte "in situ" de suelos cohesivos no gravosos.	
Prueba de carga	Limitada a las dimensiones de la placa de prueba (2 veces el ancho).	Suelo con espesor de estrato suficiente para absorber la carga real (según el ancho real) de la obra.	
Perforación Manual (posteado, barrenos, helicoidales, etc).	Depende del equipo y tiempo disponibles. Profundidad práctica arriba de 35 m.	Cualquier suelo que sea capaz de mantener las perforaciones sin ademe.	MUESTRAS ALTERADAS
Perforación por rotación, lavado, percusión (penetración estándar)	Depende del equipo, la mayoría puede perforar profundidades de 70 m o más.	Cualquier suelo. Alguna dificultad para suelos gravosos. En roca requiere de taladros especiales. Las pruebas de penetración se utilizan en conjunto con estos métodos y las muestras son recuperadas por cucharas muestreadoras.	
Pozo a cielo abierto.	Como se quiera, usualmente menos de 6 m.	Cualquier suelo. En ocasiones la profundidad estará en función del área disponible de excavar y del N.A.F.	
Perforación por rotación y percusión (Shelby, Denison)	Depende del equipo; generalmente 70 m o más.	Cualquier suelo. Muestreadores de tubos de pared delgada o con pistón, permiten recuperar muestras de los barrenos hechos por el avance de estos métodos. Muestras con diámetros de 5 a 10 cm.	MUESTRAS INALTERADAS
Pozos a cielo abierto.	Menos de 6 m.	Muestras labradas a mano. Del cuidado de labrado y manejo de la muestra dependerá el grado de alteración.	

TABLA IV.1 RESUMEN DE METODOS DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

IV.1.1 SONDEOS EXPLORATORIOS

El método más conveniente para llevar a cabo éste tipo de sondeo, es el de penetración estándar (SPE), ya que es el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona más información útil en torno al subsuelo.

Con la prueba de penetración estándar se logran dos finalidades de gran importancia a saber:

- a) Obtener muestras alteradas representativas de los materiales del subsuelo y,
- b) Obtener el resultado de la prueba estándar de penetración, mediante el número de golpes N , para penetrar 30 cm en el suelo.

Con el resultado de ésta prueba de campo, es posible determinar las propiedades índice de los materiales en que se efectúa, las cuales son indispensables para formar el perfil estratigráfico del sitio estudiado. Asimismo utilizando correlaciones empíricas, es posible determinar las propiedades mecánicas de los materiales muestreados.

El procedimiento de la prueba de penetración estándar consiste en hincar en el suelo una herramienta estándar (penetrómetro), el cual se acostumbra que sea de media caña, para facilitar la extracción de la muestra que haya entrado en su interior. El penetrómetro se enrosca al extremo de la tubería de perforación y se le hace penetrar con golpes dados por un martinete de 63.5 kg. de peso, que cae desde 76 cm, contando el número de golpes

necesario para lograr una penetración de 30 cm.

IV.1.2 SONDEOS DEFINITIVOS

La finalidad básica de éste tipo de sondeos, es la de obtener muestras inalteradas, para poder llevar a cabo un análisis completo. Generalmente se procede a efectuar un sondeo mixto, es decir utilizando primeramente el equipo de penetración estándar hasta alcanzar una profundidad que se juzgue conveniente y a partir de la cual podrá usarse el Barril Denison para obtener muestras representativas inalteradas.

La recuperación de muestras inalteradas, también podrá efectuarse mediante Tubos Shelby de pared delgada, perímetro de corte afilado, 10 cm. de diámetro y 1 m de longitud.

Cabe hacer notar que la recuperación de muestras inalteradas es conveniente realizarla hincando a presión el equipo elegido (Barril Denison o Tubo Shelby), con el equipo de perforación en los materiales del subsuelo de consistencia blanda a muy blanda.

IV.1.3 TABLA Y LOCALIZACION DE SONDEOS

Todos los sondeos que se lleven a cabo deberán consignarse en una tabla, donde se especifiquen claramente las características de cada sondeo

asi como un croquis con la localización de los mismos. Amanera de ejemplo se presentan la tabla IV.2 y la figura IV.1, con información ficticia.

IV.2 ENSAYES DE LABORATORIO

Todas las muestras obtenidas, se clasificarán en forma preliminar en campo, y debidamente empacadas e identificadas se llevarán al laboratorio de mecánica de suelos, para su clasificación definitiva y ensaye.

Las pruebas de laboratorio que determinarán las propiedades índice y mecánicas necesarias para conocer el comportamiento del subsuelo en función de la resistencia y deformabilidad del mismo son:

Para las propiedades índice:

Clasificación

Granulometría

Peso Volumétrico

Límites de Consistencia

Densidad de Sólidos

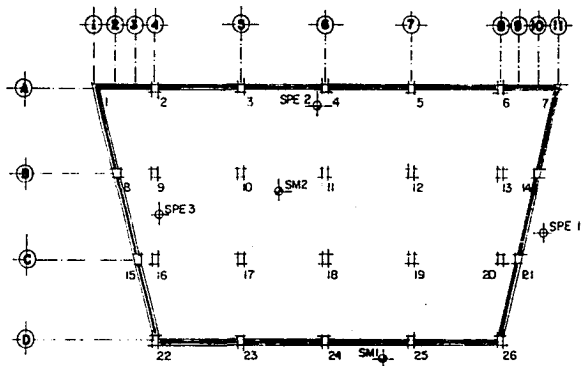
Para las propiedades mecánicas:

Resistencia al esfuerzo cortante

Resistencia a la penetración estándar

Compresión triaxial

Consolidación unidimensional



SIMBOLOGIA

⊕ SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR

⊕ SONDEO MIXTO

Figura IV | LOCALIZACION DE SONDEO

CARACTERISTICAS DE LOS SONDEOS

SONDEO	PROFUNDIDAD EXPLORADA (m)	BARRIL DENISON (m)	TUBO SHELBY (m)	PROFUNDIDAD DEL NAS (m)
SPE-1	25.00			1.20
SPE-2	25.20			1.68
SPE-3	25.90			1.76
SH-1	25.30	22.20-24.10		1.45
SH-2	25.00		20.50-23.20	1.38

NAS- Nivel de aguas superficiales

SPE- Sondeo de penetración estándar

SH- Sondeo mixto

TABLA IV.2 CARACTERISTICAS DE LOS SONDEOS

Se recomienda que las pruebas anteriores se realicen en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y tomando muestras representativas de cada uno de los depósitos del subsuelo. Con los resultados se calculará el cambio con la profundidad de la relación de vacíos (e), del peso volumétrico (δ_m), y del esfuerzo efectivo actual por peso propio (V_o).

Se determinará la curva de distribución granulométrica de los materiales representativos, y será presentada como se indica en la figura IV.2.

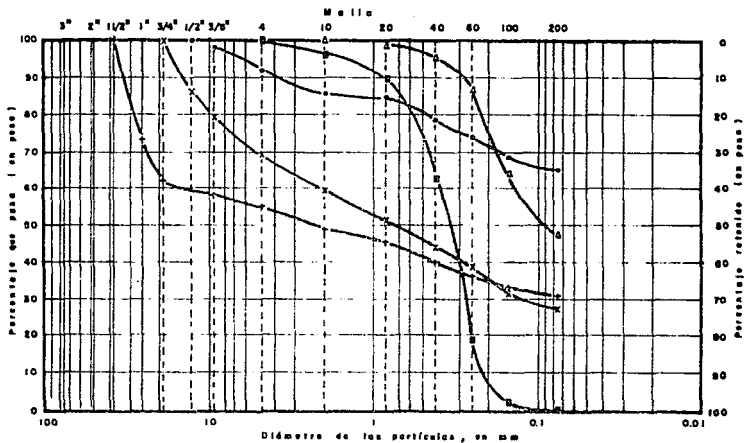
Se complementará con la figura IV.3, donde quedarán representados los resultados obtenidos para determinar las propiedades Índice y la resistencia a la penetración estándar.

Adicionalmente para las muestras inalteradas, se obtendrán las leyes de la variación de la resistencia al esfuerzo cortante, obtenidas de las envolventes de los Círculos de Mohr correspondientes al estado máximo de esfuerzos, como resultado de las pruebas de compresión triaxial, y las curvas de compresibilidad resultantes de las pruebas de consolidación unidimensional, que serán vaciadas como se muestra en las figuras IV.4 y IV.5 respectivamente.

IV.3 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO

Apoyándose en los resultados de los sondeos realizados, y en las prug

FIGURA IV. 2 CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



Sondeo	Prof. m	Símbolo	W	LL	LP	Ip	D10	D30	D60	Cu	Cc	Grupo SUCE
				%	%	%	mm	mm	mm			
SM-1	0.90	+	12									SC
SM-1	2.00	+	18									CL
SM-1	3.20	x	9									SC
SM-1	11.10	■	21				0.32	0.48	0.88	1.91	1.09	SP
SM-F	14.10	△	19	22	11	11						SC

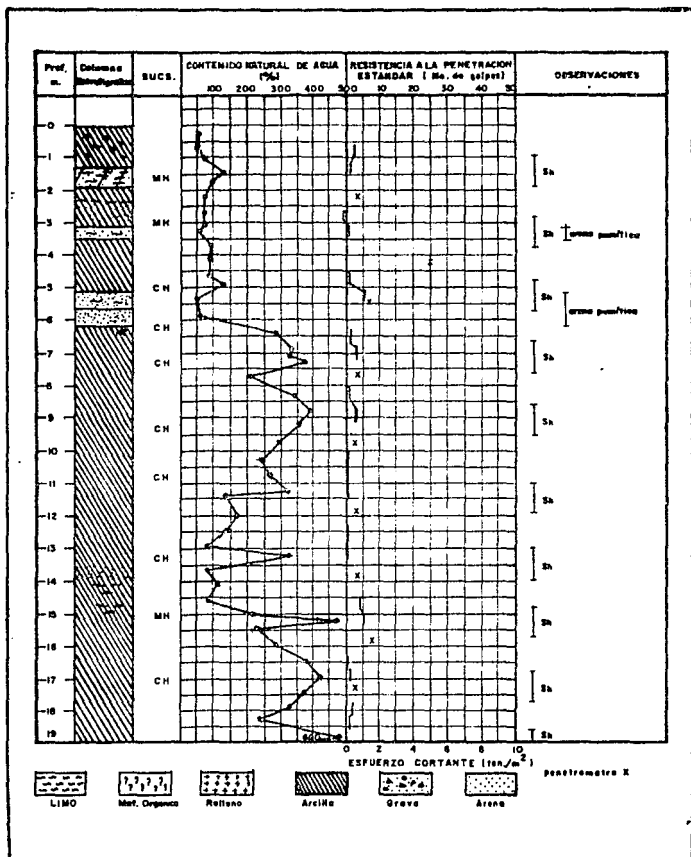
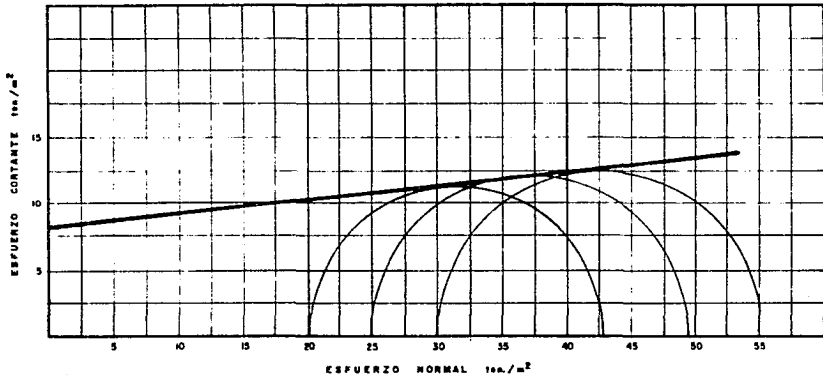


FIGURA IV. 3 PROPIEDADES INDICE Y RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR

CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

TIPO DE SONDEO MIXTO, SM-1
 MUESTRA No. 12 PROF. 1.63-16.5m
 DESCRIPCION Arcillo, gris, clara, verdeza.

NO CONSOLIDADA NO DRENADA		U.U. <input checked="" type="checkbox"/>		CONSOLIDADA NO DRENADA		CU <input type="checkbox"/>		CONSOLIDADA DRENADA		CD <input type="checkbox"/>		PARAMETROS DE ESTADO
PRUEBA No.	W %	W %	e _i	e _f	(S _r) _i %	(S _r) _f %	σ'_m ton/m ²	σ'_m ton/m ²	R ton/m ³	σ'_m ton/m ²	σ'_m ton/m ²	
1	176.2						20.0	22.76	1.27			$\phi = 6.5^\circ$ $c = 8 \text{ ton/m}^2$
2	134.5						25.0	24.35	1.27			
3	175.3						30.0	24.89	1.30			
4												
5												



PRUEBA DE CONSOLIDACION SONDEO MIXTO SM - I

PROFUNDIDAD (m)	W (%)	e_0	P_c (kg/cm ²)	e_s
6.70 — 7.60	573.94	8.157	0.86	2.45

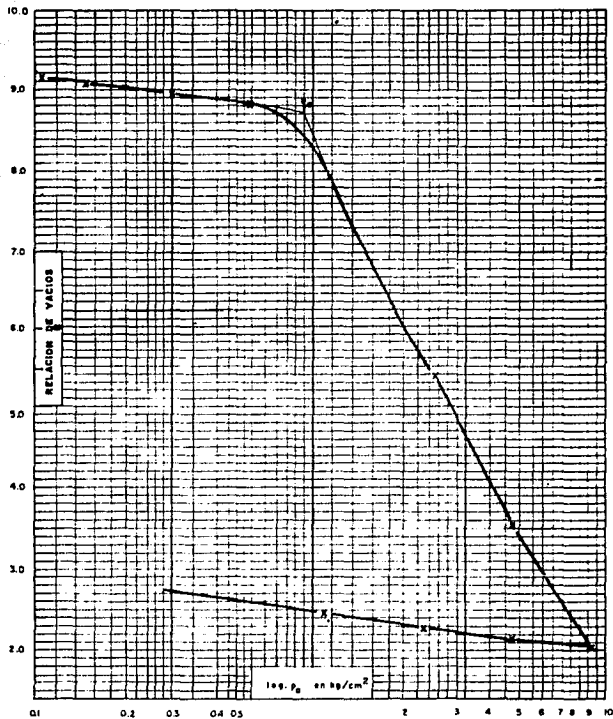


FIGURA IV.5 PRUEBA DE CONSOLIDACION

bas de laboratorio, se presentará una descripción estratigráfica detallada, en la cual será importante dar las características específicas de los depósitos que se encuentren en cada estrato, ya que alguno de dichos depósitos, puede ser el causante de asentamientos en caso de que existieran.

Dentro de la descripción, se recomienda para cada estrato o depósito, dar las profundidades que lo limitan, incluir el tipo de suelo de que se trata según el SUCS, contenido natural de agua, peso volumétrico natural, relación de vacíos, resistencia al esfuerzo cortante, y para los depósitos que sea posible, proporcionar el ángulo de fricción interna así como el índice de resistencia en la prueba de penetración estándar.

Con toda esta información de propiedades índice y mecánicas se podrá establecer una correlación estratigráfica dentro del predio.

IV.4 CONDICIONES HIDRAULICAS

Durante la ejecución de los sondeos se podrá determinar el nivel de aguas freáticas, que se incluirá en la tabla IV.1. Finalmente se colocarán piezómetros para conocer la distribución de presiones hidráulicas.

IV.5 ANALISIS DE LA CIMENTACION

Para llevar a cabo la revisión de la cimentación, se analizarán bas[

camente dos aspectos fundamentales. Primeramente la capacidad de carga, que es la máxima carga que se puede aplicar al suelo sin producir la falla, en donde la falla puede ser por rotura del suelo o por deformación excesiva del mismo.

Por otra parte toda masa de suelo al someterla a un incremento de carga se comprime y deforma pudiendo ocurrir la deformación a corto o a largo plazo, o bien, bajo ambas condiciones. Estas deformaciones son conocidas como asentamientos, los cuales deberemos obtener y analizar.

Resulta de especial importancia saber que tipo de cimentación estamos estudiando, ya que de ello dependerá que expresiones matemáticas utilizaremos.

IV.5.1 CAPACIDAD DE CARGA

Para el análisis de capacidad de carga del suelo, es necesario considerar las siguientes características básicas, que podremos obtener del trabajo realizado anteriormente:

- a) Estratigrafía y propiedades del subsuelo hasta las profundidades afectadas por la cimentación.
- b) Parámetros de resistencia al esfuerzo cortante del suelo; c y ϕ
- c) Peso volumétrico natural
- d) Posición del nivel de aguas fráticas

Todas ellas necesarias, puesto que la ecuación fundamental para el cálculo de la capacidad de carga, propuesta por K. Terzaghi, resulta ser:

$$q_u = c N_c + \gamma_1 D_f N_q + 1/2 \gamma_2 B N_\gamma$$

en donde:

- q_u : Capacidad de carga última
- c : Cohesión del suelo
- γ_1, γ_2 : Peso volumétrico del suelo, por arriba y por abajo del nivel de desplante respectivamente
- D_f : Profundidad del desplante
- B : Ancho del cimiento
- N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga, adimensionales, que dependen del ángulo de fricción interna

De esta teoría han surgido otras semejantes, cada una de las cuales se aplica a un caso especial. En la tabla IV.3 se presenta un resumen de las teorías de capacidad de carga.

La capacidad de carga última (q_u), es aquella que resiste un suelo antes de romperse, sin embargo el diseño de la cimentación no está hecho para que suceda la falla, por lo que la capacidad de carga última se disminuye, dividiéndola entre un factor mayor de la unidad, obteniéndose la capacidad de carga neta (QPa).

Por otra parte, resulta de gran importancia tomar en cuenta la consolidación regional, ya que debido a ella se presentará el fenómeno de fricción

TIPO DE SUELO	TEORIA	COMENTARIOS
Cohesivo - Friccionante (Limo arenoso, arcillo arenoso, arenolimoso, arena arcilloso).	K. Terzaghi $q_u = CN_c + \gamma_1 D_f N_q + 1/2 \gamma_2 BN_f$	Suelo que exhibe la capacidad de carga más alta, sin embargo habrá que confirmar la conservación de la cohesión, bajo cambios eventuales en la cimentación (función del tiempo o cambios del nivel de aguas freáticas).
Cohesivo (Arcillas, arcillas limo plásticas).	Skempton $q_u = CN_c + \gamma_1 D_f$	N_q , implícitamente vale 1 y N_c es función del ancho, profundidad y forma de la cimentación. El término $\gamma_1 D_f$ sólo debe tomarse en cuenta cuando la cimentación es hueca.
	K. Terzaghi $q_u = CN_c + \gamma D_f N_q$ $N_c = 5.7$ $N = 1.0$ q	Ya están restringidos los valores de N_c y N_q , para $\phi = 0$.
	Meyerhof $q_u = CN_{cq}$	También para cimentaciones en taludes o cerca de ellos. N_{cq} , es función del talud; inclinación y relación distancia del talud entre ancho del cimiento.
Friccionantes (Arenas, gravas).	K. Terzaghi $q_u = \gamma_1 D_f N_q + 1/2 \gamma_2 BN_f$	El cambio del nivel de agua freática, afecta a q_u debido a que γ_1 y γ_2 se toman como sumergidos cuando aumenta.
	Meyerhof $q_u = 1/2 \gamma BN_f$	Para cimientos en taludes o cerca de ellos, N es función de $dist/B$ e inclinación del talud.
<p>La teoría de Terzaghi es recomendable para toda clase de cimentaciones superficiales en cualquier suelo.</p> <p>La teoría de Skempton es apropiada para cimientos en suelo cohesivo, sean superficiales o profundas (cilindros o pilotes).</p> <p>Puede usarse la teoría de Meyerhof para determinar la capacidad de carga de cimientos profundos en suelos friccionantes.</p>		

negativa, que afecta fundamentalmente a los pilotes de punta, pues la fricción negativa que el suelo transmite a los pilotes actúa como una carga muerta en ellos, y dicha carga debe ser tomada en cuenta en el diseño.

Para calcularse se propone la expresión:

$$FN = \frac{w \cdot k\phi \cdot A_f}{1 + \frac{w \cdot k\phi \cdot d}{3 \cdot a}}$$

en donde:

- FN : Fricción negativa
- w : Perímetro del pilote
- A_f : Area de esfuerzos efectivos iniciales
- d : Longitud en la cual puede desarrollarse la FN
- a : Area tributaria entre pilotes
- kφ : Parámetro que relaciona el esfuerzo efectivo vertical con el horizontal

Finalmente para comprobar la estabilidad de la cimentación, se verificará el cumplimiento de la siguiente desigualdad, para condiciones estáticas y dinámicas.

$$Q_{Fc} < Q_{Pa}$$

en donde:

- Q_{Fc} : Suma de acciones verticales a tomar en cuenta, afectada

por el factor de carga correspondiente. Las acciones incluirán el peso propio de los pilotes y el efecto de la fricción negativa que pudiera desarrollarse

QPa : Capacidad de carga neta de la cimentación, afectada por el factor de carga correspondiente

IV.5.2 ASENTAMIENTOS DE LA ESTRUCTURA

La expresión general del asentamiento debido al peso aplicado por una estructura es:

$$DH_t = DH_e + DH_p + DH_s$$

en donde:

- DH_t : Asentamiento total
- DH_e : Asentamiento elástico o expansión
- DH_p : Asentamiento por consolidación primaria
- DH_s : Asentamiento por consolidación secundaria

En la tabla IV.4, se resume la manera de evaluar cada una de estas componentes para un suelo, así como puntos importantes que deben tomarse en cuenta para estimar el análisis.

Finalmente se deberá comparar el asentamiento con los admisibles por la estructura según el reglamento que les corresponda. En la tabla IV.5 se presentan los asentamientos permisibles para las estructuras más comunes según el Reglamento de Construcciones para el D.F.

ASENTAMIENTO	COMENTARIOS
$AHe = \frac{WB(1-U^2)}{E} If$ <p>AHe- Deformación Elástica W - Carga uniformemente repartida B - Ancho del cimiento U - Relación de Poisson E - Módulo Elástico If- Valor de influencia o valor de forma</p>	<p>El problema principal de esta expresión es determinar satisfactoriamente los valores de E y U. "E" es función de la presión de confinamiento en el suelo, contenido de agua, etc. Sus valores tienen un amplio rango y pueden estimarse por las curvas esfuerzo-deformación axial, de pruebas de compresión, en pruebas de placa "in situ", o con correlaciones (función de su resistencia al corte o número de golpes en la Penetración Estándar). "U" tiene un rango de variación de 0.2 a 0.5 teniendo poca influencia en el cálculo (aprox. 20% de error).</p>
$AHp = \frac{Ae}{1+e_0} H$ <p>AHp- Asentamiento por consolidación primaria Ae- Variación de la relación de vacíos H - Espesor del estrato e₀- Relación de vacíos inicial</p>	<p>Por medio de pruebas de consolidación en el laboratorio se determina la curva de compresibilidad (e-log p), útil para el cálculo de e₀ y Ae. Si el suelo está formado por varios estratos compresibles el asentamiento total será igual a la suma de cada uno.</p>
$AHs = Hcd \log \frac{t_1 + At}{t_1}$ <p>AHs- Asentamiento secundario H - Espesor del estrato Cd- Coeficiente de consolidación secundaria t₁- Tiempo requerido para la consolidación primaria At- Tiempo que cumple con la supuesta vida útil de la obra</p>	<p>Este asentamiento es difícil de estimar. Los parámetros que incluyen la expresión pueden valuarse de la curva (Asentamiento-tiempo), obtenida de pruebas de laboratorio.</p>

a) Movimientos verticales (hundimiento o emersión)

<u>Concepto</u>	<u>Límite</u>
Valor medio en el predio	30 cm
Velocidad del componente diferido	1 cm/semana

b) Inclinación media

<u>Tipo de daño</u>	<u>Límite</u>	<u>Observaciones</u>
Inclinación visible	$100/(100+3h) \%$	h= altura de la construcción en m.
Mal funcionamiento de grúas viajeras	0.3 %	En dirección longitudinal

c) Deformaciones diferenciales en la propia estructura y sus vecinas

<u>Tipo de estructura o elemento</u>	<u>Variables que se limita</u>	<u>Límite</u>
Marcos de acero	Relación entre el asentamiento diferencial y el claro.	0.006
Marcos de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial y el claro.	0.004
Muros de carga de la drillio recocido o --) bloque de cemento.	Relación entre el asentamiento diferencial y el claro.	0.002
Muros con acabados muy sensibles, como yeso, piedra ornamental, etc.	Relación entre el asentamiento diferencial y el claro.	0.001 Se tolerarán valores mayores en la medida en que la deformación ocurra antes de colocar los acabados o esten desligados de los muros.
Paneles móviles o muros con acabados poco sensibles, como -- mampostería con juntas secas.	Relación entre el asentamiento diferencial y el claro.	0.004
Tuberías de concreto con juntas.	Cambio de pendiente en las juntas.	0.015

V REVISION ESTRUCTURAL

V REVISION ESTRUCTURAL

V.1 PRUEBAS FISICAS DE ACERO Y CONCRETO

Parte fundamental para el funcionamiento correcto de la estructura, es la calidad de los materiales utilizados durante la construcción de la misma, por tal motivo resulta conveniente obtener muestras del acero y concreto que constituyen el inmueble, para probarlas y poder corroborar que cumplan con las especificaciones.

V.1.1 PRUEBAS DE CONCRETO

Se procederá a extraer una cantidad representativa de núcleos de concreto, de 10 a 12 cm de longitud, y diámetro $\phi=3"$, para lo cual será recomendable utilizar un extractor con broca de punta de diamante.

Dichos núcleos o corazones serán extraídos en forma aleatoria, en todos los niveles del inmueble, y obteniendo muestras de todos los elementos estructurales que resulten importantes como trabes, columnas, escaleras, muros de concreto y otros.

Una vez extraídos los núcleos, serán ensayados, para lo cual se clasificarán, enumerarán y relacionarán todas las muestras.

Posteriormente se cortarán con objeto de obtener superficies planas y

evitar esfuerzos adicionales que puedan dar resultados falsos.

Lograda la conformación de los extremos se procederá a su cabeceo, utilizando azufre fundido a una temperatura de 120°C aproximadamente, que tiene por objeto guardar un paralelismo y perpendicularidad entre las caras de los núcleos, tomando en cuenta que por especificaciones del A.C.I., el azufre tendrá una resistencia de 250 kg/cm², para ser utilizado.

Para efectuar los ensayos se utilizará una prensa universal, que comprime los núcleos hasta llevarlos a la falla, se calcularán los esfuerzos de resistencia a la compresión en los núcleos de concreto y finalmente los resultados de las pruebas serán vaciados en un formato como aparece en la tabla V.1, la cual contiene toda la información que nos resulta de utilidad para saber la calidad del concreto, resultando de particular interés el último renglón (% de resistencia), ya que nos indica si la resistencia está arriba o abajo de la resistencia de proyecto, dependiendo si se obtuvo más de 100.0 o menos respectivamente.

V.1.2 PRUEBAS DE ACERO

Se efectuarán calas, también en forma aleatoria, en columnas y trabes en que sea posible, con objeto de verificar los armados del acero de refuerzo, para lo cual será indispensable apoyarse en los planos estructurales, para poder corroborar que el armado de proyecto corresponda con el armado real.

TABLA V.1 PRUEBAS AL CONCRETO

INMUEBLE:					
UBICACION:					
RESISTENCIA DE PROYECTO; $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$					
LOCALIZACION: 1er NIVEL					
CORAZON NO.	11	12	13	14	15
ELEMENTO ESTRUCTURAL	COL 4-A	COL 6-A	COL 8-A	COL 6-C	COL 6-D
EJES	4-A	6-A	8-A	6-C	6-D
DIAMETRO EN cm.	6.9	10.0	10.0	7.0	6.9
ALTURA EN cm.	5.5	14.9	14.2	12.5	8.7
FECHA DE EXTRACCION	09/IV/87	09/IV/87	10/IV/87	10/IV/87	11/IV/87
CARGA A LA RUPTURA EN kg.	18000.00	23000.00	27500.00	12621.44	10000.00
RESISTENCIA DE RUPTURA A LA COMPRESION - EN kg/cm^2 .	229.0	293.0	350.0	328.0	267.0
COEFICIENTE DE ESBELTEZ	0.978	0.970	0.959	0.936	0.941
RESISTENCIA CORREGIDA	224.0	284.0	336.0	319.0	251.0
% DE RESISTENCIA	89.6	113.6	134.4	127.6	100.4

al. El resultado de las calas se puede representar como se muestra en la tabla V.2.

Posteriormente se extraerán probetas de acero de refuerzo, para efectuar pruebas de calidad de las mismas, para lo cual es necesario lograr que estén rectos los especímenes, y dependiendo del calibre preparar la varilla en sus extremos, para poder sostener la probeta y efectuar las pruebas.

De igual manera que para el concreto, se utilizará una prensa universal mediante la cual se calcularán los esfuerzos de ruptura y de flexión en el acero.

Por último la información que obtengamos de las pruebas, la vaciaremos en un formato como la tabla V.3, donde se comparará con las especificaciones que correspondan, para ver si cumple. En la tabla V.3, se utilizan las especificaciones SCT99-02, para varilla de acero de refuerzo grado 42, a medida de ejemplo.

V.1.3 VERIFICACIONES CON ESCLEROMETRO

Realizar las pruebas mencionadas anteriormente para el concreto, implican entre otras cosas, el empleo de bastante tiempo, por lo que se recomienda, la utilización de instrumentos más sofisticados, como sería el caso del esclerómetro, aparato que sirve para medir la resistencia del concreto. Este aparato nos permite realizar infinidad de mediciones en un mismo día, lo que

TABLA V. 2

CUANTIFICACION DE VARILLA

INMUEBLE:					
UBICACION:					
REPORTE DE CUANTIFICACION DE VARILLA					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	NIVEL	EJES	ARMADO VERTICAL	ARMADO HORIZONTAL	SEPARACION (cm)
COL 3	1°	5-A	6 # 12	3 # 4	25.0
MURO	1°	4-5,A	10 # 8	1 # 4X CARA	22.0
MURO	1°	6-7,C	10 # 8	1 # 4X CARA	29.0
COL 11	2°	6 B	6 # 12	3 # 4	12.0
MURO	2°	C-B,5	10 # 8	1 # 4X CARA	12.0
MURO	2°	D-C,8	10 # 8	1 # 4X CARA	10.0
COL 19	3°	7 C	6 # 12	3 # 4	27.0
MURO	3°	5-6,D	10 # 8	1 # 4X CARA	22.0
MURO	3°	B-A,8	10 # 8	1 # 4X CARA	27.0
COL 2	4°	4 A	6 # 12	3 # 4	15.0
COL 25	4°	7-D	6 # 12	3 # 4	15.0
MURO	4°	1-4,A	10 # 8	1 # 4	10.0
MURO	4°	C-B,8	10 # 8	1 # 4	23.0

INMUEBLE:				
UBICACION:				
RESULTADOS DE ACERO DE REFUERZO				
NIVEL: 1°				
ELEMENTO	COL 9 (4-B)	COL 13 (8-B)	COL 3 (5-A)	ESPECIFICACION SCT 99-02 ACERO REF. GRADO 42.
IDENTIFICACION				
PROBETA NO.	1	2	3	
DIAMETRO NOMINAL EN PULGADAS	3/8	3/8	3/8	
GRADO	42	42	42	
DIMENSIONES				
AREA EN CM ²	0.71	0.71	0.71	0.67 MINIMA
PESO POR ML EN KG.	0.561	0.560	0.561	
PRUEBAS DE TENSION				
CARGA EN LIMITE ELAS- TICO EN KG.	3925	3900	3950	
CARGA MAXIMA EN KG.	5525	5550	5530	
LIMITE ELASTICO EN KG/CM ²	5528	5493	5563	4200 MINIMA
ESFUERZO MAXIMO EN KG/CM ²	7782	7817	7789	6300 MINIMO
% DE ALARGAMIENTO EN 20 CH ²	13.0	12.8	13.0	9.0 MINIMO
PRUEBA DE DOBLADO				
DOBLADO DE 180° SOBRE UN MANDRIL DE 6 ∅	SI PASO	SI PASO	SI PASO	DEBE PASAR
PRUEBAS DE CORRUGACION				
SEPARACION ENTRE CO-- RRUGACIONES EN MM	7.0	7.0	7.1	7.1 MAXIMO
ALTURA DE CORRUGACION EN MM	0.5	0.5	0.6	0.4 MINIMO
ANCHO DE COSTILLAS EN MM	1.8	1.8	1.8	3.7 MAXIMO
INCLINACION EN COSTI-- LLAS EN GRADOS	45	45	45	45° MINIMO
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS ENSAYADAS CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES				

TABLA V.3 PRUEBAS AL ACERO DE REFUERZO

nos permitiría detectar mucho más rápidamente, posibles elementos estructurales que no cumplan con la resistencia de proyecto. Sin embargo no siempre se podrá contar con el esclerometro, por lo que debemos ver ésta parte de la revisión como complemento únicamente. Ver tabla V.4.

V.2 ANALISIS ESTRUCTURAL

Una vez que se determinen todas las acciones que actúen sobre la estructura, se procederá a realizar el análisis estructural, para lo cual es recomendable utilizar algún programa de computadora por la rapidéz y precisión de los cálculos.

El análisis será tanto por cargas gravitacionales como por sismo en dos direcciones ortogonales, considerando las combinaciones de los dos tipos de cargas. También, cuando la ubicación del inmueble lo amerite, es recomendable hacer el análisis por viento.

Finalmente es importante agregar que para efectuar un análisis correcto, deberemos tomar en cuenta todas las deficiencias encontradas en el inmueble durante los puntos anteriores, ya que estas pueden afectar considerablemente durante nuestro análisis. Dichas deficiencias pueden ser entre otras, la aparición o desaparición de muros que le aumenten o disminuyan rigidez al inmueble o resistencia del concreto diferente a la de proyecto.

INMUEBLE:						
UBICACION:						
RESULTADOS DE LECTURA DE ESCLEROMETRO						
EQUIPO USADO:				MARCA:		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	NIVEL	EJES	LECTURAS			RESISTENCIA EN kg/cm ²
			1	2	3	
COL 1	1°	1-A	39	38	39	336
COL 15	1°	3-C	38	37	37	306
COL 19 [#]	1°	7-C	35	36	36	291
COL 9	1°	4-B	39	40	40	351
COL 23	2°	5-D	40	40	39.5	351
COL 6	2°	8-A	37.5	38	38	320
COL 13	2°	8-B	38	39.5	38	336
COL 18	2°	6-C	38	37	37	320
MURO	3°	6-7, B	37	37	38	306
COL 21	3°	9-C	40	40	39	351
COL 5	3°	7-A	38	38	37	320
COL 9	3°	4-B	40	39	40	351
MURO	4°	C-B, 8	39	38	39	336
COL 22	4°	4-D	38	38	37	320
COL 10	4°	5-B	35	36	36	291
COL 12	4°	7-B	37	37	37	306
MURO	4°	5-6, D	40	39	39	351

TABLA V.4 PRUEBAS AL CONCRETO CON ESCLEROMETRO

VI INSPECCION DE LAS INSTALACIONES

VI INSPECCION DE LAS INSTALACIONES

VI.1 PRUEBAS DE HERMETICIDAD

Las pruebas de hermeticidad se realizarán en las instalaciones hidráulicas y sanitarias, para verificar si se tienen o no fugas en las uniones roscadas, soldadas, a compresión y otras.

Las pruebas de hermeticidad que se practicarán son tres:

- a) Prueba hidrostática
- b) Prueba a tubo lleno
- c) Prueba a columna llena

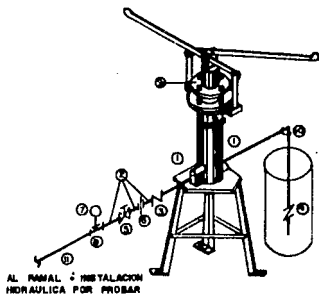
VI.1.1 PRUEBA HIDROSTATICA

Esta se realizará en las tuberías de agua fría, caliente, retornos de agua caliente, de vapor y de condensados, es decir, solamente en las instalaciones hidráulicas.

Se llevará a cabo introduciendo agua fría a presión en las tuberías correspondientes con ayuda de una bomba de mano o una bomba de prueba como se muestra en la figura Vi.1, o bien por otros medios similares.

Quando la prueba se realizó con ayuda de la bomba de prueba, en la tubería de descarga de dicha bomba se acoplará un manómetro, cuya escala nor-

BOMBA DE PRUEBA



ACCESORIOS PARA SU INSTALACION

- ① 2 REDUCCIONES
- ② 3 NIPLES CUERDA
- ③ 1 CHECK HORIZONTAL
- ④ 1 CHECK VERTICAL
- ⑤ 1 VALVULA DE GLOBO
- ⑥ 2 COPLES (A MANOMETRO Y LINEA POR PROBAR)
- ⑦ 1 TUERCA UNIVERSAL
- ⑧ 1 MANOMETRO
- ⑨ 1 TEE
- ⑩ 1 PISTON 2 1/4"
RECORRIDO 8"
- ⑪ TOMA 1/2"
- ⑫ DESCARGA 1"

FIGURA VI . 1 EQUIPO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE HERMETICIDAD.

malmente estará graduada en kg/cm^2 o su equivalencia en libras/pulg.²

El valor de la presión a que debe realizarse la prueba hidrostática, depende del tipo de servicio, características de las tuberías, conexiones, válvulas de control y válvulas de servicio instaladas, además de otras condiciones de operación.

Las tuberías de agua fría, caliente y retorno de agua caliente, se prueban a presiones promedio de 7 a 8 kg/cm^2 (99.4 a 113.6 libras/pulg.²), presiones mayores ocasionan daños irreversibles a las cuerdas de las tuberías y a las partes interiores de las válvulas.

Las válvulas para vapor y condensado, dependiendo del tipo de material, presión de trabajo y a que las válvulas son de mayor consistencia, pueden ser probadas a presiones promedio de 10 kg/cm^2 .

Una vez que se ha introducido el agua dentro de las tuberías, inclusive alcanzando la presión deseada, se deja un mínimo de 4:00 horas, para ver si las conexiones y sellos están en perfecto estado y la instalación exenta de fallas.

VI.1.2 PRUEBA A TUBO LLENO

Esta prueba se realizará en los desagües horizontales, solamente llenando de agua las tuberías correspondientes sin presurizarla, el tiempo de la prueba, principalmente a niveles superiores a la planta baja, en tuberías de

F0.F0. o PVC sanitaria, debe ser de 4:00 horas por reglamento.

En práctica siempre se ha considerado que el tiempo de prueba especificado por el reglamento es mucho, porque al realizarse a tubo lleno, la estopa alquitranada y el PC4 se empiezan a humedecer, lo que origina una disminución en el nivel tomado como referencia.

Por lo anterior, se aconseja reducir el tiempo de esta prueba, ya que la disminución rápida de niveles determinan la existencia de fugas y las humedades en los muros nos marcarán los puntos de tales irregularidades.

VI.1.3 PRUEBA A COLUMNA LLENA

Esta prueba se llevará a cabo en columnas de ventilación, bajadas de aguas negras y bajadas de aguas pluviales.

Se realizará a cada nivel, tomando como referencia el nivel máximo en el casquillo o codo de plomo que recibe el desague de los W.C.

El tiempo de la prueba estará sujeto a las mismas condiciones que la prueba a tubo lleno.

VII DICTAMEN GENERAL

VII DICTAMEN GENERAL

Una vez realizados los trabajos anteriores, se procederá a realizar informes donde se especifiquen las condiciones de la estructura. Estos informes se recomienda que se elaboren uno para cada parte revisada, es decir uno para la Verificación Topográfica, otro para el Estudio de Mecánica de Suelos, uno más para la Revisión Estructural y el correspondiente a la Inspección de las Instalaciones.

Para la Verificación Topográfica, se podrá conocer si el inmueble sufrió asentamientos, hundimientos o si solamente existió consolidación regional. En caso de haber existido deformaciones en los elementos estructurales deberá quedar asentado en el informe las características de dichas deformaciones y las consecuencias que podrían tener. También se sabrá si existieron desplomes del inmueble en cualquier sentido y si hubo desviaciones verticales en los muros, las cuales en caso de existir, debieron tomarse en cuenta para el análisis estructural. Finalmente se comentarán los posibles efectos de la torsión.

En el informe de Mecánica de Suelos, se expondrán las características del subsuelo, que determinan las condiciones en que está trabajando la cimentación. Se podrá confirmar la presencia de asentamientos en el inmueble, y si son éstos la causa de daños en algunos elementos estructurales o en muros divisorios. En caso de que el estudio nos indique que dichos asentamientos continuarán, convendrá indicar si será necesario hacer rellenos ady

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

cionales para poder llegar al nivel de piso terminado en los exteriores.

Cuando no se haya podido averiguar la cimentación empleada, debido a la falta de documentos en la información recopilada, tendremos las bases suficientes después del estudio para hacer una hipótesis de la cimentación utilizada.

Posteriormente se elaborará un informe de la Revisión Estructural, donde empezaremos por comentar las características de los materiales utilizados, es decir la resistencia del concreto empleado ($f'c$), el tipo del acero, así como los módulos de elasticidad de ambos. Después se resumirán los resultados de las pruebas físicas que se practicaron al acero y al concreto, exponiendo como se comportaron dichos materiales, y si se encuentran dentro de las especificaciones del proyecto original. Resulta importante resaltar deficiencias en los armados, si es que las hubo, y como podrían afectar a la estructura.

Por último, se presentará el informe de la Inspección de las Instalaciones, que proporcionará el estado en que se encuentran dichas instalaciones después del siniestro, especificando la ubicación de las zonas en que se localizan tuberías con problemas y que no hayan cumplido con las solicitudes de las pruebas realizadas.

Con todos estos parámetros, se podrán concluir las condiciones en que se encuentra el inmueble, que nos lleven a proporcionar un Dictamen General, donde en primera instancia se debe dar la respuesta más importante, que es,

si el inmueble puede seguir o no siendo utilizado.

En cualquiera de los casos se deberá justificar ampliamente la propuesta, apoyándose en los resultados obtenidos anteriormente, que al evaluar se nos permitirán saber su incidencia en la vida útil del inmueble y el impacto en su uso.

Esto quiere decir por una parte, que la vida útil del inmueble puede haber terminado, lo que implicaría su inmediata demolición, pues no existe la posibilidad de reacondicionamiento o la posibilidad de que con algunas modificaciones estructurales pueda nuevamente ser utilizado. Por otro lado puede existir la posibilidad, de llevar a cabo un cambio en el uso del inmueble para poder cumplir con las especificaciones.

Cuando el inmueble requiera de modificaciones, éstas podrán ser amplias y variadas, según el tipo de estructura y el resultado de las pruebas realizadas, que nos podrían indicar entre otras cosas, la necesidad de reemplazar o en su defecto reforzar la existente, utilizando algún otro método. También será común encontrarse con la propuesta de rigidizar el inmueble, mediante la introducción de muros rigidizantes en algunos sectores o con el incremento de la sección resistente de algunas columnas que resultasen escasas. La necesidad de llevar a cabo cambios en las instalaciones, para poder garantizar el suministro correcto de agua potable y el desalojo de agua residual y pluvial del inmueble, surge como otra posibilidad.

Sin embargo ante todas estas posibilidades, aparece un factor de gran

Importancia, que debe ser tomado en cuenta, que es el aspecto económico, pues el propietario (público o privado), en el caso de que el inmueble requiera una reparación mayor, que implique un desembolso considerable, deberá analizar si le resulta costeable hacer las modificaciones propuestas.

Esto deriva fundamentalmente de ponderar cuales son las reparaciones indispensables para garantizar que la estructura permanezca de pie, como serían básicamente modificaciones en la estructura y cimentación, que a su vez son las más costosas, y por otro lado cuales reparaciones se necesitan para el uso adecuado del inmueble, como serían las modificaciones en instalaciones y acabados.

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado éste trabajo, es fácil percatarse de lo complejo que resulta llevar a cabo la revisión de un inmueble, sin embargo en una forma general quedan planteados los pasos a seguir, que se pueden adaptar a cualquier inmueble, e incluso a un sistemas de estructuras tan complicado como podría ser un puerto, donde en lugar de llevar a cabo una verificación topográfica, se haría una topohidrográfica, y los estudios de mecánica de suelos y revisión estructural se realizarían en la zona de espigones, escolleras, muelle, entre otros, y las instalaciones que se revisarían, serían las de suministro de combustible por ejemplo. En éste caso tendrían que intervenir conjuntamente el Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICH), como organismo que aportaría el apoyo técnico así como la Dirección de Operación Portuaria de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que verificaría que los trabajos que se efectuasen se apegaran a la legislación correspondiente.

Así para cada tipo de siniestro que analizemos, nos damos cuenta de la necesidad de la participación de diferentes organismos, como por ejemplo en caso de incendio en el D.F., se necesitaría la intervención del CICH, y el Departamento del Distrito Federal, por medio del Cuerpo de Bomberos entre otros, para elaborar un plan de trabajo en caso de siniestro. Si se presenta se un desperfecto en el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, el orga-

nismo indicado para participar sería la Dirección General de Obras Hidráulicas.

Esta participación directa de las autoridades en la revisión de inmuebles, es evidente, pues desafortunadamente no hay control sobre las estructuras dañadas por los siniestros, que muchas veces son reparadas superficialmente, sin haber sido objeto de una revisión formal. Estas actitudes irresponsables pueden ocasionar a la larga desastres mucho más graves, pues las estructuras que están resentidas y no fueron reparadas, son blanco perfecto en el supuesto de otro siniestro.

Por tal motivo se recomienda que se integre una comisión que analice a fondo éste problema, dicha comisión deberá estar compuesta, en parte por especialistas de todas las ramas de la Ingeniería Civil, coordinados por la Secretaría de Gobernación, que fungiría como organismo máximo, tratando de garantizar la correcta intervención de todas las dependencias y organismos implicados, para desarrollar un plan maestro que contemple revisar paulatinamente, inmuebles que dada su envergadura, debe comprobarse que se encuentren en condiciones óptimas, tal es el caso de edificios habitacionales, hospitales, sistemas de abastecimiento de agua potable, redes de drenaje, presas, cines, teatros, entre otros.

Sin embargo, un aspecto digno de mencionarse, son los intereses creados que existen, y que en un momento dado pueden ser decisivos en la solución al problema, ya que cuando la determinación de efectuar reparaciones mayo-

res, menores o hasta demoler el inmueble, no convenga a los intereses de los propietarios del inmueble, éstos harán lo posible por tratar de ponerlo a funcionar con reparaciones que les resulten baratas, pero que no garantizan la seguridad de los usuarios del mismo.

Finalmente es importante comentar que el motivo de éste trabajo, no es solamente dejar un precedente técnico para la revisión de inmuebles, sino que se busca presentar una tesis, que despierte el interés en personas ajenas a la Ingeniería Civil, y que conozcan de la importancia de una revisión a un inmueble afectado por un siniestro, tomando en cuenta que va de por medio la integridad física de los usuarios.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- (1) Montes de Oca, M., 1982, "Topografía", ed. Representaciones y servicios de Ingeniería, México.
- (2) Juárez, B. y Rico, R., 1967, "Mecánica de Suelos", tomos I y II, ed. LIMUSA, México.
- (3) Becerril, D., 1988, "Datos prácticos de instalaciones hidráulicas y sanitarias", ed. , México.
- (4) CINC, S.A., 1985, "Revisión y estudios estructurales del Hotel Aquamarina en el desarrollo turístico de Ixtapa Zihuatanejo, Gro.", México.
- (5) Mendoza von Borstel, F., 1987, "Versión resumida del decreto presidencial en el que se aprueban las bases para el establecimiento del sistema nacional de protección civil", CICH, México.
- (6) Academia Mexicana de Ingeniería, 1987, "Alternativas Tecnológicas II, Los sismos de septiembre de 1985", CONACYT, México.
- (7) Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, 1988, Editores Unidos Mexicanos, México.
- (8) Arvizu, A., 1987, "Construcción de cimentaciones en edificación", Tesis Profesional, UNAM, México.
- (9) Escobar, V., De Coss, E., Vega, J., 1987, "El comportamiento de una estructura dañada por los sismos de septiembre de 1985", Tesis Profesional, UNAM, México.

- (10) Berrón, R., 1987, "Evaluación del comportamiento de edificios de muros de mampostería en los sismos de septiembre de 1985", Tesis Profesional, UNAH, México.
- (11) Rivera, R., "Revisión del comportamiento de un edificio desplazado por los sismos ocurridos en septiembre de 1985", Tesis Profesional, UNAH, México.