



2 881215  
2ej  
**UNIVERSIDAD ANAHUAC**  
ESCUELA DE INGENIERIA

Con Estudios Incorporados a la  
Universidad Nacional Autónoma de México

**Título de Tesis:**

**REPARACION DE CONSTRUCCIONES DE CONCRETO  
EN DIFERENTES ESTADOS DE FALLA**

**Tesis para optar por el título de:  
INGENIERO CIVIL**

**Q u e P r e s e n t a :**  
**JOSE RAFAEL ELIAS LIÑERO**

**Asesor de la Tesis:  
SR. ING. CARLOS GARCIA ROMERO**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**México, D. F. Noviembre de 1991**



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

<b>I.-</b>	<b>INTRODUCCION</b>	
I.1.-	GENERALIDADES	1
I.2.-	MATERIALES	4
I.3.-	CARGAS Y EFECTOS	6
<b>II.-</b>	<b>IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LA FALLA</b>	
II.1.-	PRIMERA APROXIMACION	9
II.2.-	CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION DE LOS DAÑOS	
	Identificación definitiva del tipo de falla	12
II.3.-	PERITAJES	15
<b>III.-</b>	<b>PROCEDIMIENTOS PRIMARIOS ANTE LA PRESENCIA DE FALLA ESTRUCTURAL</b>	
III.1.-	POSIBILIDADES DE ABATIMIENTOS VERTICALES Y APUNTALAMIENTOS	27
III.2.-	POSIBILIDADES DE FALLAS LATERALES Y SOPORTES PREVENTIVOS	31
III.3	ACCIONES Y ACUÑAMIENTOS	34
<b>IV.-</b>	<b>DAÑOS EN LA CIMENTACION</b>	
IV.1.-	TIPOS DE FALLA Y SU IDENTIFICACION	36

IV.2.- TRABAJOS DE CAMPO. REVISION DIRECTA	49
IV.3.- PRUEBAS DE CARGA	52
<b>V.- RECIMENTACION</b>	
V.1.- EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES	55
V.2.- CIMENTACIONES PROFUNDAS	58
<b>VI.- EJEMPLO Y CASO PRACTICO</b>	
VI.1.- EXPOSICION DEL PROBLEMA Y ANALISIS PRELIMINARES	64
VI.2.- RESULTADOS PRELIMINARES	70
VI.3.- DETERMINACIONES PRELIMINARES	75
<b>VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	82
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	86

## I.- INTRODUCCION:

### **I.1.- GENERALIDADES:**

Durante mucho tiempo, la función de los Ingenieros Civiles ante la sociedad, se limitó al diseño y cálculo de las estructuras resistentes a las diferentes acciones naturales o inducidas que actuasen sobre ellas.

Los campos de acción, sin embargo, fueron creciendo proporcionalmente a las necesidades comunitarias y a los avances tecnológicos, llegando a cubrir satisfactoriamente los requerimientos de la Hidráulica, las Comunicaciones y Transportes, la Planeación, etc., dejando a un lado en cierta medida, las acciones de mantenimiento y reparación de las obras civiles, consideradas por los usuarios, como opciones irrelevantes en el campo profesional, y abatiendo la demanda de los procesos de conservación y prevención de dichas Obras.

Los sismos que sacudieron a la República Mexicana en el mes de Septiembre de 1985, dieron origen a una nueva actitud del Ingeniero ante sus responsabilidades civiles, por lo que finalmente, la reparación de los daños ocasionados por el fenómeno a las estructuras, pasó a tomar un lugar primordial en la rehabilitación de las construcciones afectadas.

Se profundizó en la comprensión de los orígenes de las fallas, y en la explicación del efecto que los sismos pueden tener sobre las estructuras, se avanzó en el estudio del comportamiento de las mismas, bajo diferentes solicitaciones de cargas, en diversas circunstancias.

Se analizaron los errores cometidos en los cálculos de los distintos proyectos, y se elaboraron nuevas normas y reglamentos que garantizan la estabilidad de las construcciones ante la posible presencia de situaciones extraordinarias que exijan de las estructuras un comportamiento de respuesta al trabajo en circunstancias extremas.

No obstante, resulta conveniente, y así se pretende en el presente trabajo, proporcionar una guía de detección de fallas, evaluación de la magnitud y efectos de las mismas, y la reparación de estas.

Dado que la mayoría de las construcciones desplantadas en la Ciudad de México, y en general de la República, son de Concreto Reforzado, se considerará la comprensión del comportamiento de este material de manera particular, para posteriormente proceder al planteamiento de la metodología de reparación, realizando primero un análisis general de la superestructura, y profundizando

en aquellos aspectos que involucran la intervención de las cimentaciones, fundamentalmente profundas.

Así, una vez elaborado el plan de rehabilitación de los elementos afectados, y llevados a cabo los procesos pertinentes, se podrá garantizar el funcionamiento del elemento reparado, el cual cumplirá con los requerimientos planteados en el proyecto original de los mismos, o en el cálculo que resulte de las nuevas condiciones de trabajo.

## 1.2.- MATERIALES:

El Concreto Armado o Reforzado, es un material que, para efectos constructivos, se considera como homogéneo, con la particularidad de que trabaja, según el diseño y la interacción entre este y el acero, resistiendo esfuerzos tanto de compresión como de tensión.

El concreto, es una roca artificial, de costo relativamente bajo, que puede ser moldeado y que cuenta con una vida útil prolongada, bajo condiciones de mantenimiento adecuadas. Estas características, justifican ampliamente la preferencia en su utilización de parte de los Profesionales de la Construcción.

El propósito de una estructura, desde su concepción hasta su funcionamiento, es el de canalizar las acciones inducidas a esta sobre el terreno.

Para esto, es necesario plantear los conceptos de Elasticidad y Plasticidad de los materiales, ya que dependiendo de la característica predominante de la estructura, el comportamiento de esta bajo la sollicitación de cargas, variará con respecto al tipo de reacciones que la estructura genere.

Así, la Elasticidad es la propiedad de los materiales o de las estructuras que han visto modificadas sus características geométricas originales debido a la acción de cargas sobre ella, y recuperar su forma original cuando dichas acciones dejan de incidir sobre el material o estructura.

Por otra parte, la Plasticidad es la propiedad de los materiales o de las estructuras, de admitir deformaciones bajo la sollicitación de cargas, y permanecer deformado cuando las cargas dejan de ejercer acciones sobre los elementos.

Por regla general, no existen materiales ni estructuras permanentemente elásticos o plásticos, sino que, con ambas características, una de ellas predomina, caracterizando al componente como una u otra. Cabe señalar que también pueden presentarse otras características como por ejemplo: la viscosidad.

Es así como el Concreto Reforzado ofrece la posibilidad de contemplar ambos criterios en su diseño, así como el trabajo resistente a los esfuerzos de tensión, soportados por el acero de refuerzo, tomando los esfuerzos de compresión, el concreto de la estructura.

### **I.3.- CARGAS Y EFECTOS:**

Las cargas que actúan sobre una construcción, se pueden clasificar de acuerdo a su origen en la estructura. Los elementos que la componen como son las traveses y contratraveses, las columnas y las losas, como componentes más significativos, deben, en una primera instancia, soportar las acciones de su propio peso, es decir, deben ser autosustentables. Al peso propio de la estructura, junto con todos los demás elementos estructurales o no que la constituyen como muros, recubrimientos, instalaciones, etc., se les denomina "*CARGA MUERTA*".

Para determinar el peso de la Estructura, deben establecerse las dimensiones de los componentes que la conforman, así como los Pesos Volumétricos de los materiales utilizados. Una vez obtenido el volumen del material en la construcción, se obtiene el peso específico de la estructura, para distribuirlo adecuadamente de acuerdo con la configuración del diseño estructural.

Además de la Carga Muerta, en el cálculo y diseño de una estructura se deberán considerar los efectos inducidos por los elementos inherentes al uso de la construcción como son: el mobiliario, los equipos, las áreas de almacenamiento y los valores de sus cargas, los usuarios que la ocupen, etc.

A este tipo de cargas, se les denomina como "*CARGA VIVA*", y deben tomarse en cuenta factores como el que la posición y la magnitud de estas, varían con respecto a las condiciones de funcionamiento.

Las condiciones de seguridad de la construcción, por lo que respecta al diseño, indican que deben considerarse a las cargas vivas en sus condiciones de incidencia más desfavorables, las cuales se calculan en base a parámetros establecidos en reglamentos que se fundamentan en amplias experimentaciones y estudios de los comportamientos de las estructuras en las condiciones críticas.

Conjuntamente, las cargas muertas y las cargas vivas, constituyen lo que se denomina como "*CARGA ESTATICA*".

Cuando las cargas que actúan sobre una construcción, presentan variaciones abruptas tanto en magnitud como en incidencia, como son los casos de viento y sismo, es cuando la condición crítica de trabajo de la estructura se presenta. Es entonces cuando se dice que actúan sobre la construcción las "*CARGAS DINAMICAS O ACCIDENTALES*".

El efecto que producen estas cargas, es generalmente mucho mayor que aquel que pueda ser provocado por las cargas estáticas.

Estas consideraciones, obligan al calculista a no proporcionar a la estructura una rigidez excesiva, pero tampoco una ductilidad tal que lleve a la estructura a un comportamiento plástico bajo la sollicitación de esfuerzos de poca magnitud.

## **II.- IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LA FALLA:**

### **II.1.- PRIMERA APROXIMACION:**

El primer paso a seguir para la evaluación de la falla en una construcción, será el determinar la posibilidad de rehabilitar el elemento dañado. Esto es, se deberá definir el grado de deterioro y evaluar la posibilidad de reparar el elemento o la necesaria demolición y sustitución del mismo.

Si se concluye la factibilidad de la reestructuración, se planteará un programa a seguir para su reparación, que deberá considerar la justificación de la misma, en función de la importancia relativa con respecto a otros elementos constitutivos de la construcción, la afectación de los trabajos en el funcionamiento del conjunto, y el análisis de las opciones que puedan llegar a sustituir la presencia de la pieza en la estructura.

En el caso de que la alternativa óptima sea la de proceder a la reparación del elemento, conviene asegurarlo en el conjunto mediante las acciones de apuntalamiento que garanticen su estabilidad, especialmente durante el tiempo que tomen los

estudios previos necesarios para la ejecución de los trabajos de rehabilitación.

Deberá considerarse además , al conjunto de elementos estructurales de la construcción, con objeto de comprender el efecto del elemento elegido en el comportamiento global del conjunto, revisando también los factores externos como pueden ser:

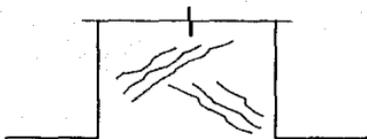
- Condiciones de Uso del Proyecto.
- Condiciones de Uso Reales.
- Estado de Conservación de la Estructura.
- Estabilidad de la Construcción en términos generales.
- Estabilidad del Elemento en estudio.

De esta forma, se identificará claramente al sistema diseñado originalmente, y se cuantificarán los daños tanto general, como particularmente.

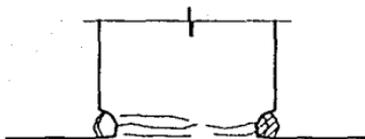
Para llegar a una primera aproximación de la cuantificación y evaluación de los daños, se procederá a revisar visualmente la estructura, realizando acciones diversas como son:

- Identificación del Tipo de Estructura.
- Identificación de Daños Aparentes.
- Identificación de Daños Estructurales.
- Elaboración de la Tabla Relativa de Daños.
- Elaboración de la Tabla de Medidas Preventivas.
- Particularización del Problema.
- Determinación de las Causas de las Fallas,

Los daños aparentes, en acabados o elementos que no reciben ni resisten cargas, deberán considerarse como los de menor importancia. Por el contrario, aquellos daños que representan peligro en la estabilidad de la estructura, deberán clasificarse de acuerdo a la función del elemento dañado en relación al conjunto. De esta manera, podremos referirnos al tipo y causa de las fallas, según la siguiente tabla: *(Tabla 1 y Fig.1)*

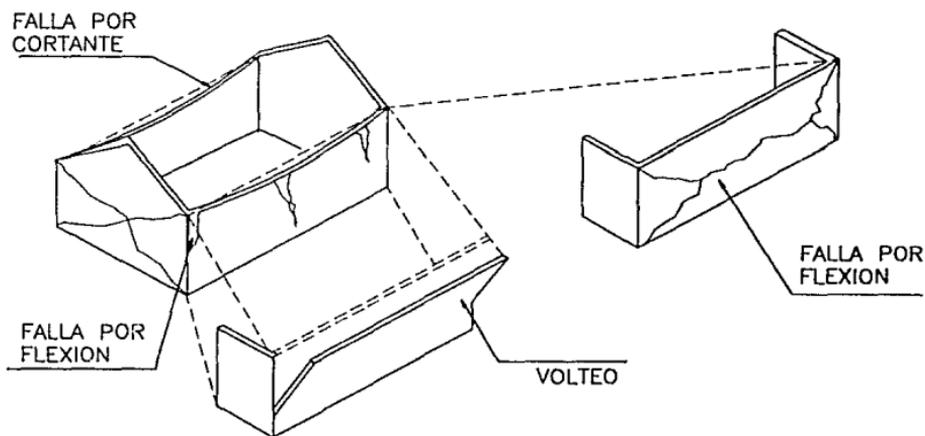


a) GRIETAS DIAGONALES

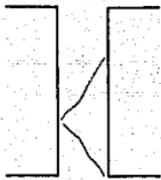


b) GRIETAS HORIZONTALES  
APLASTAMIENTO DE CONCRETO  
Y PANDEO DE BARRAS

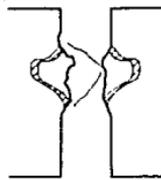
## DAÑOS EN MUROS DE CONCRETO



## DAÑOS EN MUROS DE MAMPOSTERIA

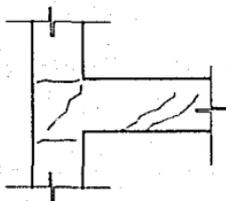


a) GRIETAS DIAGONALES

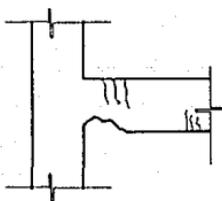


b) APLASTAMIENTO DEL CONCRETO Y PANDEO DE BARRAS

**FIG. 1.1**

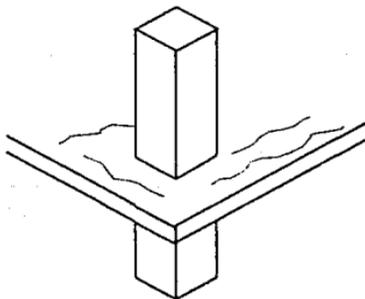


a) GRIETAS DIAGONALES

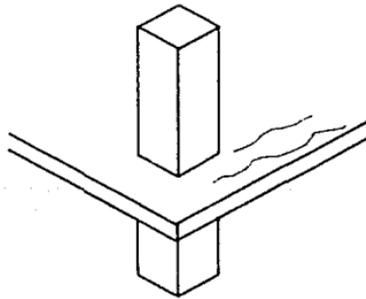


b) GRIETAS VERTICALES Y APLASTAMIENTO DEL CONCRETO

**FIG. 1.2**



a) GRIETAS POR PENETRACION



b) GRIETAS LONGITUDINALES

**FIG. 1.3**

**TABLA NUMERO 1**

**DAÑOS ESTRUCTURALES MAS COMUNES.  
RAFAEL ELIAS LINERO.**

ELEMENTO ESTRUCTURAL:	TIPO DE DAÑO:	CAUSA:
COLUMNAS.(FIG.1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GRIETAS DIAGONALES</li> <li>- GRIETAS VERTICALES.</li> <li>- DESPRENDIMIENTO DEL RECUBRIMIENTO.</li> <li>- APLASTAMIENTO DEL CONCRETO Y PANDEO EN BARRAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORTANTE O TORSION.</li> <li>- FLEXOCOMPRESION.</li> <li>- FLEXOCOMPRESION.</li> <li>- FLEXOCOMPRESION.</li> </ul>
VIGAS.(FIG.1.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GRIETAS DIAGONALES.</li> <li>- RUPTURA DE ESTRIBOS.</li> <li>- GRIETAS VERTICALES.</li> <li>- RUPTURA DEL REFUERZO.</li> <li>- APLASTAMIENTO DEL CONCRETO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORTANTE O TORSION.</li> <li>- CORTANTE O TORSION.</li> <li>- FLEXION.</li> <li>- FLEXION.</li> <li>- FLEXION.</li> </ul>
UNION VIGA-COLUMNA. (FIG.1.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GRIETAS DIAGONALES.</li> <li>- FALLA POR ADHERENCIA DEL REFUERZO DE LAS VIGAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORTANTE.</li> <li>- FLEXION.</li> </ul>
SISTEMAS DE PISO. (FIG.1.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GRIETAS ALREDEDOR DE COLUMNAS EN LOSAS O PLACAS PLANAS.</li> <li>- GRIETAS LONGITUDINALES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PENETRACION.</li> <li>- FLEXION.</li> </ul>
MUROS DE CONCRETO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GRIETAS DIAGONALES.</li> <li>- GRIETAS HORIZONTALES.</li> <li>- APLASTAMIENTO DE CONCRETO Y PANDEO EN BARRAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORTANTE</li> <li>- FLEXOCOMPRESION.</li> <li>- FLEXOCOMPRESION.</li> </ul>
MUROS DE MAMPOSTERIA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GRIETAS DIAGONALES.</li> <li>- GRIETAS VERTICALES EN LAS ESQUINAS Y CENTRO.</li> <li>- GRIETAS COMO PLACA PERIMETRALMENTE APOYADA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CORTANTE.</li> <li>- FLEXION Y VOLTEO.</li> <li>- FLEXION.</li> </ul>

## **II.2.- CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION DE LOS DAÑOS.**

### **IDENTIFICACION DEFINITIVA DEL TIPO DE FALLA:**

En el caso de la identificación definitiva del tipo de la falla que se presenta en la construcción evaluada, se tomarán en cuenta los criterios establecidos durante la inspección, resultando en la elección del proceso a seguir para la rehabilitación de los elementos constitutivos de la estructura, de manera que recuperen las características originales de operación al restituirles su capacidad resistente resolviendo los problemas que dieron origen a la presencia de las fallas.

La identificación deberá ligarse a una clasificación del tipo de falla, determinado de acuerdo a la funcionalidad de los elementos evaluados, y a la magnitud de los daños sufridos por los mismos.

El conjunto de clasificación e identificación, permitirán la elaboración de un plan de seguimiento, así como la elaboración del proceso de reconstrucción.

Para determinar si los daños se consideran de carácter estructural o no, y en que medida inciden sobre el comportamiento del proyecto original, se establece una primera clasificación como sigue:

Los daños no estructurales, serán aquellos que se presenten en elementos que no tengan función de carga, resistencia y transmisión de esfuerzos dentro del conjunto constructivo. En este caso, la falla de dichos elementos, no influye en el comportamiento estructural de la construcción. La reparación, entonces, se limita a un simple proceso de restauración.

Los daños estructurales, por otra parte, pueden presentarse de manera aparente, en elementos resistentes, donde su capacidad de carga no se ve afectada, y por lo tanto su operación sigue siendo la adecuada.

Generalmente, las fallas estructurales aparentes de poca consideración, se presentan a manera de pequeñas grietas o fracturamientos superficiales de tamaños muy pequeños.

En estos casos, los procesos de reparación se reducen al restablecimiento de las condiciones geométricas y estéticas originales de la pieza.

Finalmente, tenemos los daños estructurales graves, que se presentan en elementos resistentes en los cuales su capacidad de carga se ha visto reducida o anulada, quedando sus funciones originales de funcionamiento, alteradas de manera significativa. En estos casos, resulta necesaria la desocupación de la construcción, y la suspensión temporal de sus funciones operativas, con objeto de efectuar los estudios y trabajos para su rehabilitación.

Un caso extremo de evaluación y clasificación de los daños, se da cuando se presentan aplastamientos de concreto en los elementos verticales, se encuentren o no acompañados de la ruptura de los estribos y el pandeo del refuerzo, cuando se presenta el agrietamiento de las losas alrededor de los elementos verticales existiendo un desplome mayor al 1 % de su altura, o en su caso más extremo, cuando todo el conjunto sufre de desplomes, hundimientos y fallas generalizadas.

Aquí, la capacidad resistente de la construcción queda nulificada en su totalidad, por lo que debe procederse a la evacuación inmediata del inmueble, y proteger a las construcciones aledañas, procediendo de inmediato a su demolición, o en caso de que proceda su rehabilitación, apuntalando y reforzando temporalmente a la construcción mientras se determinan los pasos a seguir.

### II.3.- PERITAJES:

El peritaje, entendido como el conjunto de revisiones de la construcción para efectos de la evaluación de los daños, y la previsión de los trabajos que se deberán realizar para su posterior reparación, debe reunir ciertas características estipuladas por la dependencia responsable del establecimiento de los reglamentos de construcción y operación de los inmuebles, que, en el caso del Distrito Federal, corresponde a la *SECRETARIA GENERAL DE OBRAS DEL D.F.*

Dicha Secretaría, a través de la *COORDINACION DE CONTROL DE EDIFICACIONES*, dictamina la necesidad de elaborar los peritajes correspondientes a los inmuebles que los requieran, dictando órdenes de revisión dirigidas al propietario, al perito, y al director responsable de la obra, mediante las cuales, la Coordinación realiza revisiones a los trabajos de reparación que se lleven a cabo en las construcciones.

Una notificación tipo, se presenta a continuación:



México, D.F., a 26 Nov. 1986

SECRETARÍA GENERAL DE OBRAS  
DEL DEPARTAMENTO DEL  
DISTRITO FEDERAL  
MÉXICO

ASUNTO: Se le requiere para revisión de trabajos de reparación.

C. PROPIETARIO, PLANTO Y DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA.

P R E S E N T E S .

Por este conducto, hago de su conocimiento que esta Secretaría, - a través de la Coordinación de Control de Edificaciones, realizará una revisión - de los trabajos de reparación que se están llevando a cabo en el inmueble ubica- do en;

Calle AV. CHARRETTA Número 318  
Colonia ROMA Delegación CONSTITUCIÓN  
Conforme a la autorización Número 2000  
de fecha 20/11/86 con una vigencia de 30 días.

Por tal motivo agradeceré a usted se sirva estar presente en el in- mueble de la referencia el día 28 Nov. 1986 a las 17 00H, con la - siguiente documentación:

DICTAMEN TECNICO	(X)	BITACORA DE OBRA	(X)
MEMORIA DE CALCULO	(X)	AUTORIZACION DE LA S.C.O.	(X)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	(X)	REPORTES DE CONTROL DE CALIDAD	(X)
PLANOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES	(X)	OTROS	(X)
PROGRAMA DE OBRA	(X)	ESPECIFICAR <u>FOTOS.</u>	

Para llevar a cabo esta revisión se ha comisionado a Ing. Jesús Navarro Rodríguez

Se le advierte que de no presentarse en la fecha y hora arriba señ- alados, se hará proceder a las sanciones correspondientes.

A T E N T A M E N T E .  
SERVICIO EFECTIVO. NO REELICTION.  
EL COORDINADOR DE CONTROL DE EDIFICACIONES

*[Firma]*  
COORDINADOR DE CONTROL DE EDIFICACIONES

Asimismo, para la elaboración de los trabajos de reparación, será necesario solicitar la Licencia correspondiente, expedida bajo solicitud, por la misma Secretaria General de Obras.

Dicha dependencia expidió solicitudes especiales para reparaciones de construcciones dañadas en los sismos de los días 19 y 20 de Septiembre de 1985, por lo que a continuación se presenta una copia de la licencia mencionada anteriormente, donde se hace constar que el inmueble para el cual se solicita inspeccionar los daños, resultó dañado durante los acontecimientos referidos.



SECRETARIA GENERAL DE OBRAS  
DEL DEPARTAMENTO DEL  
DISTRITO FEDERAL  
MEXICO

SOLICITUD DE LICENCIA

EXP. \_\_\_\_\_ FOLIO \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

SE SOLICITA LICENCIA PARA : \_\_\_\_\_

DEL INMUEBLE UBICADO EN:

CALLE \_\_\_\_\_ NUMERO \_\_\_\_\_

COLONIA \_\_\_\_\_ DELEGACION \_\_\_\_\_

AFECTADO POR LOS SISMOS DE LOS DIAS 19 Y 20 DE SEPTIEMBRE DE 1985.

SE ANEXAN LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS:

PARA DEMOLICION

- DICTAMEN TECNICO
- PROGRAMA DE EJECUCION
- PROCEDIMIENTO

ADICIONALMENTE SI ES REPARACION

- MEMORIA DE CALCULO
- PLANOS Y ESPECIFICACIONES

ATENTAMENTE,

\_\_\_\_\_  
EL PROPIETARIO

\_\_\_\_\_  
EL DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA  
PERITO No  
GRUPO  
SE ANEXA COPIA DE REGISTRO ACTUALIZADO.

Esta licencia, se solicito por parte tanto del propietario del inmueble, como por el director responsable de la obra, asentando datos tales como:

- Número de Registro de Perito.
- Grupo al que corresponde tal registro.
- Copia actualizada del mismo.

De esta forma, al recibir el requerimiento de parte de la Secretaría de Obras Públicas por medio de la Coordinación de Control de Edificios, es conveniente solicitar la verificación de la documentación general requerida, así como de un plazo para efectuar los estudios de reconstrucción pertinentes.

Acompañado por dicha solicitud, deberá notificarse a la Coordinación, toda aquella condicionante particular del proyecto, así como el peritaje que corresponda a la construcción afectada, con objeto de que las autoridades giren las órdenes correspondientes para cada caso.

Un documento que reúne las características antes mencionadas,  
se transcribe a continuación:

México, D.F. a 3 de Noviembre de 1986.

**COORDINACION DE CONTROL DE EDIFICIOS.  
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS/  
ATN:SR.LING.C.C.C.N.:  
PRESENTE.**

Atendiendo al requerimiento No.6445 de ese Departamento y al requerimiento No.300 de la Delegación Cuauhtémoc de esta Ciudad, se contesta con Oficio No.21865 dirigido al Subdelegado de Obras Publicas, sin embargo, no tenemos la certeza de que haya sido debidamente canalizado, por lo que nos permitimos enviarle copia de la Documentación entregada.

Asimismo, queremos solicitar a Usted se nos de un plazo razonablemente amplio para el estudio de reconstrucción ya mencionado, debido a que el propietario, Sr. C. de L. G., se le sigue un Juicio de Interdicción por Incapacidad Física en el Juzgado 5o. de lo Familiar, el cual consideramos que en un breve plazo quedara resuelto.

Hemos de agradecer a Ud. que, de ser posible, se atienda a la brevedad la desocupación de dicho edificio, ubicado en la Av.Ch. No.300 y sellarlo, pues como podrá observar en el peritaje anexo, **"EXISTE PELIGRO"** para los pocos inquilinos que aun ahí quedan, y no deja de ser una preocupación importante para los propietarios dicha situación.

Agradecemos de antemano la atención que se sirva prestar a la presente, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente:

**LA ADMINISTRACION.**

Anexo copia del peritaje. El original se encuentra en poder del Sub-Delegado de Obras Publicas.

Copia del requerimiento No.300 de la Delegación Cuauhtémoc.

Requerimiento No.6455.

Respuesta dentro del plazo No.21865.

El presente escrito, es transcripción fiel de su original,  
omitiendo, para mantener la personalidad de los involucrados, los

nombres de los mismos y la ubicación del inmueble, por petición expresa.

Como se podrá observar, dicho documento fue elegido para efectos de ejemplificación de los procedimientos administrativos y gubernamentales, y por reunir varias condiciones especiales que declarar a las autoridades correspondientes.

El siguiente paso, lo constituyó la presentación del dictamen técnico o peritaje, en el cual se asientan todas las características que se presentaron en la construcción dañada y que se llevó a cabo como sigue:

En una primera instancia, se asentaron los datos referentes a la ubicación del inmueble, indicando claramente la calle y el número, la localización y nombres de las calles entre las cuales se encuentra la construcción, la Colonia, la Delegación, la orientación de la construcción, y las claves correspondientes.

Inmediatamente después, se citan los datos del propietario, así como la información que pueda llevar a su localización.

Como tercera parte del dictamen o peritaje técnico, se mencionan los usos de la construcción, desglosando las partes constitutivas de la estructura como son:

- Los Sótanos.
- La Planta Baja.
- La Superestructura en general.

Dados los diferentes usos de las construcciones, se deben asentar las diversas subdivisiones establecidas por las autoridades, es decir, que para los usos habitacionales, corresponden subdivisiones referentes al tamaño, destino, etc.

Estas subdivisiones determinan si la vivienda es unifamiliar o multifamiliar, si son oficinas, y en su caso si son públicas o privadas, en las construcciones destinadas a la salud y protección si se trata de hospitales o servicios de salud, y así consecutivamente asignando a la construcción, su división de uso, y la clave que corresponda a sus subdivisiones.

Una vez determinado el uso y el sub-uso del inmueble, se establecen en el informe sus características constructivas, como son:

- El Número de niveles.
- El Área total de la construcción.
- El tipo de la Construcción.
- El tipo de Estructuración.
- El Sistema de Piso.

**Factores que a continuación se explican detalladamente:**

**NUMERO DE NIVELES:** Se refiere a la altura total de la estructura en relación al número de pisos o niveles de utilización constructiva destinada por el uso de la Construcción.

Esto es, cada construcción, dadas sus características particulares, contará con un número determinado de niveles, asentado en el proyecto, y del cual se derivará, por medio del análisis estructural, la bajada de cargas y el cálculo correspondiente al diseño de los elementos resistentes, tanto en la superestructura como en la cimentación.

Es importante verificar si el número de niveles no cambió a lo largo de la vida del edificio, pues en ese caso, las condiciones de diseño habrán variado a su vez.

Estas cuantificaciones, así como las arrojadas del proyecto arquitectónico, derivan en la cuantificación y el cálculo de las *AREAS TOTALES DE CONSTRUCCION*.

En lo que se refiere al *TIPO DE CONSTRUCCION*, se debe especificar el tipo del material o los materiales empleados en su construcción, sea la mampostería, el concreto reforzado, el acero, o la combinación de estos.

Dicho análisis, y los datos obtenidos de este, permiten obtener el estudio del comportamiento esperado de la construcción de acuerdo a su tipo, aun cuando esto sea de manera aproximada.

Posteriormente, se procede a manifestar las características de estructuración del inmueble, determinando si esta se realizó en base a marcos, muros de carga, mixtos, o cualquiera otra solución,

así como la determinación de si el sistema elegido fue o no el óptimo para el funcionamiento para el cual se destinó el inmueble.

Una vez determinado lo anterior, se debe presentar el *SISTEMA DE PISO*, es decir, el tipo de cimentación empleado en la estructura, ya sea que se trate de una losa maciza con contratraves de cimentación, losa plana, losa reticular, cascarón, cajón de cimentación, sistema de zapatas, o cimentaciones profundas con pilas o pilotes, o bien mixtas.

Una vez establecidas las características constructivas de la estructura, se desglosa el análisis de los daños sufridos, refiriendo, a la vez, los datos técnicos del responsable de la elaboración del cálculo correspondiente, como son:

- Número de licencia de construcción.
- Fecha de expedición de la misma.
- Nombre y número de registro del perito responsable.
- Uso del suelo asignado y autorizado.
- Número de Niveles autorizados.
- Número de cuenta predial.

Así, se puede plantear una clasificación de daños de acuerdo a una variación relativa teniendo:

- Inexistentes.
- Pequeños.
- Moderados.
- Graves.
- Severos.

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\* CLASIFICACION Y EVALUACION PRELIMINAR DE DAÑOS \*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

TIPO DE DAÑO	DESCRIPCION	EVALUACION PRELIMINAR
NO ESTRUCTURAL	DAÑO UNICAMENTE EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	NO EXISTE REDUCCION EN LA CAPACIDAD SISMO-RESISTENTE.  NO SE REQUIERE DESOCUPAR.  LA REPARACION CONSISTIRA EN LA RESTAURACION DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.
ESTRUCTURAL LIGERO	GRANETAS DE PUNZO DE 0.5 CM. DE ANCHO EN ELEMENTOS DE CONCRETO.  FISURAS Y CAJAS DE APLAZADOS EN PAREDES Y TECHOS.  GRANETAS DE PUNZO DE 0 CM. DE ANCHO EN MUROS DE MANCIQUERIA.	NO EXISTE REDUCCION EN LA CAPACIDAD SISMO-RESISTENTE.  NO SE REQUIERE DESOCUPAR.  LA REPARACION CONSISTIRA EN LA RESTAURACION DE LOS ELEMENTOS DAÑADOS.
ESTRUCTURAL PEEETE	GRANETAS DE 0.5 A 1 CM. DE ANCHO EN ELEMENTOS DE CONCRETO.  GRANETAS DE 0 A 10 CM. DE ANCHO EN MUROS DE MANCIQUERIA.	EXISTE UNA REDUCCION IMPORTANTE EN LA CAPACIDAD SISMO-RESISTENTE.  DEBE DESOCUPARSE Y MANTENERSE SOLO ACCESO CONTROLADO PREVIA REHABILITACION TEMPORAL.  ES NECESARIO REALIZAR UN PROYECTO DE REPARACION PARA LA RESTAURACION Y EL REFORZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.
ESTRUCTURAL GRAVE	GRANETAS DE MAS DE 1 CM. DE ANCHO EN ELEMENTOS DE CONCRETO.  DESARMIAMIENTO DEL REFORZAMIENTO EN COLUMNAS.  APLAZAMIENTO DEL CONCRETO, RIFTOS DE ESTRIBOS Y FANJOS DEL REFORZAMIENTO EN COLUMNAS Y MUROS DE CONCRETO.  DESARMIAMIENTO DE LOSAS PLANAS A PESEOR DE LAS COLUMNAS.  AGRIETAS EN LOS MUROS DE MANCIQUERIA.  DESPLAZOS EN COLUMNAS DE MAS DE 1 CM. DE SU ALTURA (10 %).  DESPLAZO DE LA ENTUBACION DE MAS DE 1 CM. DE SU ALTURA (10 %).	EXISTE UNA REDUCCION IMPORTANTE EN LA CAPACIDAD SISMO-RESISTENTE.  DEBE DESOCUPARSE Y SURTIARSE EL ACCESO Y LA CIRCULACION EN LA VECINDAD.  ES NECESARIO PROTEGER LA CALLE Y LOS EDIFICIOS VECINOS MEDIANTE LA REHABILITACION TEMPORAL, O PROTEGER A LA DEMOLICION URGENTE.  DE SER POSIBLE, DEBEA RECURRIRSE A UNA EVALUACION DEFINITIVA QUE PERMITA DECIDIR SI PROCEDE LA DEMOLICION O BIEN EL REFORZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

Planteando claramente la ubicación de dichos daños, y el tipo de pieza a la que afectan como sigue:

- Muros Divisorios.
- Fachadas No Estructurales.
- Plafones.
- Recubrimientos.
- Instalaciones Hidráulicas.
- Instalaciones Eléctricas.
- Instalaciones de Gas.
- Elevadores.
- Otros.

Los daños especificados en los diferentes niveles, deberán ir acompañados de un croquis cuando quien realice el peritaje lo considere conveniente.

Una vez concluidos los reportes anteriormente citados, se procede a presentar el resumen del estado actual de la construcción, estipulando las recomendaciones y procedimientos a seguir para su reparación si es que esta es factible.

Aquí, los factores a considerar son los siguientes:

- Reparaciones No Estructurales.
- Reparaciones Estructurales.
- Demolición Parcial.
- Demolición Total.
- Demolición Inmediata.

Una vez considerado dicho diagnóstico, el perito determinará la factibilidad de efectuar la reparación de los daños menores, y de los daños de consideración, tal como se puede observar en la Copia del Dictamen Técnico que se presenta a continuación.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

DICTAMEN TECNICO

FECHA 17/SEPT/86

FOLIO \_\_\_\_\_

DESCRIPCION DEL INMUEBLE

1.1 UBICACION DEL INMUEBLE

Calle y número AV. E. CHAPULTEPEC N° 318

Entre INSURGENTES y PUEBLA

Colonia ROMA Clave \_\_\_\_\_ C.F. \_\_\_\_\_

Delegación CUAUHUILTMO Clave \_\_\_\_\_

Orientación de la construcción [2]

1. N.S. 2. EW 3. N45E 4. N45W

1.2 PROPIETARIO

Nombre o Razón Social SR CARLOS DE LEON GUARDO

Domicilio SURINA Y JAHSE N° 27 Colonia LOMAS DE CHAPULTEPEC

Teléfono 5 96 05 18 c.p. 11000

1.3 USO

Sotanos [416] Planta Baja [417] Edificio [212]

RESIDENCIAL	11 Unifamiliar	12 Edificio Dedic.		
OFICINAS	21 Publicas	22 Privadas	23 Mixtas	
SAUD Y PROTECCION SOCIAL	31 Hospitales	32 Servicios de Salud		
ECONOMIA	41 Comercios	42 Industria	43 Financas	44 Almacenes
	45 Bodegas	46 Estacionamientos		
SERVICIOS PUBLICOS	51 Comunicaciones	52 Policia, Bomberos	53 Transportes	54 Energia
EDUCACION	61 Escuelas	62 Universidades o Centros de Investigacion		
TURISTICOS	71 Hoteles	72 Restaurantes	73 Historicos	
RECREATIVOS	81 Casas	82 Teatros	83 Deportivos	
OTROS	_____			

ING. CARLOS DE LEON GUARDO  
 PERITO NO. 4728 DE F. C. GUANO  
 [Firma]

NIVELES 7 NIVELES

5. AREA TOTAL DE CONSTRUCCION 2169.10 M<sup>2</sup> DEL PREDIO 295.50 M<sup>2</sup>

6. TIPO DE CONSTRUCCION

- (1) Concreto Reforzado 2 Acero 3 Concreto Prefabricado
- 4 Mamposteria 5 Otro \_\_\_\_\_

7. ESTRUCTURACION

- (1) Marcos 2 Muros de Carga 3 Muros Contraventados
- 4 Mixtos 5 Otro \_\_\_\_\_

8. SISTEMA DE PISO

- 1 Losa maciza con traves 2 Losa plana (3) Losa reticular
- 4 Castorón 5 Otro \_\_\_\_\_

2. DAÑOS MAYORES

2.1 LICENCIA DE CONSTRUCCION

No. \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Perito Responsable \_\_\_\_\_

Uso \_\_\_\_\_

Niveles autorizados \_\_\_\_\_

Numero de cuenta predial \_\_\_\_\_

2.2 ESTUDIOS ESPECIALES

DETERMINACION EN CAMPO DE LA POSICION Y DIAMETRO DEL ACERO DE REFUERZO POR MEDIO DE:

ULTRASONIDO

OTROS \_\_\_\_\_

- 1. EN MARCO (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 2. EN COLUMNA (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 3. EN TRABE (S)  NIVEL SOTAJA
- 4. EN LOSA (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 5. OTRO \_\_\_\_\_

No. 1167 DESECUIS UNILQUENA 15/04  
 REVISO Y F. GONZ. 10/4/20  
 [Signature]

DETERMINACION EN CAMPO DE LAS SECCIONES

RETIRO TOTAL DE RECUBRIMIENTOS  RETIRO PARCIAL DE RECUBRIMIENTO

- 1. EN MARCO (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 2. EN COLUMNA (S)  NIVEL 1°
- 3. EN TRABE (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 4. EN LOSA (S)  NIVEL 1°
- 5. OTRO \_\_\_\_\_

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

ULTRASONIDO  PENETROMETRO  CORAZONES

OTRO \_\_\_\_\_

- 1. EN MARCO (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 2. EN COLUMNA (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 3. EN TRABE (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 4. EN LOSA (S)  NIVEL \_\_\_\_\_
- 5. OTRO \_\_\_\_\_

DETERMINACION DE LAS CONDICIONES DEL SUELO (VER HOJA 16)

DAÑOS NO ESTRUCTURALES

NIVEL 1,2,3,4,5

1 No Hoy - 2 Pequeños

3 Moderados

4 Graves

5 Severos

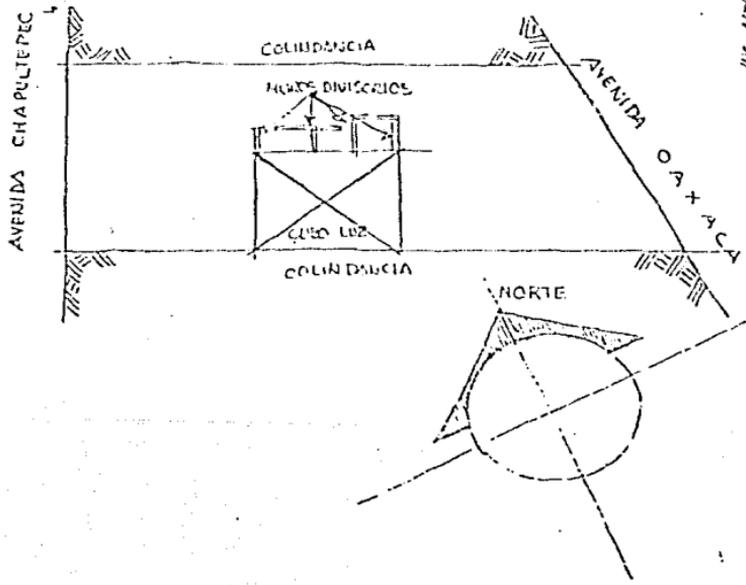
- MUROS DIVISORIOS
- FACHADA NO ESTRUCTURAL
- PLAFONES
- RECUBRIMIENTOS
- INSTALACIONES HIDRAULICAS
- INSTALACION ELECTRICA
- INSTALACION DE GAS
- ELEVADORES

<input checked="" type="checkbox"/>	FISURAS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	CRIETAS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
<input checked="" type="checkbox"/>										
<input checked="" type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										

AV. ADEL. JOSE LUIS VILLALBA ISLAS  
PROYECTO GRUPO NO 4728

*[Handwritten signature]*

CROQUIS DE LOCALIZACION DE DAÑOS EN ESTE NIVEL



CONCLUSIONES DEL ESTADO ACTUAL

DE LA ESTRUCTURA

- Reparación no estructural (Daños menores) ver punto 4.1
- Reparación estructural factible ver punto 4.2
- Emolición total ver punto 5.1
- Emolición parcial ver punto 5.1
- Emolición inmediata ver punto 5.2
- No puede usarse sin restricciones de acuerdo al uso autorizado. ver punto 4.2
- Puede usarse con restricciones ver punto 4.2
- Desocupar temporalmente ver punto 4.2
- No es servible ver punto 5

RECOMENDACIONES:

---



---



---



---

RECOMENDACIONES PARA LA REPARACION

DAÑOS MENORES

- Resanes y aplomados de interiores
- Reparación y reposición de pisos sin afectar elementos estructurales
- Pintura y revestimientos interiores
- Reparación de instalaciones hidráulicas sin afectar elementos estructurales
- Limpieza, aplomados, resanes, pintura y revestimiento en fachadas
- Reparación de azoteas sin afectar elementos estructurales
- Reparación y pintura en bordas

Otros: (usar reverso para mayores detalles) EN PLANTA PARA REPARACION CONCRETO  
 E INSTALACIONES ELECTRICAS ASISTIDO DE LAS CUBIERTAS LAS PISAS DE CEMENTACION SACANDO EL  
 MORTO Y TODO MATERIAL EXTRAÑO, SUPERFICIALIZANDO SU SUPERFICIE PARA EVITAR SE NUELVAN A  
 MOJER DE AGUA, DE SERE PROBLEMA DE FUGAS DE AGUA PERMANENTE, PARA EL  
 INSTALACION DEL AGUA DE SERE REPARAR TODOS LOS NIVELES INFERIORES DE ZONA DE BAÑOS Y FLEVA-  
 PARA SU NUEVA CONSTRUCCION, ASI COMO LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS.  
 REPARACION DE CADA PISO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

U.S. NED. DE LOS INGENIEROS JESUS  
 VACIO DE PL. C/000 01-1788  
 [Signature]

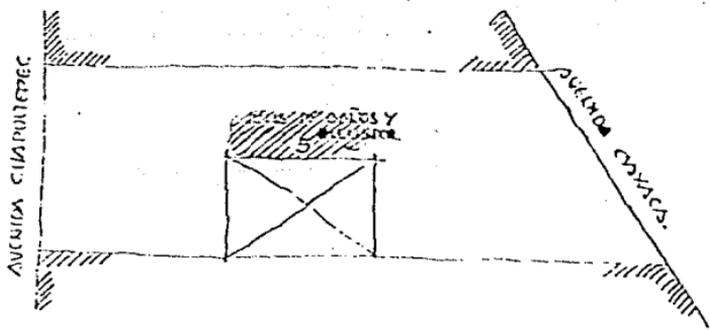
5.4 DADOS EN LOSAS

NIVEL 1<sup>o</sup>

- 1 TOTALMENTE COLAPSADA
- 2 AGRIETADA
- 3 PENETRACION POR EFECTO CORTANTE
- 4 NINGUNO
- 5 OTRO FLEXIONADA

CROQUIS DE PLANTA

ALB. AND. DESE LOS CRUCAMIENTOS LASAS  
 PABLO DE INGENIERO N° 41728  
*[Signature]*



CIMENTACION

- 1 Zapatas      ② Cajón      3 Pilotes de punta      4 Pilotes de fricción  
 5 Mixta      6 Otra: \_\_\_\_\_

TIPO DE SUELO

- 1 Zona Iago      ② Zona transición      3 Zona lomerío

FECHA DE CONSTRUCCION DEL INMUEBLE 1960

REPARACIONES ANTERIORES POR SISMO

- ① No      2 Si      3 No se sabe

DESCRIPCION DE DAÑOS

INTERIORES

- 1 Derrumbe total.  
 2 Derrumbe parcial  
 3 Desplomado      Cuanto NINGUNA  
 4 Hundido      A consecuencia del sismo      SI  NO   
 5 Emergido      A consecuencia del sismo      SI  NO

EN COLINDANCIA

- 1 Afectado por derrumbe de alguna construcción vecina      SI  NO   
 Ubicación de esta \_\_\_\_\_  
 2 Derrumbe sobre alguna construcción vecina al inmueble      SI  NO   
 Ubicación de esta \_\_\_\_\_  
 3 El inmueble pone en peligro construcción vecina      SI  NO   
 Ubicación de esta \_\_\_\_\_  
 4 alguna construcción vecina pone en peligro al inmueble      SI  NO   
 Ubicación de esta \_\_\_\_\_  
 5 Es a consecuencia del sismo      SI  NO   
 Separación con construcción vecina \_\_\_\_\_

NO. DEP. VOSE CENS VILLAVIEJA ISLAS  
 PRESENTE N° 4728 DE 1960  
 [Signature]

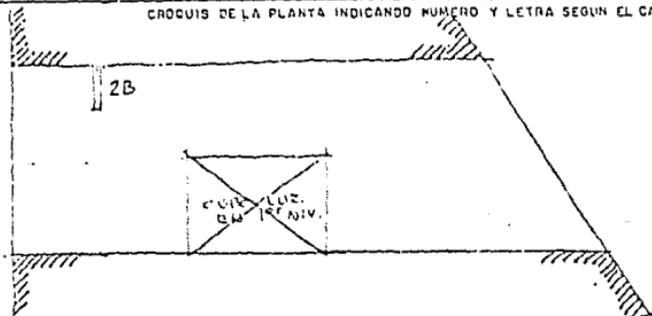
CIMENTACION

- 1 Sana      2 Hundida      3 Dañada

(SOTIANO)

	A	B	C	D	E	(OTRA)	K	SIN DATO
FIGURAS L. ≤ 1mm.								
GRIETAS L. > 1mm.		✓						
PERDIDA DE MATERIAL								
VARILLAS	VISIBLES							
	ROTAS							
	NO EXISTE							
NO MUESTRA								

CROQUIS DE LA PLANTA INDICANDO NUMERO Y LETRA SEGUN EL CASO



ING. ARQ. JOSE LUIS VILLANUEVA ISLAS  
 PARTIDO DE 1º GRUPO AP 4723

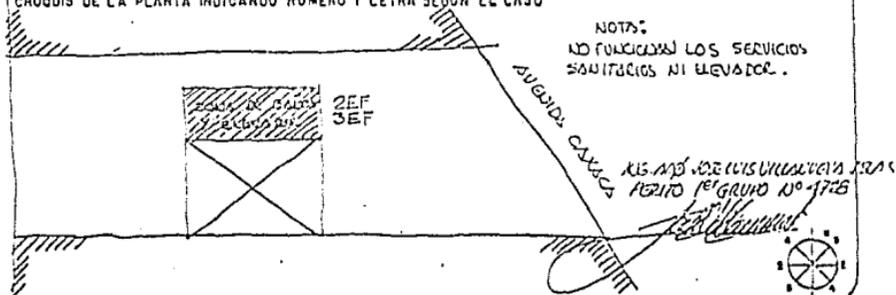
*[Handwritten signature]*



								(OTRA)	COORDENADAS K	FORMA DE S
		A	B	C	D	E	F	G		
FISURAS L ≤ 1 mm.	1									
ORIENTAS L > 1 mm.	2					✓	✓			
PERDIDA DE MATERIAL	3					✓	✓			
VARILLAS	VISIBLES	4								
	ROTAS	5								
	NO EXISTE	6								
NO MUESTRA	7									

CROQUIS DE LA PLANTA INDICANDO NUMERO Y LETRA SEGUN EL CASO

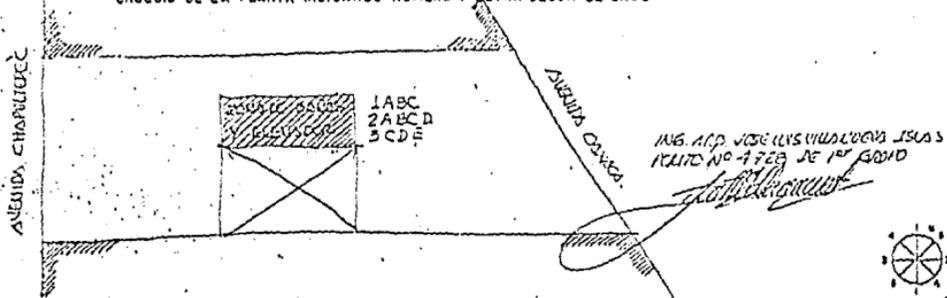
AUDUBON CHARZUTEPEC





	A	B	C	D	E	F	G	K	D
FISURAS L ≤ 1 mm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
GRIFTAS L > 1 mm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
PERDIDA DE MATERIAL			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
VARILLAS VISIBLES									
ROTAS									
NO EXISTE									
NO MUESTRA									

CROQUIS DE LA PLANTA INDICANDO NUMERO Y LETRA SEGUN EL CASO



Diciembre 11 de 1985.

4703



FACCIONES RECONOCIDAS  
DICTAMENES TECNICOS  
SIENOS DEL 19 Y 20  
ICIOS NUEVOS Y EN PRO

tos de México, A.C.:

El Secretario de Estado y del Poder Judicial  
de Educación Pública

por acuerdo del E. Presidente Constitucional  
de los Estados Unidos Mexicanos y en virtud  
de que el E.



José Luis Rojas Villanueva, Jefe  
de la Oficina Ejecutiva de Planeación y fue  
aprobado en el Examen Profesional que sus-  
tento en la Escuela

Ingeniería de Ingeniería y Mecánica  
del Instituto Politécnico Nacional según el  
de fecha 8 de noviembre de 1985 le expide  
el presente

Fuiste

Firma del Secretario de  
Estado y del Poder Judicial

Ingeniero Arquitecto

Supleniente Ejecutivo No Residencia

México, D. F. a 11 de mayo de 1985

El Secretario de  
Estado y del Poder Judicial

El Secretario de  
Estado y del Poder Judicial

V. Quintana O.

A. Reyes O.

Por el Secretario de Estado y del Poder Judicial

Por el Secretario de Estado y del Poder Judicial

8 50

- 24.- DE LA ESCUELA
- 25.- ENRIQUEZ COLMENERO RAFAEL
- 26.- ESTRELLA GARCIA MANUEL
- 27.- ELENA ZARAGOZA MOISES
- 28.- ELENES GANIOLA HECTOR
- 29.- GARCIA BOUCHAIN JESUS
- 30.- GARCIA TERRAZAS EMILIO
- 31.- GARCIA ESPINOZA JORGE

### **III.- PROCEDIMIENTOS PRIMARIOS ANTE LA PRESENCIA DE FALLA ESTRUCTURAL:**

#### **III.1.- POSIBILIDADES DE ABATIMIENTOS VERTICALES Y APUNTALAMIENTOS:**

Si una vez efectuada la inspección preliminar y la evaluación definitiva de los daños se concluye que las acciones de rehabilitación proceden, deberán definirse las medidas preventivas que garanticen la estabilidad temporal del conjunto durante el tiempo que lleve el proceso de reconstrucción.

Una de las medidas principales a considerar, es la de disminuir los efectos verticales que se presentan sobre la construcción, fundamentalmente sobre aquellos elementos que hayan sufrido daños en un mayor grado.

Los apuntalamientos proporcionaran una resistencia provisional a las construcciones que impedirán los abatimientos verticales de sus elementos.

Para el cálculo de los refuerzos provisionales que se requieran, deberán utilizarse métodos aproximados, de manera que los apuntalamientos se lleven a cabo con rapidez, y cumplan con los requerimientos de seguridad tanto para la estabilidad de la construcción, como para el personal que efectúe los trabajos en la misma.

El artículo No.18 del *DECRETO DE EMERGENCIA DE LAS NORMAS DE CONSTRUCCION*, establece que : "Mientras se lleven a cabo obras de reparación en las construcciones dañadas, estas deberán apuntalarse de tal manera que garanticen la estabilidad de las estructuras para las cargas verticales estimadas, que se obtendrán aplicando el reglamento con las Cargas Vivas previstas durante la ejecución de las obras."

Para acciones de rehabilitación temporal, se deberán reforzar todos los elementos que intervengan en el conjunto constructivo, recordando que las cargas se transmiten a lo largo de cada uno de ellos, en mayor o menor medida, y de arriba hacia abajo hasta llegar al terreno.

Los soportes provisionales, deberán tener apoyos firmes, cuidando que no se presenten acciones de penetración, por lo que dichos apoyos deberán constituirse por elementos horizontales que distribuyan la carga de manera uniforme.

Los elementos de apuntalamiento, pueden formarse por piezas de madera tales como vigas o tablones colocados sobre la losa de cimentación o sobre el terreno, siempre que estos se encuentren en condiciones de admitir la carga resistente del soporte temporal. Cuando se trate de cargas de gran magnitud, se pueden emplear combinaciones de las piezas antes mencionadas, con elementos de acero, que formen puntales colineales en todos los niveles para la correcta transmisión de esfuerzos.

La eficiencia de las piezas de apuntalamiento es notable cuando se trata de trabajos provisionales, y pueden incrementarse mediante la formación de elementos determinados como los arriostramientos triangulares, que permiten una mejor distribución de los esfuerzos, a lo largo de la pieza de refuerzo.

Este arriostramiento, disminuye las longitudes efectivas de pandeo en los elementos verticales, y se colocan en el sentido más desfavorable en el caso de secciones rectangulares como en las vigas, o en ambos sentidos cuando se trata de secciones cuadradas como los polines.

En el empleo de elementos de acero, se pueden emplear diferentes tipos de perfiles, acompañados de placas de apoyo que harán la función de los elementos horizontales en el caso de los apuntalamientos de madera.

### **III.2.- POSIBILIDADES DE FALLAS LATERALES Y SOPORTES PREVENTIVOS:**

El reglamento de emergencia requiere también el refuerzo de las construcciones en reparación para desplazamientos laterales, los cuales pueden presentarse como consecuencia de los desplazamientos verticales, o por sí mismos.

El definir la capacidad de los elementos de refuerzo provisional para fallas laterales, es complejo y se requiere de un análisis a la resistencia y a la localización de las partes constitutivas de la construcción original que se encuentren aún en buen estado de funcionamiento, con objeto de permitir la transmisión de los esfuerzos laterales hacia los verticales, para que se retransmitan hacia abajo de manera normal.

El soporte lateral, se lleva a cabo mediante la construcción de puntales laterales inclinados en sistemas de contraventeos que sirvan como cargas inversas a los efectos incidentes sobre la construcción.

Dado que las cargas originales pueden ser producidas por el terreno, y el sistema, antes de la falla se encontraba en estado de equilibrio, es posible que se presenten derrumbes en la cimentación, en este caso, puede ser necesario no solo un sistema de contraventeos, sino también la construcción de muros de contención provisionales, que impidan el deslizamiento posterior de los taludes formados por derrumbes previos.

En este caso, es necesario efectuar el cálculo de la carga por empuje del terreno, así como la determinación del sistema de apuntalamiento por emplear.

El apuntalamiento interior requerido en el caso de los deslizamientos laterales, puede constituirse por puntales inclinados formados por vigas unidas por medio de pernos y apoyados sobre los elementos que conforman el apuntalamiento vertical. El extremo inferior, deberá apoyarse a manera de empotre, es decir, sin que se permita desplazamiento alguno en dirección del eje que forma con la horizontal del piso.

La inclinación de los puntales no deberá exceder nunca los 45 grados, que resulta de la inclinación óptima, ni menor a los 25 grados, que disminuyen la eficiencia del soporte.

Para su ajuste al sistema horizontal, se dispondrá de cuñas de soporte, pudiéndose colocar también tensores o tirantes de acero, que unan a los muros interiores de manera perpendicular.

Cuando se requiere rigidizar un muro de contención, se puede recurrir a los contraventeos formados por piezas de madera o acero que trabajen a compresión, cuidando el factor resistente a los esfuerzos cortantes. En este caso, conviene la conformación de elementos dispuestos a manera de armaduras, que eviten el pandeo del refuerzo y del conjunto.

### III.3.- ACCIONES Y ACUÑAMIENTOS:

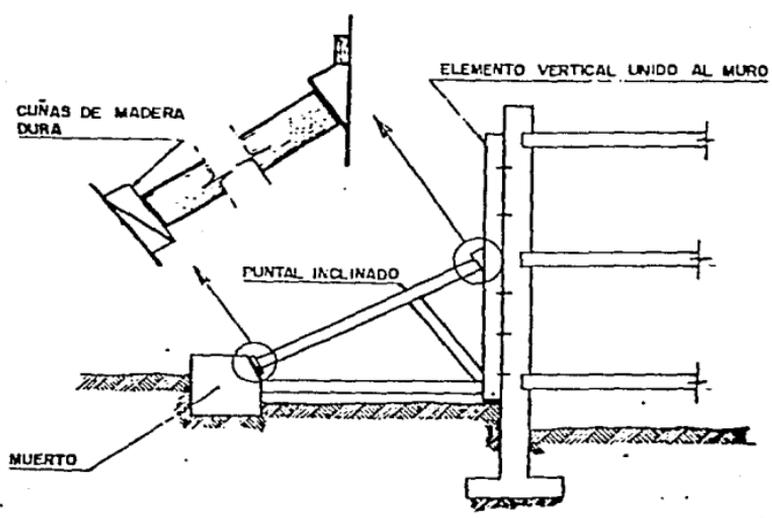
Las acciones de los elementos sobre la estructura, serán resistentes a las acciones de las cargas inducidas a la misma, proporcionando un refuerzo que permita a la estructura el funcionamiento de diseño para las condiciones de operación originales.

Dado que se cuenta con piezas colocadas en los sentidos vertical y horizontal, la transmisión de cargas a lo largo de estos, deberá realizarse de manera continua, por lo que, una vez colocados, no deben admitir desplazamientos, por lo cual se emplean métodos de acuñamiento, que fijan los soportes de manera eficiente, en el conjunto de estructuración temporal.

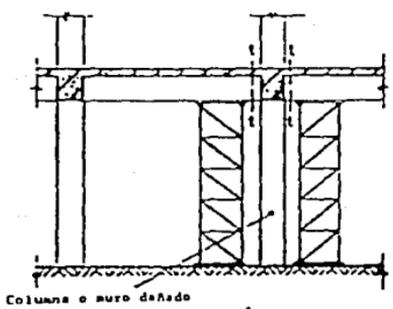
Las piezas utilizadas en el acuñamiento descrito anteriormente, son las cuñas de madera, los gatos mecánicos, y los gatos hidráulicos, debiendo todos ellos apoyarse de manera que no se presenten efectos de penetración sobre sus puntos de sujeción. Asimismo, la altura de desarrollo de los mismos, deberá ser la adecuada, para que no se presenten efectos de pandeo o volteo,

para lo cual debe considerarse para la superficie de apoyo, un mínimo de 50 cm<sup>2</sup>, por cada tonelada efectiva de carga.

A continuación se presentan algunos diagramas de los diferentes tipos de apuntalamiento empleados en la rehabilitación de estructuras dañadas.



Apuntalamiento exterior



Apuntalamiento vertical en un piso

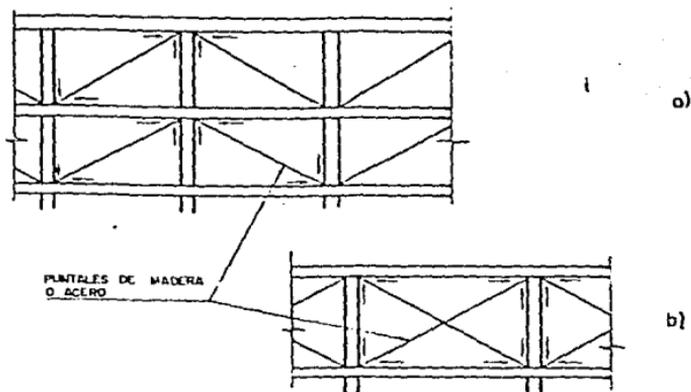
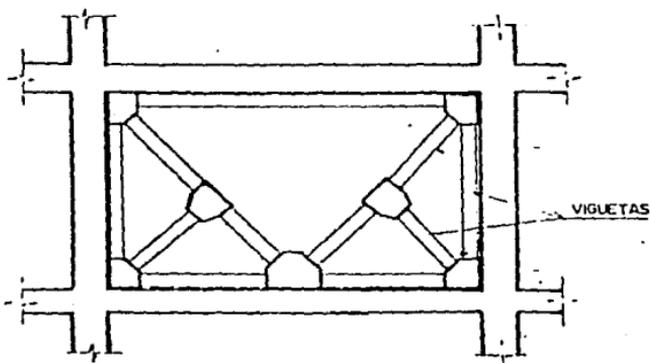


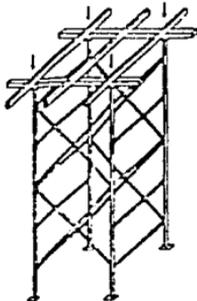
Fig. 3.12 Contraventeo con puntales en compresión



Alternativa de contraventeo con perfiles metálicos



(a)

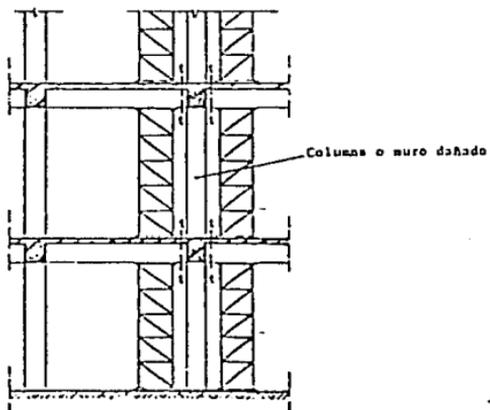


(b)

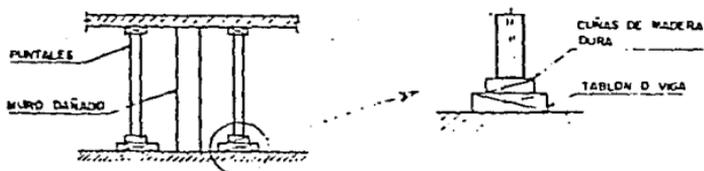


(c)

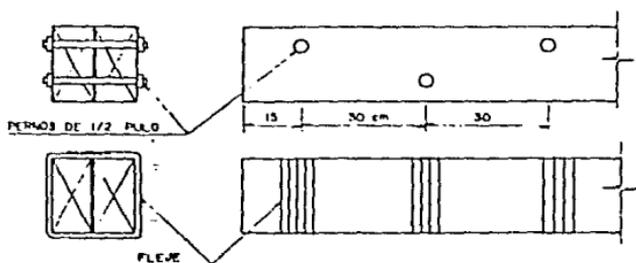
**Puntales telescópicos y elementos  
tubulares diversos**



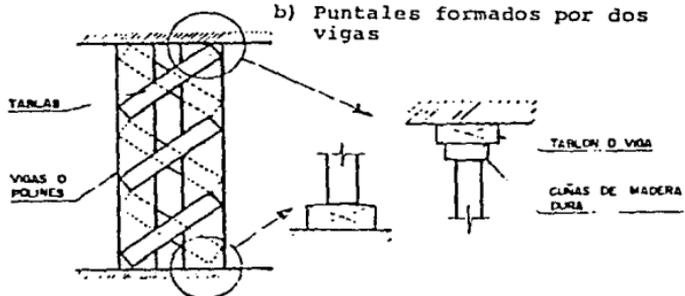
**Apuntalamiento en varios pisos**



a) Puntales simples

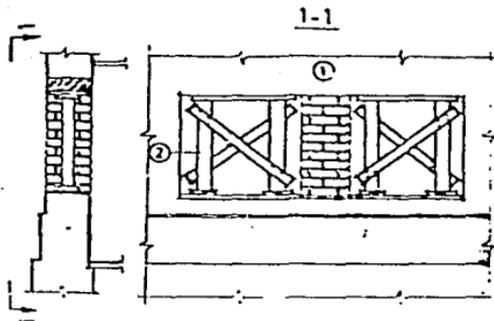


b) Puntales formados por dos vigas



c) Puntales arriostrados

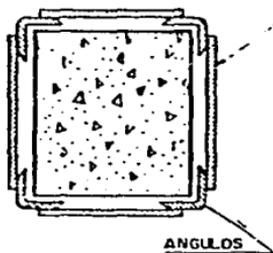
Apuntalamiento vertical con piezas de madera



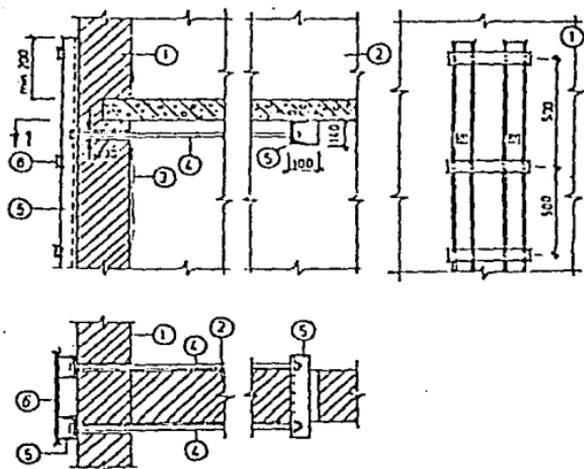
1. muro dañado y apuntalamiento

### Apuntalamiento de aberturas

SOLERAS DE ACERO CADA 30 ó 60 cm

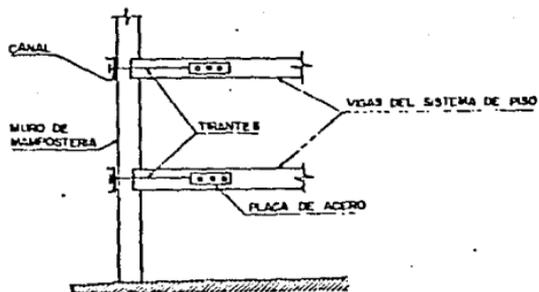


Apuntalamiento con ángulos y soleras de acero

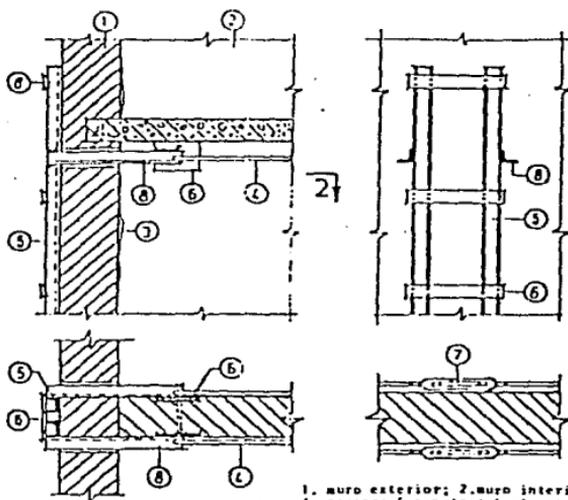


1. muro exterior; 2. muro interior; 3. grieta; 4. tensor; 5. canales; 6. placas

Soporte interior con tirantes.



Anclaje de muro exterior a vigas de los sistemas de piso



1. muro exterior; 2. muro interior; 3. grieta;  
4. tensor; 5. canales; 6. placas; 7. capiladores;  
8. ángulos

Soporte interior con tirantes  
Alternativa B

#### **IV.- DAÑOS EN LA CIMENTACION:**

##### **IV.1.- TIPOS DE FALLA Y SU IDENTIFICACION:**

En los capítulos anteriores, se observaron los diferentes tipos de falla en la superestructura, sin embargo, resulta mucho más complejo detectar la falla en elementos de cimentación.

Es por esta razón que conviene comprender bien tanto el comportamiento de los cimientos, como algunos de los fundamentos teóricos que apoyan dichas funciones.

El objeto de la construcción de las cimentaciones, es el de proporcionar a la superestructura una base permanente y segura, tal que el movimiento de la base y de la construcción que se le superponga, sea el menor posible, ocasionando el mínimo riesgo de daño a la estructura.

Este elemento de las construcciones, se encuentra íntimamente ligado al suelo bajo el cual se desplanta, por lo que, además de tomar en consideración las condiciones propias de los materiales que constituyen a las cimentaciones, tales como la Resistencia a los agentes externos, a los Esfuerzos Permisibles acorde con sus límites, y a los Factores de Seguridad, debe también tomarse en cuenta la Capacidad de Carga que presenta el firme o el lecho natural del terreno, cuyo límite es determinado, en muchos casos, por el Asentamiento Admisible del Suelo, en el cual se habrá de construir la cimentación.

Para poder tener un panorama general de las condiciones que prevalecen en el terreno a tratar, es indispensable analizar las condiciones geológicas del lecho de cimentación, pues esto dará una mejor idea acerca de los factores que intervienen en la determinación de las características óptimas para el desplante de estos elementos.

Para esto, resulta útil recurrir a una primera clasificación de los suelos, que considera básicamente dos tipos de terreno:

- El compuesto por Rocas.
- El que se constituye de otros materiales denominados Tierras.

Obviamente, por ser el suelo un material natural, generalmente se encuentra como una combinación de varios elementos, por lo que el estudio de su comportamiento es complejo, y a veces inexacto.

De esta forma, podemos clasificar también a las Rocas, en una primera instancia, de acuerdo con los materiales que las forman.

Estas, y otros depósitos térreos derivados de ellas, se componen de varios minerales que, por sí mismos o mezclados con otros, dan origen a las rocas.

Los principales minerales que contienen las rocas son:

-Minerales Silíceos: Formados por Sílice. ( $\text{SiO}_2$ ).

-Minerales Calcáreos: Formados por Calcita o Carbonato de Calcio y sus combinaciones. ( $\text{CaCO}_3$ ).

-Silicatos: Combinaciones de Sílice con varias bases metálicas.

Otra variante de la clasificación de Rocas, es la que se basa en el origen o proceso de formación de las mismas. Así, podemos encontrar la siguiente denominación:

- *Rocas Igneas*: Aquellas que se han solidificado a partir de un estado de fusión, como es el Magma, que al brotar a la superficie como Lava y pasar por procesos de enfriamiento por los agentes atmosféricos, forma las Rocas Igneas.

- *Rocas Sedimentarias*: Son aquellas que se derivan de los asentamientos térreos o en los lechos de los diversos mantos acuíferos, sometidos a la presión mecánica del agua, o cementados mediante procesos físico-químicos.

- *Rocas Metamórficas*: Que debido a causas generadas por agentes externos, como altas presiones y temperaturas, transforman a las rocas ígneas o sedimentarias en rocas Metamórficas.

Por otra parte, los Suelos, o Materiales Terrosos, tienen a su vez su clasificación, basada fundamentalmente en el tamaño de las partículas que los componen. Esto se debe a que los materiales terrosos provienen de la desintegración de las rocas, producida por los diversos agentes químicos o mecánicos, que, de acuerdo a sus periodos de repetición, determinan el grado de daño ocasionado a la roca, así, como la granulometría de la misma, después de descomponerse bajo las acciones a las que se ha visto sometida, de tal forma que los suelos, pueden estar compuestos por materiales de las siguientes características:

- Rocas.
- Roca Fragmentada.
- Rocas Sueltas.
- Cantos Rodados.
- Gravas.
- Arenas.
- Arcillas.
- Limos.
- Tierra Orgánica.
- Turbas.

Es importante, también, y una vez considerada la gran gama de características y variedades que se pueden encontrar en los diferentes terrenos, determinar la Capacidad de Carga de los mismos, ya que por la diversidad de los componentes de los suelos, no es posible establecer reglas para el estudio de las condiciones de trabajo de estos.

Es por esto, que en cada caso, debe estudiarse al conjunto de los elementos que componen al terreno como caso particular, con objeto de poder determinar una *CARGA UNITARIA* que representará la Capacidad Resistente Máxima que puede admitir el terreno en estudio.

Esta carga Unitaria, se referirá en todos los casos, a las zonas que en conjunto cuenten con características similares, pues a lo largo del desplante de las cimentaciones, estas pueden verse afectadas por los cambios en las condiciones físicas, químicas y geológicas de las zonas adyacentes.

Esto induce a la dificultad de establecer una Carga Unitaria Uniforme, sobre todo cuando las superficies a utilizar presentan cambios evidentes en su constitución.

Estudios diversos efectuados en los Laboratorios de Mecánica de Suelos, realizados mediante los análisis de una gran variedad de suelos sometidos a diferentes pruebas de calidad, han arrojado parámetros que son de utilidad en condiciones preliminares de la determinación de las capacidades de carga de los terrenos.

Estos parámetros son producto de la experimentación, por lo que es necesario efectuar estudios de campo que complementen la información de cada zona en estudio, apoyándose además, por las cargas que cada reglamento establece para las diversas zonas en que se pretenda trabajar.

Debido a que en las estructuras de cimentaciones superficiales, los elementos que las componen se comportan de la misma manera que en la superestructura, en el presente capítulo se presentará un enfoque de los tipos de fallas que pueden presentarse en las cimentaciones profundas, y concretamente en las que intervienen los Pilotes.

Los pilotes se diseñan en general, para resistir las cargas verticales producidas por los esfuerzos inducidos a través de la estructura, y transmitirlos al suelo, que deberá ser lo suficientemente resistente como para soportar al conjunto, aceptando deformaciones conocidas como permisibles.

Estos elementos, sin embargo, pueden verse alterados en sus características, tanto estructurales como de funcionamiento, cuando se presentan condiciones extremas de solicitación de carga, cuando el suelo mismo sufre comportamientos particulares, o cuando el diseño de los pilotes no es el adecuado para resistir y transmitir las cargas que los análisis estructurales hayan arrojado.

Estos elementos, determinan la presencia de diferentes tipos de fallas en pilotes, que podemos resumir como sigue:

-a) Cuando la estructura se encuentra bajo solicitaciones de carga extraordinarias:

En el caso en que la estructura se encuentra bajo condiciones de carga extremas, diferentes a las de los estudios y análisis estructurales, se presentan reacciones que exceden los parámetros permisibles en el comportamiento de la misma e inducen a fallas, tanto en la superestructura como en la cimentación.

En estos casos, es frecuente encontrar grietas significativas en los elementos soportantes de la cimentación, generalmente producidas por un esfuerzo cortante que actúa sobre los mismos, generando la falla estructural de los pilotes.

Estas grietas pueden representar una falla del tipo superficial, en la cual la capacidad de carga de los elementos no se ve afectada, o bien, puede significar una falla profunda, en la cual se presentan aplastamientos en el concreto, y deformaciones en el acero, lo cual impide que el pilote pueda seguir resistiendo esfuerzos de tensión y compresión, y por lo tanto, su función no cumpla con los requerimientos de resistencia para los cuales fue diseñado originalmente.

Por otra parte, cuando los esfuerzos a los que la estructura se ha visto sometida sobrepasan los límites establecidos por el cálculo, y estos inciden sobre la cimentación, se pueden detectar fallas del tipo de fracturamiento, que como en el caso anterior, modifican

las características del elemento de tal forma, que su funcionamiento se ve mermado en ocasiones hasta la inutilidad.

-b) Cuando el suelo sufre deformaciones significativas:

En todo tipo de suelo, permanentemente se presentan deformaciones que afectan el comportamiento de las cimentaciones. Sin embargo, bajo condiciones extremas, pueden presentarse deformaciones en el suelo, que inciden de manera significativa en el comportamiento de los pilotes, pudiendo en ocasiones afectar la estabilidad de la estructura, ya sea debido a hundimientos en los cuales las características de la cimentación quedan intactas y su capacidad de funcionamiento en estado óptimo, o bien, provocando la falla de estos y otros elementos estructurales.

Cuando se presentan hundimientos, la estructura puede modificar su posición alterando las condiciones originales de carga y redistribuyendo los esfuerzos de manera diferente a la proyectada originalmente. Cuando esto sucede, los elementos soportantes actúan sobre la estructura de tal forma, que inducen reacciones distintas a las que normalmente producirían, ya que la carga y los esfuerzos, se encuentran repartidos entre los elementos, cargando probablemente más a los que soportan menos y viceversa.

Esto, desde luego, puede producir la falla en ciertos elementos, los que a su vez provoca que más carga se reparta entre menos de ellos, lo cual dará origen a fallas en cadena que pueden llegar al colapso de la estructura.

Por otra parte, puede darse el caso de que los hundimientos no sean lo suficientemente graves como para ocasionar una distribución de cargas tal que excedan los límites permisibles por la cimentación. Bajo estas circunstancias, la estructura se comportará de manera normal, sin que esto signifique que se encuentra en su estado ideal de funcionamiento.

-c) Cuando el diseño de los pilotes no es el adecuado:

En este caso, las causas de una posible falla resultarán obvias, ya que el diseño inadecuado de cualquier elemento estructural, redundará en la falta de capacidad para resistir los efectos de las solicitaciones de carga que incidan sobre la estructura.

En este caso, se pueden presentar fallas por deformación, por aplastamiento, o por fractura. Así, el estado límite de falla se reduce a parámetros menores a los permisibles, y no puede esperarse que la estructura se comporte adecuadamente.

Por otra parte, es muy posible que si la cimentación no se encuentra en condiciones óptimas de trabajo, lo mismo suceda con los demás elementos, por lo cual la estabilidad de la estructura no cumplirá con los requerimientos mínimos de seguridad que para su servicio se requieran.

## **IV.2.-TRABAJOS DE CAMPO. REVISION DIRECTA:**

Al analizar las condiciones en que se encuentra una estructura en estado de falla, muchas veces es posible determinar la causa de la misma, y determinar los posibles daños a los que puede estar sujeta, tanto en la superestructura como en la cimentación.

Sin embargo, en ocasiones es necesario efectuar revisiones directas a los elementos que componen la estructura, y cuando esto sucede, es indispensable realizar una inspección directa en la cimentación.

Cuando la superestructura no ha sufrido fallas estructurales de consideración, es probable que la revisión de la cimentación nos lleve a resultados positivos, en los que no se requiera profundizar en los estudios por considerar que el conjunto cumple con las condiciones de seguridad requeridas para su óptimo funcionamiento.

No sucede así cuando la superestructura presenta fallas significativas, pues estas pueden provenir de la cimentación, lo cual hace necesaria una inspección directa, la cual es aún más evidente, cuando se detectan fallas notorias en la misma, como en el caso de los hundimientos.

Los estudios de campo que se deben efectuar, pueden dividirse fundamentalmente en dos tipos:

-a) La inspección primaria: Que se basará en la observación directa del elemento en estudio, mediante una excavación perimetral en el mismo, que permita que una o varias personas puedan trabajar en su inspección, revisando el estado en que se encuentra, la presencia de grietas o deformaciones, los desplomes o hundimientos, o alguna otra característica que pueda determinar la presencia o no de falla estructural.

Esta primera inspección, podrá en muchos casos determinar con exactitud el grado de seguridad que ofrece el elemento, y la necesidad o no de efectuar una segunda y más profunda revisión del mismo, si es que los daños detectados proporcionan la información necesaria para determinar la gravedad del problema y su posible solución.

En caso contrario, se procede a efectuar el segundo tipo de inspección:

-b) Revisión profunda: En la cual, al no poder ser determinada la magnitud de la falla con la inspección primaria o superficial, se aísla el elemento mediante el aprovisionamiento de un soporte temporal a la estructura que puede ir desde un apuntalamiento hasta la utilización de gatos hidráulicos, quedando el pilote libre de solicitación de cargas y permitiendo efectuar operaciones de inspección a profundidades mayores, en las que se pueda observar al elemento en una dimensión tal, que permita la ejecución de pruebas de resistencia y deformación, según convenga.

Para poder aislar al pilote, deberán considerarse previamente diferentes factores que intervienen en su funcionamiento como pueden ser: los esfuerzos por confinamiento que produce el suelo mismo sobre el elemento, la presencia de los niveles freáticos, las dimensiones de las excavaciones que serán necesarias efectuar, etc.

### IV.3.- PRUEBAS DE CARGA:

Contando con el análisis estructural que nos dará la información de la capacidad de carga de los elementos de la cimentación, se pueden efectuar las pruebas de campo que determinarán si los pilotes en estudio cumplen con las características de resistencia del diseño.

Para esto, se acostumbra cargar al elemento con gatos hidráulicos, aplicando valores de hasta 1.5 veces la resistencia del cálculo.

Así, podemos establecer un criterio que dará la pauta de los procedimientos a seguir para la recimentación, el refuerzo o la solución adecuada a un problema de cimentación en estado de falla.

Este criterio se presta a discrepancias, dado que se puede presentar el caso de que al cargar un pilote, este cumpla con las características de resistencia necesarias para admitir los esfuerzos de diseño, mas no cumpla con el valor de 1.5 veces dicha carga. Es

aquí donde la ingeniería y la ética del ingeniero, deben actuar en conjunto, ponderando todas las condiciones que prevalecen en la estructura, tomando como prioridad principal la seguridad del usuario, y no tanto los costos que una recimentación puedan significar en la estructura.

Debemos considerar que el cimiento actúa sobre un material heterogéneo como es el suelo, que varía no solamente de construcción a construcción, sino de estrato a estrato, y que su comportamiento, aunque ampliamente estudiado, ofrece en su análisis parámetros confiables, pero que no son garantía de una seguridad absoluta en su utilización.

Es el suelo un material que requiere de una gama de estudios muy amplia para la determinación de sus características fundamentales, pero que por la misma dificultad y altos costos que esos estudios representan, limitado en cuanto al conocimiento de la presencia de factores determinantes en su comportamiento último, como son los sismos, la presencia de cavernas, etc.

Tomando en cuenta que la cimentación es el único conjunto de elementos estructurales que actúan directamente sobre los suelos

para la transmisión de las cargas al mismo, y que la interacción de elementos controlables con elementos *NO TOTALMENTE* controlables resulta en un parcial desconocimiento de las posibles respuestas de los segundos sobre los primeros, es conveniente no despreciar los criterios establecidos para el cálculo de la capacidad de carga de los elementos soportantes, respetándolos siempre a partir de sus límites inferiores, ya que esto es lo que verdaderamente puede llegar a garantizar la estabilidad de una construcción, proporcionando tranquilidad y servicio, tanto al constructor como al usuario.

## **V.- RECIMENTACION:**

### **V.1.- EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES:**

Siendo las cimentaciones superficiales las conocidas como zapatas (aisladas o corridas), las losas y los cajones, podemos partir de la base de que contamos con elementos fácilmente identificables, que pueden aislarse también con relativa facilidad, y que no ofrecen dificultad significativa para los procesos de reparación que requieran en su caso.

Una de las grandes ventajas que ofrecen las cimentaciones superficiales para su redimensionamiento y reconstrucción, es que pueden detectarse con mucha claridad y exactitud los elementos sobre los que inciden sus reacciones. De este modo, el aislamiento para su identificación, inspección y reconstrucción, resulta sencillo, pues además se sabe que este tipo de cimentaciones se utiliza en construcciones de dimensiones moderadamente pequeñas en comparación a las desplazadas sobre cimentaciones profundas.

La recimentación de estos elementos, debe efectuarse, una vez detectado el origen de la falla, reforzando o redimensionando el elemento, de manera que cumpla con las condiciones originales de diseño, si es que estas son las adecuadas para el funcionamiento de la estructura bajo las condiciones que prevalecen actualmente sobre la construcción.

Los procedimientos a utilizar pueden seguirse, ya sea utilizando el elemento existente, y modificándolo para que cumpla con los requerimientos de seguridad, o bien sustituyéndolo por completo, por otro que cumpla con las características que la estructura demanda.

En ocasiones, la selección de la cimentación no es la que mejor resuelve el problema que se presenta, por lo que se tiene que elegir un sistema soportante que lo sustituya o lo complemente. Así, por ejemplo, podemos contar con un sistema de cimentación a base de zapatas corridas, que requiera ser reforzado por medio de la construcción de zapatas aisladas complementarias en los puntos críticos de la construcción.

Debido a la amplitud de posibilidades para cada caso, es conveniente resumir que, dado el fácil acceso a este tipo de cimentaciones, y a su similitud con los diferentes elementos estructurales de la superestructura, en la mayoría de los casos el refuerzo o sustitución se lleva a cabo de la misma manera que se haría con la superestructura, esto es, aislando el elemento y proporcionando soporte externo temporal, para trabajar posteriormente con el refuerzo, la sustitución o el complemento del elemento.

## V.2.- CIMENTACIONES PROFUNDAS:

En este apartado, nos encontramos con la dificultad inicial de la detección de la falla, sus causas, la gravedad de la misma, y su incidencia sobre los demás elementos. Asimismo, nos encontramos con el desconocimiento del estado del elemento a lo largo de sus dimensiones.

Sin embargo, una vez determinadas todas las consideraciones necesarias, y contando con el diseño adecuado que arroja el cálculo estructural la recimentación de los elementos profundos comienza con el aislamiento.

En caso de que el elemento requiera ser redimensionado, o bien sustituido, esto es, que requiera de trabajos en la totalidad de sus componentes, es importante proporcionar a la construcción un sustento temporal tal, que sustituya la acción del elemento considerado por completo. Para esto, se requiere de una revisión del suelo, para detectar el punto o puntos que proporcionen la mayor superficie resistente sobre la cual puedan actuar los elementos de soporte temporal que se requieran. En el caso de las cimentaciones profundas, dicho soporte se proporciona por medio

de gatos hidráulicos asentados sobre una capa firme, a una distancia no mayor de tres metros del punto donde la estructura se encontraba apoyada originalmente. La profundidad donde se encuentre dicha capa resistente puede variar, por lo que, en caso de encontrarse a distancias muy grandes, puede optarse por realizar un mejoramiento de suelo en la región donde más convenga, de manera que se garantice la estabilidad del apoyo del gato y su carga.

Cuando el elemento requiere de experimentación y estudios para la determinación de su capacidad de carga, también mediante gatos hidráulicos, el pilote debe ser descabezado cuando menos en una longitud igual a tres metros, y cuando el pilote pasa de una dimensión vertical mayor a los 15 mts., se debe descabezar cuando menos en un 20% de su longitud total.

El proceso de descabezar los pilotes, consiste en demoler del dado que le une a la superestructura hacia abajo, de manera que sobre la superficie libre, se pueda aplicar la carga deseada. Es recomendable que la prueba se lleve a cabo de manera cíclica, cargando y descargando paulatinamente hasta llegar al valor que se persigue, y llevándolo nuevamente de forma cíclica hasta cero.

Para efectuar la recimentación, esto es, cuando se requiere la sustitución de elementos, generalmente el pilote en estado de falla se desecha y se construye un sustituto en un punto determinado por el análisis, cercano al que ubica al pilote original.

Se han efectuado extracciones de pilotes con éxito, pero sin que represente ninguna ventaja que no tenga el aislar al elemento dañado y sustituirlo por otro que cumpla con los requerimientos del análisis estructural, pues el ahorro que pueden significar los estudios de mecánica de suelo y la no excavación de otro pilote, utilizando la del viejo, se ve drásticamente disminuido por el costo de extracción, muy elevado por la poca experiencia que se tiene en la realización de estas maniobras.

Este nuevo elemento, deberá ser situado de tal manera que proporcione el apoyo necesario a la superficie que antes se sustentaba por el elemento desechado, y que además absorba una cantidad de carga tal, que no represente esfuerzos adicionales a los otros pilotes.

Un criterio que se sigue para ubicar a los nuevos elementos, es el de no exceder en 2.5 veces el diámetro del pilote anterior, como distancia lineal al centro axial del nuevo pilote. Obviamente será necesario el reforzar la base de la superestructura que quedará sustentada sobre este nuevo pilote, por lo que se necesita construir y ligar un nuevo dado a la construcción original.

Es importante que el nuevo elemento no solamente cumpla con las condiciones de resistencia que dieron origen a la falla del elemento sustituido, sino que ofrezca las características resistentes que se consideran tanto en los estudios de mecánica de suelos como en el análisis estructural.

Así, para la recimentación de conjuntos de elementos profundos, una vez aislados los dañados, se procede a excavar, a la profundidad que determinen los estudios, con objeto de armar y colar los nuevos elementos.

Una vez efectuada la excavación, y determinados los puntos de apoyo, los estratos y el tipo de pilote, que puede ser de punta o de fricción, se procede a la construcción de los mismos, para que una vez terminados, y ligados a la estructura, esta sea descargada de los gatos y cargada sobre los pilotes.

Es conveniente rellenar los volúmenes extraídos tanto en el descabece de los pilotes viejos como en las excavaciones necesarias para la construcción de los nuevos, proporcionando una compactación por lo menos igual a la considerada en los estudios. Se debe prever también la recarga de los niveles freáticos extraídos para los trabajos de extracción de materiales, lo cual dará al terreno sus niveles originales de humedad, presión hidrostática, etc. El tiempo de carga del edificio sobre los pilotes, podrá ser de 14 días a partir del colado de los mismos, ya que dados los factores de seguridad aplicados en el diseño, el concreto habrá alcanzado en esa edad, una resistencia del 70%, suficiente para cumplir con las normas de seguridad establecidas por los reglamentos de construcción.

Los colados deberán ser monolíticos e integrados a los dados, y a su vez, estos, ligados con la superestructura utilizando en los puntos de las juntas frías, concreto con aditivos adherentes y expansores.

La cimbra será el mismo terreno, por lo que la excavación deberá encontrarse limpia, y los desechos deberán ser extraídos en su totalidad antes de comenzar cualquier colado. El concreto, en pilotes, siempre será premezclado, y deberá preverse la segregación con la caída, utilizando los equipos adecuados y efectuando el vibrado correctamente.

## VI.- EJEMPLO Y CASO PRACTICO:

### **VI.1.- EXPOSICION DEL PROBLEMA Y ANALISIS PRELIMINARES:**

Como consecuencia de los sismos que azotaron al Territorio Mexicano en Septiembre de 1985, una serie de estructuras llegaron a la falla ya fuera en forma de colapsos parciales o totales, o através de la destrucción de uno o varios de sus elementos constitutivos.

La causa de las fallas en las diferentes construcciones, fueron muy variadas, ya que se presentaron casos desde edificios que entraron en resonancia, debido a la duración del sismo y a su intensidad, hasta errores de cálculo y desaciertos constructivos.

Algunas de las estructuras que quedaron en pie, mostraron daños graves evidentes, que iban desde desplomes de consideración, hasta aplastamientos de los elementos de concreto que componían su estructura, pasando por toda la gama de fallas que se han expuesto con anterioridad en el presente trabajo.

Una de las zonas más afectadas en la Ciudad de México, fue la Colonia Roma, asentada sobre terrenos arcillosos, cercanos a lo que antiguamente fue el vaso del Lago de Texcoco (*Zona Centro de la Ciudad*).

Dicho tipo de Terreno, sufre comportamientos muy particulares bajo la sollicitación de esfuerzos por sismo, ya que las ondas generadas por el fenómeno citado, se transmiten con suma facilidad através de los estratos arcillosos.

Dichos suelos, entonces, aceptan grandes deformaciones, por lo que conviene construir cimentaciones semi-rígidas.

En esta Colonia, se reportó un edificio dañado, que se ubica en las calles de X esquina con Y, para lo cual se solicitó se llevara a cabo una inspección preliminar.

El edificio, consta de una Planta Baja, y 11 niveles de igual distribución arquitectónica, se trata de un inmueble de oficinas, con un sub-uso privado, existiendo cinco módulos por piso. La construcción cuenta con un nivel de sótano, destinado a estacionamientos, y cuenta al frente, con una plataforma que no tiene construcción sobre el nivel de banqueta.

La construcción, forma esquina entre dos calles, y después de efectuar los estudios preliminares en la zona que no contiene construcción sobre la plataforma mencionada anteriormente, se determinó que cuenta con un sistema de piso formado por un cajón de cimentación, formado por el sótano, desplantado a su vez sobre travesaños portantes que ligan a los pilotes de cimentación con los dados correspondientes.

Para la mejor comprensión del problema, se presenta un croquis de localización, con los ejes correspondientes y que fueron tomados como base de referencia en los estudios de inspección.

Los daños eran evidentes, pues la construcción presentó un hundimiento en las fachadas de consideración, y aparentes con respecto al nivel de banquetas, lo cual, obviamente, generaba el desplome general de la construcción.

Así, ante los daños evidentes, se efectuó una revisión primaria a la superestructura, la cual presentó daños de poca consideración, entre los que se contemplaban agrietamientos en muros divisorios, ruptura de cristales, y el derrumbamiento del cubo de escaleras.

Ante este panorama, resultaba evidente la necesidad de realizar una inspección de la cimentación, que era el punto crítico de los daños que ocasionaron los hundimientos citados.

Para efectuar dicha inspección, se propuso la excavación de 7 CALAS, con objeto de definir si el cajón de la cimentación se encontraba piloteado en el eje A', elegido por no contar con construcción en la superestructura, hallando efectivamente la existencia de pilotes, lo cual significaba que el diseño original de la cimentación fue de cajón completo en el área comprendida entre el eje A' y el eje C, y del eje 1 al eje 5, para compensar parte del peso del edificio, y completar el apoyo con pilotes de fricción que

se convirtieron en pilotes de punta con el transcurso del tiempo, y debido a los asentamientos naturales del terreno.

Una vez determinado este panorama, se decidió excavar una cala adicional, con objeto de poder efectuar una revisión más completa de las contratraves concurrentes en el nudo y los pilotes visibles en cada una de esas calas.

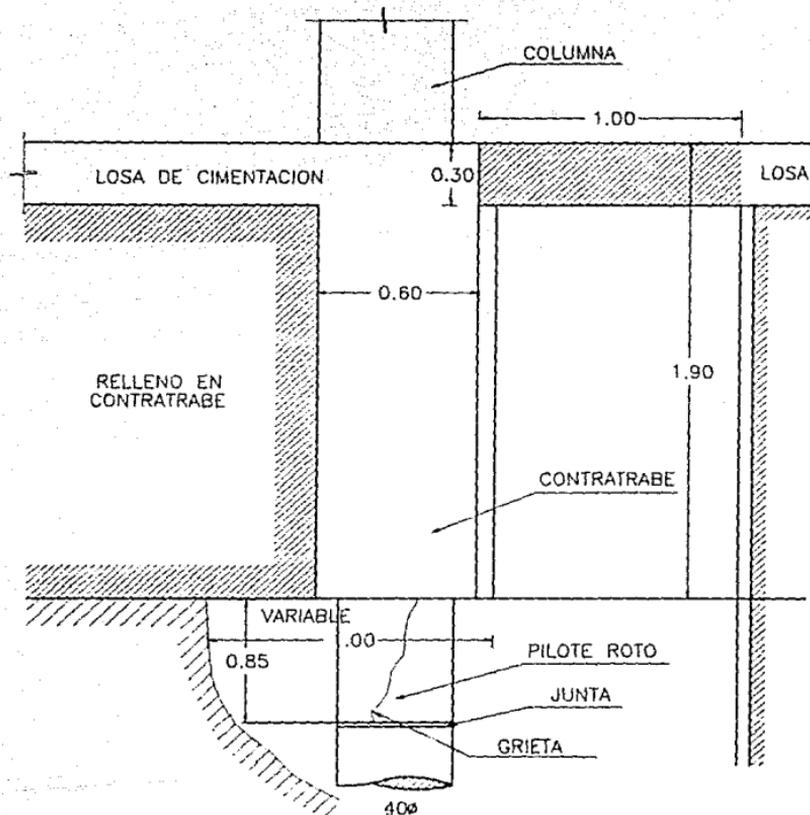
Por lo que se refería a las contratraves, se pudo observar que estas *NO PRESENTABAN DAÑO ALGUNO*, sin embargo, en los referente a los 15 pilotes visibles, desde las 8 Calas, se detectaron 5 *PIEZAS FRACTURADAS*, con daños aparentemente graves, en los que se determinaron aplastamiento de los concretos, refuerzo expuesto, y grietas a 45 grados, que determinaban fallas debidas a esfuerzos cortantes, que ocasionaron la ruptura de los pilotes.

La ubicación de las calas, la localización de los pilotes visibles desde las mismas, y la indicación de los que se encontraban rotos, se expondrán a lo largo del desarrollo del presente capítulo.

Los 15 pilotes visibles son de sección circular, del tipo *MEGA*, de 40 cms. de diámetro, hincados a presión hidráulica. El levantamiento topográfico, y la sección transversal de los pilotes visibles en cada lumbrera, así como las dimensiones de la contratabe y la losa de cimentación, se indican en los croquis números: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

Por otra parte, se hizo un planteamiento inicial que comprendía la excavación de lumbreras para la inspección de la cimentación por el exterior de la construcción, sin embargo, la presencia de una antigua cimentación adyacente, con el lindero Poniente, y por la extensión del cajón de cimentación por el lado Sur, impidió dicha inspección, por lo que el análisis de daños se llevó a cabo únicamente por el interior del edificio.

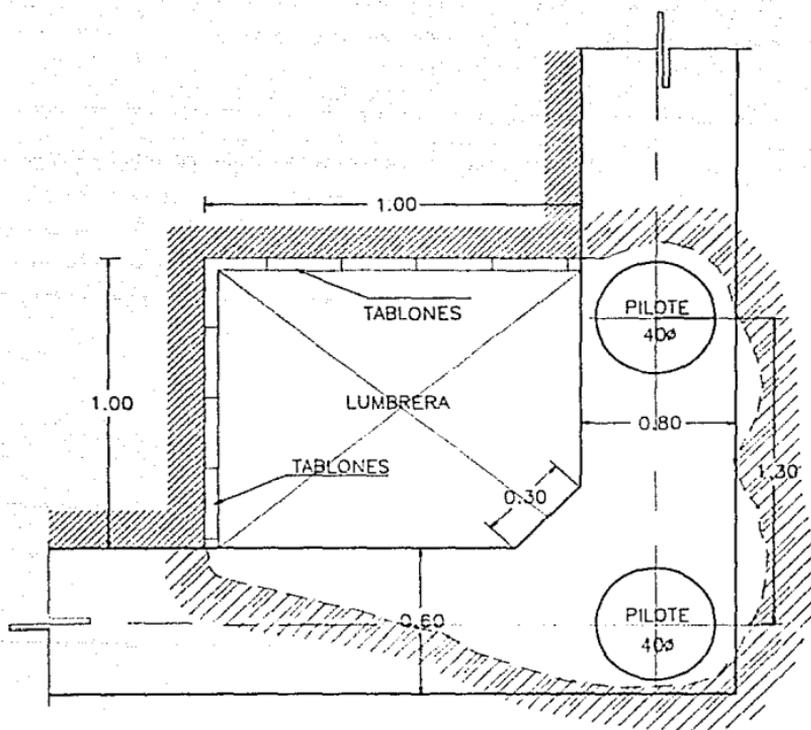
ANEXO No. 2  
RAFAEL ELIAS LIÑERO



**CORTE GENERAL**

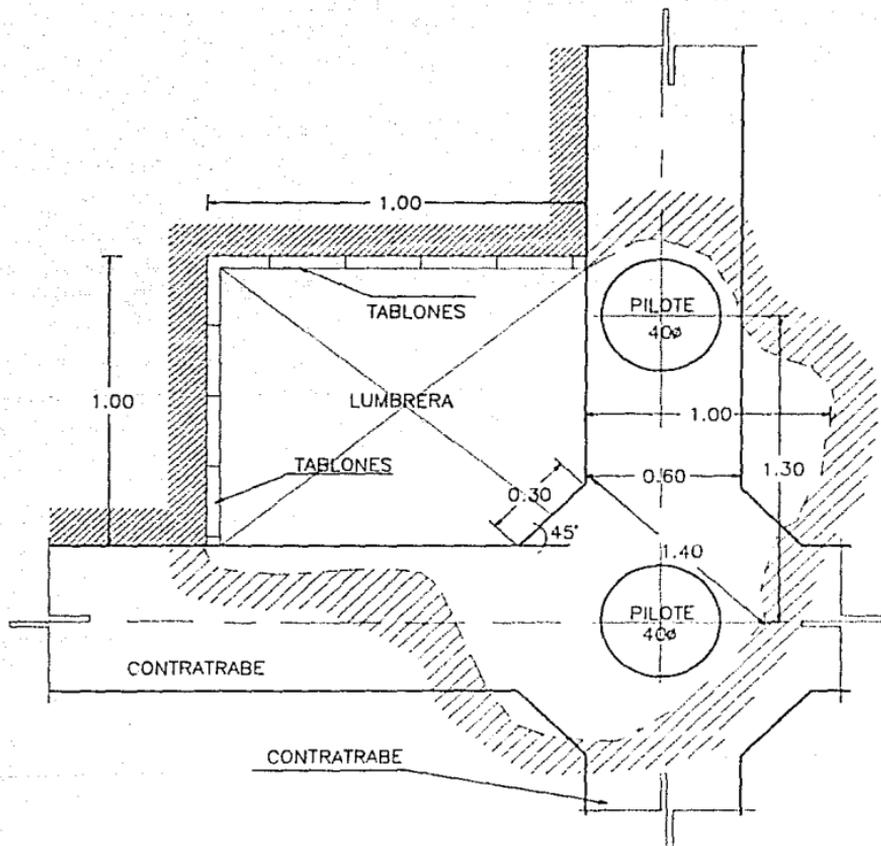


ANEXO No. 4  
RAFAEL ELIAS LIÑERO



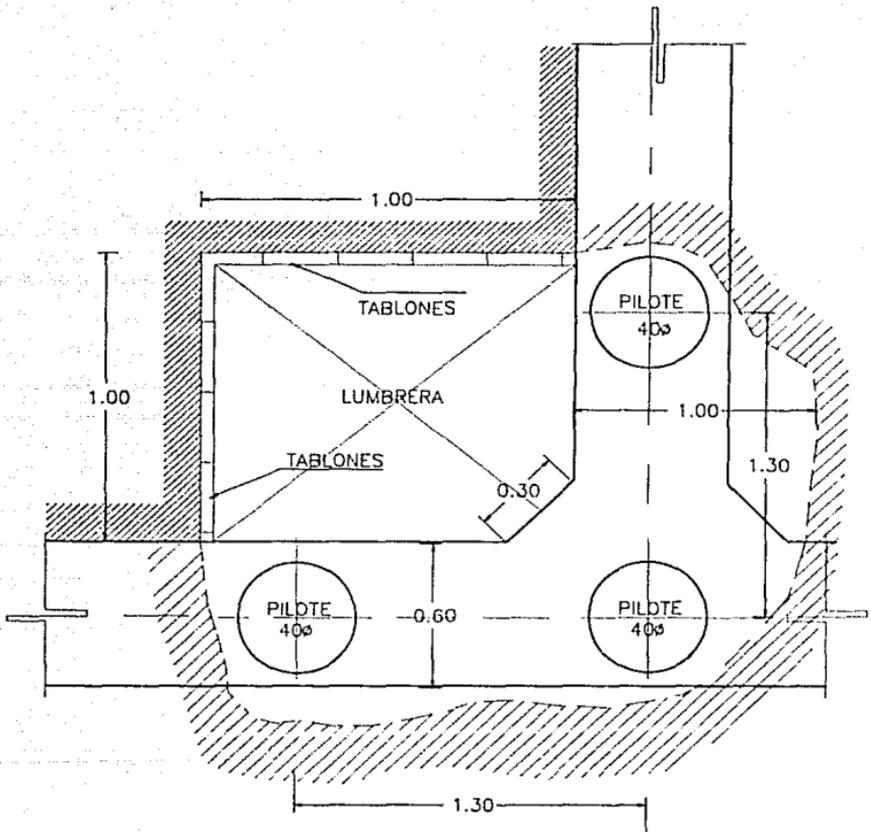
**PLANTA DE CALA 2**

ANEXO No. 5  
RAFAEL ELIAS LIÑERO



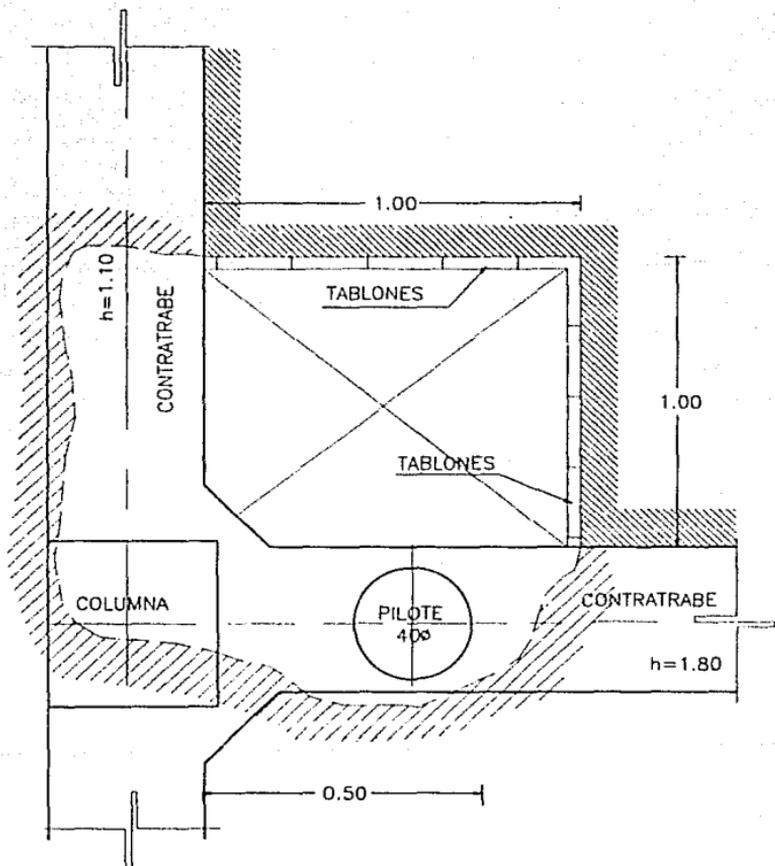
**PLANTA DE CALA 3**

ANEXO No. 6  
RAFAEL ELIAS LINERO



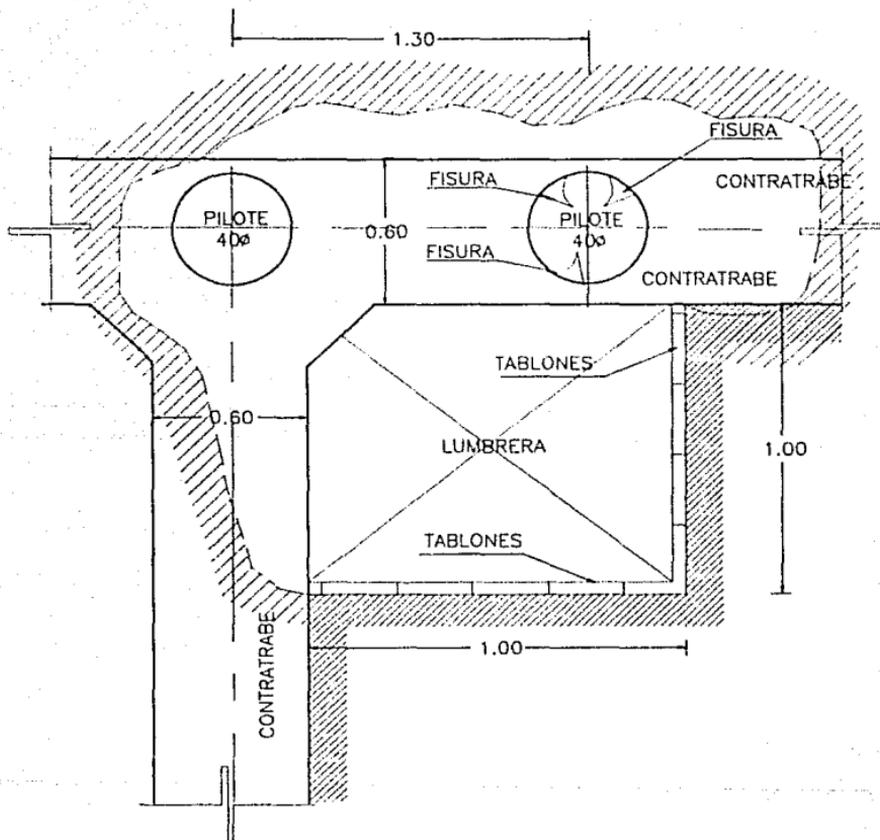
**PLANTA DE CALA 4**

ANEXO No. 7  
RAFAEL ELIAS LIÑERO



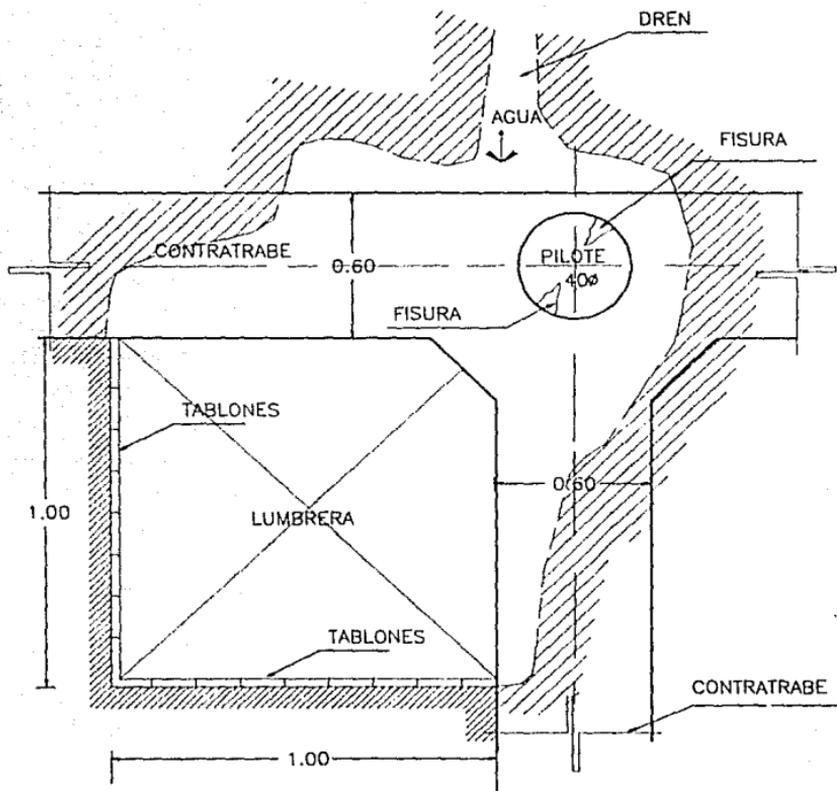
**PLANTA DE CALA 5**

ANEXO NO. 8  
RAFAEL ELIAS LINERO



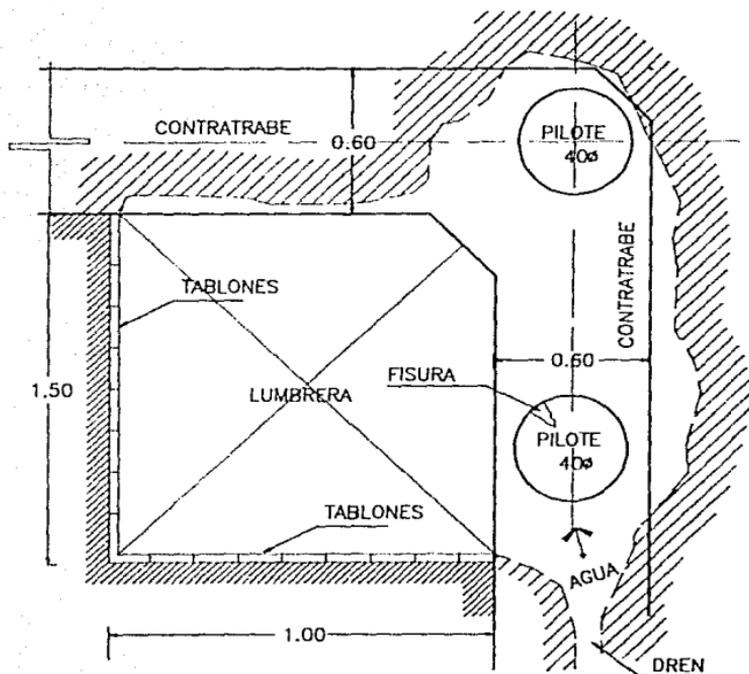
**PLANTA DE CALA 6**

ANEXO No. 9  
RAFAEL ELIAS LINERO



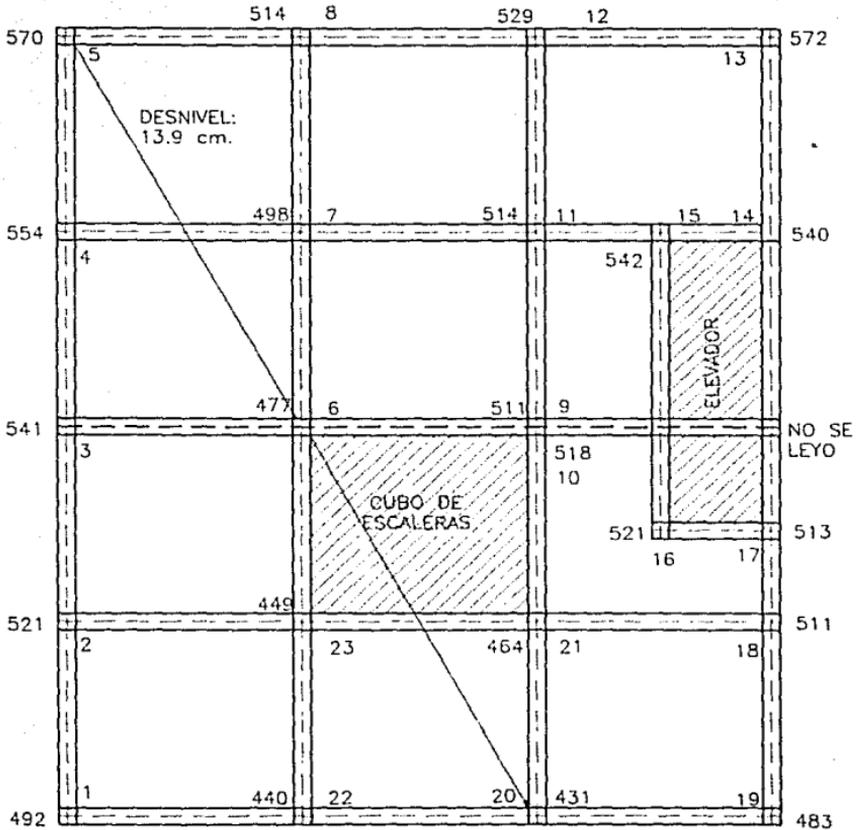
**PLANTA DE CALA 7**

ANEXO No. 10  
RAFAEL ELIAS LIÑERO

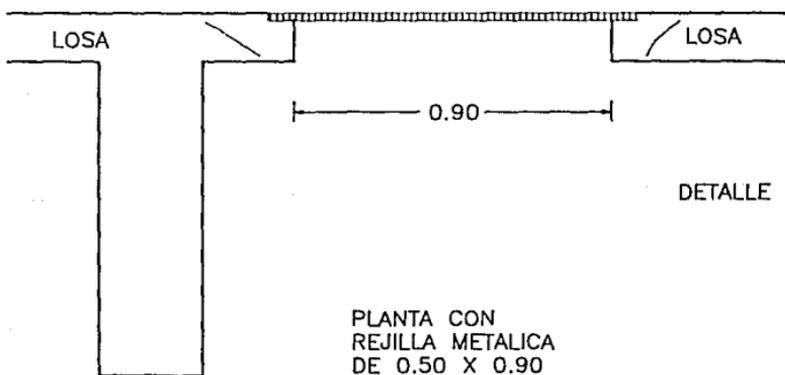
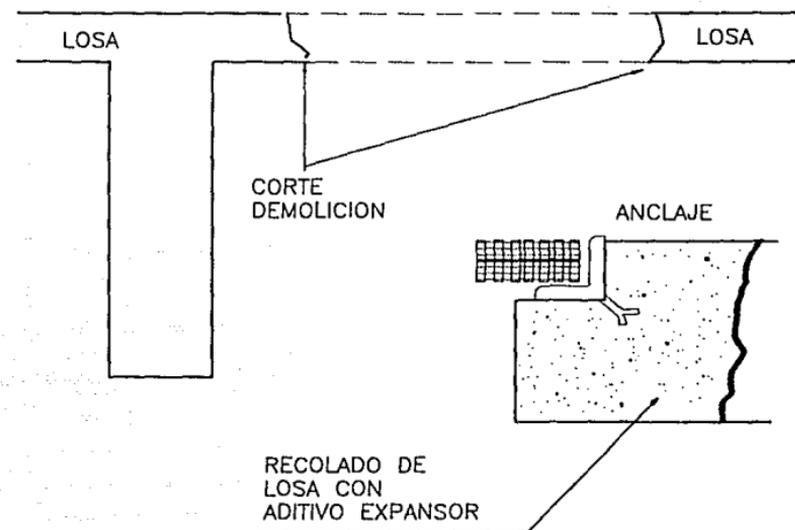


**PLANTA DE CALA 8**

ANEXO No. 11  
 RAFAEL ELIAS LIÑERO  
 PLANTA DE CIMENTACION



**COTAS DE NIVELACION**



**DEMOLICION DE LOSA DE  
CIMENTACION**

## **VI.2.- RESULTADOS PRELIMINARES:**

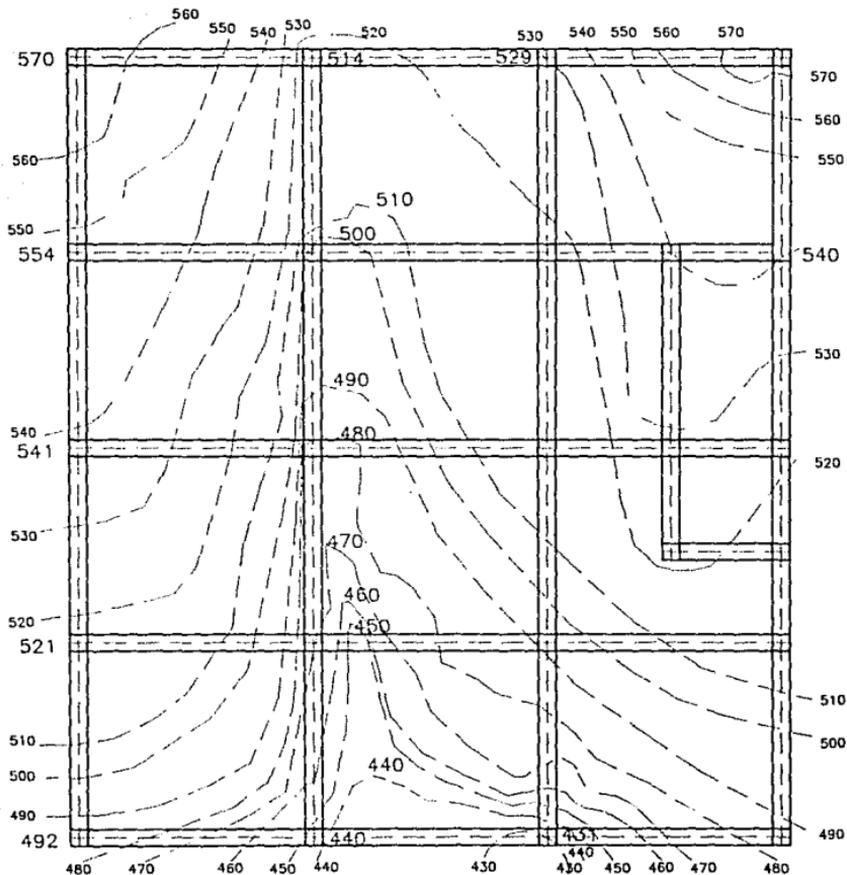
Una vez detectado e identificado el daño principal en la estructura, se procedió a efectuar un análisis a los elementos que lo constituyen, con objeto de poder proponer la solución adecuada al problema en base al diagnóstico de la magnitud de los daños.

Para esto, primero se procedió a efectuar el estudio de *NIVELACION* y *PLOMADAS*, para conocer el desnivel máximo y el abatimiento del plano que contiene a la cimentación.

Se encontró que el máximo desnivel era de 13.9 cmts., midiendo las plomadas con Tránsito, resultando desniveles de 6.1 cmts. hacia el Sur, y 16.5 cmts. hacia el Poniente.

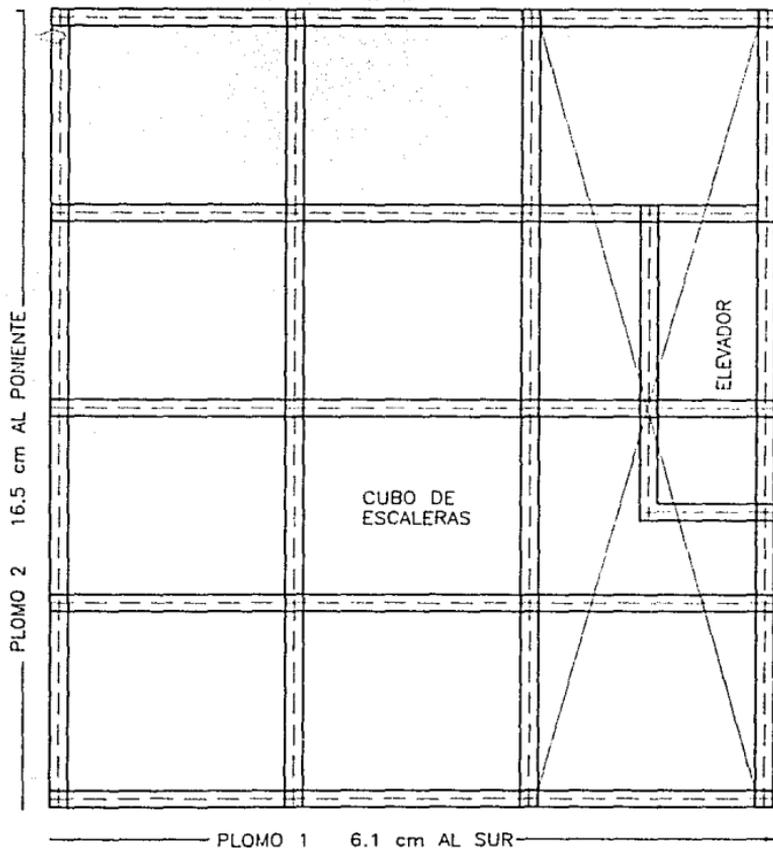
En los anexos 11, 12 y 13, se presentan los datos de la nivelación y de las lecturas de las plomadas.

ANEXO No. 12  
RAFAEL ELIAS LINERO  
PLANTA DE CIMENTACION



**CURVAS DE NIVEL**

ANEXO No. 13  
RAFAEL ELIAS LINERO  
PLANTA DE CIMENTACION



**LECTURA DE PLOMADAS**

Estos datos o cotas de nivelación, nos muestran las diferencias de nivel que se presentaron de manera progresiva, de los puntos 5, 8, 12 y 13 hacia los puntos 1, 22, 20 y 19, donde se observa que la máxima diferencia de niveles, se encontró entre los puntos 12 y 20, donde las cotas de nivelación van de un valor de 529, hasta uno de 431.

El siguiente desnivel, en grado de consideración, se presentó en los puntos que van del 8 al 22, donde las cotas variaron de un valor de 514, a uno de 440.

Es aquí, además, que el conjunto de ejes que circunscribían al cubo de escaleras, se colapsó durante los hundimientos mencionados.

Estos datos permitieron detectar las zonas más críticas de la construcción, y sirvieron para normar el criterio del análisis mediante la excavación de calas.

En el croquis que indica las curvas de nivel obtenidas, se pueden encontrar con mayor facilidad las diferencias progresivas de los desplomes, indicados en el croquis que corresponde, donde se indica la magnitud de los desplomes presentados por la construcción, así como la dirección de los mismos.

De los resultados que se obtuvieron en dichos estudios, surgió la confirmación de un problema de daños severos en el sistema de cimentación.

Posteriormente, se realizó un SONDEO DEL SUBSUELO en la esquina Sur-Oriente, hasta encontrar, a 30 mts. de profundidad, la primera capa dura del terreno, excavando hasta una profundidad de 40.50 mts. para determinar la composición de las capas subyacentes.

Los datos del sondeo, se proporcionan en el anexo Número 14.

ANEXO NUMERO 14  
 SONDEO DE EXPLORACION NUMERO 1.  
 RAFAEL ELIAS LIÑERO.

PERF. TOTAL	PENIT. 0.50 MT.	Nº DE GOLPES	ALT. MED DE CAIDA	MULT. No	OBSERVACIONES
0.50	0.50	-	-	S/N	NO SE HAN MANTECIDO EN CAJA NI EN
1.00	0.50	-	-	S/N	SOJANO
0.50	0.50	-	-	S/N	SOJANO
2.00	0.50	-	-	S/N	SOJANO
0.50	0.50	-	-	S/N	SOJANO
3.00	0.50	-	-	S/N	SOJANO
0.50	0.50	2	75	1	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA GRIS VERDE.
4.00	0.50	2	75	2	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA GRIS VERDE.
0.50	0.50	1	75	3	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
5.00	0.50	1	75	4	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	1	75	5	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
6.00	0.50	1	75	6	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA CAFE ROJIZO
0.50	0.50	1	75	7	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
7.00	0.50	1	75	8	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO, VETAS ROJIZAS Y VITRICO
0.50	0.50	1	75	9	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS COMCHITAS
8.00	0.50	1	75	10	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	1	75	11	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA CAFE AMARILLENDO Y ROJIZO 20CM
9.00	0.50	2	75	12	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA CAFE ROJIZO Y ARENA NEGRA
0.50	0.50	1	75	13	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS CAFE CLARO
10.00	0.50	1	75	14	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA CAFE CLARO CON VETAS COMCHITAS
0.50	0.50	1	75	15	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA CAFE CLARO
11.00	0.50	1	75	16	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS COMCHITAS Y PARTES PIZCONEADAS
0.50	0.50	1	75	17	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CAFE
12.00	0.50	1	75	18	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS COMCHITAS

ANEXO NUMERO 14

SONDEO DE EXPLORACION NUMERO 1.

RAFAEL ELIAS LINERO.

PERF. TOTAL	PENETR. 0.50 MT.	Nº. DE GOLPES	ALT. MED. DE CALDA	MUEST. No	OBSERVACIONES:
0.50	0.50	3	75	19	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO.
13.00	0.50	5	75	20	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO Y VIDRIO GRIS BLANCO
0.50	0.50	1	75	21	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
14.00	0.50	1	75	22	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	1	75	23	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
15.00	0.50	1	75	24	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	1	75	25	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
16.00	0.50	1	75	26	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	1	75	27	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS VIDRIO
17.00	0.50	1	75	28	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS VIDRIO.
0.50	0.50	1	75	29	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS ROJIZA Y CUÑCHITAS CAFE.
18.00	0.50	1	75	30	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA CAFE-RUIZO CON VETAS VERDE OLIVO Y CUÑCHITAS.
0.50	0.50	1	75	31	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
19.00	0.50	2	75	32	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO CON VETAS CAFE-RUIZO
0.50	0.50	2	75	33	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
20.00	0.50	1	75	34	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO.
0.50	0.50	1	75	35	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO.
21.00	0.50	1	75	36	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	1	75	37	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
22.00	0.50	2	75	38	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	2	75	39	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO.
23.00	0.50	6	75	40	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO Y ARCILLA LIMOSA COMP. GRIS VERDE.
0.50	0.50	5	75	41	ARCILLA LIMOSA COMP. GRIS VERDE.

**ANEXO NUMERO 14**  
**SONDEO DE EXPLORACION NUMERO 1.**  
**RAFAEL ELIAS LIÑERO.**

PERF. TOTAL	PENET. 0.50 MT.	Nº. DE GOLPES	ALT. MED. DE CAIDA.	MUEST. No	OBSERVACIONES:
24.00	0.50	1	75	42	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA GRIS VERDE CON CONCHITAS
0.50	0.50	4	75	43	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA GRIS VERDE CON CONCHITAS
25.00	0.50	3	75	44	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA GRIS VERDE.
0.50	0.50	3	75	45	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA GRIS VERDE.
26.00	0.50	2	75	46	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	2	75	47	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
27.00	0.50	2	75	48	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	2	75	49	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
28.00	0.50	21	75	50	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA ROJIZO CON VETAS CONCHITAS Y ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS VERDE.
0.50	0.50	10	75	51	ARCILLA LIMOSA COMP. GRIS VERDE.
29.00	0.50	3	75	52	ARCILLA LIMOSA COMP. GRIS VERDE.
0.50	0.50	3	75	53	ARCILLA LIMOSA COMP. GRIS VERDE Y ARCILLA CAFE.
30.00	0.50	22	75	54	ARENA DE COMPACTAD REL. MEDIA A DENSA.
0.50	0.50	24	75	55	ARENA DE COMPACTAD REL. MEDIA A DENSA.
31.00	0.50	20	75	56	ARENA DE COMPACTAD REL. MEDIA A DENSA.
0.50	0.50	23	75	57	ARENA DE COMPACTAD REL. MEDIA A DENSA.
32.00	0.50	21	75	58	ARENA DE COMPACTAD REL. MEDIA A DENSA.
0.50	0.50	13	75	59	ARCILLA LIMOSA COMP. GRIS VERDE.
33.00	0.50	15	75	60	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO Y VIDRIO GRIS BLANCO.
0.50	0.50	3	75	61	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
34.00	0.50	4	75	62	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO
0.50	0.50	120	75	63	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO Y VIDRIO GRIS BLANCO
35.00	0.50	116	75	64	VIDRIO GRIS BLANCO
0.50	0.50	5	75	65	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVO

## ANEXO NUMERO 14

SONDEO DE EXPLORACION NUMERO 1.  
RAFAEL ELIAS LIÑERO.

PERF. TOTAL	PIENET. 0.50 MT.	Nº. DE GOLPES	ALT. MED. DE CAIDA	MUEST. No	OBSERVACIONES
36.00	0.50	4	75	66	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVA
0.50	0.50	4	75	67	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA VERDE OLIVA
37.00	0.50	67	75	68	ARENA LIMPA COMP. GRIS VERDE CON GRAVELLA
0.50	0.50	35	75	69	ARENA LIMPA COMP. GRIS OSCURA
38.00	0.50	6	75	70	ARCILLA BLANDA A MUY BLANDA, PLASTICA COMP. GRIS VERDE
0.50	0.50	9	75	71	ARENA LIMPA COMP. GRIS OSCURA CON VETAS DE ARENA BLANCA Y ARCILLA LIMPA GRIS VERDE
39.00	0.50	17	75	72	ARCILLA LIMPA COMP. GRIS VERDE
0.50	0.50	23	75	73	LIMO ARCILOSO COMP. GRIS VERDE CON GRAVA
40.00	0.50	29	75	74	LIMO ARENOSO COMP. GRIS VERDE
0.50	0.50	77	75	75	LIMO ARENOSO COMP. GRIS VERDE CON GRAVA

COMENZO EL SONDEO A 45 CM. ARRIBA DEL NIVEL DE BANQUETA.

SE ENCONTRO EL NIVEL DE AGUA A 2.60 MTS. DE PROFUNDIDAD.

PERFORACION: 2" 1/2.

MUESTRA: 1" 1/4.

PESO GOLPEADOR: 63 KGS.

ALTURA DE CAIDA: 75 CMTS.

De este sondeo, se determinaron las características del subsuelo, en las que se confirmó una evidente estratigrafía de un terreno con características lacustres, predominando las arcillas blandas a muy blandas plásticas, y encontrando a mayores profundidades, arcillas limosas y presencia de gravas y arenas.

Estos resultados llevaron a concluir que el terreno sufrió grandes deformaciones al ser solicitado por los esfuerzos producidos durante el sismo, de acuerdo a las teorías existentes de los comportamientos de limos y arcillas, y de la alta deformabilidad de las mismas.

Una vez obtenidos los datos anteriormente mencionados para su análisis, se llevó a cabo el cálculo estructural que arrojó el estado de cargas para su cuantificación para efectos del diseño de los nuevos pilotes. Los datos obtenidos, se presentan en el anexo Número 15.

## ANEXO NUMERO 15

MEMORIA DE CALCULO:

RAFAEL ELIAS LIÑERO.

## I.- EVALUACION DE DESCARGAS EN CIMENTACION:

## I.- ANALISIS DE LAS CARGAS:

## a) Losa Reticular de 40 cm. de espesor:

- Volumen de Blocks/m <sup>2</sup> : = $(1/0.55) \cdot 2 \times (0.40 \cdot 2 \times 0.35) = 0.185 \text{ m}^3/\text{m}^2$	0.185	M3/M2.
- Volumen de Concreto: = $0.40 - 0.185 = 0.215 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .	0.215	M3/M2.
- Peso del Block: = $900 \times 0.185 = 167 \text{ kg}/\text{m}^2$ .	167	KG/M2.
- Peso del Concreto: = $2,400 \times 0.215$	516	KG/M2.
- Peso Propio de Losa:	683	KG/M2.

## b) Losa Planta Baja con Recubrimiento de Material Pétreo:

- Peso Propio:	683	KG/M2.
- Piso 0.07 X 2,300:	161	KG/M2.
- Carga Viva:	250	KG/M2.
<b>SUMA:</b>	<b>1094</b>	<b>KG/M2.</b>

## c) Losa Planta Tipo con Piso de Vinilo:

- Peso Propio:	683	KG/M2.
- Firme y Fino de Cemento:	88	KG/M2.
- Loseta Vinílica:	10	KG/M2.
- Yeso en Plafond:	30	KG/M2.
- Carga Viva:	250	KG/M2.
<b>SUMA:</b>	<b>1061</b>	<b>KG/M2.</b>

## d) Losa de Azotea:

- Peso Propio:	683	KG/M2.
- Tezontle p/formar Pendiente:	200	KG/M2.
- Entortado:	100	KG/M2.
- Enladrillado:	45	KG/M2.
- Yeso en Plafond:	30	KG/M2.
- Carga Viva:	100	KG/M2.

## e) Muros a Media Altura con Ventana:

$(0.12 \times 900 + 0.02 \times 1500 + 0.02 \times 2000) \times 1.2 + 100 \times 1.20 =$	334	KG/M2.
------------------------------------------------------------------------------------------	-----	--------

## ANEXO NUMERO 15

MEMORIA DE CALCULO:

RAFAEL ELIAS LIÑERO.

f) Muros de  $h=2.00$  mts. con Ventana en Baños:

- Muro:	0.12 x 900		
- Aplanado:	0.02 x 2,000		
- Azulejo:	2 x 15		
- Altura:	2.00 mts.		
	$(0.12 \times 900 + 0.02 \times 1,500 + 0.02 \times 2,000) \times 2.40$	421	KG/M2.

g) Muros en Baños:

	$(0.12 \times 900 + 0.02 \times 2,000 \times 2 + 15 \times 2)$	523	KG/M2.
--	----------------------------------------------------------------	-----	--------

h) Muros en Escaleras y Elevadores:

	$(0.12 \times 900 + 0.02 \times 2,000 + 15) \times 2.40$	391	KG/M2.
--	----------------------------------------------------------	-----	--------

i) Losa Charola en Baños:

- Concreto: = 0.10 x 2,400	240	KG/M2.
- Tezontle: = 0.25 x 800	200	KG/M2.
- Firme: = 0.05 x 2,200	110	KG/M2.
- Piso: = 0.04 x 2,000	80	KG/M2.
- Yeso en Plafond: 0.02 x 1,500	30	KG/M2.
- Carga Viva:	250	KG/M2.

j) Muros en Colindancia:

	$(0.12 \times 900 + 0.02 \times 1,500 + 0.02 \times 2,000) \times 2.40$	421	KG/M2.
--	-------------------------------------------------------------------------	-----	--------

k) Columnas:

	$(0.40 \times 0.50 \times 2,400 \times 2.80)$	1344	KG/COL.
--	-----------------------------------------------	------	---------

Cabe señalar que tanto el desarrollo del análisis estructural como el del dimensionamiento y diseño de los pilotes construídos para la recimentación, no fueron proporcionados por la compañía "RECIMENTACIONES Y PILOTAJES, S.A." por considerarlos información confidencial.

Así pues, los datos y croquis que se presentan en este trabajo, son un resumen de los análisis mencionados anteriormente, y se consideran como válidos, dada la experiencia con que cuenta dicha compañía, que amablemente compartió información de gran importancia para la elaboración de la presente tesis.

### **VI.3.- DETERMINACIONES PRELIMINARES:**

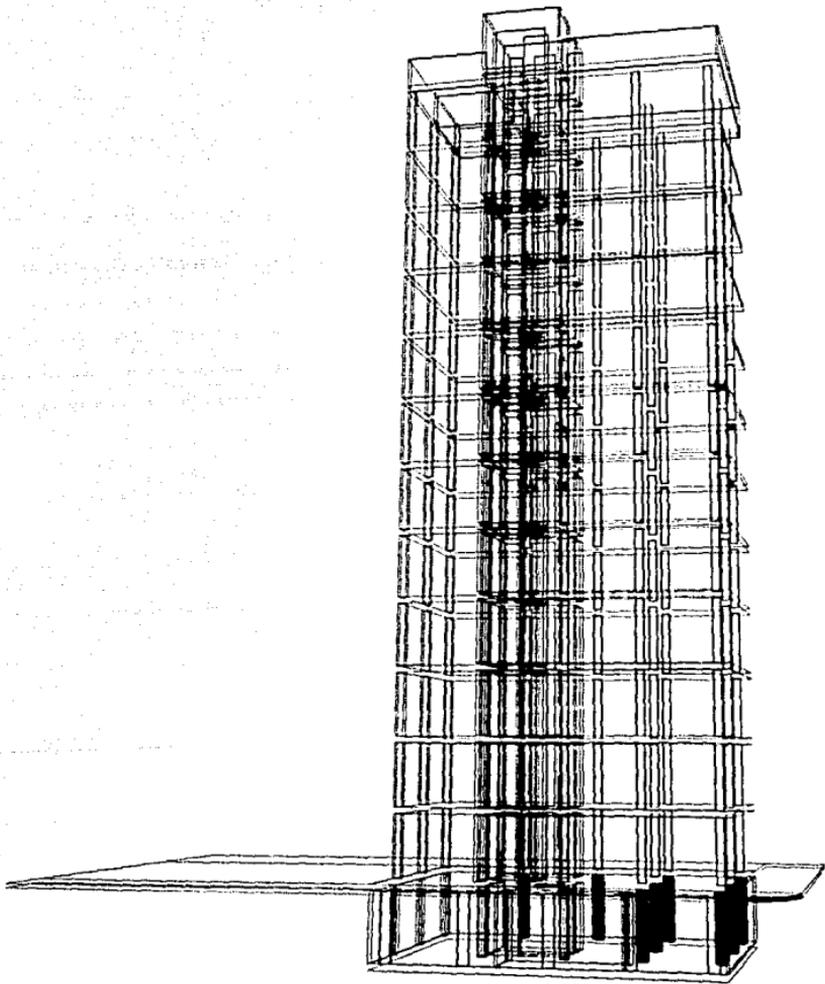
En virtud de que el porcentaje de pilotes rotos con respecto a los observados ascendía a un 33.33%, es decir, 5 de un total de 15 revisados, se consideró que sería inadecuado la rehabilitación de los mismos para recimentar el edificio, por lo que se eliminó la opción de localizar el resto con objeto de efectuar su redimensionamiento.

En consecuencia, y considerando las cargas del edificio y las características del subsuelo, se realizó un proyecto de recimentación, nivelación, y descenso en base a *PILOTES NUEVOS* según nuevas normas de diseño, cuya localización, sección transversal y longitud, así como el diseño de sus correspondientes dados, se proporcionan en los planos de los anexos Números 16 y 17, también a manera de resumen puesto que su desarrollo se consideró, como se mencionó anteriormente, como confidencial.

ANEXO No. 16  
 RAFAEL ELIAS LIÑERO  
 PLANTA DE CIMENTACION

202.933 TON	323.078 TON	85.525 TON	
304.422 TON	456.341 TON	281.642 TON	ELEVADOR
301.731 TON	455.990 TON CUBO DE ESCALERAS	293.177 TON	
317.507 TON	460.354 TON	303.451 TON	
180.225 TON	269.848 TON	166.561 TON	

**BAJADA DE CARGAS POR COLUMNA**



En el anexo 16, se expresan los valores resultado del análisis de la bajada de cargas del edificio, así como la distribución que correspondió a cada uno de los ejes en estudio. Cabe recalcar que la mayor sollicitación de esfuerzos, se habría de presentar en los ejes entre los cuales se reconstruiría el cubo de las escaleras, que a su vez, fue la zona de la construcción que resulto más dañada.

En el anexo 17, por otra parte, se presentan los planos que fueron elaborados para la construcción y ubicación del nuevo sistema de cimentación, en el cual quedan asentadas las características geométricas y estructurales que deberían cumplir para el funcionamiento adecuado dadas las condiciones de carga estipuladas en el análisis estructural.

Una vez aceptada la propuesta, se procedió a elaborar un programa en base al hincado de los nuevos pilotes, presentado en el anexo Número 18.

## II.- CAPACIDAD DE CARGA EFECTIVA DE LOS PILOTES:

### II.1.- Condiciones:

$$- f_c = 250 \text{ kg/cm}^2.$$

$$- \text{Fricción Negativa} = 500 \text{ kg/m}^2. \quad \text{Promedio en toda la Profundidad.}$$

### II.2.- Cálculo de la Capacidad de Carga de los Pilotes como Columnas Cortas:

$$\text{CAPACIDAD} = (0.85 \text{ Ag})(0.25 f_c) - W \text{ peso propio} - \text{Adherencia de Fricción.}$$

$$\text{CAPACIDAD} = (0.85 \times 0.25 \times 250 \times (3.1416) R^2 - (3.1416) R^2 H \times 1400 - 2(3.1416) R \times 500 \times H)$$

Donde:

- \*  $Ag = (3.1416)R^2$
- \*  $\text{Peso Propio} = (3.1416)R^2 H \times 1400$
- \*  $\text{Adherencia} = 2(3.1416)R \times 500 \times H$
- \*  $H = 30 \text{ mts. de acuerdo al sondeo No.1.}$

$$\text{CAPACIDAD} = 166.90 R^2 - 131946 R^2 - 94250 R$$

Donde: \* R esta en centímetros.

$$\text{CAPACIDAD} = 153.705 R^2 - 942.5 R. \quad \text{PARA FRICCIÓN} = 0.5 \text{ TON/M}^2$$

$$\text{CAPACIDAD} = 153.705 R^2 - 1885 R. \quad \text{PARA FRICCIÓN} = 1.0 \text{ TON/M}^2$$

### II.3.- CAPACIDAD DE LA PUNTA : (Restando el Peso Propio y la Fricción Negativa):

$$Q_u = 40 N \text{ Ap} - 47.1 D^2 - 47.12 D \quad FS = 1.428$$

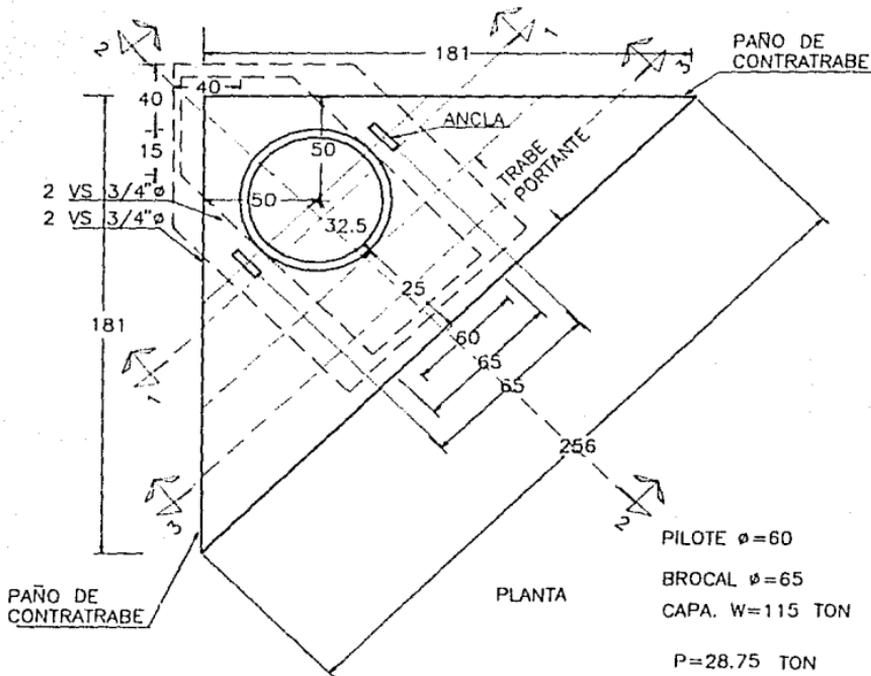
DIAMETRO:		Q - ULTIMA		Q - ADMISIBLE
0.40		132 ton.	*	66 ton.
0.50		153 ton.		76 ton.
0.55		240 ton.		120 ton.
0.60		282 ton.		141 ton.
ADHERENCIA:		0.5 TON/M <sup>2</sup> .		1.0 TON/M <sup>2</sup> .

Se acepta con adherencia de 0.5 TON/M<sup>2</sup>, a reserva de verificar dicho valor con el estudio de mecánica de suelos. A continuación se analizan las trabes portantes y los dados:

El anexo número 18, muestra la ubicación exacta de cada pilote, así como un corte de la elevación de la construcción. En este plano, se determinan los armados del acero según el diseño, las resistencias de los concretos, y las demás especificaciones constructivas para la solución al problema.

Así, se procedió, una vez recabados todos los datos necesarios, a la reconstrucción de los elementos que sustituirían al sistema de piso anterior, construyendo nuevas piezas con sus respectivos puentes, canales y tornillos que formarían el control metálico de cada pilote, de acuerdo a su capacidad de carga, indicando en planos, los detalles de las dimensiones y secciones de cada elemento.

Así mismo, se propuso la construcción de registros que permitieran la inspección y el mantenimiento de los pilotes, así como los procesos correspondientes a la solución del sellado de fugas de agua freática dentro de la celda de cimentación.



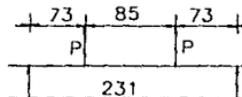
DADOS PARA UN PILOTE. ( $\phi=60$  cm)  
(VER ANALISIS Y DISEÑO EN HOJAS -  
SUBSIGUIENTES)

DADO AS=9.28 cm (CARA SUPERIOR): 4VS 3/4" ø  
(CARA INFERIOR): 2VS 1/2" ø

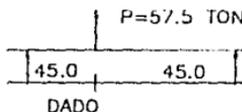
VER CORTES 1-1 Y 2-2

TRABE PUENTE: AS. SUP=15.97cm 4 VS 1" ø  
AS INF.=5.16cm 2 VS 1/2" ø

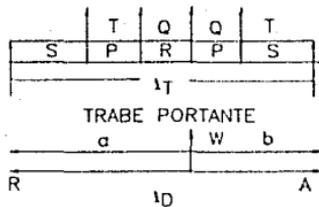
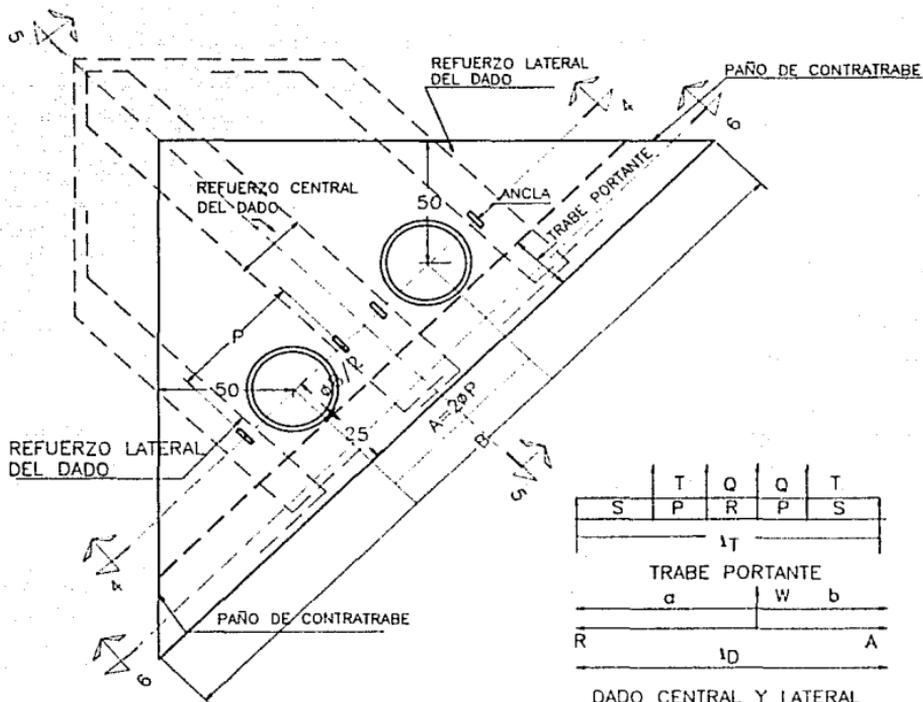
SECCION 25 X 75  
e3/8" ø @ 10



TRABE PORTANTE



## DISPOSICION DE LOS DADOS



DADO CENTRAL Y LATERAL

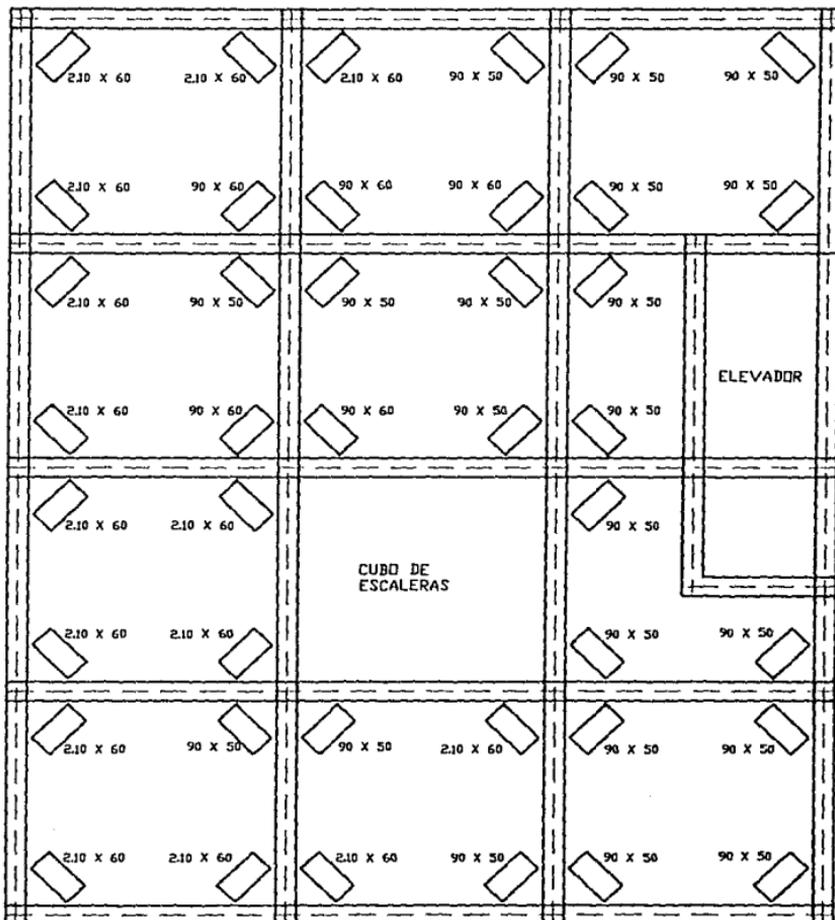
PLANTA  
DADOS PARA DOS PILOTES ( $\phi P=50,55,60$  cm)

$\phi P$	$\phi B$	P	A	B	C
50	55	75	100	346	245
55	60	80	110	361	255
60	65	85	120	376	265

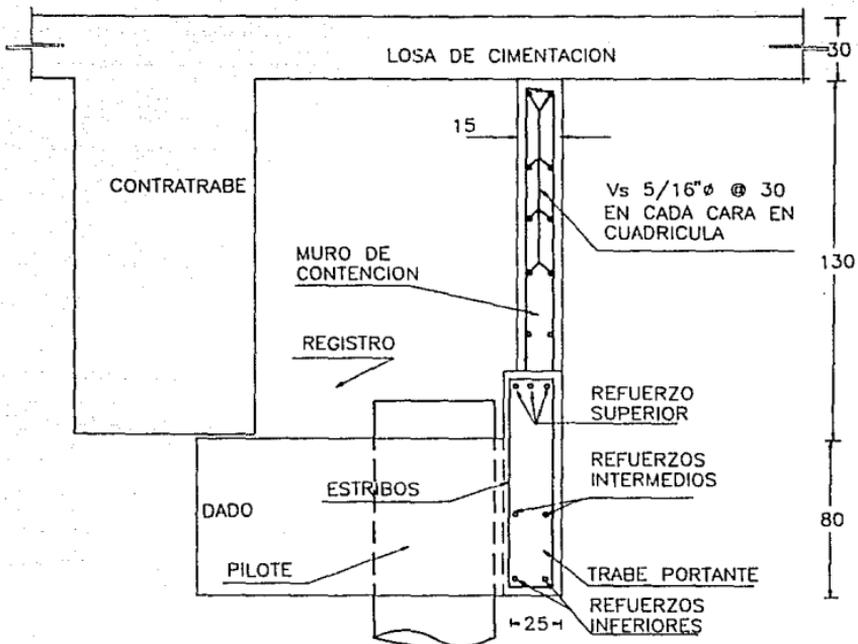
(VER CORTES 1-1, 2-2  
Y 3-3)

$\phi P$	TRABES FORTANTES					DADOS CENTRALES Y LATERALES						
	1T	P	R	S	T	Q	a	b	w	1D	ancla: b	
20	321	75	25	73	20.14	27.2	120.5	40.0	36.25	160.5	45	central lateral
							50.0	40.0	36.25	90.0		
55	336	80	30	73	24.87	33.4	122.5	42.5	45.0	165.0	50	central lateral
							52.5	42.5	45.0	95.0		
60	351	85	35	73	30.25	40.4	124.5	45.0	55.0	169.5	55	central lateral
							55.0	45.0	55.0	100.0		

LOCALIZACION DE REGISTROS  
ANEXO No. 11.1  
RAFAEL ELIAS LINERO

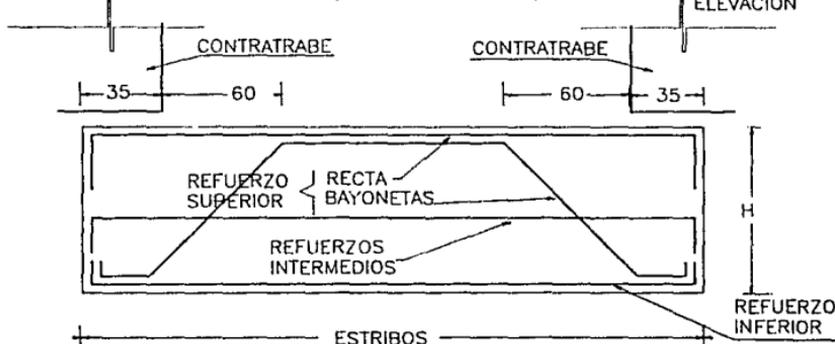


**PLANTA DE CIMENTACION**

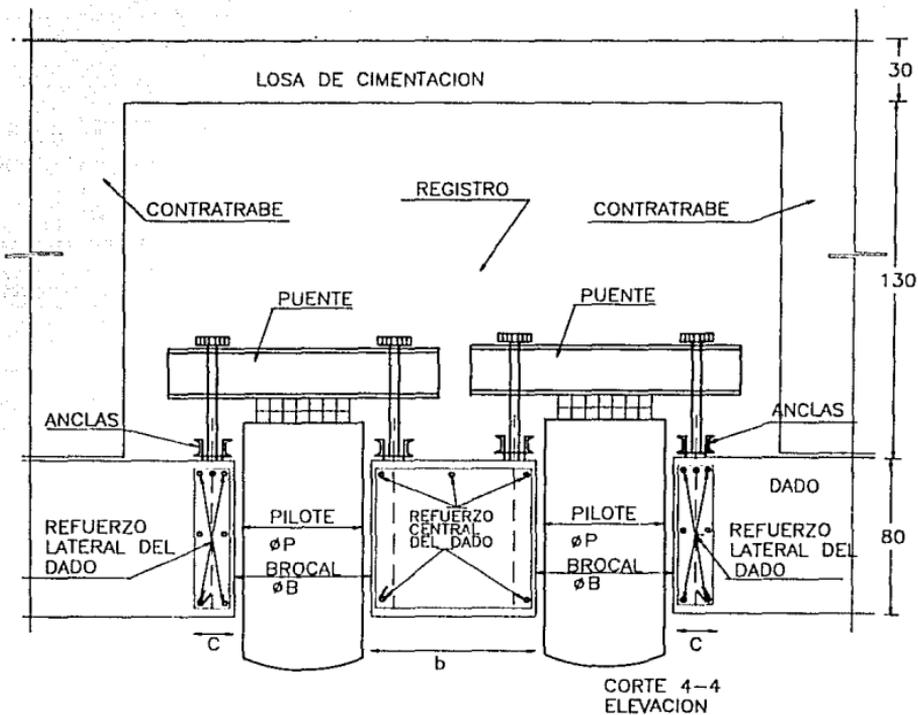


DADOS PARA DOS PILOTES ( $\phi=50,55$  Y  $60$  cm)

CORTE 5-5 ELEVACION

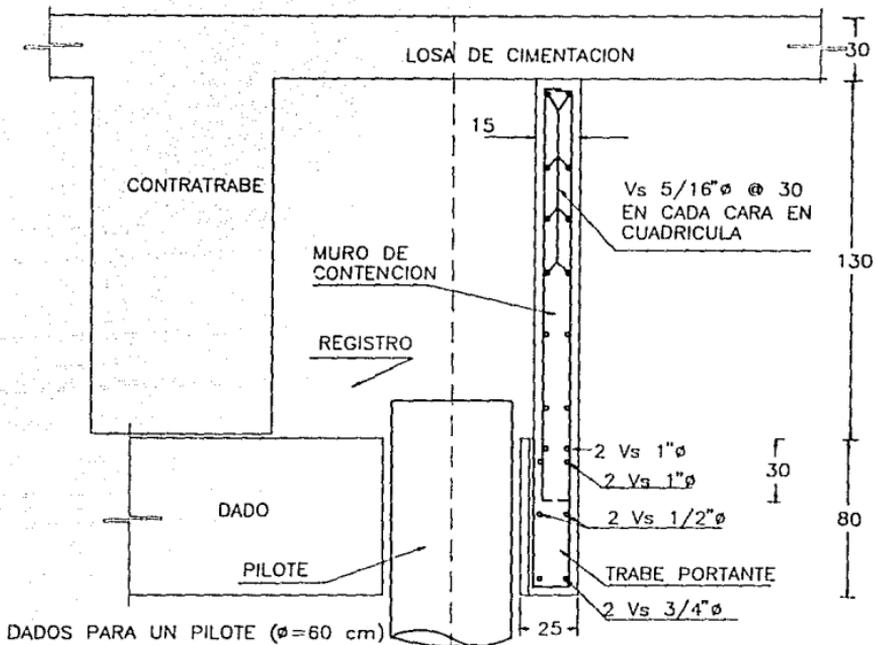


**TRABE PORTANTE, CORTE 6-6 ELEVACION**

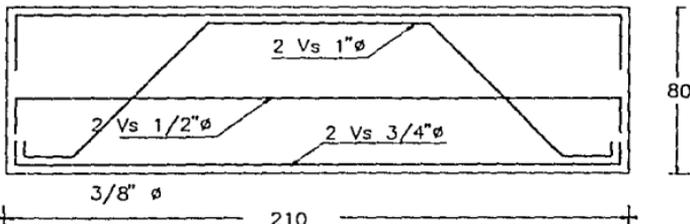
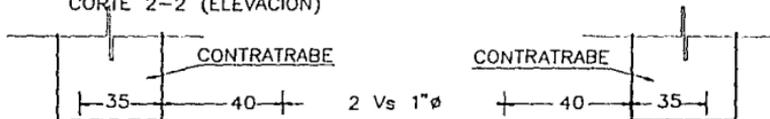


### DADOS PARA DOS PILOTES ( $\phi P=50,55$ Y $60$ cm)

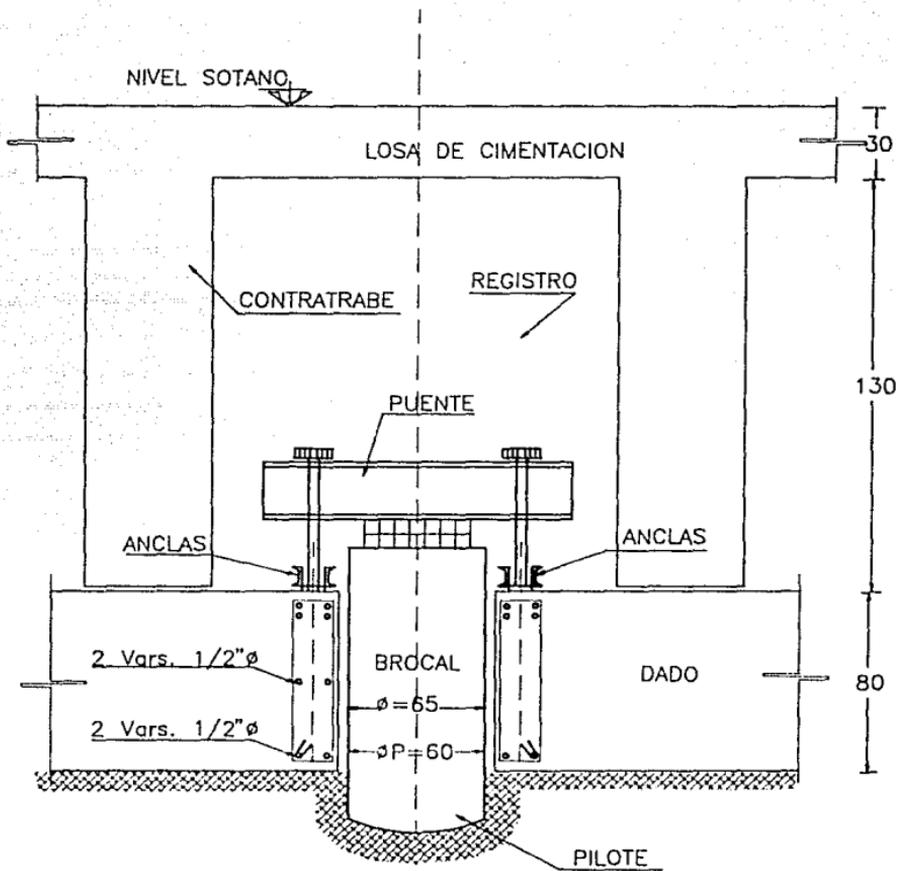
REFUERZOS DE DADOS PARA PILOTES DOBLES										
DIAM. PILOTE	b	REFUERZO CENTRAL DE DADO				c	REFUERZO LATERAL DE DADO			
		VARILLAS SUPERIORES	VARILLAS INTERMEDIAS	VARILLAS INFERIORES	ESTRIBOS		VARILLAS SUPERIORES	VARILLAS INTERMEDIAS	VARILLAS INFERIORES	ESTRIBOS
50	45	3 Vs 3/4"	2 Vs 1/2"	2 Vs 1/2"	3/8" $\phi$ 10	15	3 Vs 5/8"	2 Vs 1/2"	2 Vs 1/2"	3/8" $\phi$ 12
55	50	4 Vs 3/4"	2 Vs 1/2"	2 Vs 1/2"	3/8" $\phi$ 10	15	3 Vs 3/4"	2 Vs 1/2"	2 Vs 1/2"	3/8" $\phi$ 12
60	55	3 Vs 1"	2 Vs 1/2"	2 Vs 5/8"	3/8" $\phi$ 10	15	4 Vs 3/4"	2 Vs 1/2"	2 Vs 5/8"	3/8" $\phi$ 12



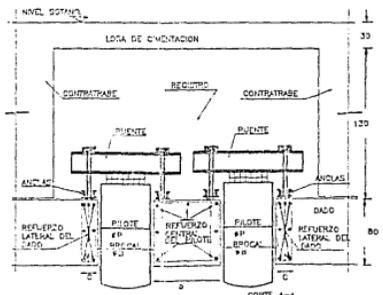
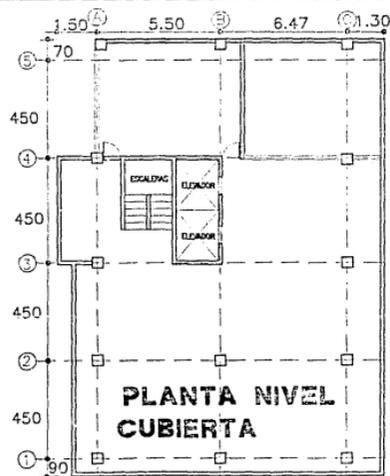
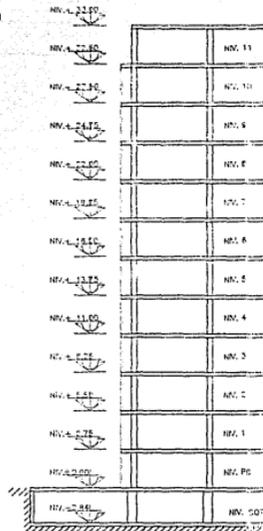
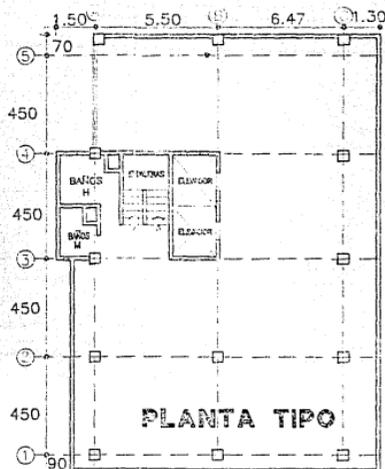
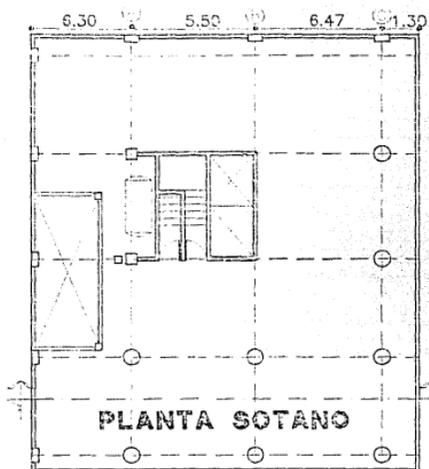
CORTE 2-2 (ELEVACION)



**TRABE PORTANTE CORTE 3-3  
ELEVACION**

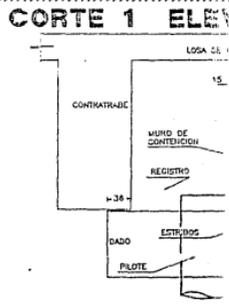


**DADOS PARA UN PILOTE ( $\phi = 60$  cm) CORTE 1-1**  
**ELEVACION**



DADOS PARA DOS PILOTES (M<sub>1</sub> 50.55 Y 60 cm)

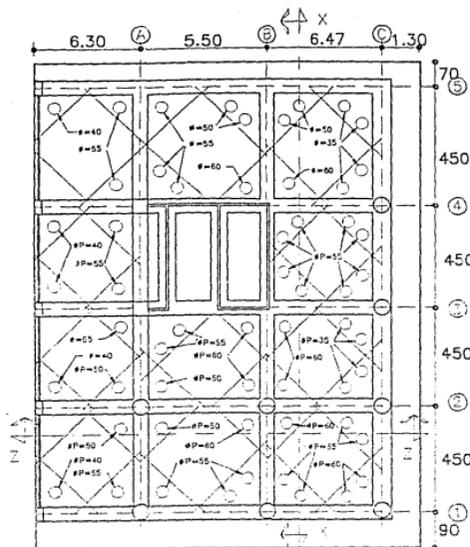
REFUERZO DE DADO		REFUERZO LATERAL DE DADO	
DIAM. PILOTE	REFUERZO SUPERIORES	ESTRIBOS	REFUERZO SUPERIORES
50	3 Va 3/4"	3/8@10	3 Va 5/8"
55	4 Va 3/4"	3/8@10	2 Va 1/2"
60	3 Va 1"	3/8@10	2 Va 3/4"



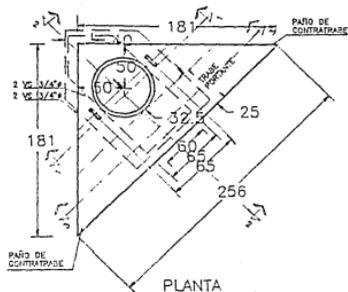
DADOS PARA OS

TABLA DE TRABES F	
DIAMETRO PILOTE	REFUERZO PI RESTA
50	120 4V 1"
55	135 4V 1"
60	145 4V 1"

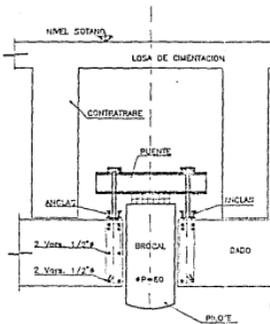




PLANTA GENERAL DE RECIENTACION



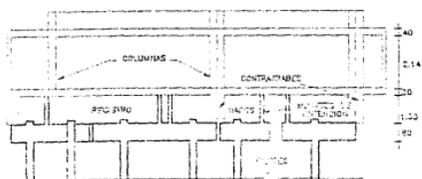
PLANTA



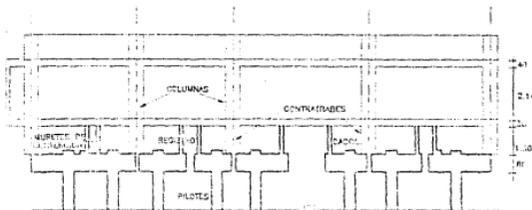
CORTE 1-1: ELEVACION

**DADOS PARA UN PILOTE (φ=60 cm.)**

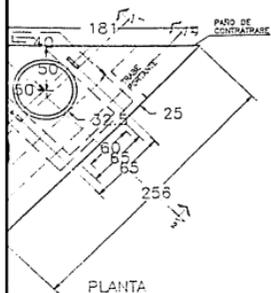
NIVEL APROXIMADO DE PILOTES :-30.00 m.  
 LONGITUD APROXIMADA DE PILOTES:-26.00 m.  
 NUMERO TOTAL DE PILOTES: 57 pzas.



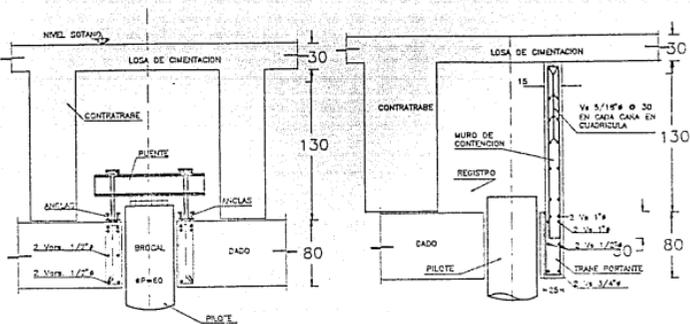
ELEVACION CORTE Z-Z



ELEVACION CORTE X-X



PLANTA

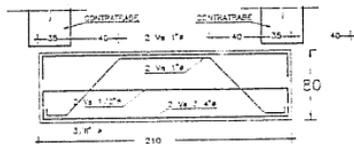


CORTE 1-1 ELEVACION

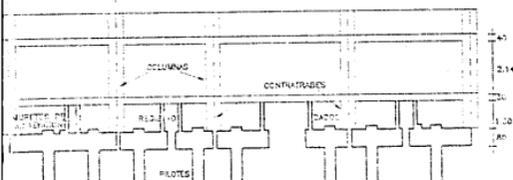
CORTE 2-2 ELEVACION

## DADOS PARA UN PILOTE ( $\phi=60$ cm.)

APROXIMADO DE PILOTES: -30.00 m.  
 TUD APROXIMADA DE PILOTES: -26.00 m.  
 CANTIDAD TOTAL DE PILOTES: 57 pzas.



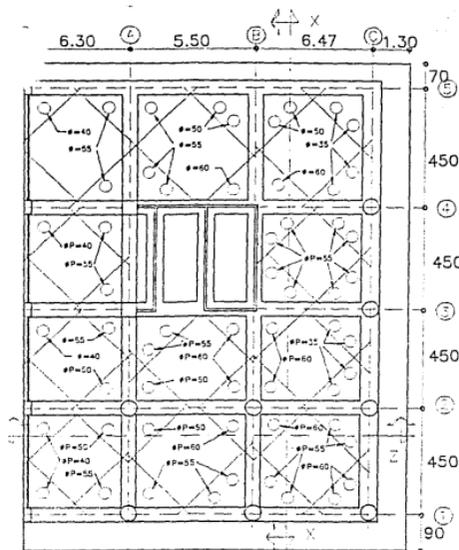
CORTE 3-3 ELEVACION  
 TRABE PORTANTE PARA DADOS  
 CON UN PILOTE ( $\phi=60$  cm.)



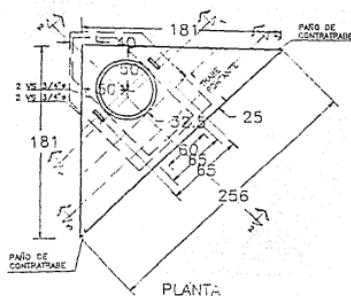
ELEVACION CORTE X-X

## NOTAS

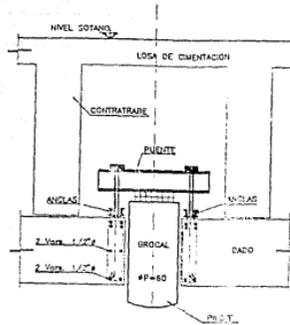
1. REINFORZAMIENTO DE ACERO: 200000 kg/cm<sup>2</sup> EN TENSION Y 40000 kg/cm<sup>2</sup> EN COMPRESION.
2. HORMIGON: F-1500 kg/cm<sup>2</sup> (DENSIDAD: 2400 kg/m<sup>3</sup>) TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO CRUDO: 1.25 cm.
3. TODO EL CONCRETO DEBERA SER VIBRADO Y SE DEBERA PUNTEAR 28 DIAS, SALVO EN CASO DE USAR CURADO AL APDO.
4. LA CUBIERTA EN MUROS Y CIMENTACION DEBERA PUNTEARSE A LOS 3 DIAS SIGUIENDO EN EL CASO DE USAR ALTERNATIVAS.
5. ARCHIVO DE REFLEXION DE INYECTACIONES/IMPRESIONES: TODAS LAS VARIACIONES TENDRAN VALORES EN SUS EXTREMOS.
6. LOS ANCHOS DE PUNTEO DEBEN SER UNA PLANTILLA DE CANTONERA DE PL=100kg/cm<sup>2</sup> Y 30 cm DE ESPESOR O DE RESISTENCIA LE T-4000.
7. ACERO ESTRUCTURAL LAMPADO DE Fy=2530 kg/cm<sup>2</sup>.



PLANTA GENERAL DE RECIMENTACION



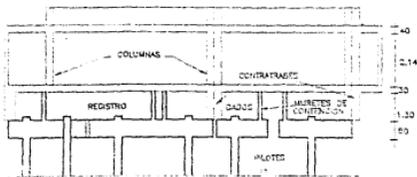
PLANTA



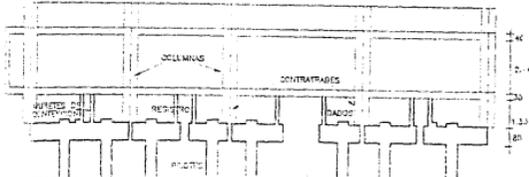
CORTE 1-1 ELEVACION

### DADOS PARA UN PILOTE ( $\sigma = 60$ cm.)

NIVEL APROXIMADO DE PILOTES: -30.00 m.  
 LONGITUD APROXIMADA DE PILOTES: 26.00 m.  
 NUMERO TOTAL DE PILOTES: 57 pzas.



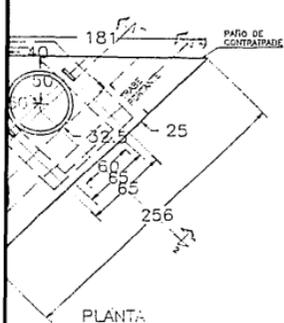
ELEVACION CORTE Z-Z



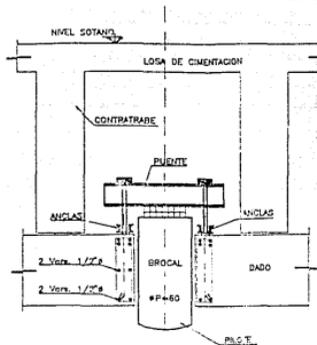
ELEVACION CORTE X-X

- Ø 60
- Ø 20
- Ø 16
- Ø 12
- Ø 10
- Ø 8
- Ø 6
- Ø 4
- Ø 3
- Ø 2
- Ø 1
- Ø 0

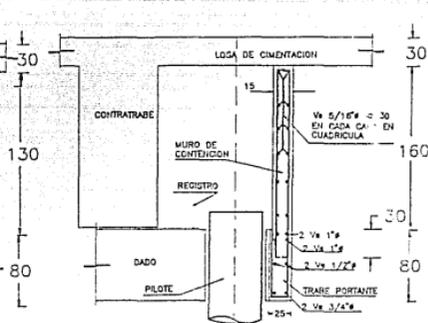
- Ø 1
- Ø 2
- Ø 3
- Ø 4
- Ø 5
- Ø 6
- Ø 7
- Ø 8
- Ø 9
- Ø 10
- Ø 11
- Ø 12
- Ø 13
- Ø 14
- Ø 15
- Ø 16
- Ø 17
- Ø 18
- Ø 19
- Ø 20



PLANTA



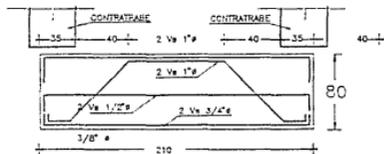
CORTE 1-1 ELEVACION



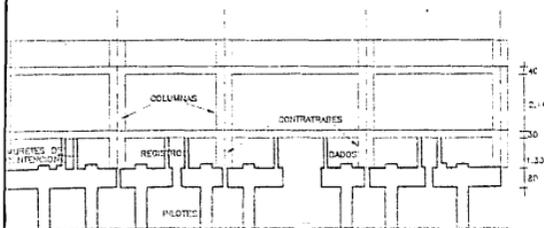
CORTE 2-2 ELEVACION

## OS PARA UN PILOTE ( $\phi=60$ cm.)

APROXIMADO DE PILOTES: -30.00 m.  
 UD APROXIMADA DE PILOTES: -26.00 m.  
 GO TOTAL DE PILOTES: 57 pzas.



CORTE 3-3 ELEVACION  
 TRABE PORTANTE PARA DADOS  
 CON UN PILOTE ( $\phi=60$  cm.)



ELEVACION CORTE X-X

## NOTAS

- ACOTACIONES EN cms, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRAS UNIDADES
- CONCRETO  $f_c=200$  kg/cm<sup>2</sup>, REVENIMIENTO DE 5 a 10 cm. TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO (MAXIMO 1/5  $f_c$ )
- TODO EL CONCRETO DEBERA SER VIBRADO Y SE CURARA DURANTE 28 DIAS, SALVO EN CASO DE USAR CURADO AL AZOR
- LA CUBRERA EN MUROS Y CEMENTOS PODRA RETENIARSE A LOS 3 DIAS, EXCEPTO EN EL CASO DE USAR ACCELERANTES
- ACERO DE REFUERZO DE  $f_y=40000$  kg/cm<sup>2</sup>, TODAS LAS VARILLAS TENDRAN GANCHOS EN SUS EXTREMOS
- LOS DADOS DE CONTRATRIABE SON DE UNA PLANILLA DE CONCRETO DE  $f_c=1000$  kg/cm<sup>2</sup> Y 5 cm. DE ESPESOR O DE PEZAJERA DE TAMBOR
- ACERO ESTRUCTURAL LAMINADO DE  $f_y=233$  kg/cm<sup>2</sup>

## CONEXIONES

- SE MUESTRA LA COTA DE LEO POR LA QUE ES LA CORRECTA EN EL CORT. 1-1 ELEVACION.
- SE MUESTRA EL CANTO DEL PIE L-3 AL BRUGERO Y EN OTRA VISTA PLANTA.
- SE MUESTRA EL CANTO DEL PIE L-3 AL BRUGERO Y EN OTRA VISTA PLANTA.
- SE MUESTRA EL CANTO DE LENCIO.

PLANO REVISADO  
 20 DE ENERO DE 1986

Esto, facilitaría las labores de control de operación de los nuevos elementos, evitando, mediante la implementación del sistema de sellado, la presencia de agentes externos que pudieran dañar a los pilotes por medio de factores físico-químicos como la erosión y la corrosión.

Los pilotes existentes, se desconectaron mediante la excavación local en el sitio de cada uno, extrayendo 2 dovelas con objeto de evitar que se impidiera el asentamiento controlado del edificio, que debería ser igual al asentamiento natural del terreno. Esta desconexión, se llevó a cabo una vez terminada la recimentación, y justo antes de iniciar la renivelación, esto con objeto de no restar características soportantes al sistema de piso durante la ejecución de los trabajos, y que, una vez concluidos los referentes a la renivelación, los elementos viejos no incidieran reacciones sobre la estructura.

Referente al ademe para la construcción de los dados de cimentación, este se realizó mediante muros de tabique que a su vez sirvieron como cimbra perdida, además de que se construyó un cárcamo en cada dado, abajo del nivel de desplante, que dejó de funcionar una vez colado el dado de cimentación.

La demolición de la losa de cimentación, se efectuó con rompedoras neumáticas de 36 y 48 kgs. demoliendo una sola porción de losa en cada columna. El corte de las varillas de refuerzo de la losa de cimentación, se hizo con arco següeta al centro del claro, doblando hacia arriba las barbas restantes.

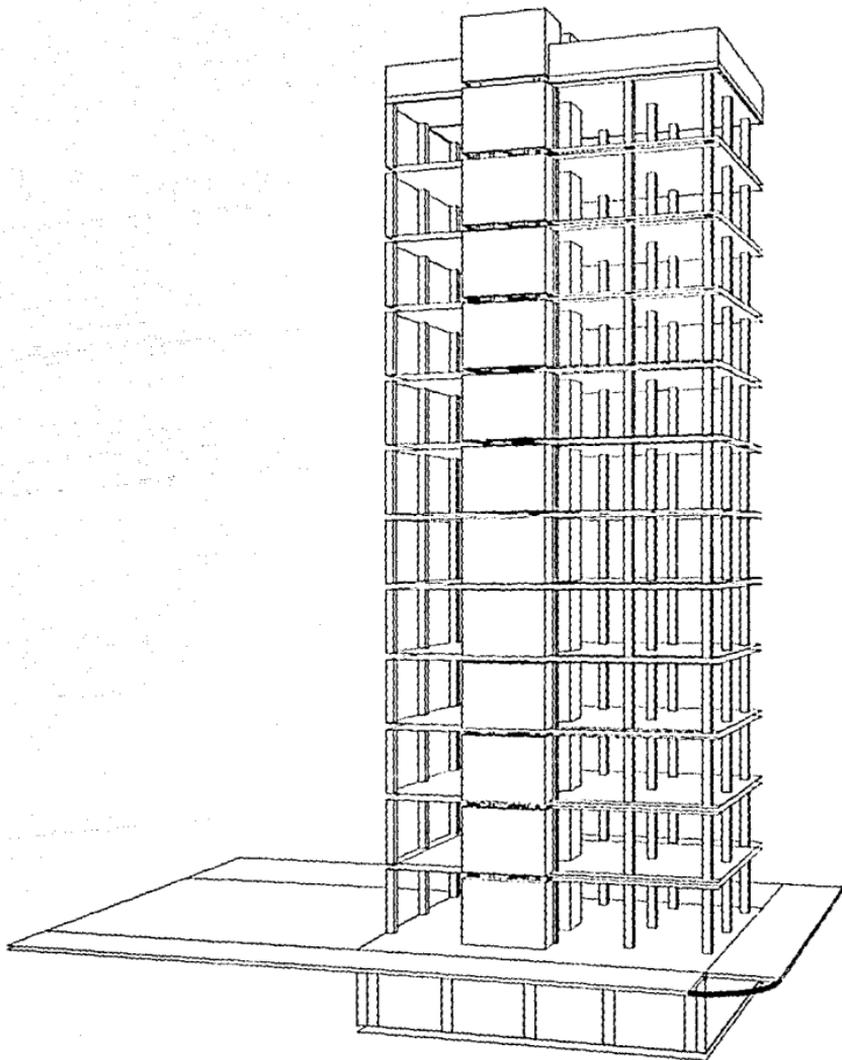
La excavación se hizo con herramientas de mano, conteniendo temporalmente la tierra con ademes de madera, controlando el agua freática bombeando en sitios que funcionaran como conectores y atacando localmente con una homba accionada con motor eléctrico en cada punto, esto debido a que el uso de equipos operados por medio de motores de combustión interna, representaban un peligro para los trabajadores que se encontraran laborando dentro de las excavaciones.

La perforación total, se llevó a cabo mediante perforadoras de golpeo neumáticas, que proporcionaran a la excavación características de verticalidad y longitud adecuadas para los trabajos a realizar. El hincado, requirió de un equipo que diera la carga de diseño, y que tomara las reacciones de hincado de los anclajes preparados en los dados previamente colados y ligados a la cimentación pre-existente. Cada pilote, una vez recalculado y rediseñado, se probó con una carga igual a 1.15 veces la carga de

diseño, tomando en cuenta las condiciones del nuevo análisis de capacidad de carga, que tomaba valores con rangos de seguridad mayores a los establecidos por el reglamento.

Los anclajes, el brocal y el control, garantizaron en este caso, el cumplimiento de la condición coplanar del sistema de fuerzas, por lo que las especificaciones de mantenimiento se plantearon como sigue:

- Cumplir con la Condición Coplanar.
- Preservar de la Corrosión los elementos metálicos.
- Mantener de manera constante la verticalidad del edificio.
- Reservar flujo plástico en la celda de deformación para enfrentar sismos sin riesgo de falla súbita en anclajes, controles, pilotes, dados, y capa de apoyo.



Así, se concluyó el paquete de soluciones, especificaciones, procedimientos y recomendaciones, que fue presentado al propietario del inmueble para su reconstrucción, tarea que fue llevada a cabo con éxito, quedando la estructura en perfecto estado de nivelación y funcionamiento, y resistiendo normalmente, las solicitaciones de carga que sobre la estructura se han presentado desde su recimentación hasta la fecha.

## VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Como se explicó a lo largo del desarrollo de la presente tesis, el planteamiento de soluciones a los problemas generados por la presencia de fallas estructurales en las diferentes construcciones, resulta tan laborioso, como sean los factores a estudiar para el entendimiento de los orígenes de las fallas mencionadas.

Sin embargo, cuanto más profundos sean dichos estudios, y en la medida en que se cubra el mayor número de opciones existentes, se obtendrán resultados más veraces, que lleven en consecuencia, a una simplificación en el planteamiento de los procesos a seguir para la rehabilitación de estructuras.

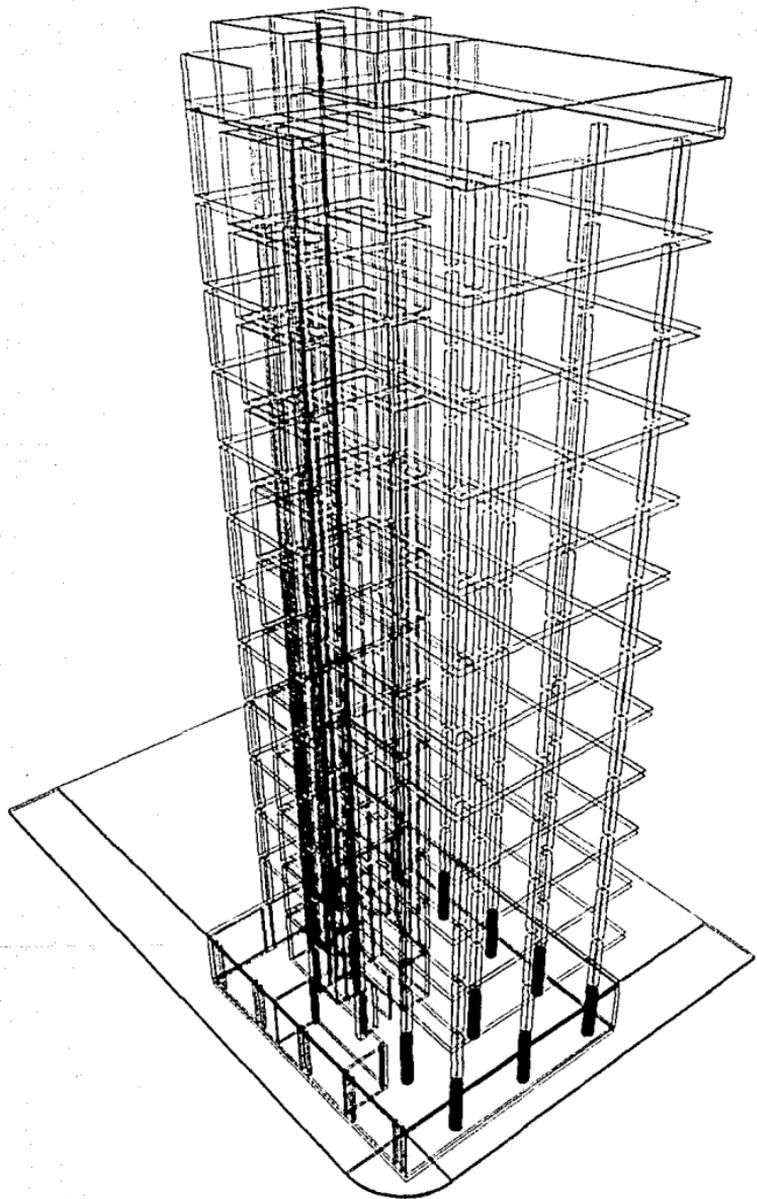
De este trabajo se puede concluir que existe una gran variedad de factores y condicionantes que se presentan ante el comportamiento de una construcción, y que, el estudio de algunos de ellos, como el caso de los suelos, resulta en ocasiones inexacto, dando origen a un desconocimiento parcial de las reacciones que pueden presentarse en una estructura bajo la sollicitación de cargas.

Esto da origen a las limitaciones que en materia de procedimientos establecidos existen, ya que cada edificación cuenta, para cada circunstancia, con características diferentes que condicionan sus factores de operación.

Esto, por otra parte, origina que se planteen soluciones generales que, mediante el apoyo de los diferentes análisis que se efectúan en los procesos de rehabilitación, proporcionan un medio para particularizar los problemas, de manera que los resultados que se obtengan, sean lo suficientemente aproximados como para garantizar resultados óptimos de operación en las construcciones.

Por otra parte, en el presente trabajo quedan comprendidos de manera global, los pasos a seguir en el diagnóstico de los daños sufridos en una estructura, así como las inspecciones y estudios que se deben efectuar para restablecer las condiciones de trabajo requeridas por la construcción.

Sin embargo, para que los resultados obtenidos sean satisfactorios, cabe recomendar que se sigan los lineamientos de secuencia y calidad que se describen aquí, cuidando que todos y

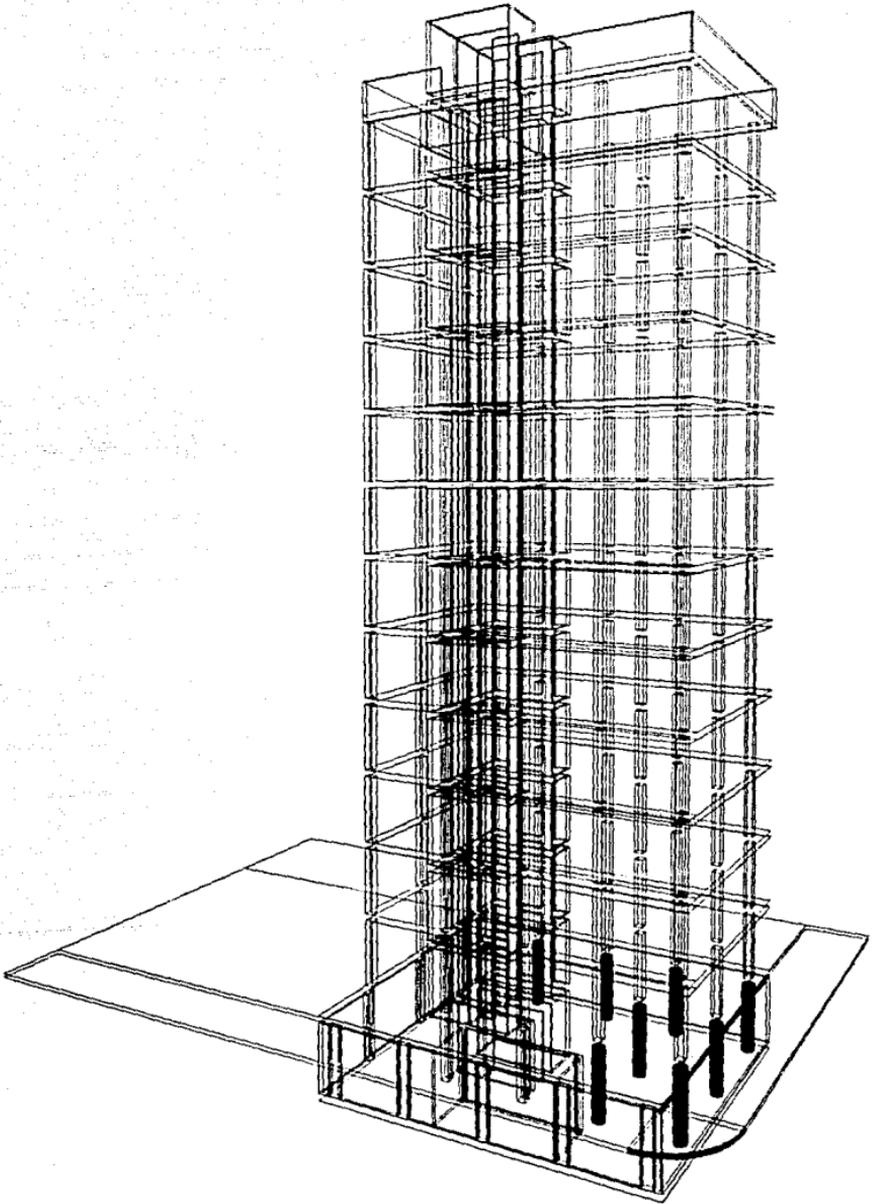


cada uno de los estudios efectuados, cumplan con las condiciones de análisis que se requieren en casos que, como el de la reconstrucción y recimentación, involucran una gran cantidad de factores determinantes que a su vez, se relacionan entre sí.

Las limitaciones que comprende el presente trabajo, son las que se hacen patentes cuando un proceso cuenta con la variedad de condicionantes que intervienen en él, y en las que cada una puede ser objeto de un estudio profundo para su total entendimiento.

En los casos como este, en que la construcción parte de una estructura con antecedentes de cálculo y operación, no basta solo con plantear las condiciones de funcionamiento actuales en la estructura, sino que se debe considerar también el paquete de datos originales, tanto para comprender a la estructura como tal y por sí misma, como para determinar los factores que ocasionaron las fallas, y el aprovechamiento de los aciertos en las consideraciones de las nuevas condiciones de operación.

Con este trabajo, no se pretende cubrir a fondo cada elemento que interviene en la construcción y rehabilitación de una estructura, sino ofrecer un panorama general de los pasos a seguir



al encontrarse en situaciones de falla de edificaciones, objetivo que, de seguir los lineamientos de control, calidad y mantenimiento, se cumplirá con resultados siempre satisfactorios.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- **JUAREZ BADILLO Y RICO RODRIGUEZ.**"Mecánica de Suelos, Tomo I, Fundamentos de la Mecánica de Suelos." Editorial LIMUSA, Tercera Edición, Novena Reimpresión, México, D.F. 1984.
  
- 2.- **INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M.** "Diseño y Construcción de Cimentaciones, Normas técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal." ISSN 0185-2345. México, D.F. 1977.
  
- 3.- **BAZAN ZURITA Y MELI PIRALLA.** " Manual de Diseño Sísmico de Edificios." Editorial LIMUSA, Primera Edición, México, D.F. 1985.
  
- 4.- **GUERRERO V.** "Reparación y Refuerzo de Edificios Dañados por el sismo del 3 de Mayo de 1965 en la Ciudad de San Salvador, El Salvador." Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. Vol. 36.
  
- 5.- **ALTOS HORNOS DE MEXICO, S.A.** "Manual AHMSA, para Construcción de Acero." AHMSA, México, D.F. 1977.

6.- RESENDIZ DANIEL. "Estudio de Campo sobre Pilotes de Concreto Reforzado". Revista "Ingeniería", México, D.F. Enero de 1964.

7.- SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS. "Mejoramiento Masivo de Suelos." Organizador: Ing.Luis Vieitez Utesa,  
16 de Noviembre de 1979 en México, D.F. (reunión Técnica).

8.- RIPOLL J. "Reparación de Estructuras Fisuradas. Pretensado. Resinas Epoxi." Hormigón y Acero No.112, 3er. trimestre de 1974, Barcelona, España.

9.- GIECK KURT. " Manual de fórmulas técnicas. " Representaciones y servicios de ingeniería s. a. 18a. Edición. México,1983.

10.- IGLESIAS, ROBLES, DE LA CERA, GONZALEZ. " Reparación de estructuras de concreto y manpostería, versión preliminar. " Universidad Metropolitana, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Materiales. México 1985.

11.- INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M. "Calculo de asentamientos de cimentaciones sobre pilotes de fricción. México, D.F. Noviembre 1979.

**12.- GONZALEZ, ROBLES. " Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado." Editorial LIMUSA, México D. F. 1985.**

**13.- INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M. "Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, Normas técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal." ISSN 0185-5735. México, D.F. Julio 1977.**

**14.- HERNADEZ B. " Procedimientos de Reparación de Estructuras Dañadas por Sismo. " Editado por el Departamento del Distrito Federal, México D. F. 1982.**

**15.- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. " ACI Manual of Concrete Inspection. USA 1983.**