

64

2ej.

ESTRATEGIAS Y PROCEDIMIENTO
CONSTRUCTIVO PARA LA REHABILITACION
ESTRUCTURAL DEL COLEGIO MADRID

TESIS QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

SALVADOR MARTIN GOMEZ MARTINEZ



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

PROLOGO

CAPITULO 1 CARACTERISTICAS GENERALES

- 1.1 Antecedentes.
- 1.2 Descripción estructural de los inmuebles
- 1.3 Efectos de sismos anteriores,
- 1.4 Crónica de los efectos de los sismos de septiembre de 1985, y medidas tomadas por el Colegio Madrid.
- 1.5 Organización del Colegio posterior a los sismos de septiembre de 1985.

CAPITULO 2 ETAPA DE PROYECTO

- 2.1 Evaluación de los daños y causas de las fallas.
- 2.2 Opciones para el refuerzo de las estructuras.
- 2.3 Selección de la solución óptima
- 2.4 Descripción del proyecto definitivo.

CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- 3.1 Trabajos preliminares
- 3.2 Excavación y cimentación
- 3.3 Refuerzo de columnas
- 3.4 Contravientos y juntas
- 3.5 Albañilería y acabados.
- 3.6 Instalaciones

CAPITULO 4 SUPERVISION Y COORDINACION

- 4.1 Generalidades
- 4.2 Control de calidad
- 4.3 Control económico

4.4 Programa de obra

4.5 Coordinación

Conclusiones

Bibliografía

P R O L O G O

Durante la década de los años treinta fué proclamada la segunda república española el 14 de abril de 1931.

Después de varios intentos de sublevación que resultaron fallidos, el General Francisco Franco se alzó contra el gobierno republicano, trayendo como consecuencia tres años de sangrienta guerra civil (1936-1939) que culminó con la implantación de la dictadura franquista.

Fue entonces en el año de 1939 cuando comenzó el éxodo de varios grupos de ciudadanos españoles inconformes con la dictadura, gran parte de los cuales fueron acogidos por el gobierno mexicano.

A los pocos meses de haberse establecido, los emigrantes crearon varias instituciones educativas entre las cuales se encontraba el Colegio Madrid, sostenidas económicamente por medio de donativos aportados por los propios exiliados.

Entre los objetivos del Colegio surgió como el principal la educación y formación integral de niños y jóvenes descendientes de la comunidad hispana, ajena a todo particularismo religioso, ideología política o corriente filosófica, con el fin de no perturbar la ideología de la niñez y la adolescencia, la cual se encontraba encaminada a despertar el interés de sus alumnos hacia una cultura universal enfocada con verdadero humanismo.

Más tarde, los nobles ideales del Colegio se orientaron también hacia la niñez y juventud mexicanas, siendo ésta una aportación trascendental en el desarrollo del México contemporáneo.

En el mes de septiembre de 1985 las instalaciones de esta Institución, ubicadas en los antiguos ejidos de Huipulco, resultaron severamente dañadas por los sismos ocurridos los días 19 y 20, al igual que muchas otras construc

ciones del Distrito Federal.

Es propósito de este trabajo hacer una crónica de los hechos posteriores a los sismos, así como la descripción del proyecto y de la reconstrucción de los inmuebles desde el punto de vista ingenieril.

CAPITULO 1 CARACTERISTICAS GENERALES

1.1 ANTECEDENTES

El colegio Madrid comenzó a prestar sus servicios a la comunidad hispano-mexicana en sus instalaciones de Mixcoac hasta el año de 1978, en que fue necesario comenzar a trabajar en la reubicación de la escuela, valiosa tarea realizada por la Junta de Gobierno y la Dirección del Colegio Madrid.

Se localizó un predio en los antiguos ejidos de Huipulco, con una superficie de 66,506 m², el cual satisfacía los requerimientos de área para las instalaciones del nuevo plantel.

Previamente a la adquisición del terreno, se realizó un estudio de mecánica de suelos por conducto del Dr. Raúl Marsal del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., obteniéndose resultados satisfactorios acerca de la capacidad de carga del suelo, proponiéndose una cimentación a base de zapatas corridas.

El proyecto y diseño estructurales fueron realizados por el CAPFCE con base en modulaciones estandarizadas que tiene el Comité para edificios escolares.

Se convocó a un concurso para la construcción del Colegio, estando invitadas las compañías: GUTSA, ECSA, PROHASA, CYEMSA y TECNICOS ASOCIADOS, S.A. Del análisis de las diversas propuestas se obtuvo como ganadora del concurso a ECSA, y para la supervisión de la obra la junta de gobierno contrató a CONTEO.

La obra tuvo una duración de 6 meses, siendo inauguradas las nuevas instalaciones en el mes de septiembre de 1979.

1.2 DESCRIPCION ESTRUCTURAL DE LOS INMUEBLES

El Colegio se encuentra constituido por varios cuerpos independientes entre sí, algunos de ellos integrados en dos edificios comunicados en su parte

central por un cubo de escaleras, del cual se encuentran desligados. Existen edificios de uno, dos y tres niveles, como se ilustra en la figura no. 1.

A partir de ahora, nos referiremos únicamente a los edificios que integran las secciones Secundaria y Preparatoria, los cuáles resultaron ser los más afectados por los sismos de septiembre de 1985.

Estos edificios se encuentran estructurados por medio de losas planas aligeradas cuyas nervaduras forman con las columnas marcos en dos direcciones ortogonales, con zapatas corridas bajo el eje de cada marco.

El seccionamiento de las aulas se logra a través de muros de block vidriado hueco, unidos en su parte inferior a la losa mediante castillos embebidos, y desligados de la estructura en la parte superior mediante juntas de material deformable. En el remate de estos muros se cuenta con holgura suficiente para impedir el contacto con la estructura principal.

Los muros cabeceros están hechos de tabique rojo hueco, unidos a la losa inferior de la misma forma que los muros divisorios, y a la losa superior se encuentran fijos por medio de ángulos metálicos, dejando la holgura ya indicada.

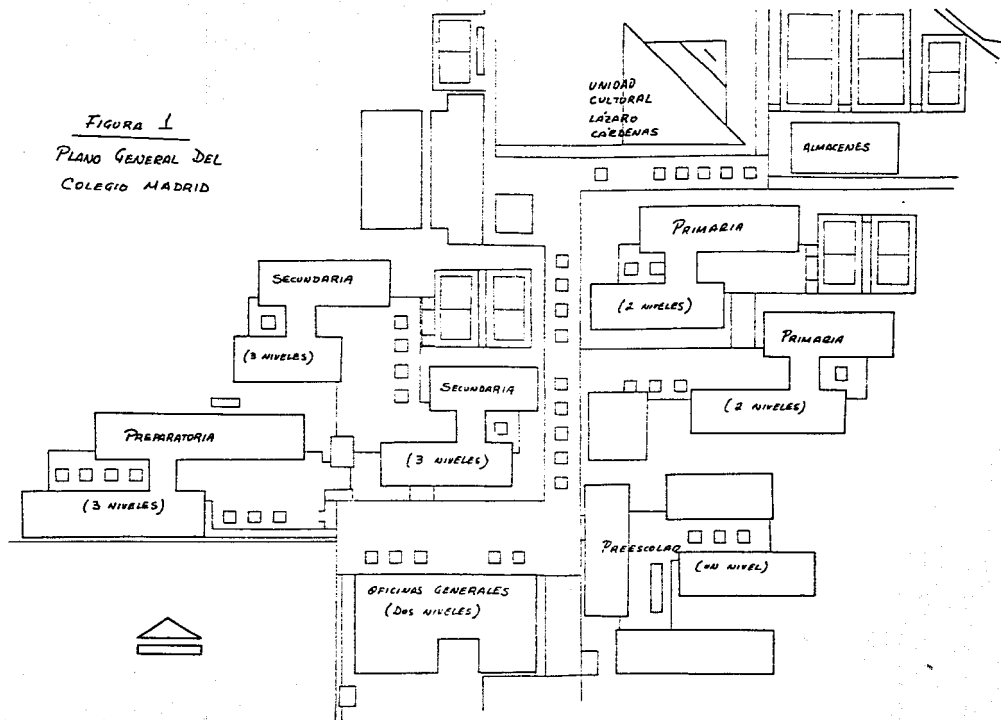
1.3 EFFECTOS DE SISMOS ANTERIORES

Prácticamente el único sismo que ocasionó algunos daños no estructurales a las instalaciones del Colegio Madrid, fue el ocurrido el 24 de octubre de 1980.

Los efectos más evidentes de este sismo consistieron en fuertes agrietamientos y desprendimientos locales en los muros cabeceros de algunos edificios de dos y tres pisos; algunos muros divisorios interiores presentaban también agrietamientos de mucho menor cuantía, principalmente en las zonas donde existían ductos o tableros eléctricos.

La inspección de los edificios se llevó a cabo a través del Dr. Rober-

FIGURA 1
PLANO GENERAL DEL
COLEGIO MADRID



to Meli y del Ing. Rubén Guerra del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

En el informe presentado, se indicó que no se encontró en la estructura de todos los edificios daño alguno que fuera atribuible al sismo. Algunas columnas presentaban fisuras horizontales en correspondencia con los estribos que se habían dado por los efectos de contracción del concreto; en algunas trabes de escaleras se apreciaron ciertas fisuras debidas a esfuerzos de tensión en el concreto por efecto de las cargas verticales, las cuales no ponían en peligro la estabilidad de la construcción, ni tenían que ver con el sismo; en la cara inferior de las losas se apreciaron diversas fisuras que afectaban exclusivamente al recubrimiento que se colocó para ocultar los casetones de poliestireno con que se aligeraron las losas (capa de compresión).

Las estructuras de los distintos cuerpos estaban separadas por una holgura del orden de 3cm; sin embargo la loseta reducía esta holgura a menos de 1cm, por esta razón durante el sismo los cuerpos entraron en contacto a través de la loseta, produciendo su rotura en diversos puntos.

En lo referente a los muros cabeceros, el daño en ellos se atribuyó a un detalle menor muy frecuentemente descuidado, pues no se logró desligarlos completamente de la estructura. Estos muros sobresalían del paño de la losa para poder dar a la fachada una apariencia continua. Para proteger a los muros contra su volteamiento, las varillas que los refuerzan verticalmente se anclaron a la losa superior; esto, junto a la liga que proporcionó el mortero que une al muro con el chapeo de la losa, hizo que el movimiento de la estructura se transmitiera a los muros; debido a que éstos son muy frágiles y poco capaces de deformarse, se dañaron en forma muy aparatosa, aunque sin consecuencias de daño estructural.

Las conclusiones dadas por los peritos que analizaron los inmuebles, fueron las siguientes:

- a) El edificio no presentó daños en su estructura por efectos del sismo de octubre de 1980.

b) Los daños se presentaron exclusivamente en elementos no estructurales, y fueron debido a que durante la construcción no se logró la separación necesaria para que la estructura se deformara libremente sin afectar a los elementos no estructurales de fachada.

Asimismo, los especialistas recomendaron que se mantuviera libre de --obstrucciones la junta constructiva entre los edificios y las escaleras de acceso a cada uno de ellos localizadas en su parte central, así como desligar de la losa los muros cabeceros en su parte superior, para permitir que la estructura y los propios muros puedan sufrir desplazamientos libremente sin --afectarse entre si.

1.4 CRONICA DE LOS EFECTOS DE LOS SISAMOS DE SEPTIEMBRE DE 1985 Y MEDIDAS TOMADAS POR EL COLEGIO.

Después de haber ocurrido el sismo del día 19 de septiembre, la Dirección General del Colegio giró instrucciones para que se suspendieran las clases hasta cerciorarse del estado en que se encontraban las instalaciones.

Se realizó una inspección en compañía de la Profesora Cristina Barros, Directora General del Colegio, el Lic. Jorge Tamayo y el Ing. Francisco Montellano, Presidente y Vicepresidente de la Junta de Gobierno del Colegio respectivamente así como de los expertos Ing. Enrique del Valle Calderón y el Ing. Heriberto Izquierdo, de cuyo informe se transcribe lo siguiente:

- Los inmuebles de la Secundaria y Preparatoria sufrieron daños estructurales de consideración debiendo no ser ocupados hasta que se realicen las reparaciones que indiquen los expertos en el proyecto de reestructuración.
- En los edificios de la Primaria sólo hubo daños en los muros divisorios, pudiendo ser ocupados una vez realizadas las reparaciones menores.
- El resto de las instalaciones del Colegio tales como Preescolar, oficinas administrativas, biblioteca y auditorio, no sufrieron daño alguno.

Los puntos anteriores fueron confirmados por personal del CAPFCE, quienes realizaron una visita de inspección a todo el Colegio el sábado 21 de septiembre.

El lunes 23 de septiembre fue designado el Ing. Antonio Abaunza de la Escosura como responsable de la reparación de daños menores en la Sección Primaria, de acuerdo con las instrucciones del Ing. Enrique del Valle C.

Se realizó una junta con los padres de familia el miércoles 25 de septiembre, donde estuvieron presentes los ingenieros Francisco Montellano y Antonio Abaunza, quienes dieron amplias explicaciones sobre las reparaciones que tendrían que hacerse al Colegio.

A raíz de esta junta, se formaron la comisión de padres de familia integrada por ingenieros y arquitectos, quienes tendrían conocimiento de los proyectos de reparaciones, y la comisión evaluativa del comportamiento de - - alumnos y maestros en situaciones de emergencia.

El jueves 26 de septiembre se publicó en los diarios una lista de las construcciones que deberían ser demolidas, entre las que se encontraba el Colegio Madrid, lo cual provocó una alarma general en la comunidad, por lo que el viernes 27 de septiembre la maestra Cristina Barros publicó un desplegado en los periódicos aclarando la situación y precisando que las clases se reiniciarían el día 7 de octubre en las instalaciones que no sufrieron daños de consideración.

Se convocó la junta de Gobierno el día 27 de septiembre, donde la Directora General informó minuciosamente de los hechos, resaltando que se hubo actuado en permanente contacto con el Presidente y Vicepresidente de la Junta. Al término de la misma, se solicitó al Ing. Montellano la coordinación de los estudios y trabajos de reparación que requirieran las instalaciones del Colegio.

1.5 ORGANIZACION DEL COLEGIO DESPUES DE LOS SISMOS DE SEPTIEMBRE DE 1985.

Una vez que el personal del Colegio conoció en forma exhaustiva la si-

salones de madera: cuatro para las clases de inglés y uno que sirvió como salón de maestros.

Los alumnos de la Sección Preparatoria se instalaron en los dos salones sobrantes del edificio que dió la Primaria, dos salones nuevos de la misma sección, la bodega de limpieza, la cocina del personal de mantenimiento, cinco -- aulas prefabricadas, tres salones en la Unidad Cultural, un grupo en la mitad del salón de computación, otro en el departamento audiovisual, cuatro más en la biblioteca, y el laboratorio de química se montó debajo de las gradas.

El salón de dibujo constructivo se instaló en la mitad de la bodega de mantenimiento y la sala de maestros en la unidad cultural. Orientación educativa instaló sus departamentos de secundaria y preparatoria en el de primaria, dividiéndolo en casetas de madera. La unidad cultural cedió su oficina general y los vestidores para guardar el material de los laboratorios.

Las direcciones de preparatoria y secundaria, así como la sala de juntas y un salón de computación, quedaron en la oficina de la directora general, quién se instaló en el cubículo que ocupaba la coordinación de historia de la preparatoria, la cual a su vez se mudó al departamento de contabilidad. La -- coordinación de inglés se instaló en el pasillo de caja y contabilidad.

De esta manera, y contando con el apoyo de la dirección y de la junta de gobierno, además de la colaboración de maestros, trabajadores y alumnos, fué como se reanudaron las labores en el Colegio a escasas dos semanas de haber ocurrido los macrosismos.

tuación de sus inmuebles y las medidas a tomar, se analizaron las opciones que permitirían iniciar clases en tanto se reparasen las secciones dañadas:

OPCION (A): Alquilar un local donde el Colegio funcionara provisionalmente.

OPCION (B): Reacomodar a los alumnos en las instalaciones que no tuvieron desperfectos.

Se decidió por unanimidad pronunciarse por la opción (B) ya que a pesar de algunas incomodidades serviría para incrementar la solidaridad entre el personal y los alumnos del colegio.

Al tomarse esta decisión, el problema fué ahora el encontrar la mejor forma de acomodar a 1,400 alumnos de secundaria y preparatoria.

En la sección de Preescolar se contó con diez salones libres para instalar los grupos de 1° y 2° de primaria, para lo cual los niños de Preescolar tuvieron que compartir salones. El salón de maestros se instaló en una caseta de madera en los pasillos. La Biblioteca se reubicó en la caseta de Deportes.

Para la Sección Primaria, se contó con dos de los cuatro edificios -- que la integran para alojar a los grupos de 3°, 4°, 5° y 6° de Primaria en un total de diez aulas, dos salones de música, un laboratorio de Biología, la Biblioteca dividida a la mitad, el salón de maestros, el salón de Audiovisual y tres aulas prefabricadas. El salón de maestros quedó en el pasillo con caseta de madera, la Biblioteca se instaló en la bodega de material y el audiovisual en la Unidad Lázaro Cárdenas.

La Secundaria se instaló en quince de los salones cedidos por la Primaria, y se adquirieron tres aulas prefabricadas para los talleres de electricidad, taquimecanografía y carpintería; el taller de decoraciones y el de cocina quedaron al aire libre, y el laboratorio se montó en la mitad de la bodega que cedió el Departamento de Mantenimiento. En los pasillos se contruyeron cinco

CAPITULO 2 ETAPA DE PROYECTO

2.1 EVALUACION DE LOS DAÑOS Y CAUSAS DE LAS FALLAS

Como ya se mencionó anteriormente, los edificios que sufrieron daños de consideración fueron los de tres niveles, es decir, los correspondientes a la Secundaria y a la Preparatoria.

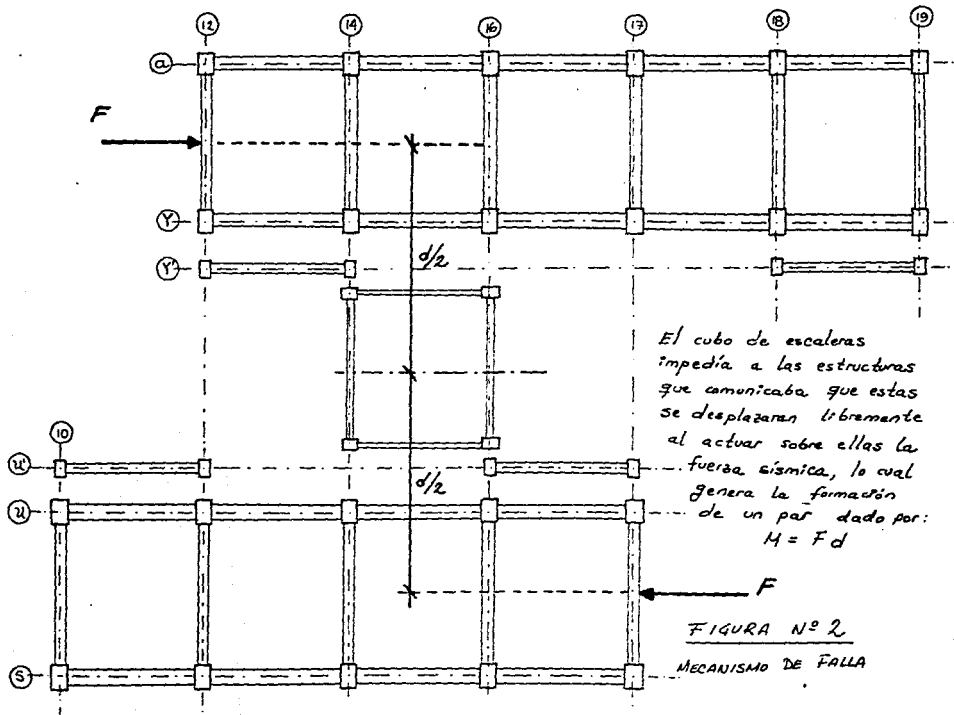
Los elementos estructurales más afectados fueron las columnas, las cuales estaban diseñadas de acuerdo al reglamento vigente. Sin embargo, su falla se debió a que no estaba previsto el incremento de fuerza cortante provocado por el impacto entre los edificios y el cubo central de escaleras, además de que la fuerza sísmica generada superó en magnitud a la fuerza teórica utilizada para el cálculo de las estructuras de acuerdo con el reglamento de construcciones del D.D.F.

La acción de este elemento mecánico llamado torsión, tuvo lugar al existir una geometría propicia para que la fuerza sísmica tomara la forma de un par de fuerza, el cual tuvo como centro de giro el cubo de las escaleras, como puede apreciarse en la figura No. 2.

Podría pensarse que las columnas más afectadas fueron las de los extremos del conjunto, puesto que se ubican en la zona donde los desplazamientos de la estructura fueron los máximos. No obstante, esto no fue así; las más dañadas fueron las que se encontraban en la vecindad con las columnas extremas, como se ilustra en la figura No. 3.

La razón de lo anterior es debido a que la columna extrema tiene únicamente la mitad del área tributaria de la losa del nivel superior, mientras que la que le sigue sí tiene la totalidad de la carga de la losa que le corresponde.

Asimismo, las columnas localizadas junto al cubo de escaleras, sufrieron un incremento considerable de esfuerzos, precisamente porque este cubo representaba una restricción para los desplazamientos de ambos cuerpos, lo cual provocó



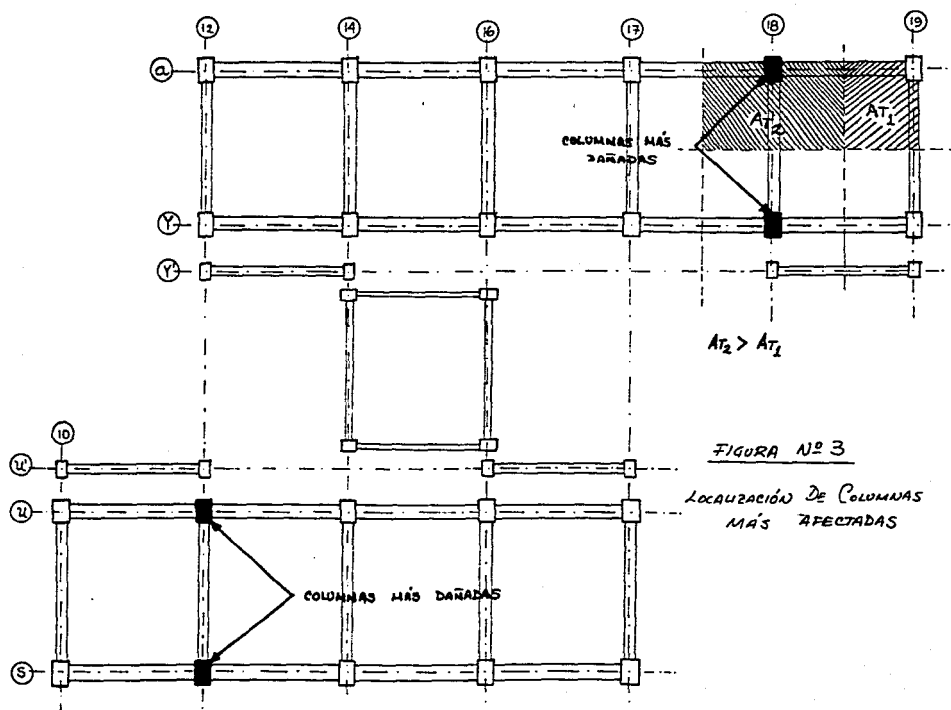


FIGURA Nº 3

LOCALIZACIÓN DE COLUMNAS
MÁS AFECTADAS

la disipación de la energía sísmica en estas columnas, además del impacto ocasionado al chocar los edificios con el cubo de escaleras como se observa en la figura No. 4.

La falla típica en las columnas se presentó a la mitad de su altura, representada por grietas diagonales a 45° en ambas direcciones.

En algunos casos, la torsión provocó que no solo hubiera grietas superficiales, sino que además se dañó considerablemente el núcleo central de la columna, quedando el concreto totalmente fracturado y en condiciones de inestabilidad.

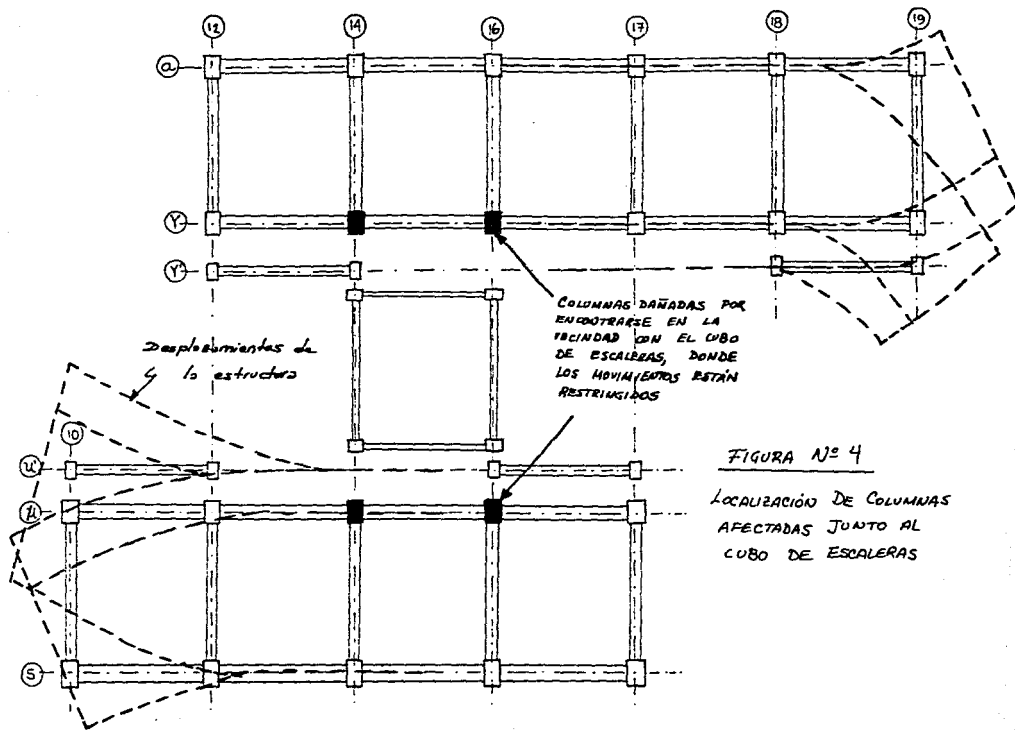
Sin embargo, el armado de la columna y la buena disposición de los estribos evitaron el pandeo del acero longitudinal y resistieron a las deformaciones, tomando adecuadamente los esfuerzos cortantes inducidos.

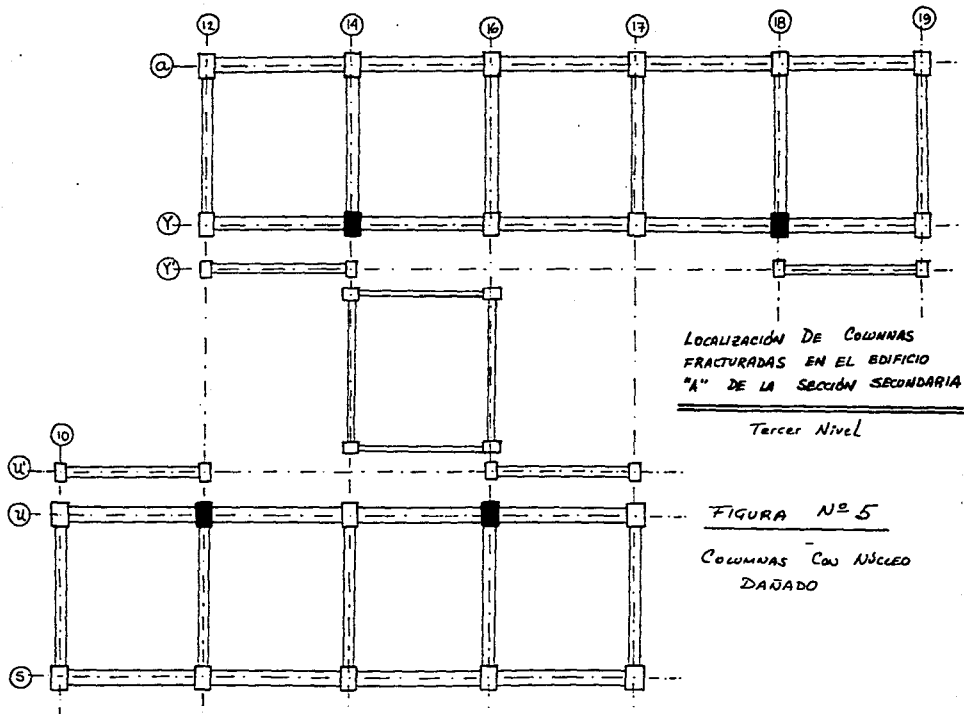
A continuación, se muestra en la figura No. 5 una planta de los edificios donde se indican las columnas que sufrieron este tipo de daños.

En cuanto a las losas reticulares, éstas no sufrieron daño alguno, comportándose adecuadamente bajo la acción de la fuerza sísmica.

De los elementos no estructurales, los muros divisorios de block vidriado y los muros cabeceros de tabique hueco se dañaron por causa de los sismos, presentando grietas de consideración a 45° en la cercanía con las columnas. La falla de los mismos se debió a que no estaban desligados de la losa superior, y al momento de ocurrir los desplazamientos los marcos y los muros no se permitían deformarse libremente por carecer de la holgura requerida, además de que la función de este tipo de muros no era la de transmitir cargas, sino únicamente servir como división de las aulas. Asimismo, el material con el que estaban contruídos (block refractario) era sumamente frágil por ser vidriado, incapaz de soportar los esfuerzos a los que fue sometido.

Con relación a la cimentación, no se presentaron fallas en la estructura. Sin embargo, tendrá que ser tomada en cuenta en el proyecto de reestructu-





LOCALIZACIÓN DE COLUMNAS
 FRACTURADAS EN EL EDIFICIO
 "A" DE LA SECCIÓN SECUNDARIA

Tercer Nivel

FIGURA N^o 5

COLUMNAS CON NÚCLEO
 DAÑADO

ración.

2.2 OPCIONES PARA EL REFUERZO DE LAS ESTRUCTURAS

Una vez efectuadas varias visitas a las instalaciones del Colegio Madrid en compañía de los expertos en estructuras, se descartó la posibilidad de demoler los inmuebles dañados debido al alto costo que representaba la realización de estos trabajos, ya que lo que más repercutía en el costo era la demolición de las losas (por el volumen que representan), las cuáles se encontraban en perfectas condiciones estructurales, siendo absurdo el hecho de --- efectuar la demolición.

Además tendría que elaborarse un nuevo proyecto de construcción y llevar a cabo la obra desde la cimentación, lo cual generaría costos adicionales considerables.

Para conocer a fondo las características estructurales de los edificios, fué necesario hacer estudios al concreto de la estructura existente, para lo cual se procedió a sacar muestras de corazones, cuyos resultados determinaron la resistencia en losas y columnas.

Esta prueba de resistencia a la compresión simple consiste en extraer del elemento de concreto por medio de una barrena cilíndrica, un espécimen de dimensiones aproximadas a los 7cm de diámetro y 14cm de longitud. La muestra obtenida es llevada al laboratorio donde se introduce durante un tiempo determinado en la cámara de curado, donde las condiciones de humedad son óptimas. Posteriormente se realiza su ensaye colocándose previamente en los extremos de la muestra una mezcla de azufre derretido, el cual se enfría y endurece rápidamente, dando con ello una superficie lisa y plana en las cabezas de la muestra, con el objeto de que la carga transmitida al espécimen se reparta -- uniformemente.

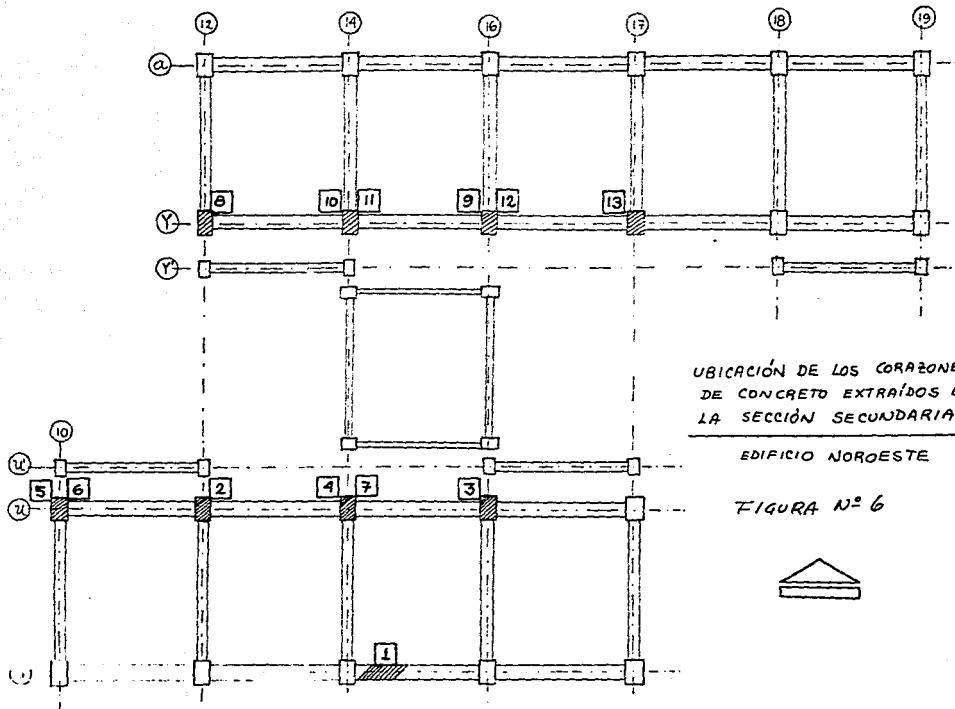
Una vez que se ha cabeceado la muestra, se coloca en la máquina universal, donde por medio de una prensa se tronará el cilindro, estando instrumentada la carga transmitida a través de una carátula donde se encuentran gradua

das las toneladas que están siendo soportadas por la muestra. Esta carga se transmite con una velocidad fijada por las especificaciones para la realización de este tipo de pruebas. Al fallar el cilindro, la máquina automáticamente deja de transmitir cargas, quedando marcada en la carátula la carga máxima soportada, la cual, dividida entre el área del cilindro, nos da la resistencia a la compresión.

A continuación, se presenta una tabla con los resultados obtenidos de los corazones extraídos del concreto de la estructura y cimentación en las secciones Secundaria y Preparatoria, señalando su porcentaje respecto a la resistencia de proyecto $f'c$ que es de 200kg/cm^2 , así como también la localización de las muestras en las figuras No. 6, 7 y 8.

MUESTRAS OBTENIDAS EN LA SECCION SECUNDARIA

MUESTRA No.	ELEMENTO	NIVEL	EDIFICIO	RESISTENCIA A LA COMPRESION kg/cm ²	X f'c=200 kg/cm ²
1	Contra-trabe	cimen-tación	Noroeste	435	217,5
2	Columna	2º nivel	"	178	89
3	"	"	"	232	116
4	"	"	"	241	120,5
5	"	"	"	378	189
6	"	1er.niv.	"	189	94,5
7	Capitel	2º nivel	"	259	129,5
8	"	1er.niv.	"	222	111
9	"	"	"	240	120
10	"	"	"	222	111
11	Columna	2º nivel	"	175	87,5
12	"	1er.niv.	"	227	113,5
13	"	"	"	173	86,5
14	Capitel	2º nivel	Sureste	243	121,5
15	"	"	"	299	149,5
16	"	1er.niv.	"	311	155,5
17	Columna	2º nivel	"	192	96
18	"	"	"	194	97
19	"	1er.niv.	"	220	110
20	Capitel	2º nivel	"	244	122
21	"	"	"	328	164
22	"	"	"	270	135
23	Columna	1er.niv.	"	251	125,5
24	"	2º nivel	"	189	94,5
25	"	"	"	233	116,5

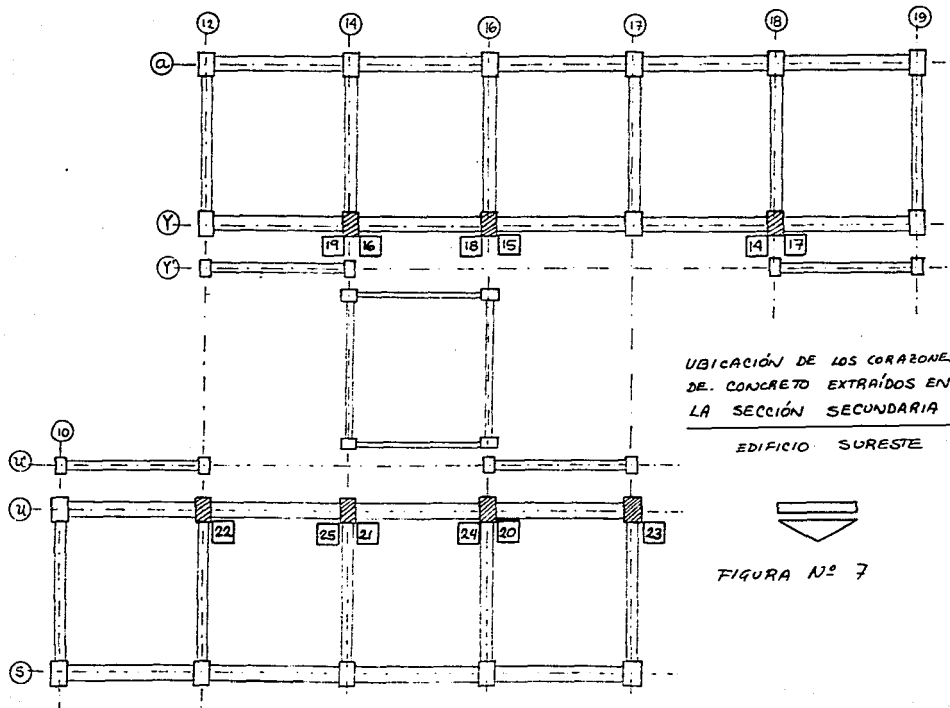


UBICACIÓN DE LOS CORAZONES
DE CONCRETO EXTRAÍDOS EN
LA SECCIÓN SECUNDARIA

EDIFICIO NOROESTE

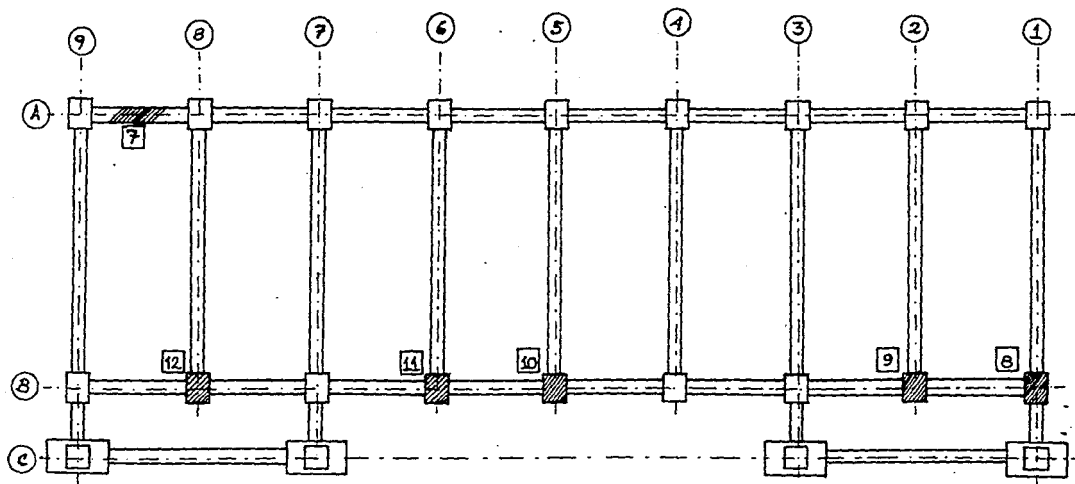
FIGURA N.º 6





MUESTRAS OBTENIDAS EN LA SECCION PREPARATORIA

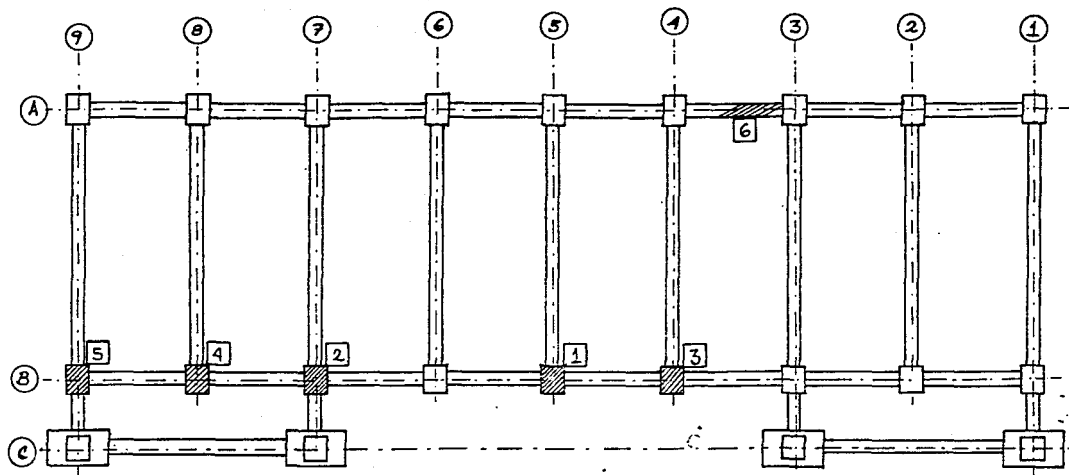
MUESTRA No.	ELEMENTO	NIVEL	RESISTENCIA A LA COMPRESION	% f'c=200 - kg/cm ²
1	Capitel	1er. niv.	168	84
2	"	"	169	84.5
3	Columna	"	177	88.5
4	"	P.B.	134	67
5	"	"	137	68.5
6	Contra- trabe	ci ent.	311	155.5
7	"	"	415	207.5
8	Columna	1er.nivel	227	113.5
9	capitel	"	285	142.5
10	"	"	224	112
11	"	2°nivel	238	119
12	Columna	1er.nivel	201	100.5



UBICACIÓN DE LOS CORAZONES DE
 CONCRETO EXTRAÍDOS EN LA
 SECCIÓN PREPARATORIA
 EDIFICIO NORTE



FIGURA N° 8



UBICACIÓN DE LOS CORAZONES
DE CONCRETO EXTRAÍDOS EN
LA SECCIÓN PREPARATORIA
EDIFICIO SUR



FIGURA N° 8 bis

De la información obtenida anteriormente, y según lo especificado en el Reglamento de Construcciones del D.D.F., se considerará que el concreto representado por los corazones es adecuado si el promedio de las resistencias de tres corazones es mayor o igual que 0.8 f'c y si la resistencia de ningún corazón es menor que 0.7 f'c; en general los resultados arrojados por la prueba son satisfactorios, existiendo dos especímenes en las columnas de la planta baja en la sección Preparatoria con resistencias ligeramente inferiores a 0.7 f'c, lo cual no representa problema alguno, primero por la diferencia tan pequeña con lo especificado, y segundo porque las columnas deberán de reforzarse de acuerdo con el proyecto de reestructuración que se seleccione.

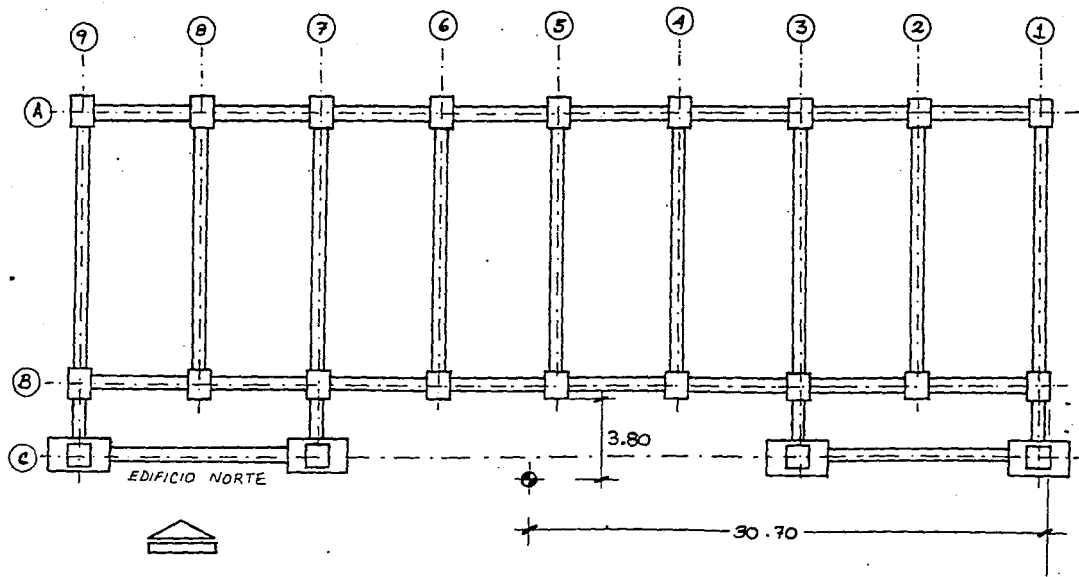
También se requirió la realización de un estudio de mecánica de suelos para conocer las características y propiedades del suelo donde se encuentran desplantados los edificios, así como para llevar a cabo la revisión de la cimentación actual como complemento al refuerzo estructural, de los edificios dañados, y en su caso proponer un sistema de recimentación adecuado.

Los cimientos existentes son zapatas corridas de concreto construídas en ambos sentidos, con anchos variables de 1.80 a 2.00m. y con desplante a -- 2.00m de profundidad.

El área en estudio se localiza en la zona de transición muy cercana al ex-lago de Xochimilco, caracterizándose este sitio por la intercalación de depósitos aluviales y lacustres en una forma alternada que dan lugar a intercalaciones de suelos blandos con otros más resistentes, haciendo que estos subsuelos sean menos compresibles. En esta región se tienen depósitos de arcilla lacustre estratificada con arena volcánica hasta los 20m de profundidad producto de emisiones volcánicas. A partir de los 20m de profundidad se encuentra la formación arena tarango que es el fondo de lo que fue la cuenca del lago.

De los trabajos realizados en campo, se programó un sondeo tipo mixto M-1 hasta 20m de profundidad con la localización indicada en la figura No. 9.

En el sondeo se obtuvieron muestras alteradas por medio del tubo partí



LOCALIZACIÓN DEL SONDEO
FIGURA N.º 9

do, registrándose además la resistencia de la penetración estándar de los estratos atravesados; en los suelos más blandos se usó en forma intercalada el muestreo inalterado por medio del tubo de pared delgada hincado a presión.

Las muestras recuperadas se trasladaron al laboratorio en donde se realizaron las siguientes pruebas.

- a) Clasificación
- b) Contenido de agua
- c) Límites de atterberg
- d) Densidades de sólidos
- e) Peso volumétrico natural

Además se obtuvieron los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante y compresibilidad mediante pruebas de compresión simple y consolidación unidimensional, respectivamente.

Con relación a la estratigrafía de la zona, se encontró que de la superficie del terreno y hasta la profundidad de 6.20m se localizan una serie de depósitos intercalados de limos arenosos, arcillosos, arena de pómez o de vidrio volcánico en los cuales se registraron entre 3 y 9 golpes en la resistencia a la penetración estándar, contenidos de agua entre 40 y 120% (60% en promedio), densidad de sólidos de 2.62, peso volumétrico natural variable de 1.2 a 1.5 t/m³ y resistencias a la compresión simple variables entre 0.8 y 1.0 kg/cm². Entre los 6.20 y los 11.75m de profundidad se encuentran arcillas blandas de alta plasticidad, las cuales son atravesadas por un estrato de arena de 0.60m de espesor que se encontró a partir de los 9.0m de profundidad; estas arcillas presentan valores de contenido de agua entre 160 y 313%, densidad de sólidos de 2.3 a 2.4, peso volumétrico natural de 1.2 a 1.28 ton/cm³ y resistencia a la penetración estándar de 2 golpes en promedio. A los 11.75m de profundidad y hasta la máxima explorada se registró un aumento considerable de la resistencia a la penetración estándar de valores variables entre 20 y 71 golpes y una disminución importante del contenido de agua a valores promedio del 20%, debido a estratos de arenas volcánicas y limosas cementadas. Estos suelos son atravesados por una arcilla verde olivo de consistencia media con fósiles, que se acusa por

la disminución de la resistencia a la penetración estándar a un valor de 10 golpes y un aumento de contenido de agua a 158%.

La capacidad de carga del suelo se determinó considerando el comportamiento de un suelo cohesivo usando la teoría de Skempton, con una cohesión del suelo de 3 ton/m² y un peso volumétrico natural de 1.4 ton/m³; con los parámetros anteriores, el cimiento ya desplantado tiene una capacidad de carga de 7 ton/m². Con la carga que bajarán por columna y la capacidad de carga, se estimó un ancho necesario de cimientos en ambos sentidos de 1.91m, condición que tiene actualmente.

En lo referente a los asentamientos, considerando un ancho de cimiento de 2.0m y 7.0 ton/m² de presión constante, se determinó el asentamiento máximo de acuerdo a la teoría de consolidación encontrando un valor de 8cm, el cual es aceptable.

Las conclusiones del estudio de mecánica de suelos son las siguientes:

- a) El sitio en estudio se localiza dentro de la zona de transición y muy cerca no al exlago de Xochimilco.
- b) De la superficie y hasta los 6.20m de profundidad se encuentra el manto o costra superficial que son suelos de compresibilidad y resistencia media.
- c) Los suelos blandos y compresibles están entre los 6.20 y 11.75m de profundidad.
- d) Entre los 11.75 y 20m de profundidad se encuentran suelos resistentes y poco compresibles.
- e) El nivel de agua freática se encuentra a la profundidad de 1.50m.
- f) La cimentación que tiene actualmente la estructura es adecuada para las nuevas cargas que se tendrían con el refuerzo estructural del edificio.

Se recomienda además, revisar estructuralmente la cimentación del edi-

ficio para verificar que soporte la carga de 7 ton/m², Asimismo, se podrá tomar una presión de 10.5 ton/m² para el diseño sísmico, escogiendo el coeficiente sísmico para un subsuelo tipo II (zonade transición), de acuerdo con el Reglamento de Emergencia del D.D.F.

Se recurrió a varios asesores estructuristas para tener distintas alternativas para la elaboración del proyecto de reestructuración, entre los cuales se encontraron los siguientes ingenieros:

Oscar de Buen y López de Heredia, Enrique del Valle Calderón y Heriberto Izquierdo G.

En principio, se planteó una alternativa de reestructuración por medio de muros de concreto sustituyendo a los muros divisorios de block vidriado -- existentes. Esta opción se vió poco viable dado que los edificios más altos requerían muros de dimensiones considerables, además de que en los salones de clases se reduciría la iluminación natural y la ventilación, teniendo como resultado aulas frías y oscuras.

Se consideró entonces la conveniencia de efectuar la reconstrucción del Colegio utilizando elementos estructurales metálicos que ayudaran a amentar la rigidez y resistencia de los edificios, manteniéndose la seguridad de los inmuebles de acuerdo con los ordenamientos de las Normas de Emergencia.

Este tipo de rehabilitación estructural, consistía en restringir los desplazamientos en los marcos provocados por un sismo a través de contravientos de acero y reforzando las columnas para aumentar su capacidad de carga y para tomar el incremento de los esfuerzos cortantes provocados por la fuerza sísmica.

Puesto que las losas aligeradas se encontraban en buenas condiciones estructurales, estas no requerirían de algún refuerzo adicional. Además, debería de reforzarse la cimentación existente para resistir las cargas y los momentos de volteo que se generan al aumentar de peso la estructura.

A continuación se presentan las opciones de reestructuración más adecuadas:

OPCION I

Básicamente este proyecto consiste en utilizar contravientos metálicos cruzados, colocados en cada crujía extrema, como se indica en la figura No. 10.

Además se plantea el refuerzo de columnas con camisas metálicas, así como refuerzo de las losas con viguetas de acero.

En principio, el proyecto de reestructuración contemplado en esta alternativa resulta ser un tanto excesivo, dado que las condiciones estructurales de las losas son adecuadas, y no requieren de un refuerzo tan sofisticado como el que aquí se plantea.

OPCION II

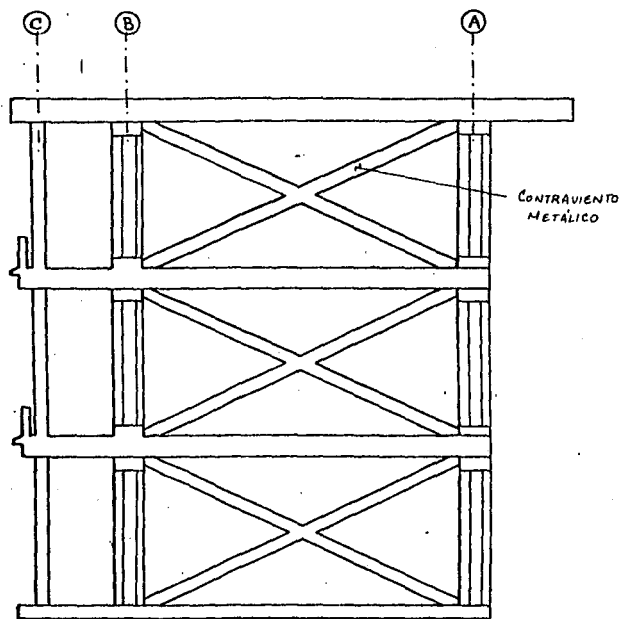
La filosofía de esta alternativa es prácticamente la misma de la alternativa anterior, con algunas modificaciones y mejoras.

En ambos sentidos de las crujías extremas se plantea la rigidización de los edificios por medio de contravientos metálicos, así como el refuerzo de las columnas a través de camisas de acero, como se indica en las figuras No. 11 y 12.

En la figura No. 13, se muestra la localización de contravientos, columnas nuevas y columnas reforzadas.

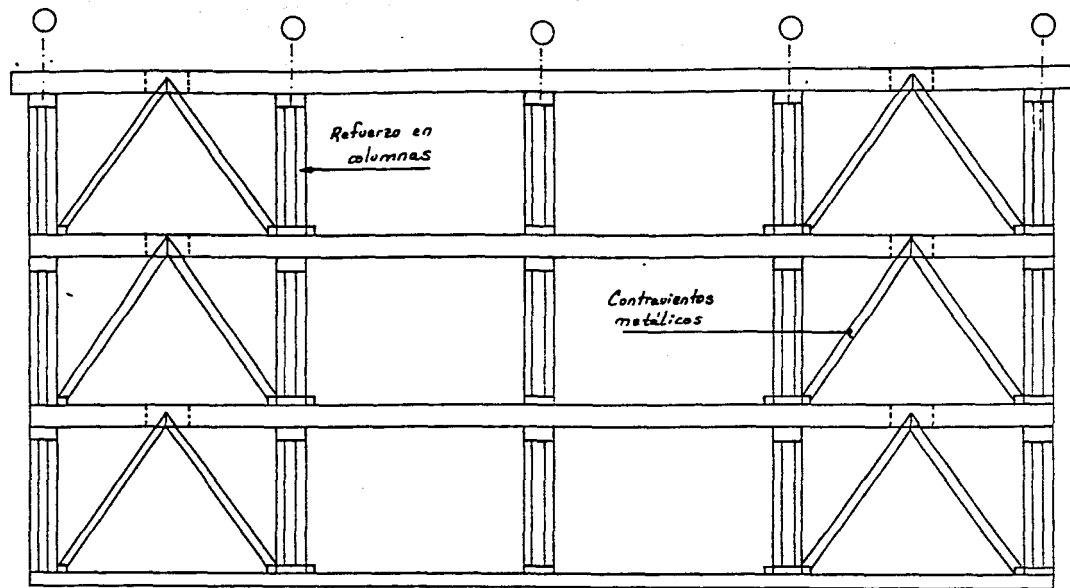
Los contravientos metálicos se plantean como una sección en cajón formada por dos perfiles estructurales tipo canal de 8" ligeros.

La junta entre los contravientos se encuentra ahogada en la losa superior, según se indica en la figura No. 14.



MARCOS TRANSVERSALES SECC. PRECATORIA

FIGURA N° 10 ALTERNATIVA I DE REESTRUCTURACION



Marcas Longitudinales Sección Secundaria

FIGURA Nº 11 . ALTERNATIVA II DE REESTRUCTURACIÓN

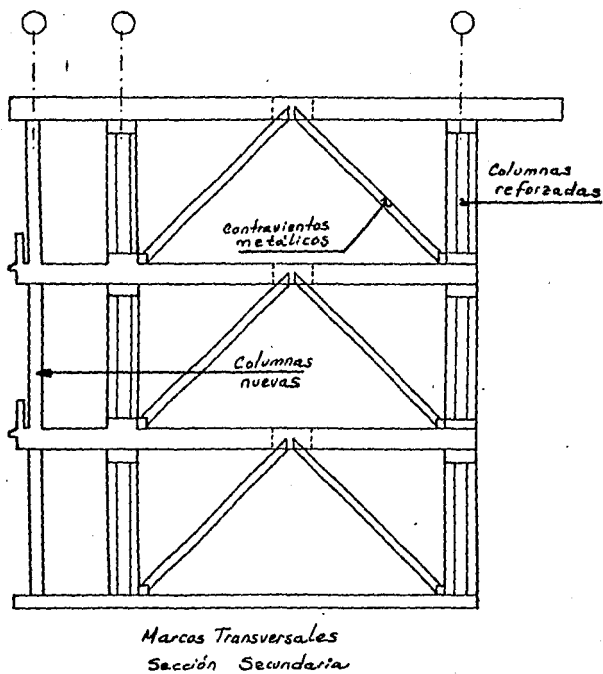
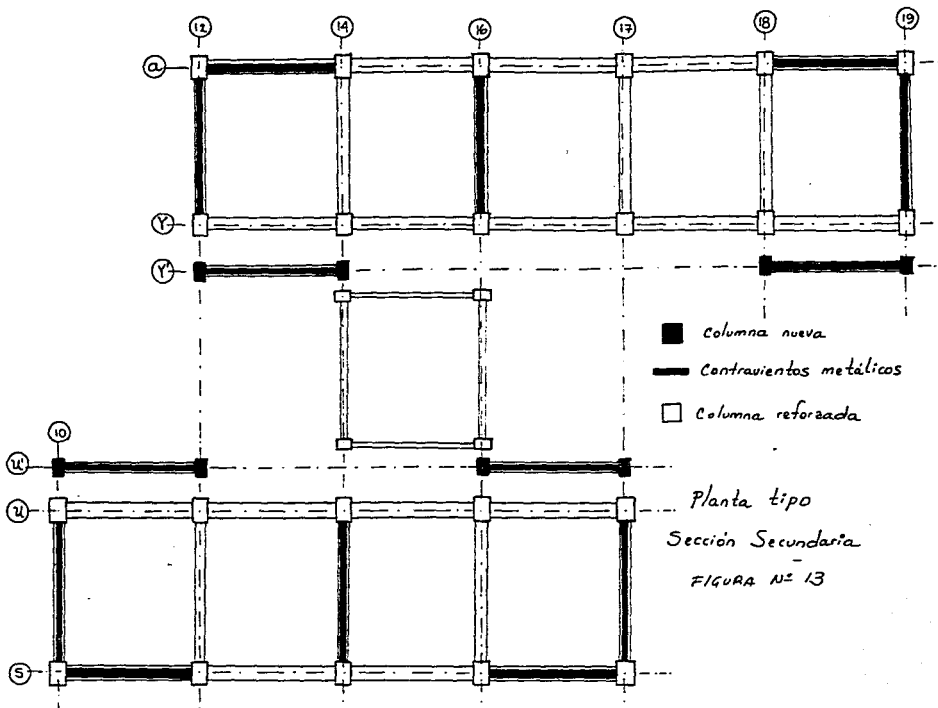


FIGURA Nº 12 ALTERNATIVA II DE REESTRUCTURACIÓN



Planta tipo
 Sección Secundaria
 FIGURA N° 13

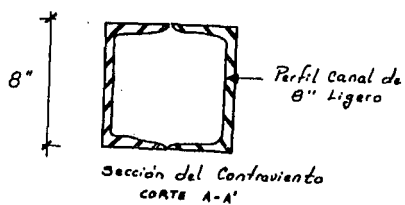
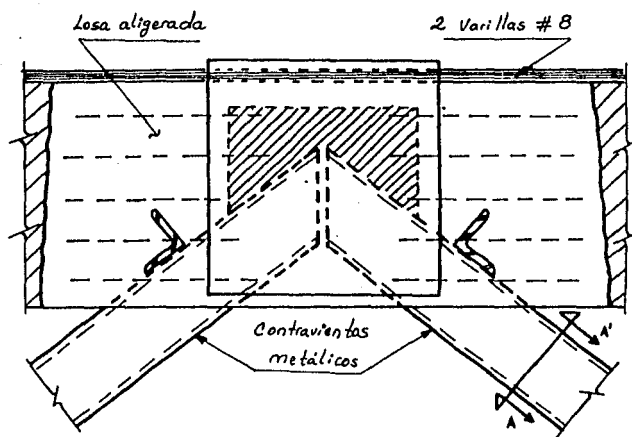


FIGURA N^o 14
 JUNTA TÍPICA DE CONTRAVIENTOS

Para el refuerzo de las columnas, se establece el siguiente procedimiento:

- 1) Demoler el recubrimiento hasta encontrar el acero existente
- 2) Si el núcleo central no se encuentra dañado colocar estribos adicionales de 3/8" alternados con los existentes.
- 3) Aumentar la sección de la columna con refuerzos metálicos, como se observa en la figura No. 15.
- 4) Rellenar el hueco con lechada y aditivo expansor en 3 etapas.

En la parte superior de las columnas se formará un capitel con los ángulos metálicos y una pasta que contenga aditivo expansor de acuerdo con la figura No. 16.

Respecto a la cimentación, se plantean dados y contratraveses para el desplazamiento de las columnas nuevas. Tanto en los ejes (y') y (U') como en el cubo de las escaleras, como se indica en la figura No. 17.

2.3 SELECCION DE LA SOLUCION OPTIMA

Las dos alternativas presentadas son factibles y cumplen con los requisitos señalados en las Normas de Emergencia para Edificios en Reestructuración.

Sin embargo al analizar más a fondo las dos opciones, encontramos diferencias significativas que determinaron cuál alternativa es la más conveniente.

Examinando las ventajas y desventajas de cada una de ellas, tendremos:

- 1) A través de los contravientos señalados en ambas opciones, se logran rigidizar los marcos formados por las columnas y las nervaduras de la losa reticular, restringiendo los desplazamientos y deformaciones de la estructura.
- 2) La disposición de los contravientos cruzados en la opción I, limita el espacio visual, sobre todo en los entre ejes correspondientes a los corredores, además de que representan una disminución en el grado de la seguridad

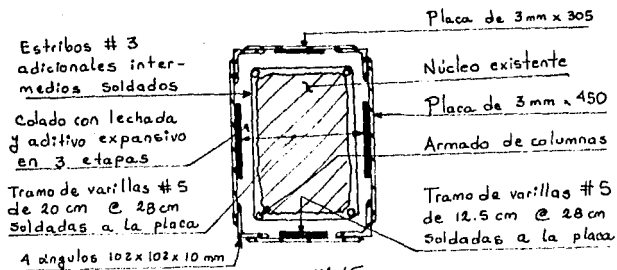


FIGURA N° 15
REFUEBRO DE COLUMNAS

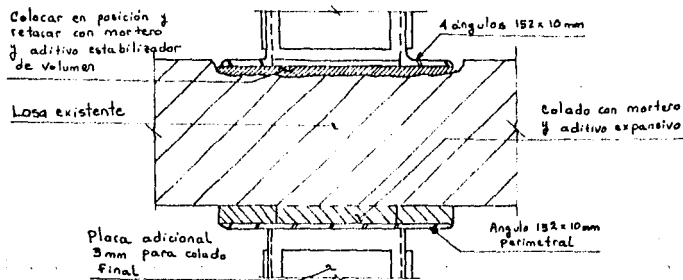


FIGURA N° 16
CAPITEL DE COLUMNAS

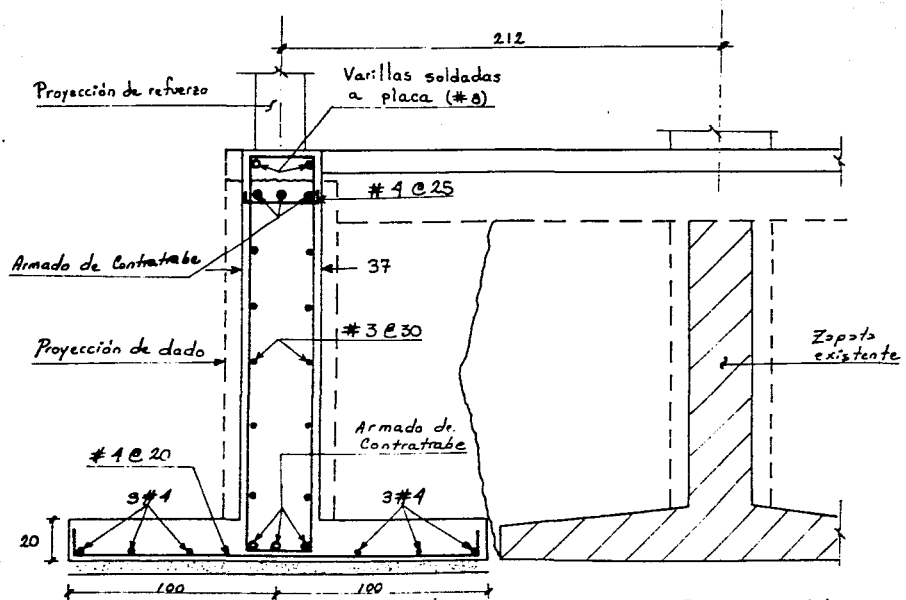


FIGURA N° 17 REFUERZO DE CIMENTACIÓN

de los escolares por obstaculizar el paso en los espacios abiertos, siendo más probables los accidentes por distracción de los alumnos mientras se -- acostumbran al hecho de tener un espacio sin acceso que antes se encontraba libre de obstáculos.

- 3) Estéticamente, los contravientos cruzados de la opción I, crean una sensación de estar en un espacio encerrado, pudiendo crear angustia inconsciente entre la población estudiantil al sentirse enclaustrados por dos barreras metálicas.
- 4) Con los contravientos simples de la opción II se cuenta con mayor espacio visual y de acción.
- 5) El arreglo de los contravientos simples es agradable a vista, además de -- crear una sensación de seguridad en el alumnado.
- 6) Desde el punto de vista económico, en la opción II se necesita menos de la mitad de perfiles y placas estructurales de la que se requiere en la opción I, provocando con ello que el costo de realización del proyecto indicado en la opción II sea menor.
- 7) Estructuralmente las dos alternativas son adecuadas, pudiendo seleccionarse cualquiera de ellas con la seguridad de que en caso de nuevos sismos cumplirán con sus objetivos de rigidizar los edificios, creando una mayor resistencia a las sollicitaciones externas, además de disminuir considerablemente los desplazamientos generados por la fuerza sísmica, impidiendo el choque de los edificios con el cubo de escaleras y creando una mayor capacidad en las columnas para soportar la torsión y los esfuerzos cortantes a los que -- se sometan los elementos estructurales.

De acuerdo con lo señalado en los puntos anteriores, se observa que la alternativa más factible para llevar a cabo la rehabilitación estructural de los edificios del Colegio Madrid es la opción II presentada por el Ing. Heriberto Izquierdo para las secciones Secundaria y Preparatoria, cuya descripción

se hará formalmente en el siguiente inciso.

2.4 DESCRIPCION DEL PROYECTO DEFINITIVO

En el inciso 2.2 de este capítulo se hizo una descripción somera del proyecto, señalando únicamente los fundamentos básicos y los criterios generales para la reestructuración.

Partiendo de esa base, a continuación se presenta una descripción detallada del proyecto para los edificios de las secciones Secundaria y Preparatoria.

2.4.1 SECCION SECUNDARIA

A) Memoria de Cálculo

- DESCRIPCION GENERAL

La sección consiste de dos unidades iguales formadas cada una de ellas por dos edificios de tres niveles de concreto reforzado, con marcos equivalentes a base de columnas y losas aligeradas. Un edificio es de cuatro crujeas y otro de cinco, de 7.20m por 10.65m de ancho en los dos primeros niveles y 12.80m en la azotea. El acceso a los niveles superiores es por medio de una escalera de concreto, separada 5cm en cada lado de los edificios.

Los muros divisorios son de tabique de barro hueco prensado.

- REFUERZO ESTRUCTURAL

El refuerzo proyectado consiste en la colocación de elementos diagonales de acero estructural en dos sentidos, formando armaduras verticales, así como reponer y mejorar la capacidad de columnas en zonas contraventeadas por medio de un forro de ángulos y placas de acero, y colado con aditivo estabilizador en tramos. Para las columnas centrales se proponen dos alternativas y solo en 1º y 2º nivel.

a) Refuerzo similar al mencionado y

- b) Demolición del concreto y recolado de la columna, aumentando la capacidad en cortante y carga axial por medio de estribos, siendo necesaria la colocación de puntales con gatos para tomar toda la carga.

Con lo anterior, la estructura del refuerzo es capaz de absorber casi todos los efectos sísmicos, liberando a las columnas y losas de ellos.

Se optó por este criterio de refuerzo debido a que las fallas que existen se localizan exclusivamente en columnas y en los dos primeros niveles.

- CALCULOS ESTRUCTURALES

Las especificaciones de cargas que se utilizaron fueron las siguientes, considerando las características de materiales y la información en planos estructurales elaborados por el CAPFCE en octubre de 1978.

<u>PLANTA TIPO</u>	<u>CARGA VERTICAL</u>		<u>SISMO</u>
. Losa reticular h=40cm con doble capa de compresión y casetones de poliestireno expandido.	519kg/m ²		
. Acabado de piso	100		
. Por reglamento	40		
. Carga muerta	659kg/m ²	c.m.	659kg/m ²
. Carga viva	300 "	c.v.	250 "
. T o t a l	959kg/m ²		909kg/m ²

<u>AZOTEA</u>	<u>CARGA VERTICAL</u>		<u>SISMO</u>
. Losa reticular h=40cm con doble capa de compresión y casetones de poliestireno expandido.	519kg/m ²		
. Relleno para pendientes	120		
. Enladrillado y entortado.	80		
. Por reglamento	40		
. Carga muerta	759kg/m ²	c.m.	759kg/m ²
. Carga viva	100	c.v.	70
. T o t a l	859kg/m ²		829kg/m ²
. Muros de tabique hueco aparente	140kg/m ²		

La estructura se modeló con marcos rígidos en dos sentidos aplicando el método del Marco Equivalente indicado en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento para las Construcciones en el D.F. de 1976 en lo relacionado -- con carga vertical en cargas e inercias.

Para la obtención de elementos mecánicos se empleó un programa de computadora electrónica basado en el método de Rigideces elásticas y que incluye -- los efectos de flexión, carga axial y cortante.

- S I S M O

Se empleó un coeficiente sísmico $c=0.27$ con factor de ductilidad $Q=1.5$ y estructura tipo A, considerando lo indicado en las normas de emergencia de octubre de 1985 para escuelas en terreno de transición. Esto se comprobó con el estudio de mecánica de suelos mencionado en el segundo inciso de este capítulo.

Se efectuó un análisis estático de los edificios con las cargas y factores mencionados. Se obtuvieron rigideces laterales de los marcos en dos sentidos, utilizando inercias equivalentes de traveses de concreto con lo indicado en las Normas de Emergencia, así como aplicando los valores del análisis estático

en c/u de ellos y calculando los cocientes V_i/A_i para cada entrepiso, donde V_i =cortante de entrepiso y A_i =desplazamiento relativo entre 2 niveles. Se sumaron los valores de rigideces por nivel y sentido y se obtuvieron las masas. La obtención de frecuencias, períodos, modos y cortantes dinámicos en cada sentido se calculó con un programa de computadora electrónica en el cual se incluye el espectro de respuesta indicado en las Normas de Emergencia. Los valores más significativos se indican a continuación.

	EDIFICIO 4 CRUJIAS		EDIFICIO 5 CRUJIAS	
	Sent. largo X	Sent. corto Y	Sent. largo X	Sent. corto Y
Vest (ton)	196.55	196.55	243.46	243.46
V _{din} (ton)	136.91	137.50	176.16	177.46
V _d /V _e	0.697	0.700	0.724	0.729
Período fundamen- tal T ₁	0.292	0.28	0.321	0.309
Desplaza- miento má- ximo del centro de rigideces con cor- tantes di- námicos (mult.xQ)	0.872cm	0.778cm	1.10cm	0.99cm
Despl. re- lativo -- máx. con cortantes dinámicos (mult.xQ)	0.34cm (2º nivel)	0.302cm (2º nivel)	0.426cm (2º nivel)	0.384cm (2º nivel)

La repartición de cortantes en marcos se realizó con un programa de computadora que toma en cuenta los efectos de torsión estática.

Los elementos mecánicos generados por este concepto se obtuvieron de igual manera.

- REVISION DE SECCIONES

Se utilizaron los criterios elásticos del manual AISC (American Institute of Steel Construction) para la revisión de los elementos de acero estructural considerando un coeficiente de 1.3 para la combinación de carga vertical con sismo.

Las columnas de concreto se revisaron para los elementos mecánicos obtenidos y los armados y resistencia del concreto indicados en los planos estructurales, así como la fórmula de Bresler y los diagramas de interacción de carga axial y momento flexionante de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de 1976. Se encontró que las columnas en los primeros dos niveles pasan justas ante carga vertical y en el tercer nivel pasan adecuadamente.

Debido a la forma del refuerzo se modificó el trabajo estructural de algunas traveses equivalentes, ya que se colocarían apoyos verticales al centro de algunos claros. Se revisó por medio del método de Carga Última que las nervaduras son adecuadas ante flexión y cortante para absorber los nuevos efectos.

- CIMENTACION

Con los datos obtenidos de los diferentes análisis fue posible conocer los valores de las descargas de la estructura a nivel de cimentación.

Se revisó la cimentación existente solicitada ante las nuevas cargas, encontrándose adecuada para una capacidad de carga del orden de 7 ton/m² en --

carga vertical \pm 9.5 ton/m² ante efectos sísmicos, de acuerdo con lo indicado en el estudio de mecánica de suelos.

La cimentación nueva necesaria para el desplante del eje junto al pasillo se diseñó con los valores indicados, optando por ligarla parcialmente a la cimentación existente. Los refuerzos se obtuvieron con el Método de Carga Última.

B) CIMENTACION

Básicamente el refuerzo de la cimentación puede clasificarse en dos tipos:

- 1.- Aumentar de sección los dados de la cimentación existentes para que sean capaces de transmitir la carga proporcionada por las columnas reforzadas.
- 2.- Construir contratraveses y dados nuevos, donde se desplantarán las columnas adicionales a las existentes. En la figura No. 18 se muestra la planta de cimentación de la Sección Secundaria, con los elementos existentes y los nuevos, así como la localización de los dados.

Para el refuerzo de los dados, existen siete tipos diferentes, de acuerdo con su localización y el tipo de carga que van a recibir:

*DADO D-1

Se localizan en el cruce de los ejes (Y')-(12), (Y')-(14), (U')-(18), - (U')-(19). Sobre ellos se desplantarán las columnas nuevas de los pasillos, y su armado consiste en ocho varillas de 1" con dos juegos de estribos de 3/8" - dispuestos a cada 15cm. La sección de concreto del dado es de 45x50cm, y lleva además cuatro anclas abrazadas por estribos locales de 3/8" a cada 15cm como se observa en la figura No. 19.

*DADO D-2

Se encuentran ubicados en las esquinas posteriores de ambos edificios, en las intersecciones de los ejes a-12, a-19, s-10 y s-17. Son los únicos da-

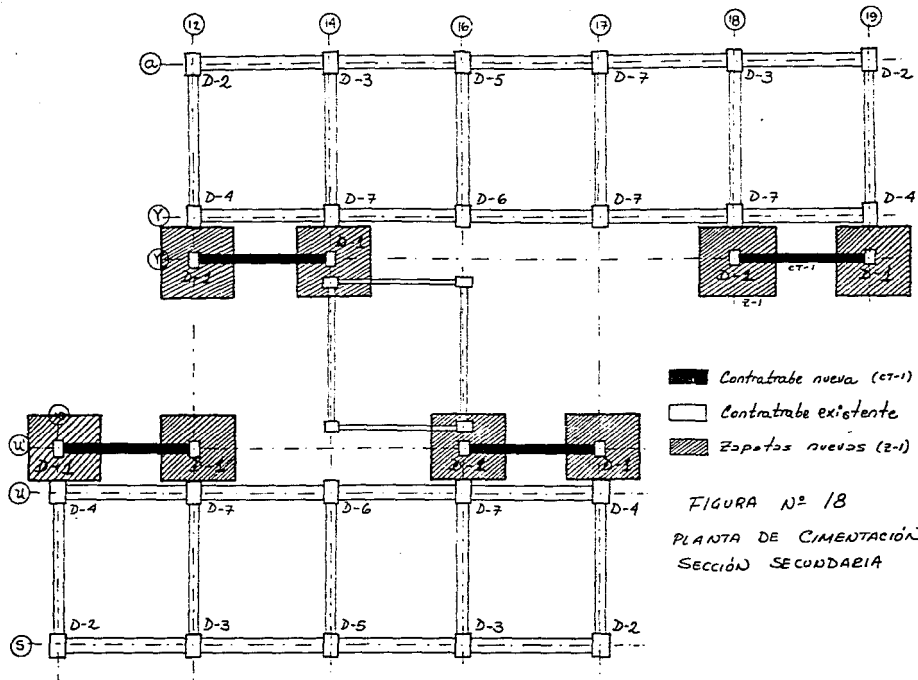


FIGURA N° 18
 PLANTA DE CIMENTACIÓN
 SECCIÓN SECUNDARIA

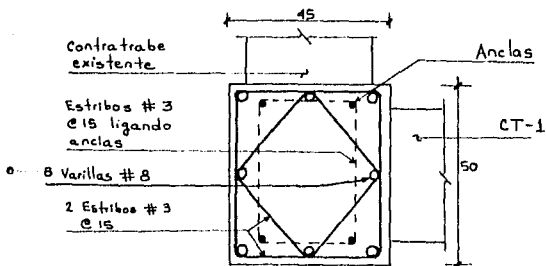
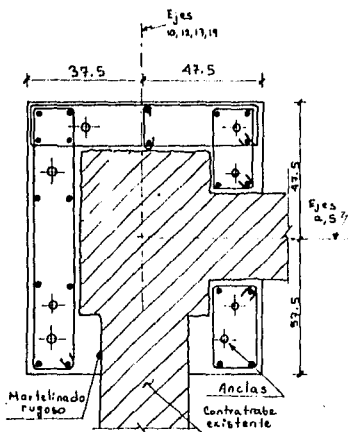
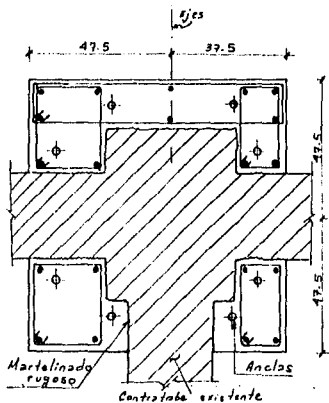


FIGURA N° 19 DADO D-1



6 Varillas # 6
 Estribos # 3 @ 20

FIGURA N° 20
DADO D-2



6 Varillas # 6
 Estribos # 3 @ 20

FIGURA N° 21
DADO D-3

dos que recibirán la carga de dos contravientos. Tiene la forma de una "U" que abraza al dado existente, librando las contratabes. Su armado es por medio de varillas longitudinales de 3/4" y estribos de 3/8" a cada 20cm, cuya disposición y dimensiones se ilustran en la fig. No. 20.

*DADO D-3

Su ubicación está en la intersección de los ejes a-14, a-18, s-12 y --s-16, recibiendo la carga de un contraviento metálico. Su armado es similar al dado D-2 con varillas longitudinales de 3/4" con estribos a cada 20cm, además de 8 anclas, como se observa en la fig. No. 21.

*DADO D-4

Se encuentra en las esquinas anteriores de ambos edificios, en el cruce de los ejes Y-12, Y-19, U-10, y U-17, recibiendo la carga de un contraviento metálico. Su sección de concreto es de 75x105cm armado con varillas de 3/4" y estribos de 3/8" a cada 20cm, además de siete anclas, como se muestra en la fig. No. 22.

*DADO D-5

Se localiza en la intersección de los ejes a-16 y S-14 en la parte posterior de ambos edificios. Sus dimensiones son de 75x105cm, armado con varillas de 3/4" y estribos de 3/8" a cada 20cm, además de 8 anclas. Soporta la carga de un contraviento metálico. (fig. No. 23).

*DADO D-6

Recibe la carga del contraviento metálico central al igual que el dado D-5 tiene las mismas dimensiones y armados. Recibe ocho anclas para el desplante de las columnas metálicas.

Se localiza en el cruce de los ejes Y-16 y U-14 como se observa en la fig. No. 24.

*DADO D-7

Se ubica en el resto de las intersecciones de los ejes, es decir en a-17, Y-14, Y-17, Y-18, u-12 y U-16. Al igual que los demás, está armado con

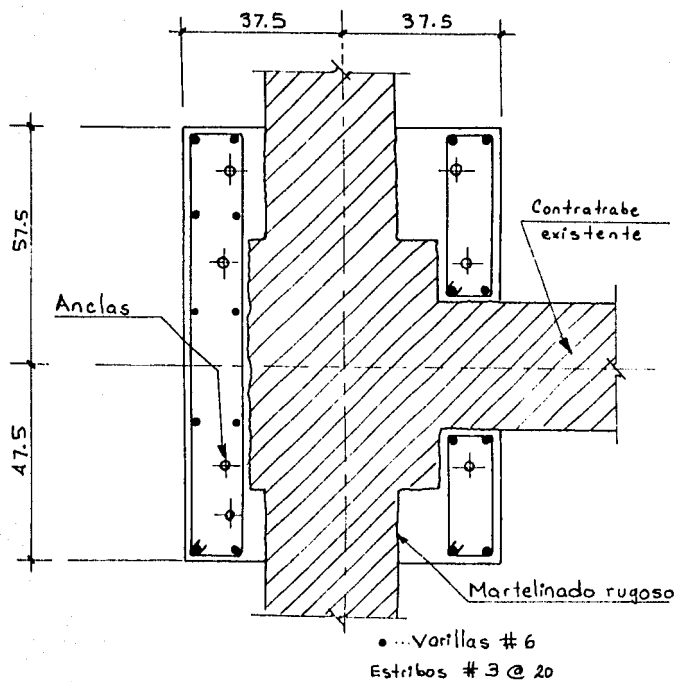


FIGURA N° 22 DADO D-4

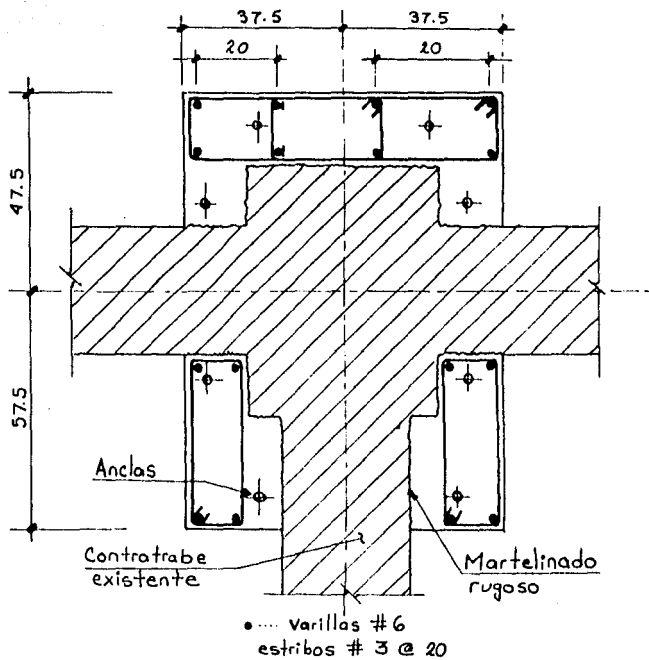
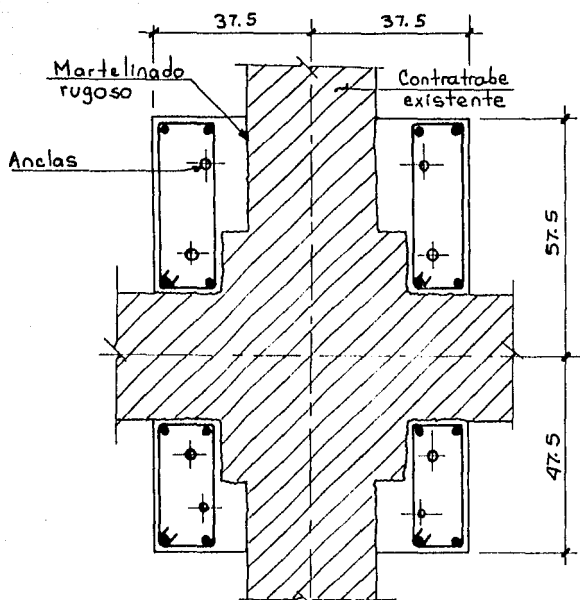


FIGURA N° 23 DADO D-5



••••• Varillas # 6
 ○○○○ Estribas # 3 @ 20

FIGURA N° 24 DADO D-6

varilla de 3/4" y estribos de 3/8" a cada 20cm, recibiendo seis anclas. Es el único que no recibe la carga de los contravientos metálicos. Sus dimensiones son de 75x95cm, como se ve en la fig. No. 25.

Como refuerzo adicional, en la zona donde se ampliará la sección de los dados, se incluirá una trabe embebida de la misma sección del dado, armada con tres varillas de 3/4" en cada lecho ancladas verticalmente 30cm y con estribos de 5/16" a cada 15cm, según fig. No. 26.

Además en las contratraves se deberán hacer perforaciones a cada 20cm para pasar estribos de 3/8" que abrazarán a las anclas donde se colocará la placa base para desplantar la estructura metálica.

El refuerzo de la cimentación tiene una importancia fundamental, pues to que al aumentar de peso la estructura se requiere un apoyo adecuado que permita tomar los momentos de volteo de la estructura, además de tener la capacidad adecuada para transmitir las cargas al suelo.

En la zona de los pasillos donde se desplantarán las columnas metálicas nuevas, se contempla la construcción de zapatas y contratraves para recibir la carga transmitida por las columnas.

Las zapatas Z-1 se localizan en las intersecciones de los ejes Y'-12, Y'-14, Y'-19, U'-10, U'-12, U'-16 y U'-17, siendo sus dimensiones de 3.50x2.00m en planta, con 20cm de espesor. Estas zapatas se ligan entre sí por medio de una contratrabe CT-1 cuya sección es de 0.37x1.80m, estando armada con cinco varillas de 1" en su lecho superior abrazadas por grapas de 1/2" a cada 25cm, en su lecho inferior lleva tres varillas de 1", con varillas intermedias de 3/8" a cada 30cm en ambas caras de la contratrabe. Todo este conjunto se encuentra confinado por medio de estribos de 3/8" espaciados en el tercio medio a cada 25cm y en los extremos a cada 20cm.

El armado de la zapata Z-1 establece 6 varillas de 1/2" en la longitud menor, y espaciadas a cada 20cm en la longitud mayor, figuras 27 y 28.

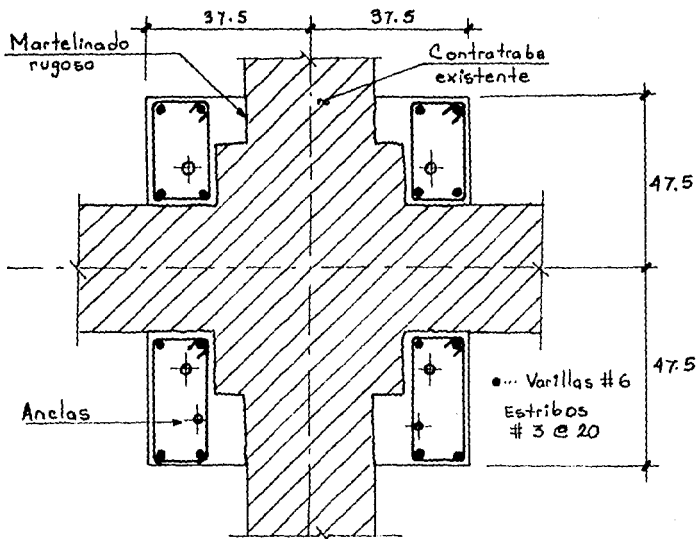


FIGURA N° 26 DADO D-7

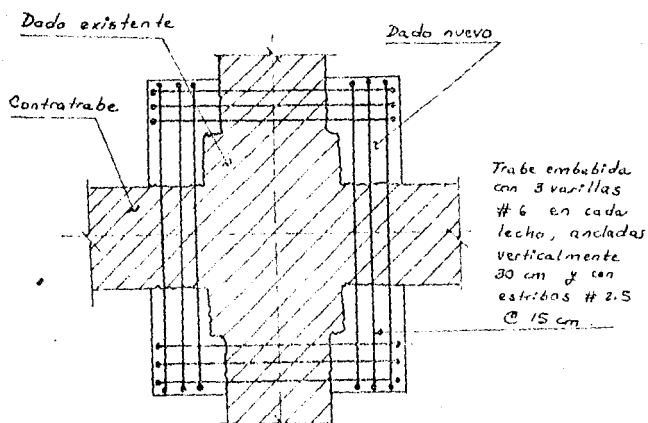
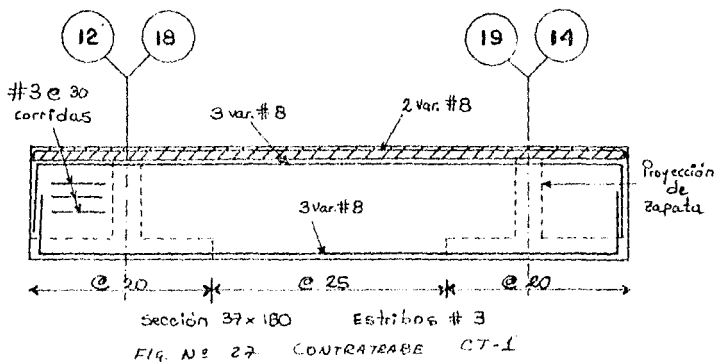


FIG. N° 26 TRABE EMBUDIDA EN DADOS



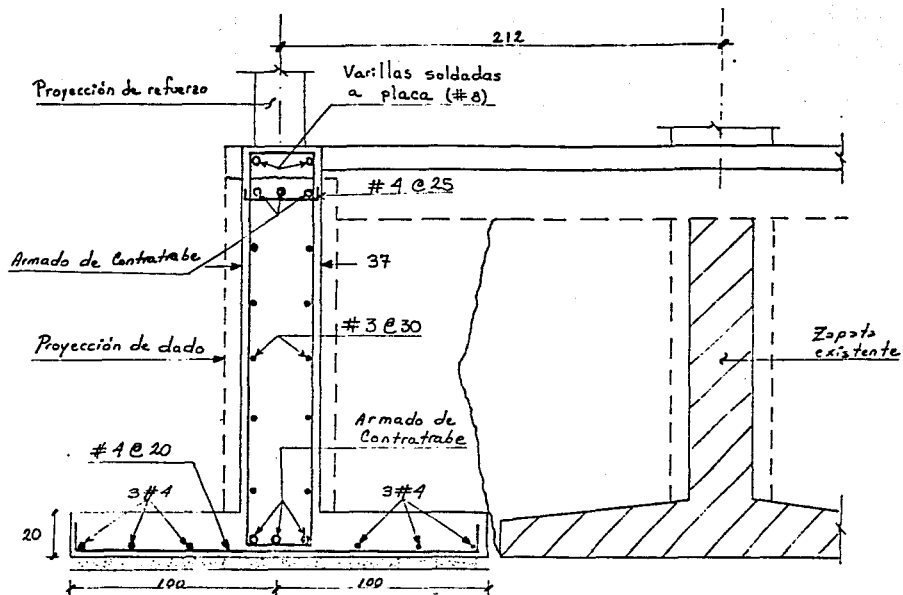


FIGURA N° 28 ZAPATA Z-1

C) ESTRUCTURA

El criterio para la rehabilitación de la estructura, es el de conservar las losas aligeradas en virtud del buen estado en que se encuentran, ampliar la sección de las columnas existentes por medio de ángulos y placas de acero estructural, y colocar contravientos de perfiles metálicos como se indic^ó en el inciso 2.2.

Respecto a las columnas, su refuerzo consiste en demoler su recubrimiento hasta descubrir los armados, colocando estribos de 3/8" adicionales alternados con los existentes; en seguida se formará un cajón con cuatro ángulos de 102x10mm ϕ 152x13mm en las esquinas, y placas de 3mm en el centro, el cual confinará a la columna existente, dejando un pequeño hueco que se colará posteriormente en tres etapas con lechada agua-cemento-aditivo expansor como se puede apreciar en la fig. No. 29.

En las placas de 3mm se colocarán tramos de varilla de 5/8" para lograr una mayor adherencia entre el refuerzo metálico y la lechada con aditivo.

Existen además ángulos de 152x10mm que se utilizarán básicamente para formar la base de la columna.

Este tipo de ángulos también se utiliza en la parte superior como remate perimetral, con el cual se formará el capitel de la columna.

Como se observa en la fig. No. 30, los ángulos no penetran la losa para continuar en la columna del nivel superior. Esto obedece a que no es necesaria la continuidad física del refuerzo metálico puesto que la losa se encuentra en excelentes condiciones estructurales, y las camisas metálicas funcionan únicamente para confinar la columna, aumentando su capacidad de carga y su resistencia a esfuerzos cortantes inducidos por flexión y/o torsión. Así, con el capitel formado por la pasta cemento-agua-aditivo se logra transmitir la -- carga a las columnas de los niveles inferiores. En las columnas de desplante y en aquellas donde llegarán los contravientos, se deberán de colocar placas -

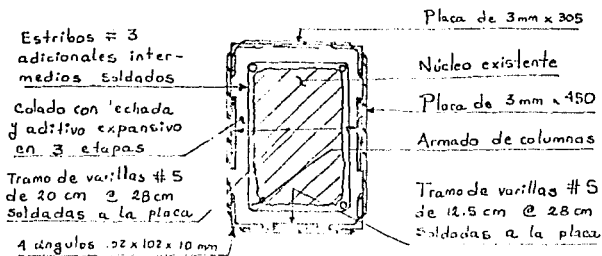


FIG. Nº 29 SECCIÓN TÍPICA DEL REFUERRO DE COLUMNAS

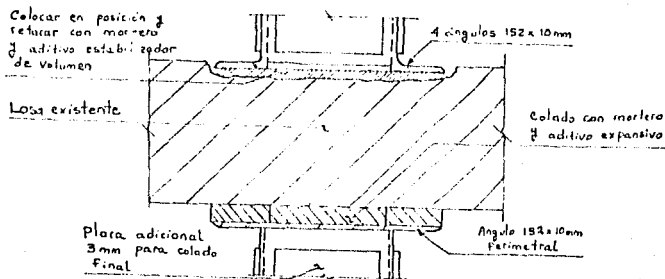


FIG. Nº 30 CAPITEL DE COLUMNAS

cuya descripción se hará más adelante.

En la fig. No. 31, se esquematiza una columna típica reforzada, donde se observan los detalles mencionados anteriormente.

Este es el criterio a seguir para el refuerzo de las columnas. Sin embargo, habrá casos en que no se requiera reforzar alguna columna debido a que se encuentra en buen estado y no recibe contravientos ni carga importante, o bien habrá otras cuyo núcleo central esté totalmente fracturado, en cuyo caso se deberá de demoler y recolar conforme al procedimiento indicado en el capítulo III.

En el caso de las columnas de los ejes Y' y U', estas se encuentran -- formadas por dos perfiles canal de 8" ó 10 ligeros, que integran una sección en cajón.

De igual forma, los contravientos metálicos están formados por canales de 8" ligeras.

Estos se localizan en las crujeas extremas y central de cada edificio como se ilustra en la fig. No. 32.

En elevación, los contravientos se encuentran de la forma indicada en la fig. No. 33.

Las uniones de columnas y contravientos se logran por medio de placas y ángulos soldados, adicionando en algunos casos varillas para reforzar las juntas. A continuación se efectuará una descripción detallada de las juntas entre columnas y contravientos, comenzando por las de desplante, cuya localización se indica en la fig. No. 34.

JUNTA J-A

Se localiza en las intersecciones de los ejes Y'-12, Y'14, Y'18, Y'-19,

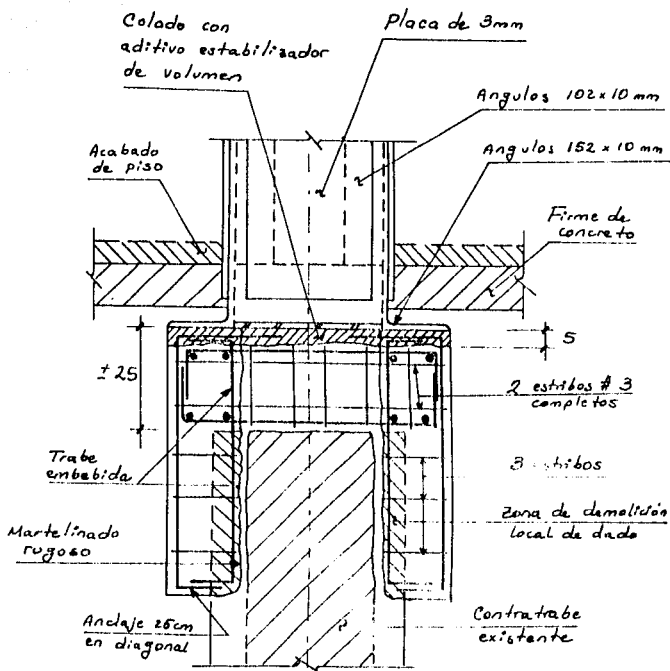
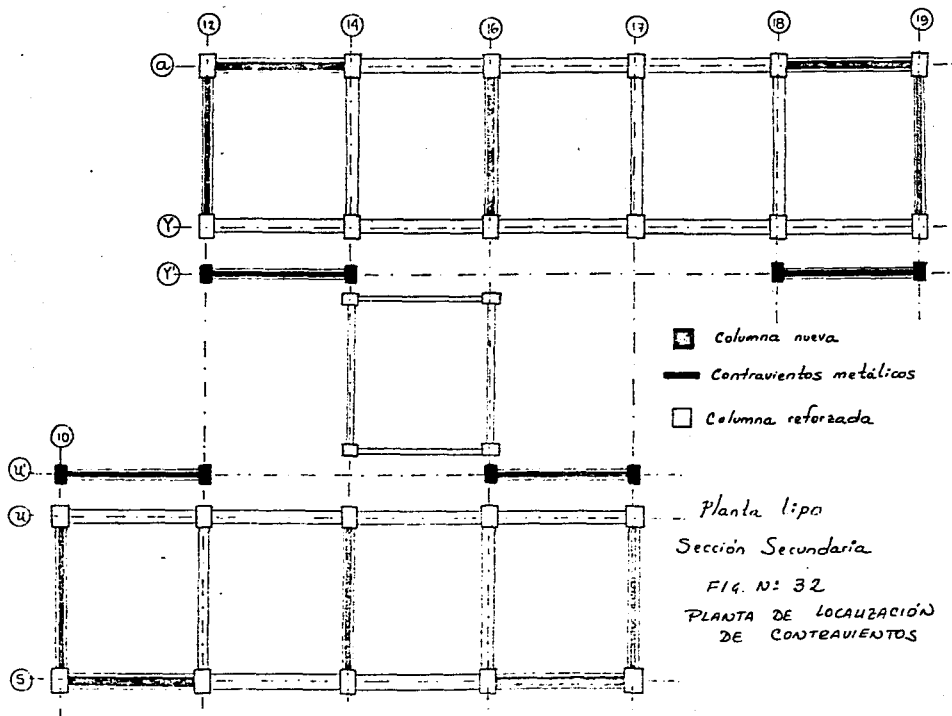


FIG. 31 DETALLE DEL REFUERZO DE COLUMNAS



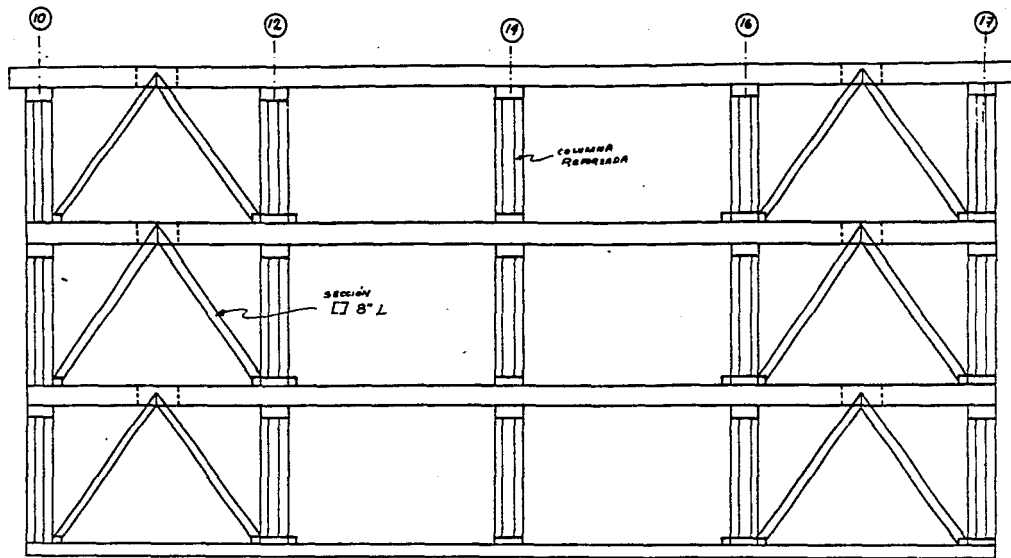


FIG. Nº 33 ELEVACIÓN EDIFICIO 4 CRUJÍAS
SECCIÓN SECUNDARIA EJES U' y Y'

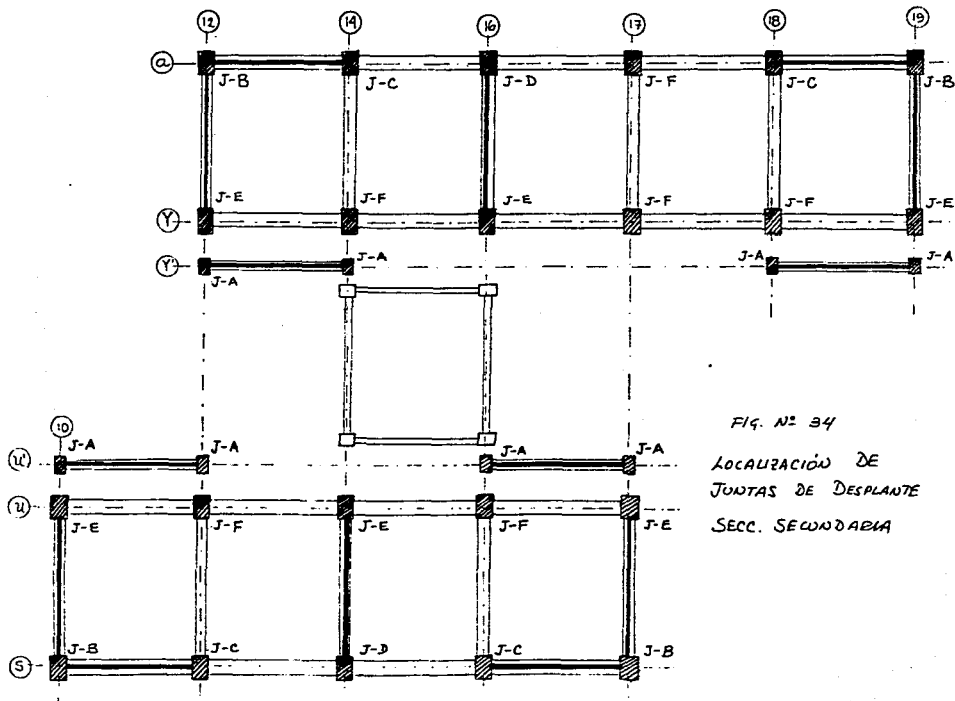


FIG. N° 34
 LOCALIZACIÓN DE
 JUNTAS DE DESPLANTE
 SECC. SECUNDARIA

U'10, U'12, U'-16 y U'17, donde se desplantarán las columnas nuevas formadas por canales de 8" L. Reciben la carga de un contraviento metálico. Su placa base es de 40x50cm de lado, de 32mm de espesor la cual se ligará al dado de cimentación por medio de cuatro anclas metálicas de 32mm de diámetro y 1.40m de longitud. Junto a la paca base se soldará una placa vertical de 25mm, con medidas de 35x17cm para apoyar los cartabones de 13mm que se colocarán a los lados de la unión del contraviento con la columna como se ve en la fig. No.35.

*JUNTA J-B

Se localiza en la intersección de los ejes a-12, a-19, s-10 y s-17, en las esquinas posteriores de ambos edificios. Reciben la carga de dos contravientos metálicos, su placa base es de 96.0x79.5cm de lado, de 32mm de espesor ligándose al dado de la cimentación a través de diez anclas metálicas. En el sentido perpendicular a los ejes a y s junto a la placa base llevará una placa de 35x17cm de 25mm de espesor, y en el otro sentido se hará de igual forma.

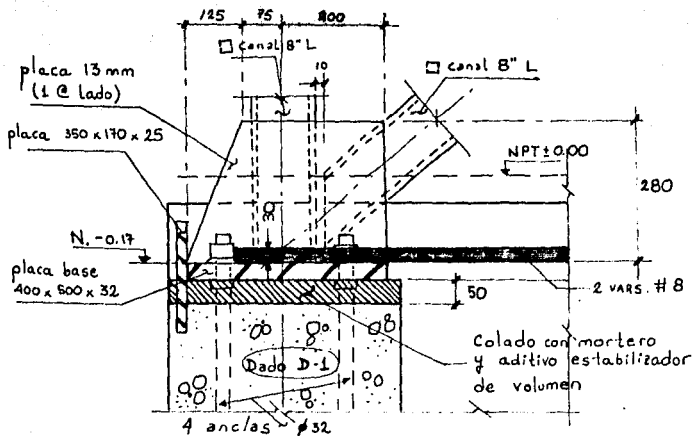
En la parte inferior de la junta, sobre la placa base se soldarán dos varillas de 1 1/4" en el sentido de los ejes número y dos varillas de 1" en el sentido de los ejes letra, las cuáles funcionarán como tensores, como se ve en la fig. No. 36.

*JUNTA J-C

Se encuentra en el cruce de los ejes a-14, a-18, s-12 y s-16, en la parte posterior de los edificios, recibiendo la carga de un contraviento metálico. Su placa base es de 64x84cm, de 32mm de espesor, anclada a la cimentación con 8 redondos de 3/4" de diámetro y 90cm de longitud. Los detalles de placas adicionales y atiesadores, así como los tensores de 1", se muestran en la fig. -- No. 37.

*JUNTA J-D

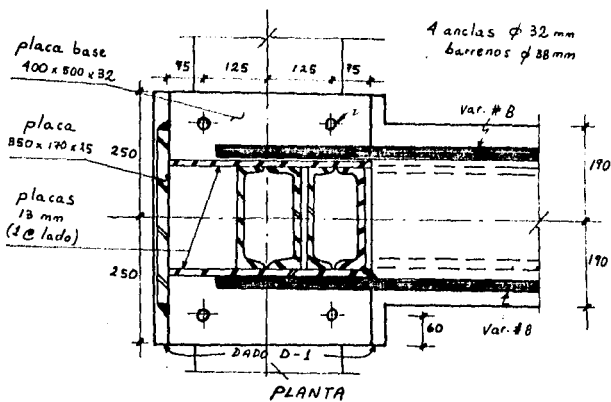
Se ubica en la parte central y posterior de ambos edificios en el cruce de los ejes a-16 y s-14, recibiendo la carga de un contraviento metálico. Su placa base es de 32mm de espesor, anclada al dado con ocho redondos de 3/4" de



ELEVACION

JUNTA J-A

FIGURA N° 35



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

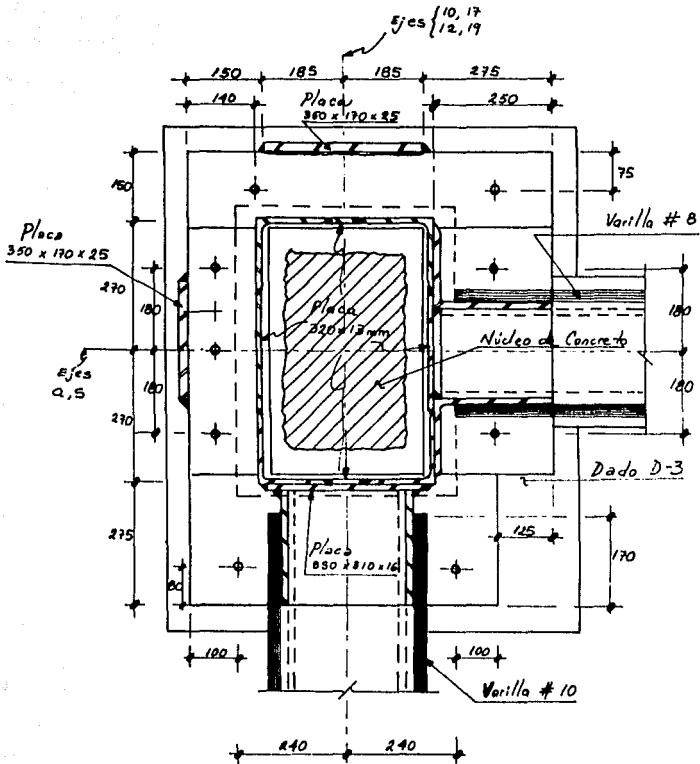


FIG. 36 JUNTA J-B

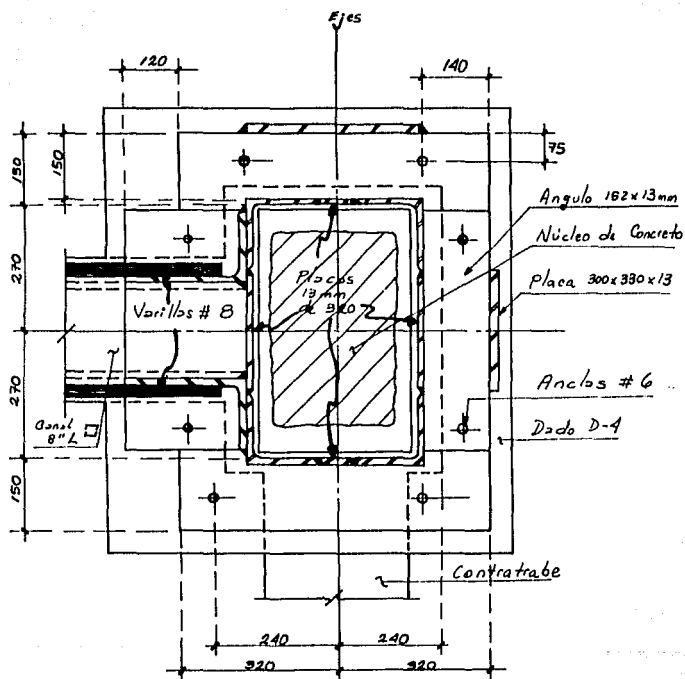


FIG. 37 JUNTA J-C

diámetro y 90cm de longitud. Se indica una placa vertical junto a la placa base de 35x17cm y 25mm de espesor, además de las placas que forman el cajón para recibir el contraviento como se observa en la fig. No. 38.

*JUNTA J-E

Se ubica en la intersección de los ejes Y-16 y U-14, recibiendo al igual que el anterior, la carga del contraviento metálico localizado en la parte central de los edificios, sobre los ejes 14 y 16. Su placa base es de 96,5x76cm de 32mm de espesor, ligada a la cimentación a través de diez anclas de 3/4" de diámetro y 90cm de longitud. Se une a la junta J-D por medio de dos varillas de 1 1/4" soldadas a la placa base y al cajón del contraviento, las cuales funcionan como tensores según se aprecia en la fig. No. 39.

*JUNTA J-F

Es el último tipo de juntas de desplante, localizada en el cruce de los ejes Y-14, Y-17, Y-18, A-17, U-12 y U-16; no recibe cargas por parte de contravientos, sirviendo únicamente para desplantar el refuerzo de la columna existente.

Su placa base es de 67x84cm, de 25mm de espesor, anclado al dado D-7 a través de 9 redondos de 3/4" y 90cm de longitud. Alrededor de la columna se indica un refuerzo con ángulo de 152x152x10mm perimetral como se ve en la fig. No. 40.

Para las juntas de conexión en los niveles superiores (1° 2° y azotea), tendremos las plantas y cortes indicados en las figuras 41, 42 y 43.

Antes de comenzar la descripción de estas juntas, se presenta un detalle de refuerzo local en la losa aligerada, en la zona donde convergen los dos contravientos metálicos, tanto en los ejes centrales como en los de la orilla formándose una especie de capitel en esta zona, cuya finalidad es rigidizar la convergencia de los contravientos para lograr una mejor transmisión de las cargas e impedir que el contraviento produzca en la losa un efecto de penetración, como se indica en las figuras 44, 45 y 46.

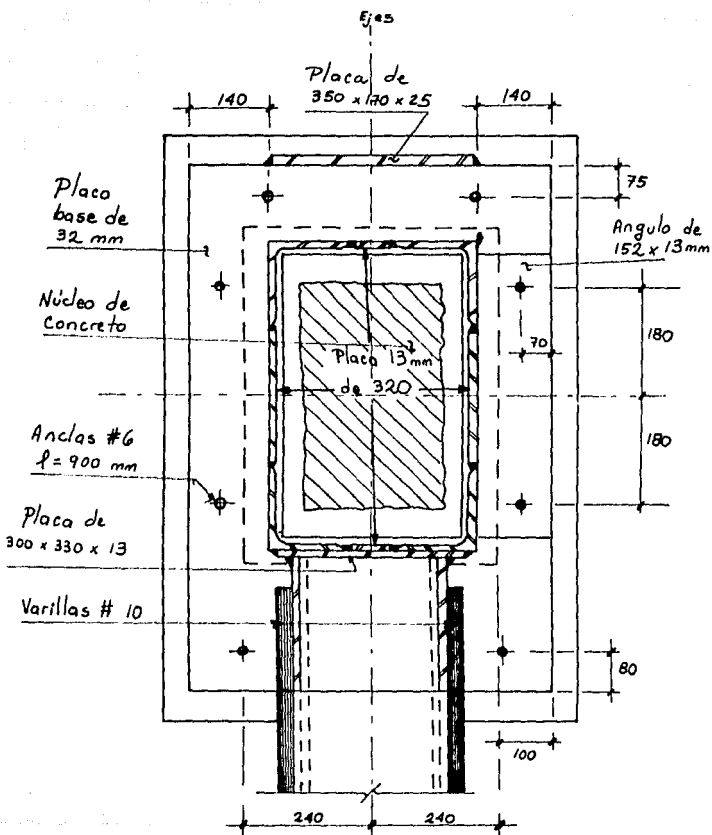


FIG. 38 JUNTA J-D

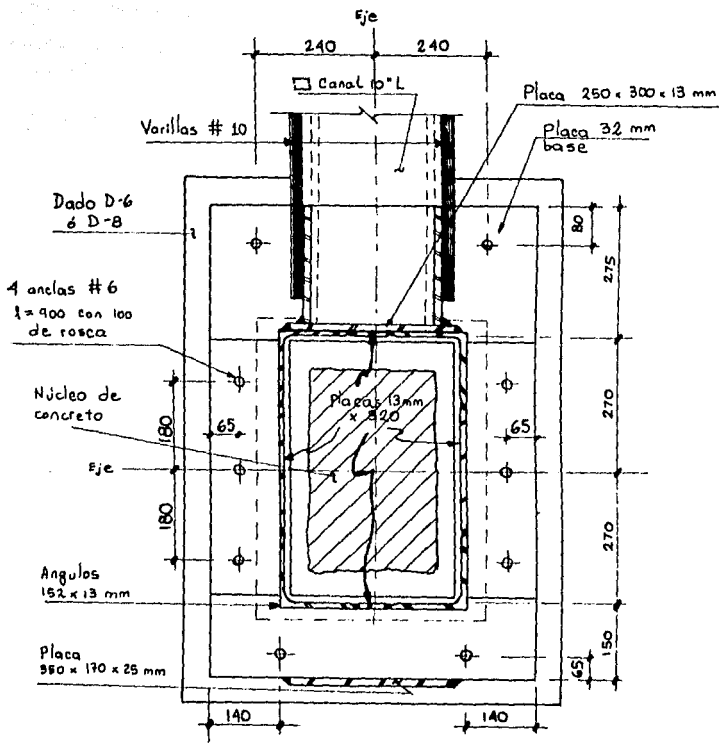


FIG. 39 JUNTA J-E

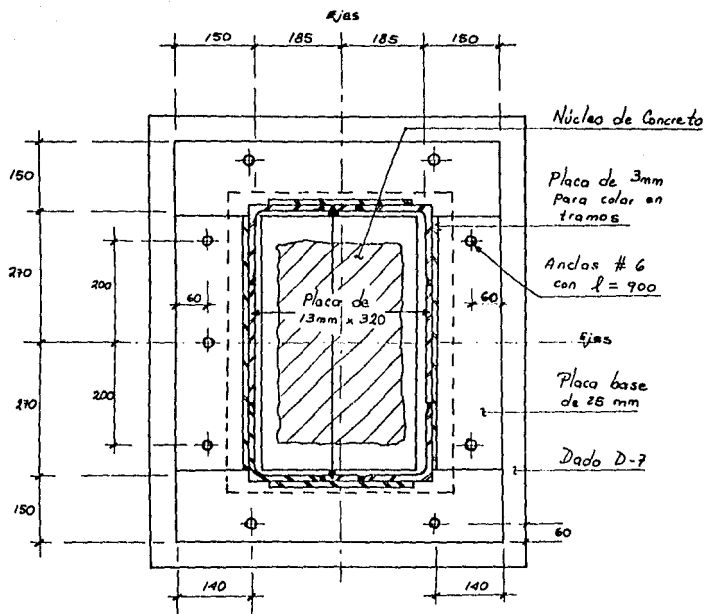
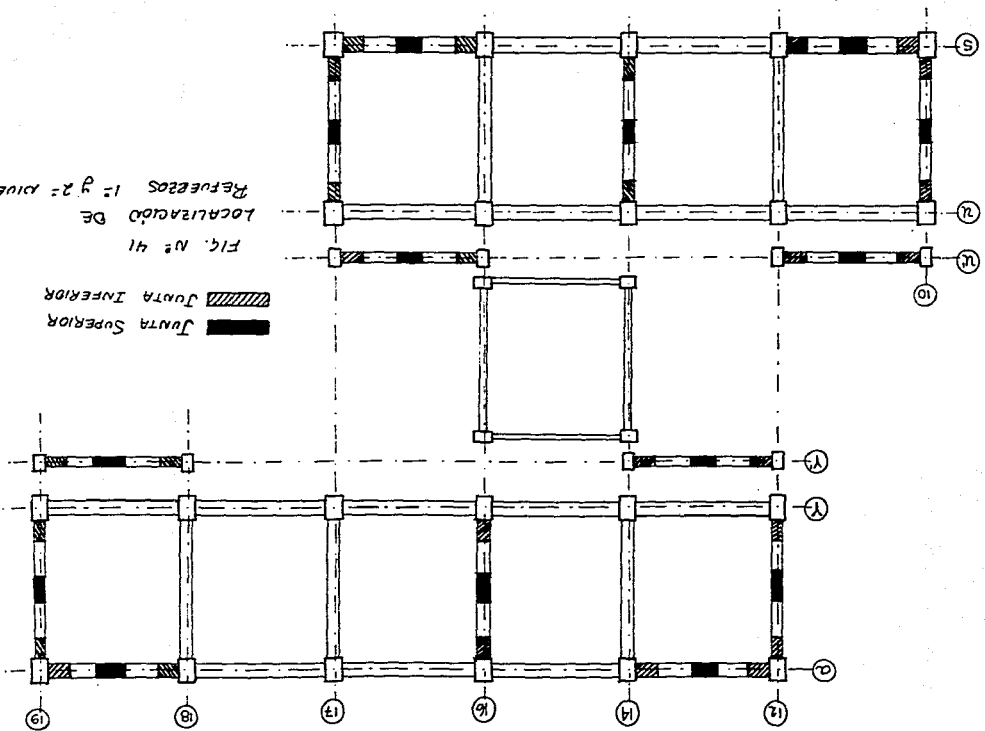


FIG. 40 JUNTA J-F

FIG. N.º 41
 LOCALIZACIÓN DE
 REFUERZOS 1.º y 2.º NIVEL



JUNTA SUPERIOR
 JUNTA INFERIOR

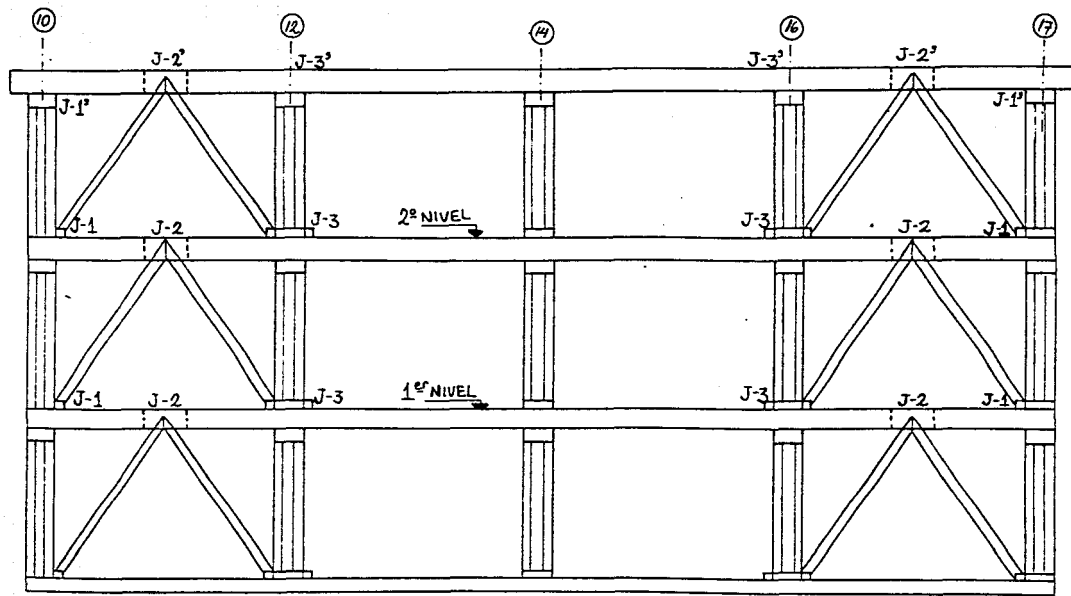


FIG. 42 ELEVACIÓN MARCOS EJES Q, Y, S

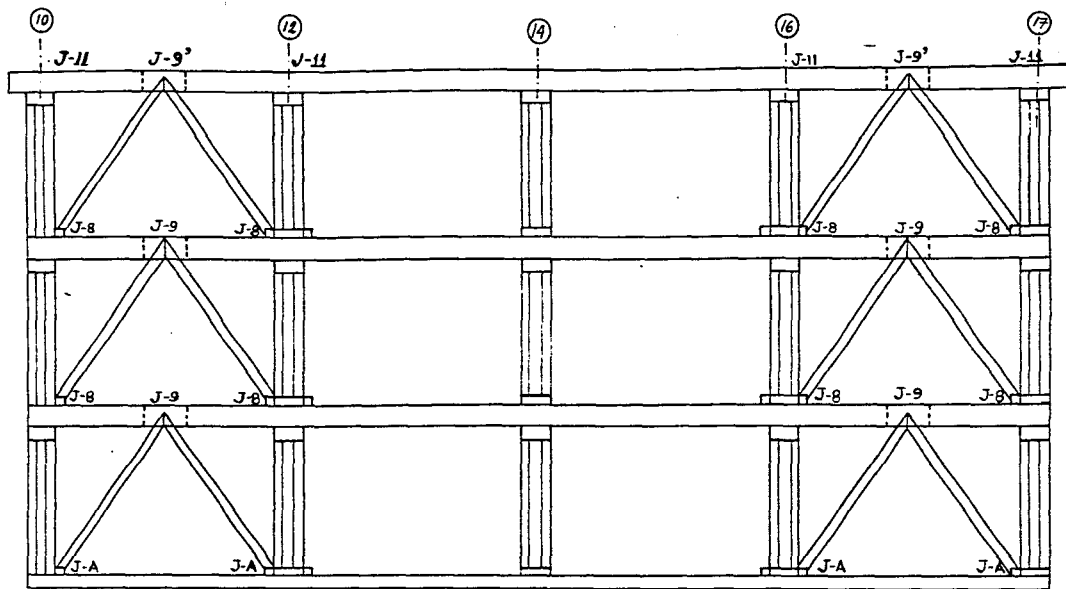


FIG. N^o 43 ELEVACIÓN MARCOS EJES 2L', Y'

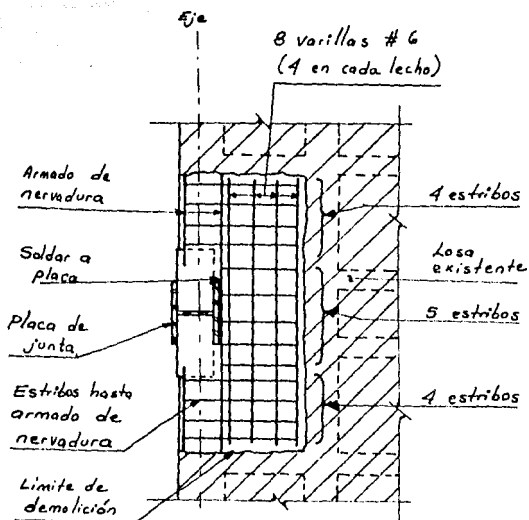


FIG. N° 44
 REFUERZO LOCAL EN LOSA
 EJES 10, 12, 17 y 19

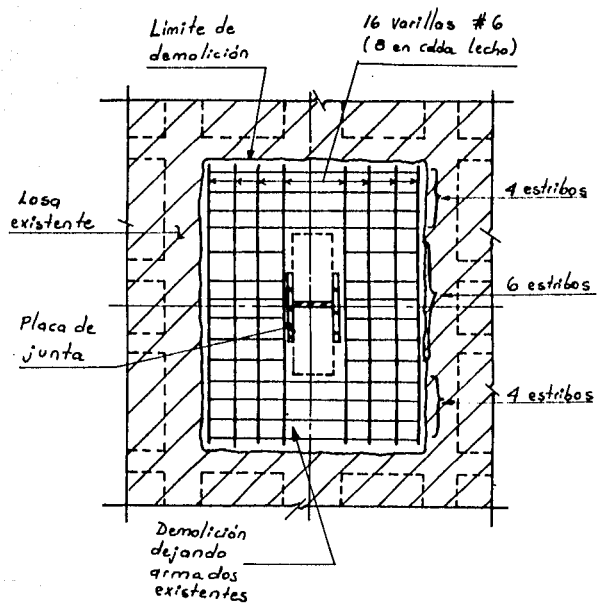


FIG. N^o 45
REFUERZO LOCAL EN LOSA
EJES 14 y 16

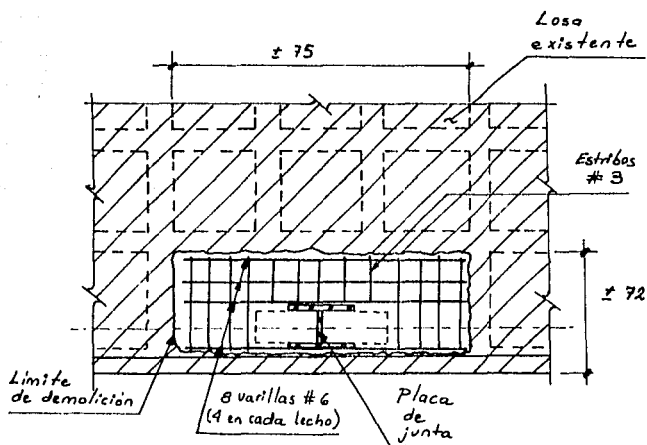


FIG. N° 46
 REFUERZO LOCAL EN LOSA
 EJES Y', U'

Convencionalmente para el primer y segundo entrespiso, llamaremos juntas de arranque a aquellas donde nace el contraviento metálico, es decir en la parte inferior de la columna del nivel correspondiente, y juntas de convergencia a aquellas donde se unen dos contravientos en la losa aligerada, cuyo refuerzo vimos en el párrafo anterior.

Las juntas de arranque se caracterizan básicamente por tener un cajón formado por placas y atiesadores donde descansa el contraviento, en cuya base se sueldan dos varillas de 1" ó 1 1/4" según el caso, que funcionarán como tensores. Algunas cajas de contravientos están formadas por tramos de viguetas IPR despatinadas de un lado.

Dentro del grupo de juntas de arranque se encuentran las juntas J-1, - J-3, J-4, J-5, J-6 y J-8 en el primer y segundo niveles, cuya descripción gráfica se aprecia en las figuras 47 a 52.

En cuanto a las juntas de convergencia, su característica principal son dos placas cuadradas que se sitúan a los lados de la unión de los dos contravientos metálicos, teniendo en la parte central un atiesador diagonal que separa perfectamente a ambas placas. En la parte superior de estas placas se sueldan las dos varillas de 1" que actúan como tensores, los cuales se unen con la caja del contraviento localizado en la junta de arranque del nivel superior, como se indica en la figura No. 53.

Sobre el contraviento se sueldan además tramos de 15cm de ángulos de 102x102mm de espesor variable según el caso.

En este grupo se ubican las juntas J-2, J-7, J-9 y J-10, en el primero y segundo niveles, detallándose en las figuras 54 a 57.

Para el caso de la azotea, tenemos dos tipos de juntas: las juntas de convergencia, denominadas como J-2', J-7', J-9' y J-10, cuyos esquemas se muestran en las figuras 58 a 61, y las juntas de remate, es decir aquellas donde

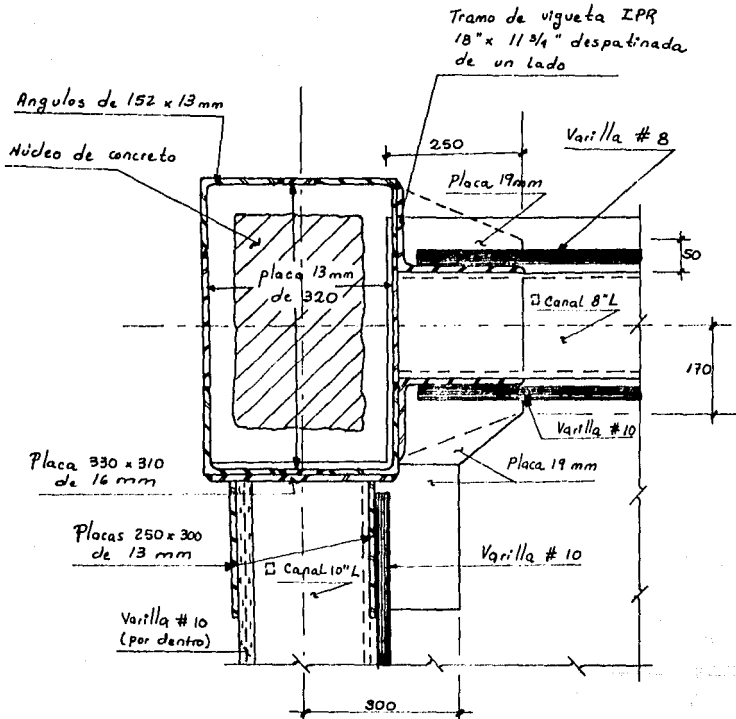


FIG. N° 47 JUNTA J-L

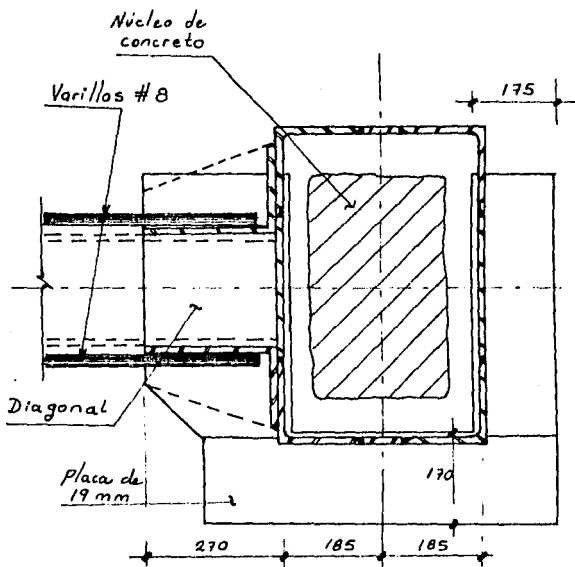


FIG. N° 48

JUNTA J-3

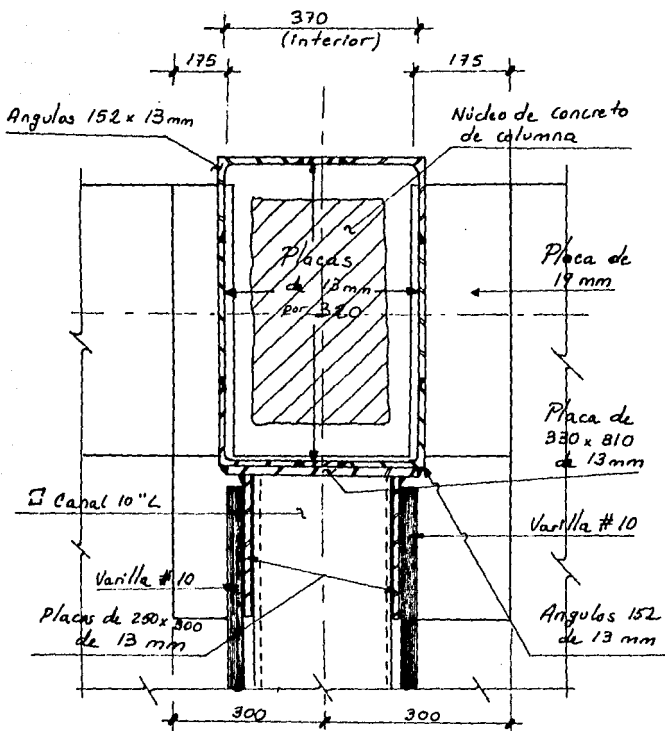


FIG. N° 49

JUNTA J-4

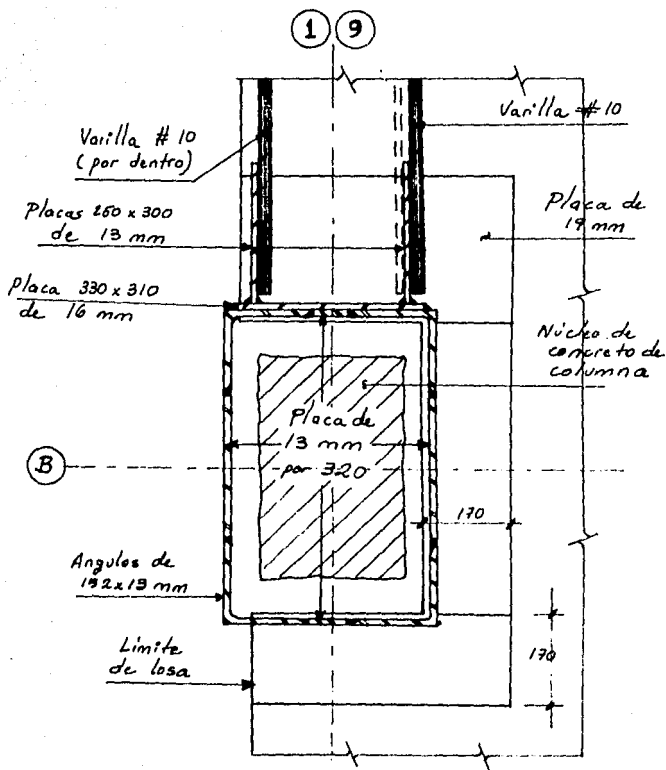


FIG. N^o 50
 JUNTA J-5

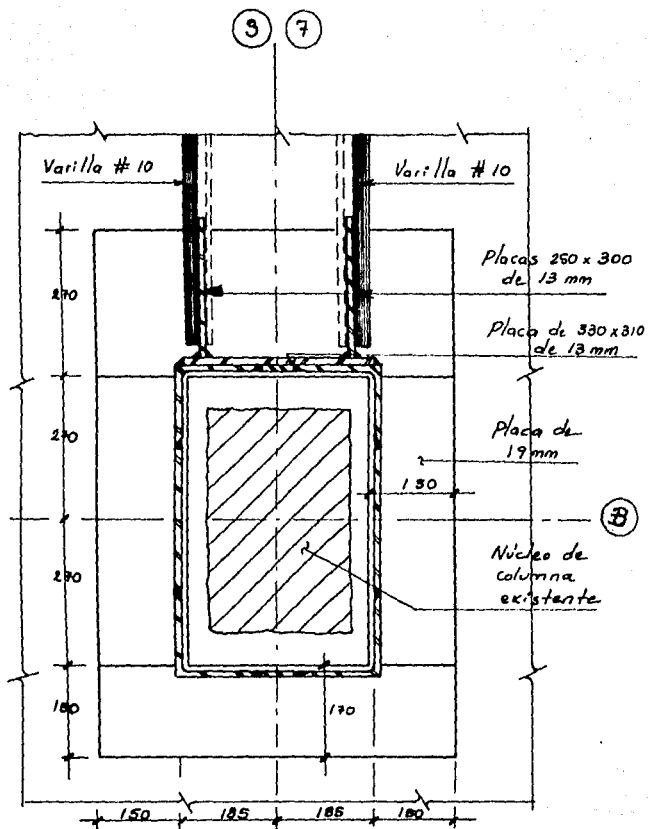


FIG. N° 51
 JUNTA J-6

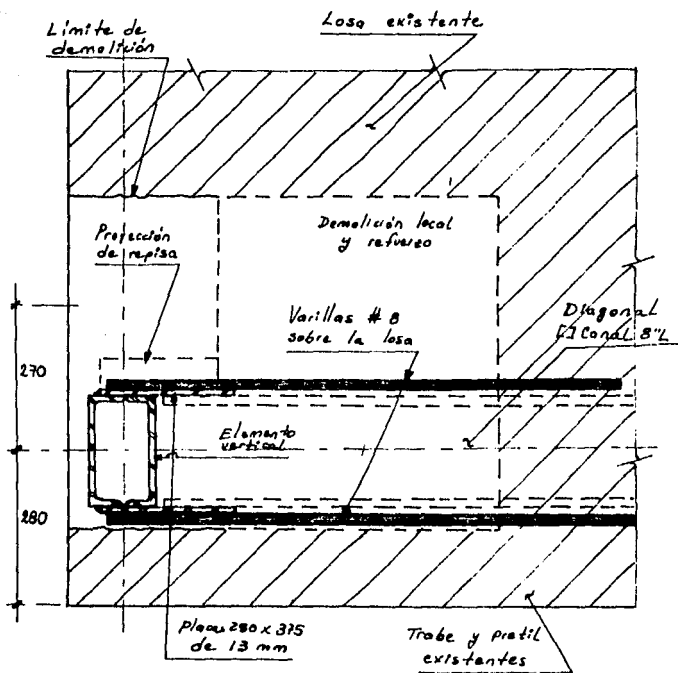


FIG. N° 52 JUNTA J-B

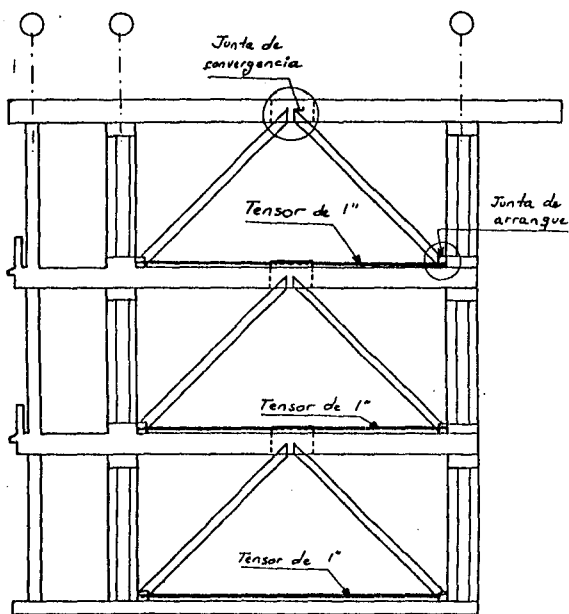


FIGURA N^o 53

TENSORES EN JUNTAS DE ARBANQUE
Y CONVERGENCIA

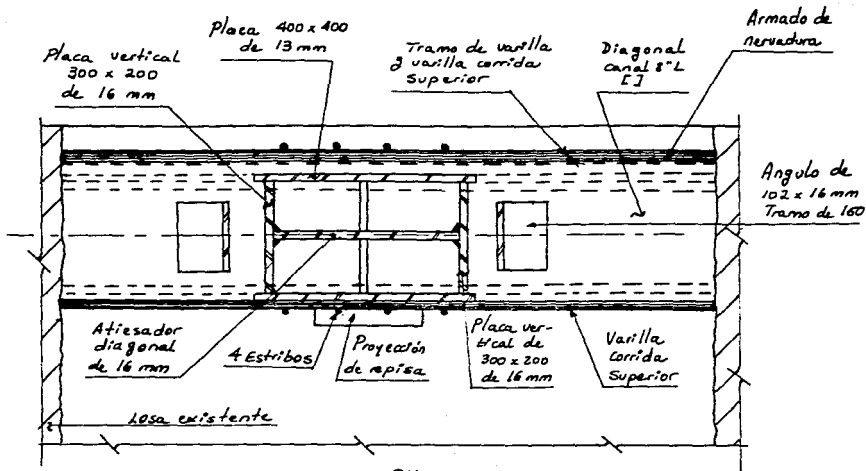


FIG. N° 64
 JUNTA J-2

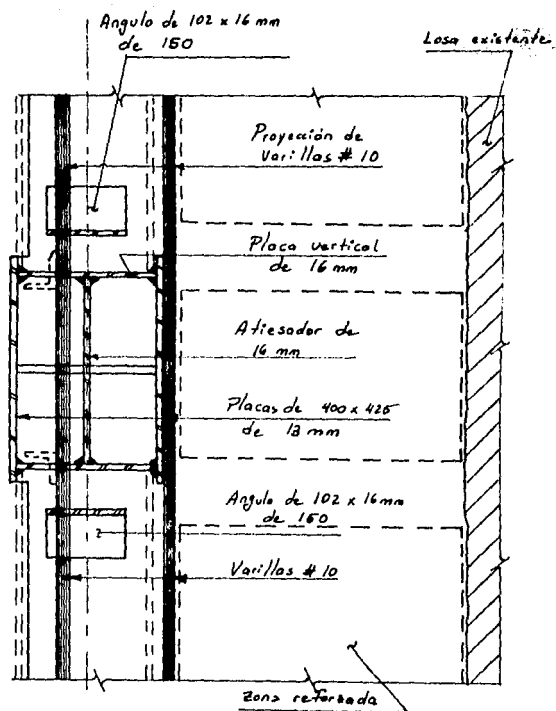


FIG. Nº 55

JUNTA J-7

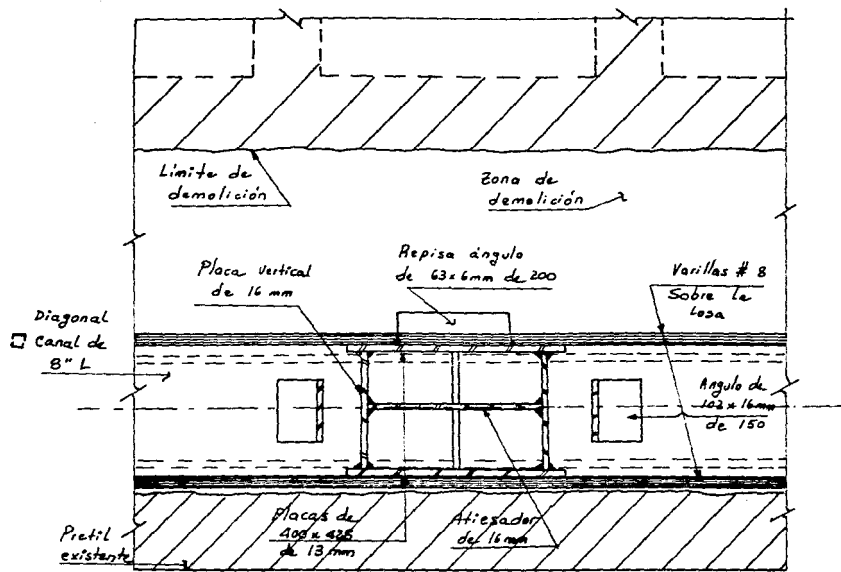


FIG. Nº 56

JUNTA J-9

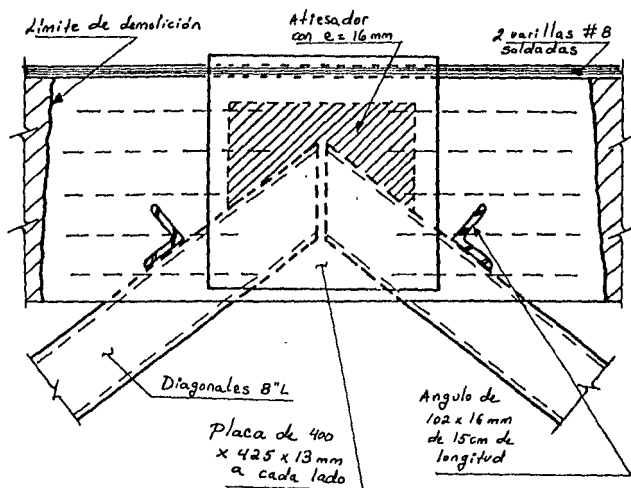


FIG. N° 57

JUNTA J-10

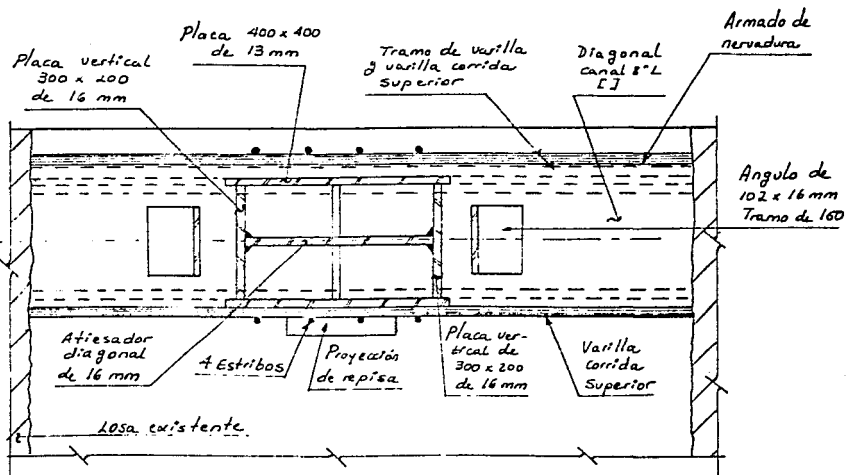


FIGURA N° 58

JUNTA J-2'

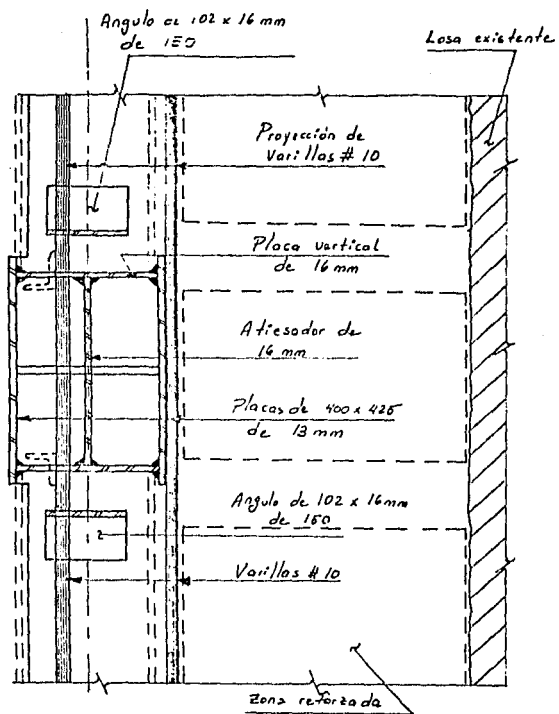
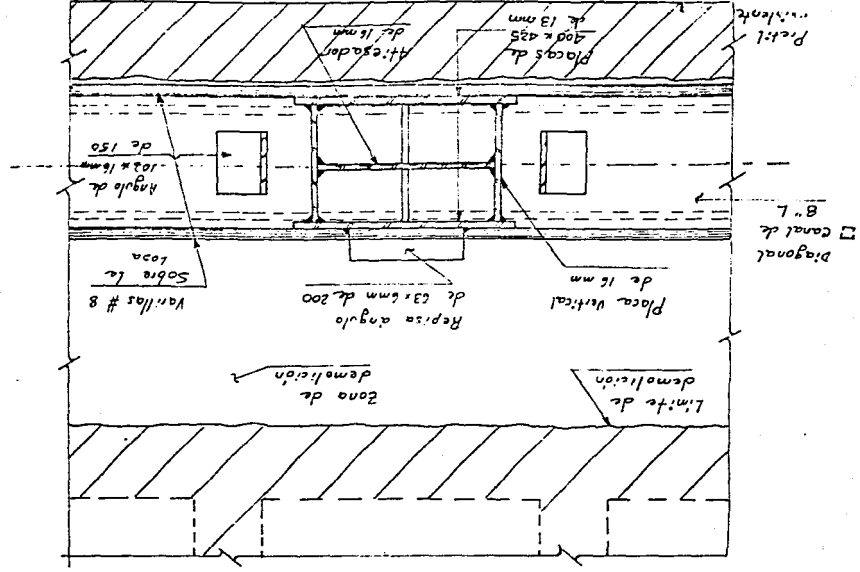


FIG. N^o 59
 JUNTA J-7'

FIG. N.º 60
JUNTA J-9'



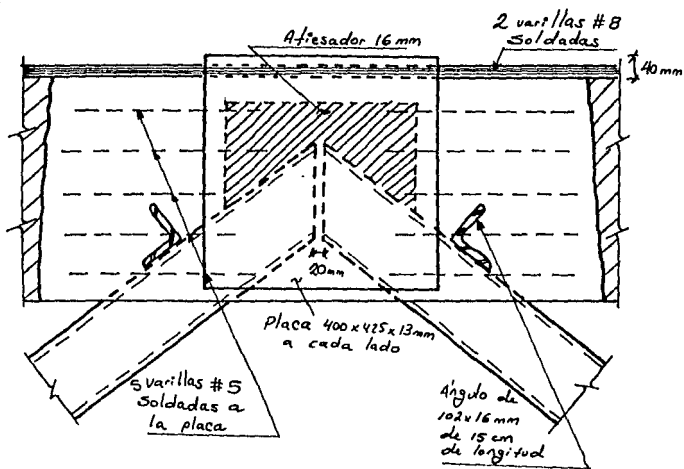


FIG. N^o 61

JUNTA J-10'

termina la columna reforzada, cuya localización y descripción se tienen en las figuras 62 a 68.

Para el refuerzo de la escalera del cubo central, se tienen dos postes denominados PM, formados por dos ángulos de 152x13mm, los cuales se desplantarán sobre un dado de sección inferior de 30x45cm y sección superior de 45x45cm por medio de una placa base de 35x35cm y 25mm de espesor, como se indica en las figuras 69 a 71.

El apoyo del entrepiso de la escalera sobre los postes PM se logra a través de placas y cartabones de 16mm, sobre los cuales se colará un mortero con aditivo estabilizador de volumen para garantizar la transmisión de las cargas a los postes.

Finalmente, para la rehabilitación de los muros divisorios de block vidriado, se deberá construir una dala de desplante con $h=15\text{cm}$ armada con 4 varillas de $3/8''$ y estribos de $1/4''$ a cada 20cm. Para el remate de los muros, se deberá dejar una holgura mínima de 1cm, fijándose a la losa superior por ambos lados para evitar volteo del muro, por medio de ángulos metálicos de lámina -- cal. 20, de $1\ 1/2'' \times 1\ 1/2''$, debiendo ser la dala de remate de $h=10\text{cm}$, armada con dos varillas de $5/16''$ y grapas de $1/4''$ a cada 20cm, como se indica en las figuras 72 y 73.

Además, en los muros deberán colocarse castillos embebidos con dos varillas de $3/8''$ a cada 1.5m como máximo, colocándose un refuerzo horizontal con escalerilla de alambre del No. 12 a cada cuatro hiladas. El mortero utilizado para el junteo deberá de tener una resistencia de 120 kg/cm² y fabricado con cemento-mortero-arena.

2.4.2 SECCION PREPARATORIA

a) Memoria de Cálculo

- DESCRIPCION GENERAL

En la preparatoria se tienen dos edificios de tres niveles de concreto

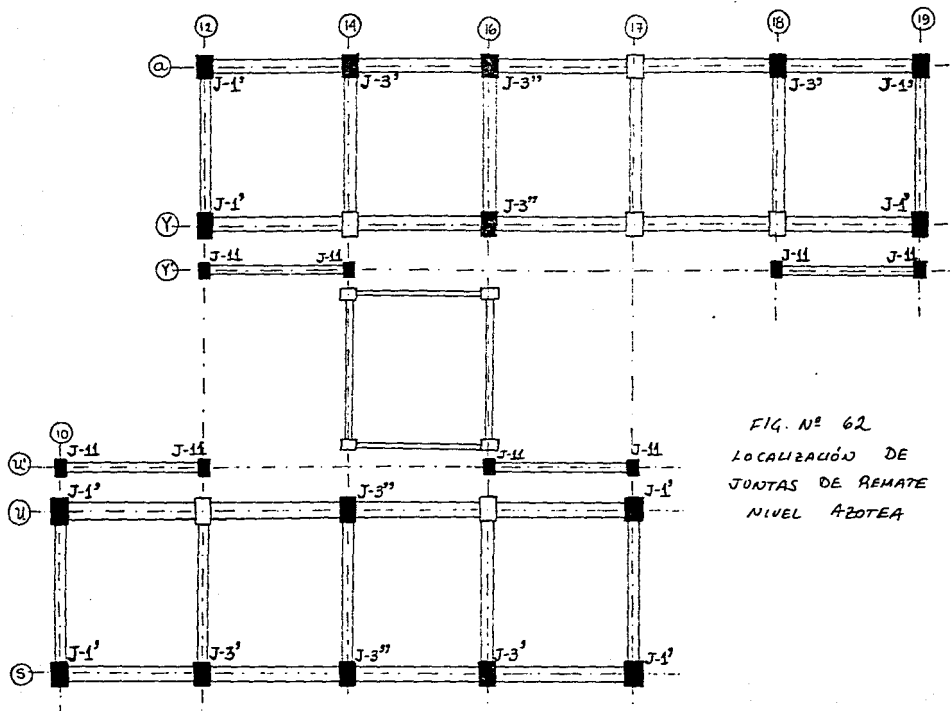


FIG. N° 62
 LOCALIZACIÓN DE
 JUNTAS DE REMATE
 NIVEL AZOTEA

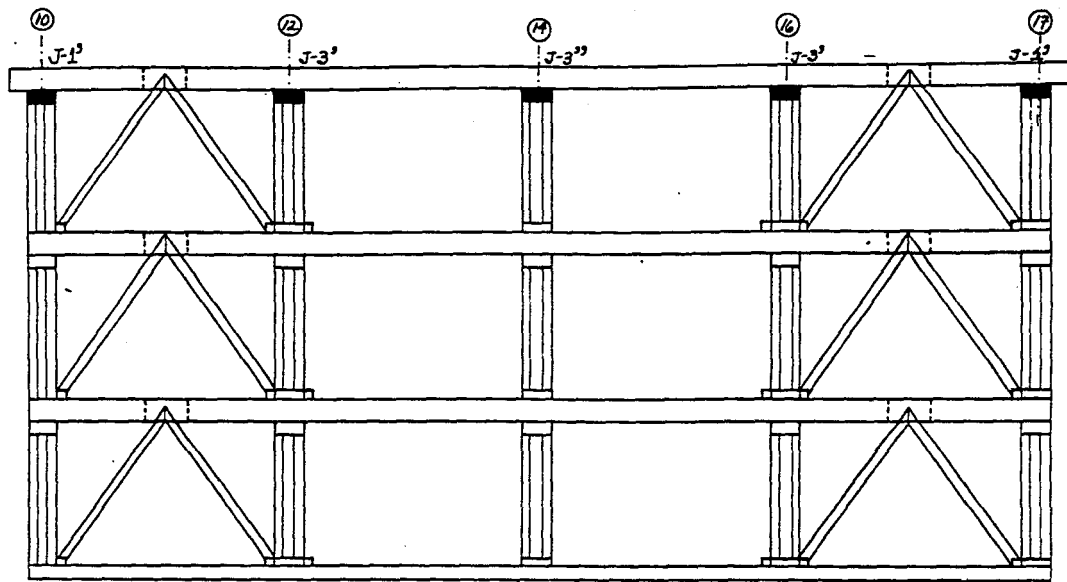


FIG. N^o 63 ELEVACIÓN MARCO EJES a, Y, S

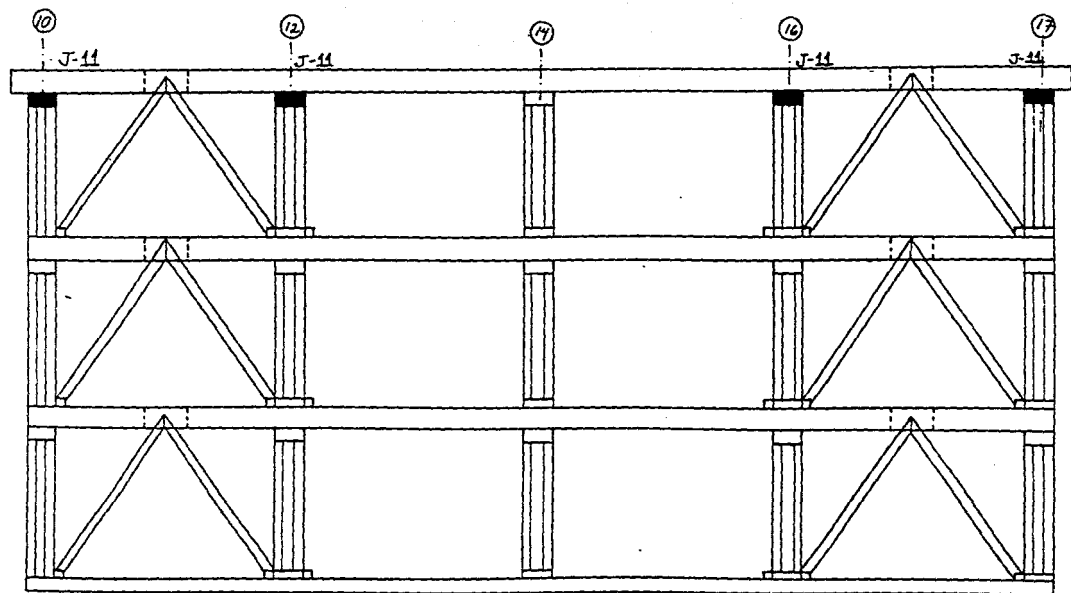


FIG. N° 64 ELEVACIÓN MARCO EJES 2', Y'

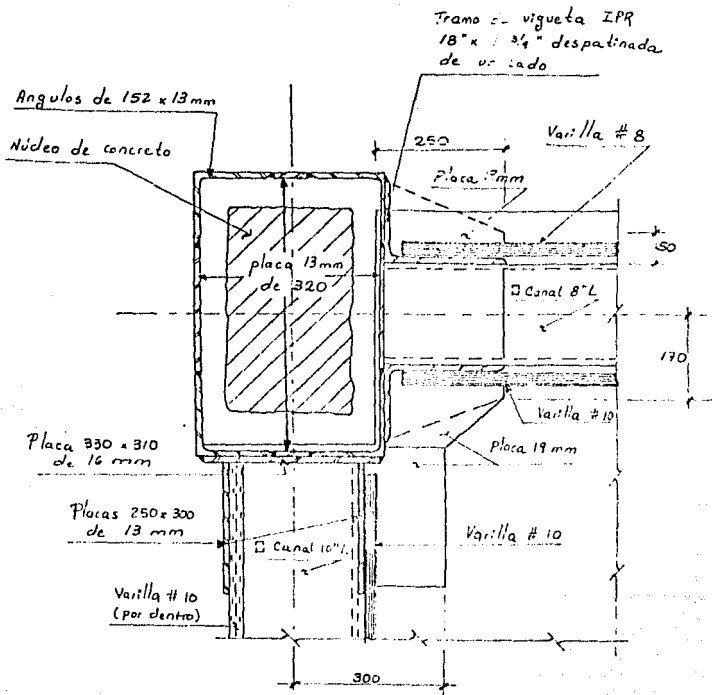


FIG. Nº 65
JUNTA J-1'

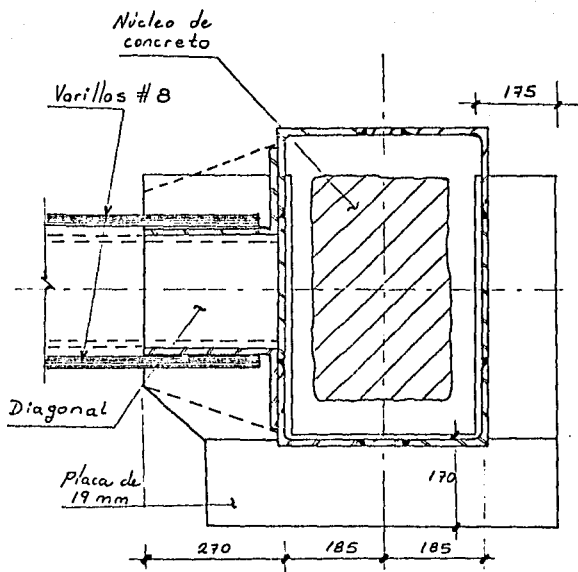


FIG. N° 66

JUNTA J-3'

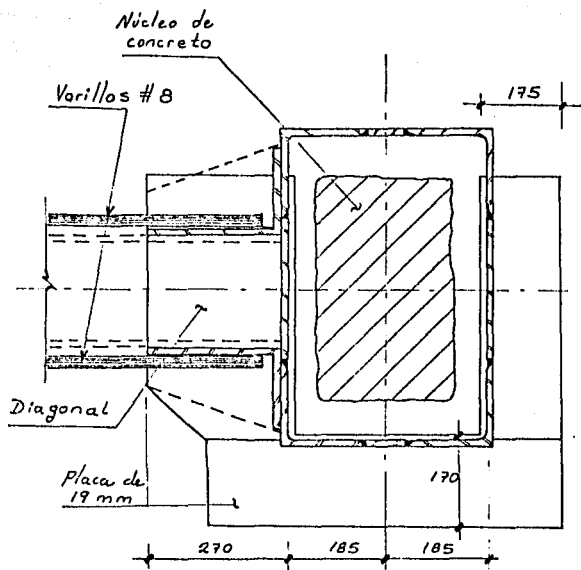


FIG. N° 66

JUNTA J-3'

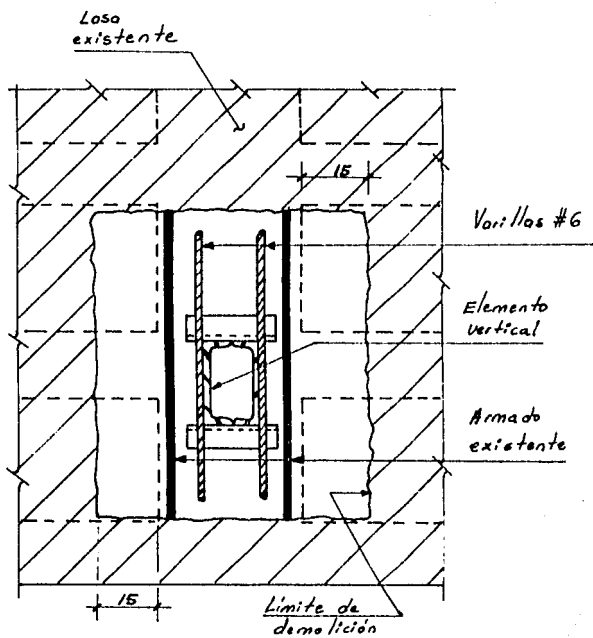


FIG. N° 67 JUNTA J-11

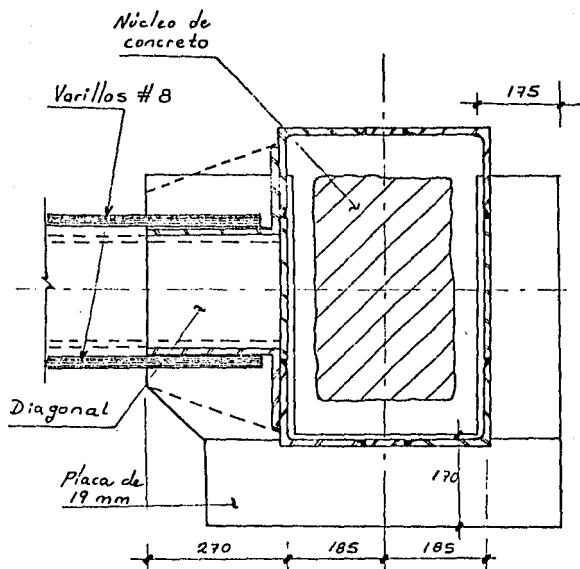
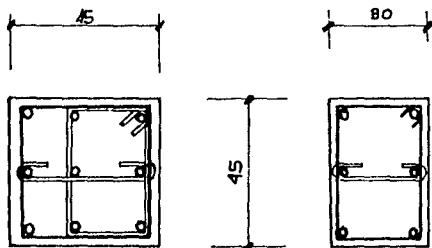


FIG. N.º 68

JUNTA J-3''



6 Varillas #6
2 estribos y grapa
del #3 @ 20 cm
(3 juegos)

6 varillas #6
estribos y grapa
del #3 @ 20 cm

Sección Superior

Sección inferior

FIG. N° 69 DADO D-A

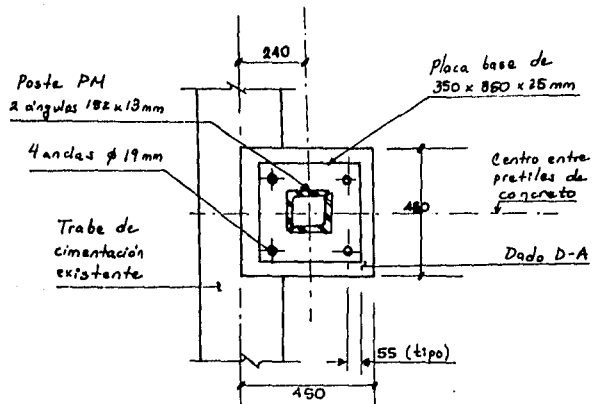


FIG. N° 70 PLANTA POSTE P-M

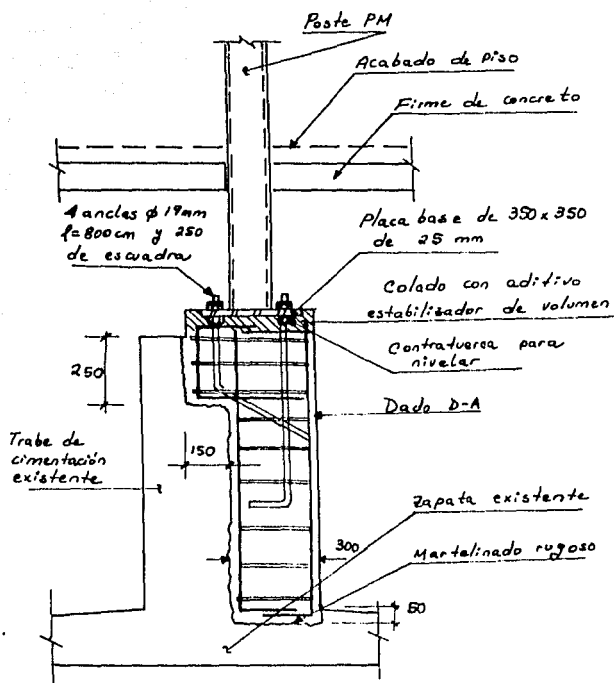


FIG. N^o 71
 ELEVACIÓN POSTE P-M

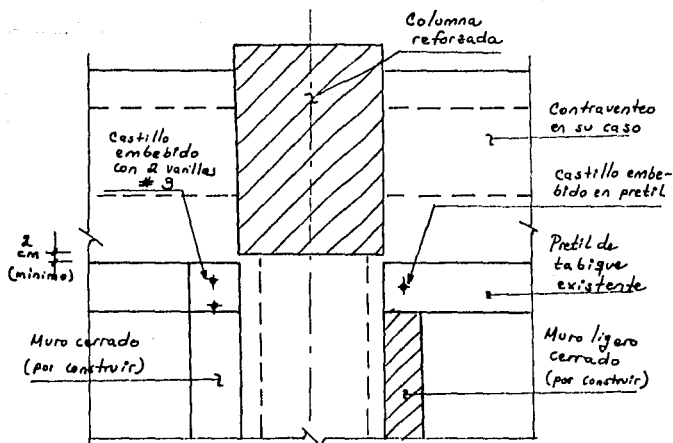
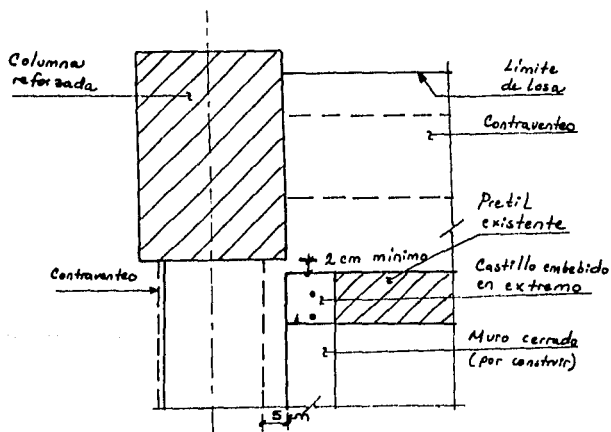


FIG. Nº 72 CRITERIO DE CONSTRUCCIÓN DE MUROS DIVISORIOS



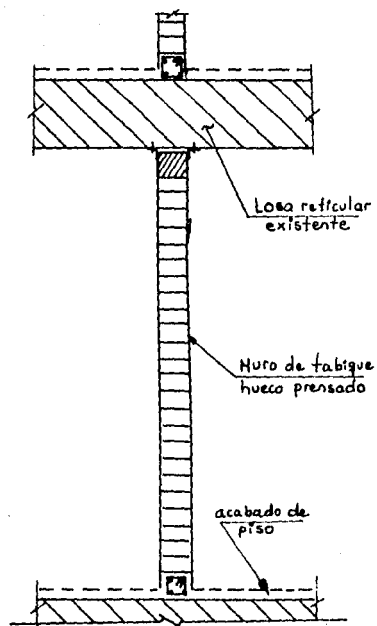


FIG. N^o 73 a
DESPLANTE DE MUROS DIVISORIOS

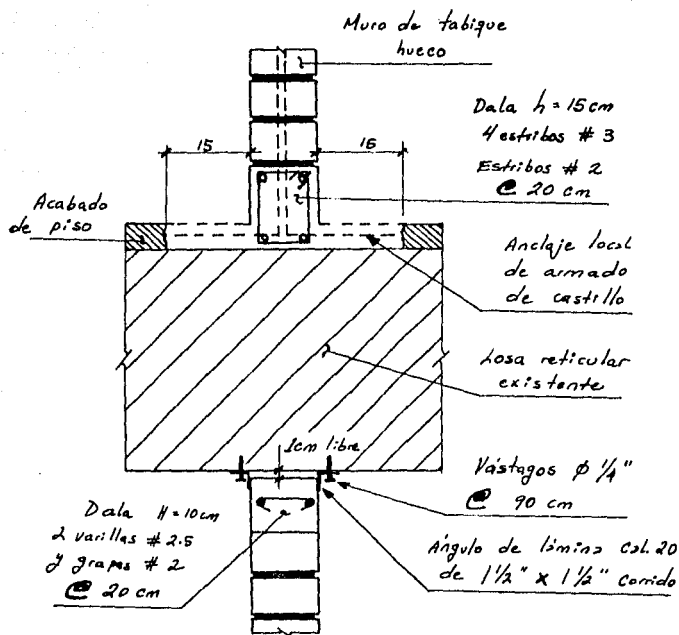


FIG. N° 73 b DETALLE

reforzado, con columnas de sección rectangular y losas reticulares formando marcos equivalentes, cuyas dimensiones en planta son de 57.90m de largo y 10.65m de ancho en los primeros dos niveles, y 62.40m de largo por 12.80m de ancho en el nivel de azotea, con claros de 7.20m en el sentido largo y 8.00m en el sentido corto y en el pasillo en voladizo. Se cuenta con muros divisorios de block vidriado y muros cabeceros de tabique hueco. En el cubo central se tiene una escalera de concreto reforzado separada aproximadamente 5cm de cada edificio.

- REFUERZO ESTRUCTURAL

De acuerdo con el proyecto, se plantea la colocación de elementos diagonales de acero estructural en dos sentidos, formando armaduras verticales, así como reforzar las columnas en la zona de contravientos por medio de ángulos y placas de acero, colándose con aditivo estabilizador en tramos. En las columnas centrales pueden seguirse los criterios siguientes para el 1° y 2° niveles:

- a) Refuerzo similar al indicado en el párrafo anterior, y
- b) Demolición del concreto de la columna y refuerzo de la misma, colocando eslabones adicionales a los existentes, encamisando la columna con ángulos y placas y colando nuevamente con aditivo estabilizador y en partes; durante este proceso será necesario apuntalar por medio de gatos para tomar toda la carga que soportaría la columna. Por medio del refuerzo se aumenta la capacidad de la columna para tomar carga axial y cortantes, siendo capaz este refuerzo de absorber casi todos los efectos sísmicos, liberando de ellos a losas y columnas.

La razón por la cual se seleccionó este criterio de refuerzo es debido a que las fallas se localizan exclusivamente en las columnas de los dos primeros niveles.

- CALCULOS ESTRUCTURALES

Básicamente se utilizaron las siguientes especificaciones de cargas, de

acuerdo con la información contenida en los planos estructurales del Colegio, elaborados por el CAPFCE en octubre de 1978.

<u>PLANTA TIPO</u>	<u>CARGA VERTICAL</u>	<u>SISMO</u>
. Losa reticular h=40cm con doble capa de compresión y casetones de poliestireno expandido.	519kg/m ²	
. Acabado de piso	100	
. Por reglamento	<u>40</u>	
. Carga muerta	659kg/m ²	659kg/m ²
. Carga viva	<u>300</u>	<u>250</u>
. T o t a l	959kg/m ²	909kg/m ²

<u>AZOTEA</u>	<u>CARGA VERTICAL</u>	<u>SISMO</u>
. Losa reticular h=40cm con doble capa de compresión y casetones de poliestireno expandido.	519kg/m ²	
. Relleno para pendientes	120	
. Enladrillado y entortado	80	
. Por reglamento	<u>40</u>	
. Carga muerta	759kg/m ²	759kg/m ²
. Carga viva	<u>100</u>	<u>70</u>
. T o t a l	859kg/m ²	829kg/m ²
Muro de tabique hueco aparente	140kg/m ²	

La estructura se modeló con marcos rígidos en dos sentidos aplicando el método del marco equivalente indicado en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento para las construcciones en el D.F. de 1976 en lo relacio-

nado con carga vertical en cargas e inercias.

Los elementos mecánicos se obtuvieron mediante un programa de computadora electrónica de acuerdo con el método de las rigideces elásticas donde se incluyen los efectos de flexión, carga axial y cortante.

- S I S M O

Se empleó un coeficiente sísmico $c=0.27$ con factor de ductilidad $Q=1.5$ y estructura tipo A, conforme a lo indicado en las Normas de Emergencia de -- octubre de 1985 para escuelas en terreno de transición.

Se realizó un análisis estático del edificio con los datos anteriores además se obtuvieron rigideces laterales de los marcos en dos sentidos, utilizando inercias equivalentes de traveses de concreto, y aplicando los valores -- del análisis estático en c/u de ellos y calculando los cocientes V_i/A_i para cada entrepiso, siendo V_i =cortante de entrepiso y A_i =desplazamiento relativo entre dos niveles.

Se sumaron los valores de rigideces por nivel y sentido, obteniéndose las masas. Nuevamente se recurrió a la ayuda de la computadora para obtener frecuencias, períodos modos y cortantes dinámicos en cada sentido, siendo sus valores más significativos los siguientes:

	<u>SENTIDO LARGO</u>	<u>SENTIDO CORTO</u>
Período fundamental	0.287seg	0.337seg
Cortante estático en la base VE	384.04ton	384.04ton
Cortante dinámico en la base VD	274.54ton	289.79ton
VD/VE	0.745	0.755
Desplazamiento máx.del centro de rigidez con cortantes dinámicos -- (multiplicado por Q)	0.822cm	1.222cm
Desplazamiento relativo máximo con cortante dinámico (multiplicado por Q)	0.316cm (1er. nivel)	0.472 (2º nivel)

Se efectuó la reparación de cortantes en los marcos, tomando en cuenta los efectos de torsión estática, por medio de un programa de computadora.

- REVISIÓN DE SECCIONES

Para la revisión de los elementos de acero estructural se utilizaron los criterios del Manual AISC, considerando un coeficiente de 1.3 para la combinación de carga vertical con sismo.

Respecto a las columnas de concreto, éstas se revisaron para los elementos mecánicos obtenidos y los armados y resistencia del concreto indicados en los planos estructurales, así como la fórmula de Bresler y los diagramas de interacción de carga axial y momento flexionante de las Normas Técnicas -- Complementarias del Reglamento de 1976, encontrándose que las columnas de los dos primeros niveles pasan justas ante carga vertical, y en el tercer nivel pasan adecuadamente.

Se revisó por medio del método de carga última que las nervaduras son adecuadas ante flexión y cortante para absorber los nuevos efectos.

- CIMENTACIÓN

De los análisis anteriores se conocen las descargas de la estructura a nivel de cimentación.

Se encontró que la cimentación existente solicitada ante las nuevas cargas es adecuada para una capacidad de carga de 7ton/m² en carga vertical y + 9.5ton/m² ante efectos sísmicos.

Con los valores indicados anteriormente, se diseñó la cimentación nueva necesaria para el desplante del eje de los pasillos, optando por ligarla parcialmente a la cimentación existente. Los refuerzos se obtuvieron con el método de carga última.

B) DESCRIPCION DE LA CIMENTACION

Al igual que en sección Secundaria, el refuerzo de la cimentación pue
de clasificarse en dos tipos:

- 1.- Aumentar de sección los dados de la cimentación existente para que sean capaces de transmitir la carga proporcionada por las columnas reforzadas.
- 2.- Construir contratraveses y dados nuevos, donde se desplantarán las columnas del eje de los pasillos.

A continuación se presenta en la fig. No. 74, la planta de cimentación de esta sección.

Para reforzar los dados, existen ocho tipos diferentes, según la localización y el tipo de carga que van a recibir, cuya descripción de armados, dimensiones, ubicación y tipo de anclas se indican en las fig. 75 a 82.

En la zona donde se ampliará la sección de los dados se incluirá una trabe embebida similar a la indicada en la sección Secundaria.

Deberán de construirse zapatas y contratraveses nuevas en la zona de los pasillos, donde se van a desplantar las columnas metálicas nuevas, como se indica en las fig. 83 y 84.

C) DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

El criterio para la rehabilitación de la estructura es idéntico al uti
lizado en la sección secundaria, cuya descripción se realizó con detalle en el capítulo correspondiente.

En las fig. 85 y 86 se presenta la planta de localización de contravien
tos de la sección preparatoria, con sus marcos correspondientes.

Obsérvese que la mayoría de las columnas del tercer nivel no se refuer

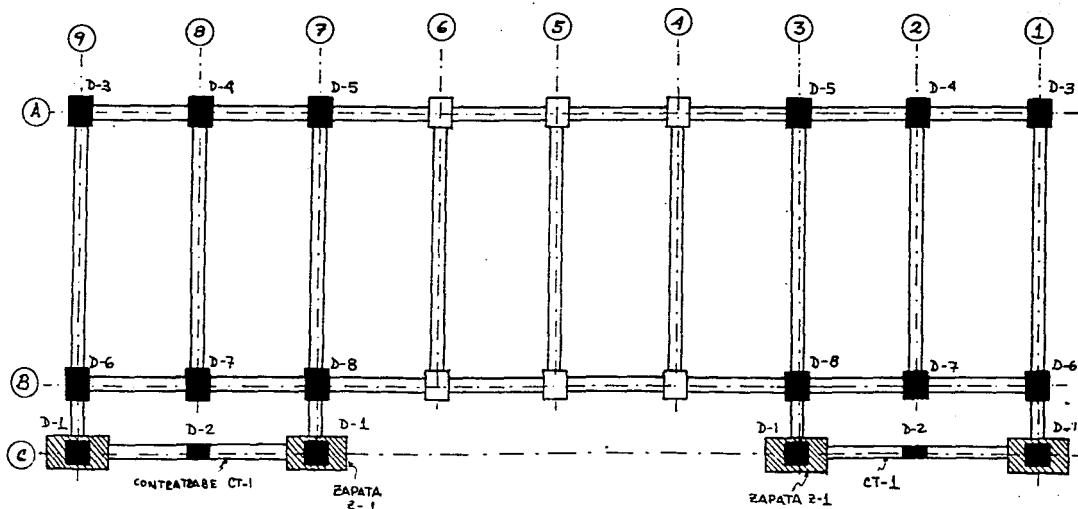


FIG. Nº 74

PLANTA DE CIMENTACIÓN

SECCIÓN PREPARATORIA

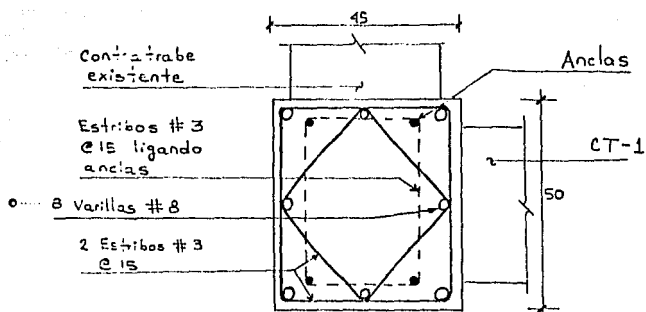


FIGURA N° 75

DADO D-1

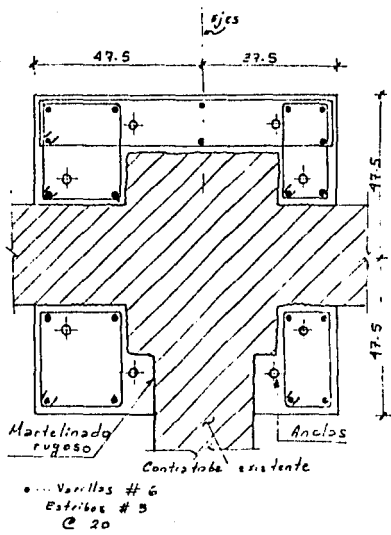


FIG. N° 79

DADO D-6

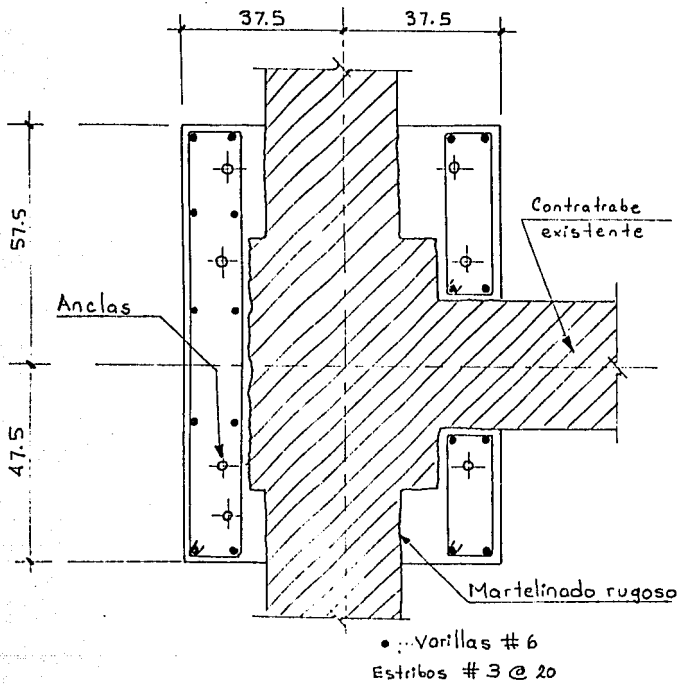
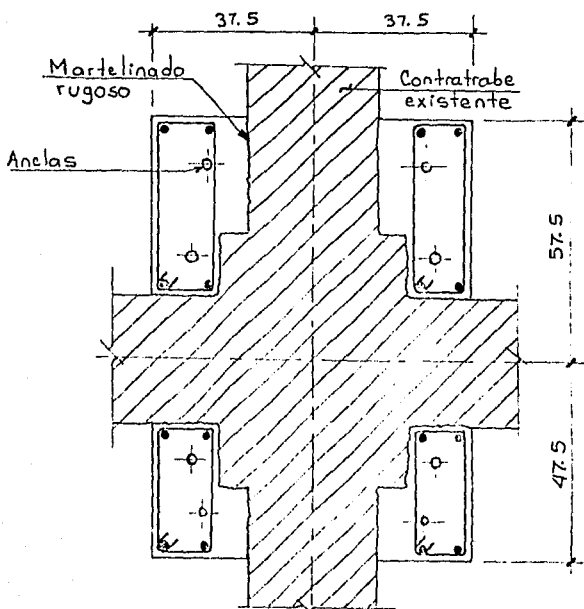


FIGURA N° 80

DADO D-6



••••• Varillas # 6
 Estribos # 3 @ 20

FIG. Nº 81

DADO D-7

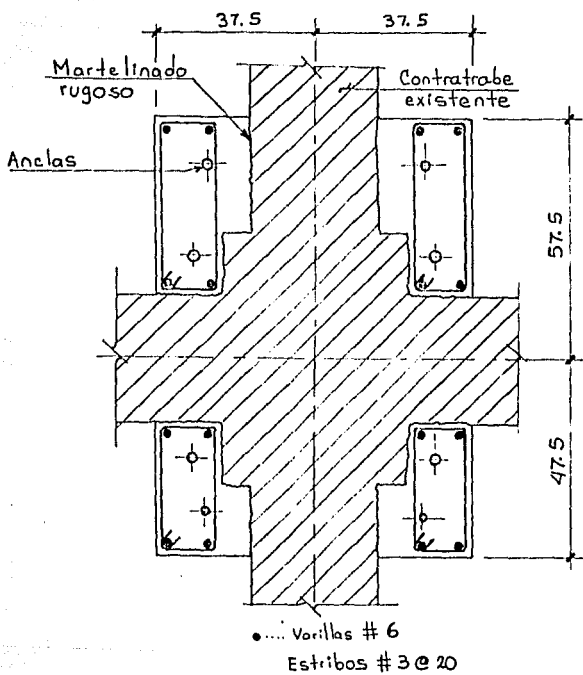


FIG. N^o 82

DADO D-8

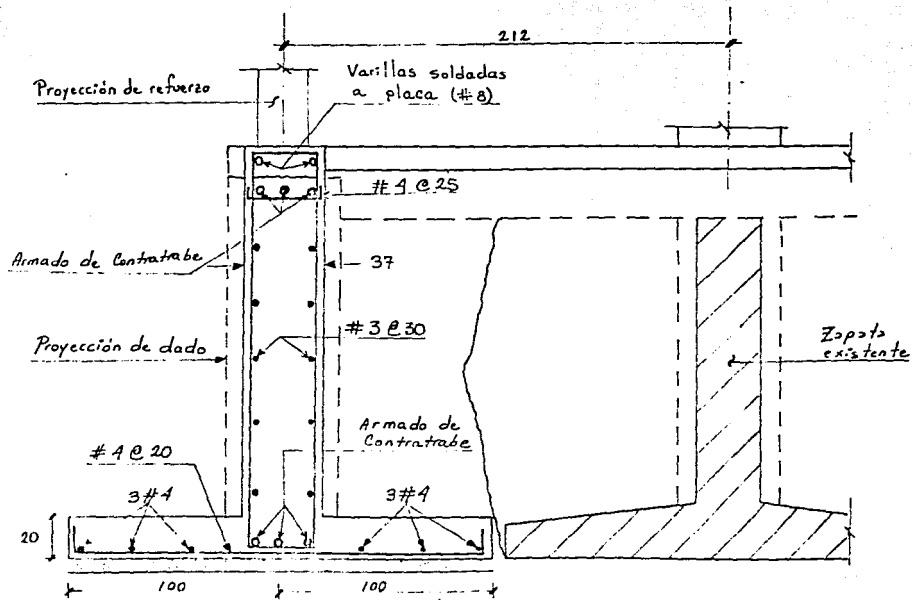


FIG. Nº 83 ZAPATA Z-1

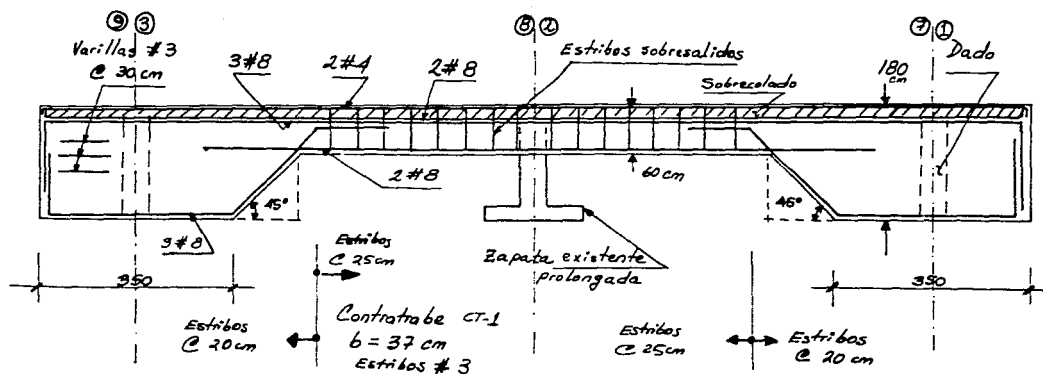


FIGURA N° 84 CONTRATRABE CT-1

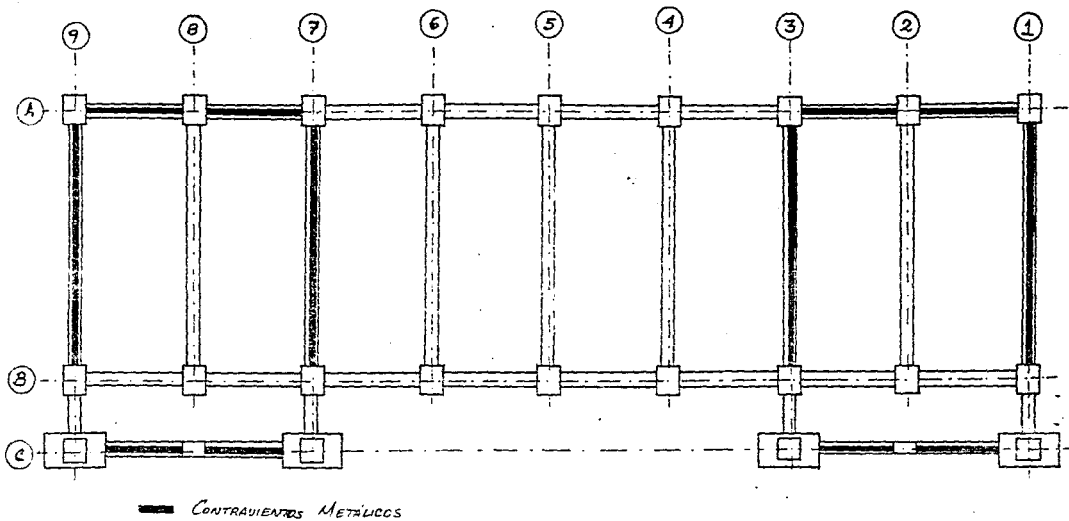
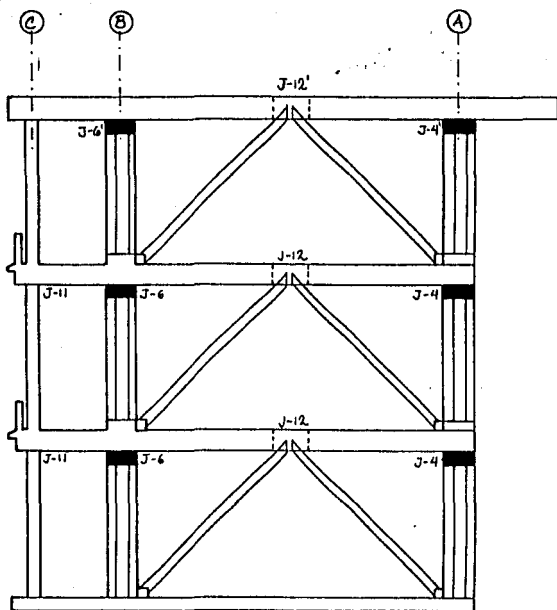


FIGURA N° 85 PLANTA LOCALIZACIÓN DE CONTRAVIENTOS
 SECCIÓN PREPARATORIA



ELEVACIÓN TIPO EJES 7 y 3

FIG. N.º 86 ELEVACIÓN MARCO EJES TRANSVERSALES
SECCIÓN PREPARATORIA

zan.

Las juntas de desplantes, de arranque y de convergencia de estos edificios son similares a las de la sección secundaria, mostrándose su localización en las fig. 87 y 88.

Para el refuerzo de la escalera del cubo central, se tiene el mismo diseño utilizado en la sección secundaria.

En cuanto a la rehabilitación de los muros divisorios y cabeceros, se seguirá el criterio descrito en el capítulo anterior (secc. secundaria).

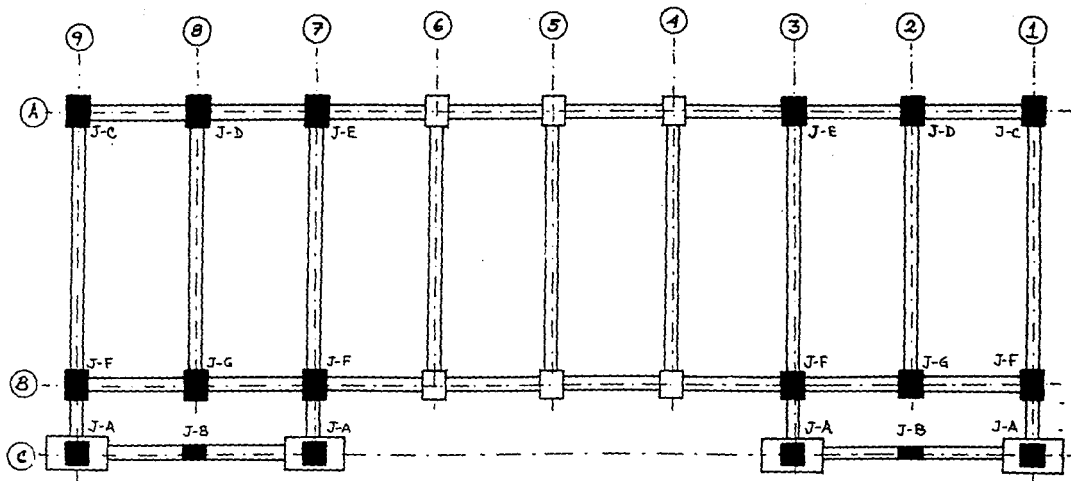
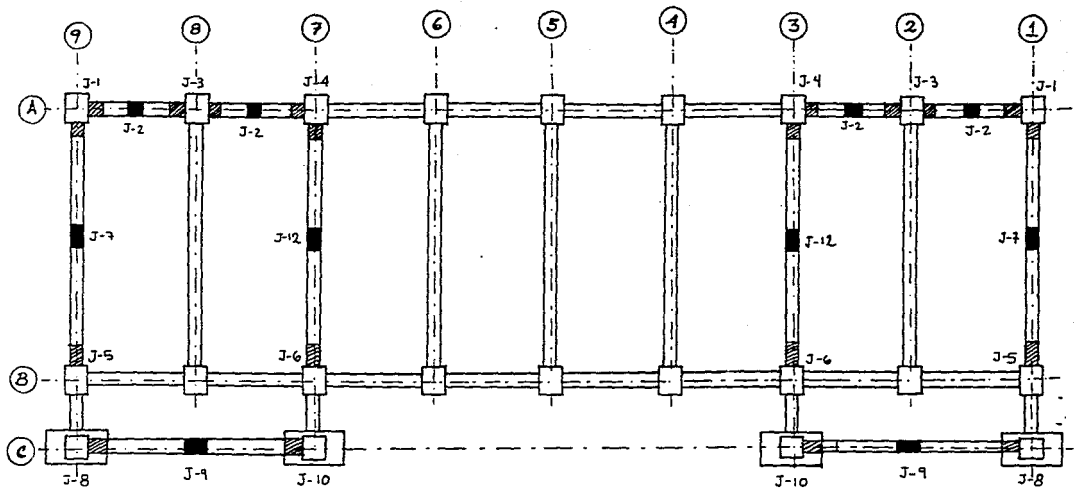


FIGURA N° 87 LOCALIZACIÓN DE JUNTAS DE DESPLANTE
SECCIÓN PRECATORIA



▨ JUNTAS DE ARRANQUE
 ■ JUNTAS DE CONVERGENCIA

FIGURA N^o 88

LOCALIZACIÓN DE JUNTAS DE ARRANQUE
 Y CONVERGENCIA
 SECCIÓN PREPARATORIA

CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

3.1 TRABAJOS PRELIMINARES

A escasos tres días de haber ocurrido los macrosismos, el Colegio Madrid contrató a una compañía constructora para que se encargase de la reparación de daños menores en la sección primaria, así como de la realización de algunos trabajos de emergencia en las secciones de la secundaria y preparatoria, tales como:

- APUNTALAMIENTO

Fue necesario apuntalar las losas y volados por medio de polines y pies derechos de madera, especialmente en la zonas donde se encontraban las columnas más dañadas. Esto se efectuó con el fin de aliviar un poco la carga a las columnas y evitar que las losas reticulares pudieran colgarse.

- DEMOLICIONES

Esta actividad se requirió realizarla principalmente en los muros cabeceros de tabique hueco que sufrieron severos daños por los movimientos telúricos, y en algunos muros divisorios de vitricota, los cuales constitufan un peligro tanto para los alumnos que circulaban hacia la unidad Cultural como para las mismas personas encargadas de la reestructuración.

- OTRAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

Una vez que se hubieron reubicado los grupos y laboratorios de los edificios afectados, se procedió a aislar la zona de obras, por medio de una malla metálica, dejando el acceso únicamente a los trabajadores de la obra.

Al terminarse estas actividades, se estuvo en espera de la entrega del proyecto ejecutivo por parte del Ing. Heriberto Izquierdo, así como de la con

secución de la licencia de reestructuración. Mientras tanto, el personal de la compañía constructora se dió a la tarea de comenzar el desmontaje de cancelerías y puertas en la sección preparatoria, así como de iniciar los preparativos para la excavación.

En el mes de febrero de 1986, la junta de Gobierno del Colegio Madrid consideró conveniente la contratación de una supervisión que informara acerca de los trabajos efectuados, además de llevar a cabo un control de calidad, de costo y tiempo.

El día 31 de marzo se empezó propiamente la rehabilitación estructural en la sección preparatoria conforme al proyecto del Ing. Izquierdo.

3.2 EXCAVACION Y CIMENTACION

Comenzaron los trabajos de excavación en el edificio norte de la sección preparatoria, en la zona donde se alojarán posteriormente las zapatas y contratraves nuevas, es decir, en los ejes interiores de ambos edificios.

Debido a que el terreno es arcilloso y por lo tanto posee una fuerte cohesión, pudo excavar se dejando taludes verticales sin problema de derrumbes o desmoronamientos en la vecindad de la excavación. El nivel freático se encontraba a 1.00m de profundidad, por lo que hubo necesidad de abatirlo bombeando. Una vez que se hubo llegado al nivel de desplante de la nueva cimentación se coló sobre el terreno natural una plantilla de concreto pobre sobre la cual se comenzaron a armar las zapatas y contratraves.

En los casos en los cuales se armaron los dados alrededor de los existentes, fué necesario martelinar estos últimos para lograr una consistencia rugosa que permitiera una mejor adherencia del concreto nuevo con el viejo, además de lechadear con un adhesivo para concreto previamente al colado del nuevo elemento. Asimismo, se requirió realizar una demolición diagonal sobre las contratraves existentes, además de abrir una caja de 5cm en las zapatas para anclar la contratrabe de refuerzo, como puede apreciarse en la fig. No. 89.

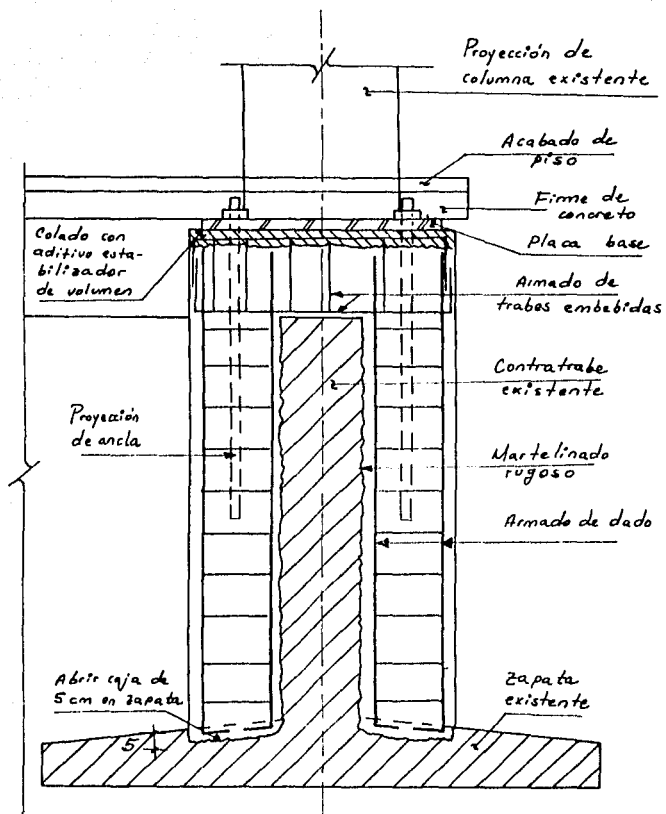


FIGURA N° 89

REFUEZO EN CIMENTACIÓN
SECCIÓN PREPARATORIA

Una vez colados los nuevos elementos de la cimentación, se procedió a rellenar en capas con material producto de excavación apisonado, para llegar al nivel de planta baja.

Para desplantar los refuerzos metálicos, se estableció en proyecto la colocación de placas-base ancladas a los dados de cimentación a través de 4 a 8 redondos con cuerda de 32mm de diámetro.

El procedimiento para colocar las placas-base fue el siguiente:

- Previamente al colado del dado, se amarraron las anclas al armado del dado y entre sí por medio de estribos, cerciorándose de que quedaran perfectamente a plomo y con la distribución que lleven los barrenos en la placa base, para lo cual fué necesario colocar una plantilla.
- Una vez que se hubo colado el dado, se verificó el plomco de las anclas.
- Con la plantilla se marcaron en la placa-base la ubicación de las anclas, barrenando en seguida donde se requería.
- Se presentó la placa-base sobre las anclas, previa colocación de las contra tuercas para nivelarla.
- Estando definido el nivel de desplante de la placa, se apretaron las tuercas superiores y posteriormente se coló bajo la placa una pasta cementante de 5cm de espesor, con aditivo estabilizador de volumen, con la cual se aseguró rellenar los huecos que pudieran existir bajo la placa, garantizando con ello la transmisión uniforme de la carga de las columnas hacia la cimentación.

3.3 REFUERZO DE COLUMNAS

Como ya se mencionó, los elementos estructurales más afectados por los sismos fueron precisamente las columnas, cuya capacidad de carga y para tomar esfuerzos cortantes fué sobre pasada.

El refuerzo de estos elementos permitirá que el núcleo de concreto ---

únicamente tome la carga vertical, dado que las fuerzas sísmicas laterales serán absorbidas por los contravientos metálicos y las camisas de acero con que se reforzará cada columna.

De acuerdo con lo anterior, este refuerzo se hizo conforme al procedimiento indicado a continuación:

- a) Colocar dos puntales metálicos a los lados de la columna, con sección en cajón formada por dos canales de 8" ligera, dejando 1cm de separación entre el puntal y la losa superior, donde se deberá acuar con las lanas de 1/8".
- b) Demoler localmente el recubrimiento de concreto (2.5cm aprox.) hasta descubrir los estribos existentes, haciendo unos pequeños orificios alternados, a la mitad de cada estribo.
- c) Colocar estribos adicionales de 3/8" al centro de cada estribo existente, utilizando los orificios alternados mencionados en el paso anterior.
- d) Montar alrededor de la columna la camisa de acero formada por 4 ángulos de 15x13mm en su base y en su capitel y 4 ángulos de 102x10mm en cada orilla, además de una placa en los dos lados opuestos en el sentido corto de 3mm cerrando el cajón.
- e) Dejar abiertos los dos lados en el sentido largo para poder efectuar el colado por tramos.
- f) Mojar perfectamente el núcleo de la columna e iniciar el colado del primer tramo con lechada y aditivo estabilizador de volumen.
- g) Una vez colado el primer tramo, soldar la placa de 3mm en ambos lados, correspondiente al 2º tramo, continuar el colado y repetir el procedimiento para el tercer tramo.
- h) Al llegar al nivel del capitel, se empleó una pasta con aditivo estabiliza-

dor. Esta pasta se retacó perfectamente por los cuatro lados del capitel, asegurándose de que no existieran huecos dentro del mismo.

- i) A los 7 días del colado pudieron retirarse los puntales de la vecindad de la columna, para ser utilizados en otro elemento.

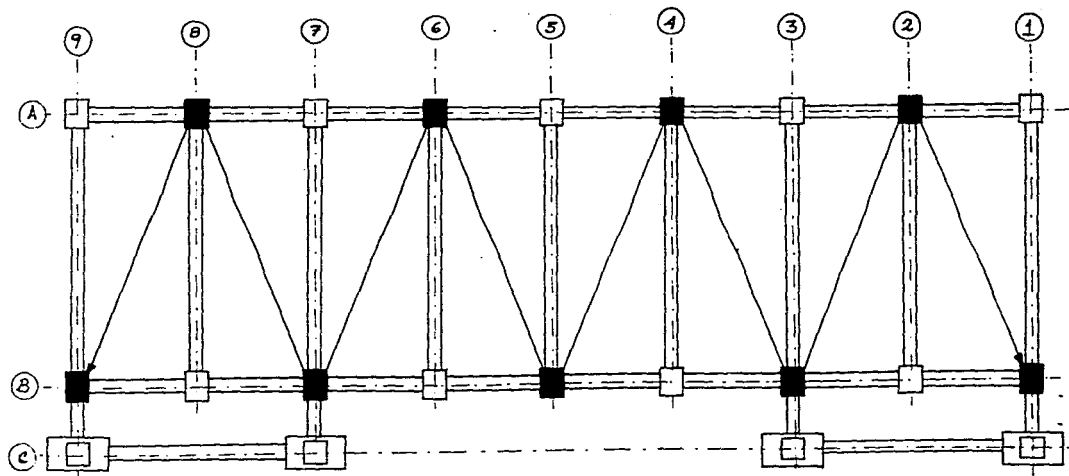
El criterio que se siguió para el orden de colado de las columnas, fué el tomar las columnas alternadas, de acuerdo a la fig. No. 90.

Aquellas columnas que en apariencia presentaron agrietamientos mayores, y por lo tanto, se encontraban más dañadas, tuvieron un tratamiento especial, demoliéndose y volviéndose a colar según el procedimiento indicado en seguida:

- I) Apuntalar a los lados de la columna con dos perfiles en cajón, de sección formada por dos canales de 8 ó 10" ligera, localizados a 85cm del centro de la columna.

En su parte superior colocar placas de 35x25cm de 1" (ejes Y y U) y de --- 30x25cm de 3/4" (ejes a y s) según el caso. En la parte inferior, colocar un cajón formado por perfiles IPR de 18"x8 3/4" según el croquis correspondiente, colocando un gato para aplicar una carga de 50ton, a cuyos lados se dejarán dos puntales pequeños formados por 4 ángulos de 152x13mm y una base con placa de 3/4" de 25x25cm de sección, acunándose con lanas de acero de 1/8" (ver fig. No. 91).

- II) Demoler la parte más baja de la columna en una altura no mayor de 20cm, retirar el escombros y colocar la camisa metálica formada por ángulos de - - - 152x13mm, soldando las placas laterales hasta el nivel del colado, respetando el acero existente y colocando estribos adicionales 3/8" al centro de los que hubiere.
- III) Colar inmediatamente el tramo demolido.
- IV) Al día siguiente, demoler otro tramo de la columna de 20cm de altura desde el nivel del colado nuevo, colocándose las placas laterales de 3mm hasta el



■ PRIMERAS COLUMNAS QUE SE REFUEZAN
 □ SEGUNDAS COLUMNAS QUE SE REFUEZAN

FIG. N.º 90 PROCEDIMIENTO DE REFUEZO
 DE COLUMNAS

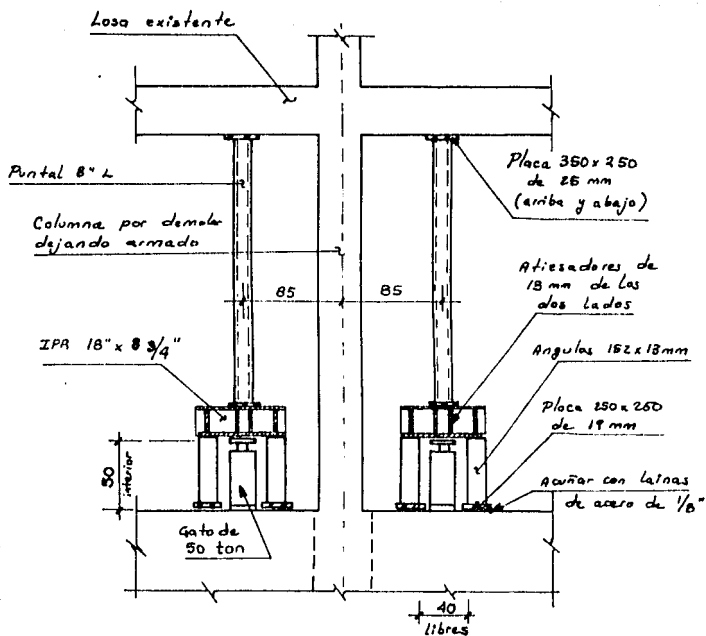


FIGURA N° 91

APUNTALAMIENTO DE COLUMNAS QUE
 SERÁN RECOLADAS

nivel del nuevo colado.

- V) Colar el tramo demolido y continuar con este procedimiento a razón de un tramo por día, hasta llegar al capitel de la columna.
- VI) Retacar perfectamente la pasta para formar el capitel, asegurándose que no existan huecos dentro del mismo.
- VII) Se podrán retirar los puntales metálicos una vez que hayan transcurrido 14 días después del colado.

Para iniciar el refuerzo de las columnas, se requiere la demolición de una parte de los muros divisorios de las aulas, y en algunos casos la demolición del pretil que da hacia el patio, así como de pasos en las losas para -- las columnas de los ejes (V') y (u').

Previamente a la demolición de elementos estructurales, debe apuntalar se en la vecindad de los elementos por demoler, como se ilustra en la fig. 92.

3.4 CONTRAVIENTOS Y JUNTAS

En el capítulo anterior correspondiente al proyecto, se hizo una descripción minuciosa de los contravientos metálicos, así como de las juntas entre columna y contraviento.

Como ya se dijo, los contravientos se encuentran formados por dos perfiles canal de 8" ó 10" ligera, los cuales van soldados entre sí para formar una sección en cajón.

La función estructural de estos elementos, es restringir los movimientos laterales de la estructura, rigidizando en ambos sentidos los marcos en cuestión al tomar la fuerza cortante provocada por sismo o por viento.

De esta manera, se alivia un poco a las columnas para que no tomen esfuerzos cortantes importantes.

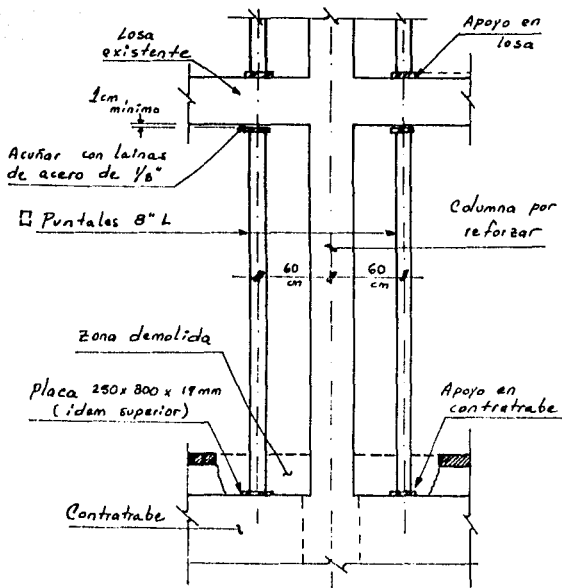


FIG. N^o 92

APUNTALAMIENTO DE COLUMNAS
 DURANTE EL REFUEZO

A continuación analizaremos las juntas entre columna y contraviento sean de arranque o de convergencia, tomando un ejemplo de c/u de ellas.

JUNTAS DE ARRANQUE

JUNTA J-A

Una vez colado el dado de cimentación quedando ahogadas las 4 anclas de 32mm perfectamente a plomo, se procedió a presentar la placa a base de 32mm de espesor y 40x50cm de sección, previa colocación de las contratueras para nivelarla. Una vez que se hubo verificado el nivel de placa, se recibió con mortero estabilizador de volumen con el siguiente proporcionamiento:

1 parte de cemento
1 parte de arena
1 parte de granzón 1/4"
1 parte de festergrouth
1 parte de agua

Posteriormente, se desplantó la columna metálica sobre la placa, punteándose con soldadura y colocando en sus extremos dos cartabones de 13mm, los cuales van junto a una placa vertical de 25mm que quedó ahogada en el concreto y que ayuda para tomar la fuerza transmitida por el contraviento. Entre los cartabones, se presentó el contraviento, el cual al estar en su posición definitiva, se procedió a puntearlo con soldadura en los cartabones.

Una vez que todos los elementos estuvieron en su sitio, se soldaron -- las uniones con filetes de 8mm.

Finalmente, en el lecho superior de la placa base, se colocaron en los extremos de los cartabones dos varillas de 1" las cuales actuarán como tensores.

JUNTAS DE CONVERGENCIA

JUNTA J-10

Antes de colocar los contravientos, se demolíó un tramo de la losa ali-
gerada, puesto que la junta entre los dos contravientos quedó ahogada en la
losa.

La caja de contravientos está formada por dos placas laterales de --
40x42.5x1.3cm unidas por dos placas de 30x20cmx16mm que apoyan sobre los con-
travientos. Al centro de las placas laterales se colocó un atiesador de 16mm
y en sus extremos se soldaron dos varillas de 1" y 5 de 5/8". En la parte
superior de los contravientos se soldó un tramo de ángulo de 102x16mm ^{de 15cm}
de longitud, con un filete de 6mm.

Una vez que todos los elementos metálicos estuvieron en su sitio, se
procedió a soldarlos con filetes de 8mm. Posteriormente se coló la caja de los
contravientos, quedando éstos ahogados. El concreto utilizado en este tramo
de losa tiene una resistencia de 300kg/cm².

3.5 ALBAÑILERÍA Y ACABADOS

Al terminarse el refuerzo de la estructura, se procedió a restituir los
muros de block vidriado, dejando cachillos ahogados a cada 1.00m, y rematando
en la losa superior con un ángulo de fierro, dejando una holgura de 5cm.

Se colaron los firmes en la planta baja y en los patios, en la zona don-
de se hicieron demoliciones para la excavación. Además, se restituyó la losa-
ta en todas las áreas de refuerzo.

Una vez realizados los trabajos de albañilería y resanes, se hizo una
limpieza general.

Se pintaron las columnas y contravientos con pintura anticorrosiva y de
acabado final, previa aplicación de un desoxidante químico.

Se colocó la cancelería y vidrios de c/u de las aulas, así como las --
puertas de salones y laboratorios.

Finalmente, se procedió a pintar la fachada de las secciones secundaria
y preparatoria con pintura vinílica color gris, lo cual le dió una mejor vista
a la institución.

3.6 INSTALACIONES

Con relación a la instalación eléctrica, antes de proceder a reestructu-
rar los elementos dañados, se desmontaron los tableros eléctricos en las sec-
ciones secundaria y preparatoria.

Debido a que toda la instalación corría ahogada por piso y existían al-
gunas obstrucciones en las tuberías conduit, se aprovechó la reestructuración
para renovar totalmente la instalación eléctrica.

Se conservaron los mismos tableros, cambiando solamente algunos que re-
sultaron dañados, así como restituyendo los interruptores termomagnéticos in-
servibles.

Tanto las tuberías de alumbrado y de contactos se hicieron aparentes --
con tubos de pared gruesa y condulets, empleando abrazaderas para soportarlas.

Se restituyeron todos los circuitos marcados en el proyecto original,
haciendo algunas modificaciones convenientes para los usuarios de las aulas.

Para ello fue necesario alambrear cada circuito de cada tablero, emplean-
do conductores de la mejor calidad.

En los laboratorios se instalaron contactos de piso y en algunas mesas
para conectar aparatos de medición.

En la sección preparatoria se colocó un timbre de campana en la direc-

ción.

Se revisaron todas las luminarias de salones y laboratorios, cambiando las balastras, bases, canaletas o tubos fluorescentes que ya no servían.

Asimismo se sustituyeron los difusores de acrílico que estaban dañados.

Se colocaron arbotantes en el último piso para el alumbrado de los patios.

Una vez terminadas las canalizaciones y alambrado de cada circuito, se probaron los tableros, encontrándose que funcionaban adecuadamente.

Respecto a la instalación hidrosanitaria el personal de mantenimiento del Colegio Madrid se coordinó con la dirección de obra para realizar reubicaciones de tuberías en las zonas donde se hicieron trabajos de reestructuración.

CAPITULO 4 SUPERVISION Y COORDINACION

4.1 GENERALIDADES

En toda obra de ingeniería civil se tiene la injerencia de diversos -- equipos de personas, cada uno de ellos con una función específica:

- El proyectista se encarga de llevar a cabo la solución arquitectónica y estructural de acuerdo con las necesidades del cliente.
- El cliente es aquella persona física o moral con recursos materiales disponibles para poder solventar las erogaciones que se desprenderán de la solución a sus requerimientos de obra.
- El constructor es quien realiza la obra en cuestión, apegándose a las indicaciones del proyectista, para lo cual cuenta con personal, materiales y equipo necesarios para ejecutar correctamente su trabajo.
- El supervisor tiene como función la de verificar que la obra se realice con forme al proyecto, que éste cumpla con las necesidades del cliente, con la calidad requerida y a un justo precio.

Es decir, el supervisor debe vigilar los intereses del cliente, desde el punto de vista económico y técnico, además de que se lleve a cabo la obra en un tiempo razonable.

Otra de las funciones del supervisor es la de coordinar a los diferentes equipos que intervienen en la obra, proponiendo soluciones a los distintos problemas que se presenten, o bien obteniéndolas de las personas indicadas.

En el caso concreto de la Rehabilitación Estructural del Colegio Madrid, se plantearon objetivos específicos que debe cumplir la empresa supervisora siendo éstos:

- 1) Coordinación general de los diversos contratistas que intervienen en la obra, incluyendo la preparación de los concursos que sean necesarios.
- 2) Planeación inicial global del desarrollo de la obra, vigilancia del cumplimiento y actualización en su caso de los programas de avance.
- 3) Supervisión técnica de los trabajos ejecutados por los contratistas, para que éstos se realicen conforme a lo que indican los planos y especificaciones del proyecto.
- 4) Control de calidad de los materiales, incluyendo la determinación del tipo y frecuencia de las pruebas de laboratorio que se requieran, solicitando su realización a los laboratorios correspondientes.
- 5) Coordinación con el proyectista durante todo el desarrollo de la obra para analizar y resolver los problemas específicos que surjan, proponiendo alternativas de solución y ajustes al proyecto original.
- 6) Control de las cantidades de obra ejecutadas, volúmenes de materiales, -- asistencia y rendimiento del personal obrero.
- 7) Aprobación de las estimaciones y pedidos de material presentados por los contratistas, así como de cualquier otro pago solicitado por ellos, a fin de que éstos se apeguen a las condiciones convenidas para la realización de la obra.
- 8) Presentación mensual de informes escritos en los que se indiquen los diversos aspectos del avance de la obra, resultados de pruebas efectuadas, control presupuestal de la obra y observaciones generales.
- 9) Levantamiento de actas de recepción, integración y entrega al Colegio del expediente general de la obra constituido por:

- Juego de Planos
- Bitácoras de obra

Cuando son 4, dos se ensayan a 7 días y dos a 28, o bien uno a 7 días, otro a 14, y los dos restantes a 28 días.

- El procedimiento de ensaye también está establecido en las normas del ACI; una vez que los especímenes han sido curados en el cuarto de vapor, se procede a cabecearlos, es decir, en cada uno de sus extremos y ayudados de un molde se vierte azufre líquido, el cual al solidificarse forma una "cabeza" del cilindro; esto se hace para que la carga transmitida al espécimen se transmita uniformemente, pues al muestrear siempre quedan irregularidades en la superficie del cilindro. Una vez cabeceados, se procede a trazarlos en la máquina universal, de modo similar al utilizado para los corazones de concreto, como se describió en el cap. 2.

Al igual que los concretos, los morteros también deben ser ensayados. En este caso particular, se tomaron muestras de los morteros con aditivo estabilizador de volumen, empleados para recibir las placas base de la estructura metálica.

El acero de refuerzo también debe cumplir con ciertas normas de calidad. De cada lote de varillas que llegaron a la obra, se tomaron algunas -- muestras, las cuales se ensayaron a tensión:

- ESTRUCTURA METALICA

Al igual que el acero de refuerzo, el acero estructural también debe cumplir con ciertos requerimientos de calidad:

De las placas y perfiles utilizados para el refuerzo de columnas y con travientos, se tomaron diversas muestras las cuales se ensayaron a la tensión.

Para asegurar que la soldadura sea aplicada correctamente, se hace una prueba de calificación de los soldadores, en donde se evalúa visualmente la habilidad de cada soldador en cuanto al procedimiento que sigue para colocar la soldadura en el material base.

4.3 CONTROL ECONOMICO

Para llevar a cabo la realización de una obra, se puede contratar a la empresa constructora bajo diferentes criterios, siendo los más comunes:

- Contrato de Obra a Precio Alzado.

Se hace entrega a la contratista de un juego de planos y especificaciones, del cual efectuará una cuantificación de conceptos de obra y cobrará al -- cliente por una cantidad única tomando en cuenta el tiempo de ejecución y los recursos que empleará para ello.

- Contrato de Obra a Precios Unitarios.

En este caso, además de los planos y especificaciones, se entrega a la contratista un catálogo de conceptos de obra, donde se encuentran resumidas las cuantificaciones, proponiendo la empresa un precio unitario para cada concepto. Los pagos se realizarán tomando en cuenta las cantidades reales ejecutadas, sujetándose a las escalaciones por mano de obra cuando hubiera incrementos oficiales al salario mínimo, y a las escalaciones de materiales en el caso de que con el anticipo otorgado a la contratista no se hubiera garantizado el precio de todos ellos.

- Contrato de obra por Administración.

En este régimen de contratación, el contratista proporciona al cliente los recursos necesarios para llevar a cabo la obra, tales como materiales, mano de obra, herramienta y equipo, pagándosele las erogaciones que sufre el contratista por conceptos de nóminas, compra de materiales, renta de equipo, etc., más un porcentaje previamente fijado, por la administración de estos recursos, que en realidad serán los indirectos y utilidad del contratista.

Para el caso particular del Colegio Madrid, se contrató con este último régimen a la empresa que realizó la obra civil para la rehabilitación estructural de la escuela.

Así, para la compra de materiales, el Colegio Madrid se puso en contacto con diversos proveedores de cemento, arena, grava, varilla, aditivos, etc. consiguiendo generalmente buenos precios y descuentos.

A través de la empresa Supervisora, se solicitaban al Colegio los materiales requeridos, vigilando que se le diera buen uso, evitando desperdicios excesivos.

Respecto a la mano de obra, diariamente se llevaba un control de asistencia del personal, vigilando durante el día sus rendimientos. Semanalmente, la contratista presentaba a la supervisora su lista de nóminas, la cual, después de ser revisada, se entregaba a la administración del Colegio para que proporcionara el monto de los salarios de los trabajadores.

Este sistema permitió que se controlaran mejor los gastos derivados de la obra, puesto que se consiguieron buenos precios de materiales al comprar directamente el Colegio, y se optimizaron los rendimientos del personal de campo.

En lo referente a la estructura metálica de refuerzo, se convocó a un concurso a varias empresas que son especialistas en el ramo, entregándoseles un juego de planos y especificaciones, con los cuales presentaron su cotización considerando una cantidad de 250 toneladas.

Se llevó a cabo la contratación con la empresa ganadora, con un precio unitario de \$381.86 por kg aplicable sobre la cantidad real ejecutada.

Periódicamente, la contratista presentó sus estimaciones, las cuales fueron revisadas por la supervisora, procediéndose a autorizar las facturas correspondientes, las cuales eran pagadas por el colegio dentro de un plazo de cinco a diez días hábiles posteriores a la entrega de la estimación.

El Colegio otorgó a la Contratista un anticipo correspondiente al 45% del monto total contratado, para que procediera a comprar los materiales necesarios. Este anticipo se amortizó proporcionalmente estimación tras estimación.

Con relación al resto de los contratistas que intervinieron en la obra tales como los alumineros, herreros, pintores, etc. Se pidieron cotizaciones a varias empresas, seleccionando aquellas que fueran más convenientes para el

Colegio en cuanto a costo y calidad.

Se contó también con una cuadrilla de electricistas, los cuáles estaban en otra nómina especial, quienes se encargaron de hacer los cambios y reparaciones de la instalación eléctrica, tanto de contactos como de alumbrado. El colegio les proporcionó los materiales necesarios para que pudieran desempeñar sus actividades.

4.4 PROGRAMA DE OBRA

Para la sección preparatoria, se realizó un programa de obra que comprendió desde el mes de abril hasta mediados del mes de agosto de 1986.

Para la secundaria, se propuso comenzar la rehabilitación a mediados del mes de marzo, para terminar en septiembre. Sin embargo, debido a la naturaleza de los trabajos a realizar, y al alto riesgo estructural que se corría al atacar varios frentes de refuerzo simultáneamente, se optó por incrementar el tiempo para la realización de la rehabilitación. No obstante, se terminó la reconstrucción de ambas secciones a mediados del mes de diciembre de 1986.

Otro de los grandes problemas que tuvieron que ser resueltos fue el de la coordinación entre la contratista de obra civil y la de la estructura metálica, ya que los primeros tenían que darles tramo suficiente a los montadores de la estructura para no detener su avance.

Este problema se acentuó en el mes de junio, cuando comenzaron los trabajos en ambas secciones, por lo que se hizo necesario contratar una cuadrilla independiente que reforzara los trabajos de obra civil.

4.5 COORDINACION

Como ya se dijo antes, una de las labores fundamentales de la Supervisión es llevar a cabo la coordinación entre las contratistas y los proyectistas que intervienen en una obra.

Además de comunicar al estructurista los problemas de proyecto que se presentaron, solicitándole una solución, se hizo necesario coordinar a las diversas contratistas que laboraron en la obra.

Esta colaboración se hizo más estrecha entre las contratistas de la obra civil y de la estructura metálica.

Durante la etapa de fabricación de la estructura metálica, no hubo mayor problema, puesto que mientras tanto la contratista de la obra civil estaba por terminar el refuerzo de la cimentación.

Una vez que hubo llegado al Colegio el primer embarque de estructura tuvieron que ser habilitadas las columnas que serían reparadas, según el procedimiento de reestructuración, para lo cual se encaminaron los recursos de la obra civil hacia las demoliciones parciales y descarte de las columnas.

Principalmente en los colados, hubo una interacción muy interesante -- entre ambas contratistas, ya que, de acuerdo con el procedimiento señalado en el capítulo tercero, intervenían simultáneamente colando unos y colocando placas laterales de las columnas otros, hasta terminar con el elemento a reforzar.

Igualmente sucedió con la colocación de los contravientos, ya que los encargados de la obra civil demolían los sitios donde serían colocados, y una vez terminándose de soldar se recolaban dichos elementos, quedando ahogadas las uniones de los contravientos.

En los frentes donde se terminó el refuerzo de la estructura, el personal de la obra civil comenzó a colar firmes, colocar loseta en pisos, levantar muros de block vidriado y a resanar aquellos lugares donde se necesitó abrir cajas para alojar elementos metálicos.

Simultáneamente, la contratista de pintura anticorrosiva realizó una -- limpieza química en los elementos metálicos (columnas y contravientos) aplicando una capa de primario y otra de esmalte como acabado.

En los sitios donde se terminaron los muros, la contratista de vidrio y aluminio comenzó con la colocación de ventanas, puertas, vidrios y empaques.

Al mismo tiempo que la obra civil de acabados, la cuadrilla de electricistas tendió sus canalizaciones de contactos por piso, llevando las alimentaciones del tablero con tubería conduit aparente y condulets.

Asimismo, la contratista de obra civil se encargó de impermeabilizar las azoteas de los edificios reestructurados, restituyendo el relleno y enladrillado en los sitios donde se hicieron demoliciones.

Finalmente, se decidió contratar una cuadrilla de pintores para dar una mejor apariencia a las fachadas y aulas del Colegio, pintando de color gris --pretilos, gárgolas y fachadas.

Además de la coordinación técnica, se tuvo que efectuar una coordinación de tipo administrativo con cada contratista para la cuestión de revisión de --generadores, estimaciones, facturas y para la realización de los pagos por -- estos conceptos.

CONCLUSIONES

Es de todos conocido el impacto que tuvieron los sismos de septiembre de 1985, provocando en muchos casos un gran dolor por las pérdidas humanas, de hogares y de instalaciones.

Sin embargo, desde el punto de vista ingenieril se obtuvieron muchos logros positivos al enfrentar a los profesionales en este renglón a la resolución de problemas estructurales sofisticados, desde la concepción del proyecto de reestructuración hasta la realización de la obra.

Se adquirió un conocimiento más profundo de los fenómenos sísmicos, - así como de sus consecuencias o acciones sobre las estructuras. Realizando amplias investigaciones, los expertos se dieron a la tarea de modificar los reglamentos de diseño y construcción de estructuras, ampliando los factores de seguridad utilizados en el cálculo.

Se emplearon nuevos métodos constructivos para la rehabilitación estructural de edificios, modificando los procedimientos tradicionales.

En México no existía experiencia alguna en efectuar proyectos de reestructuración de inmuebles y menos de llevar a cabo una obra de este estilo, lo cual trajo como consecuencia la aparición de un nuevo campo en la ingeniería estructural: La rehabilitación de edificios dañados por efectos sísmicos mayores.

Tuvo que echarse mano de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la carrera y posteriormente en el ámbito del trabajo profesional, para poder tomar las decisiones correctas al momento de llevar a efecto la reconstrucción del Colegio Madrid, tomándose en algunos casos excesivas precauciones que sirvieran tanto durante la ejecución de la obra como para su posterior funcionamiento.

Fue necesario llevar un control de calidad más estricto, tanto en los materiales como en los procesos de obra, calificando al personal especializado que intervino en el desarrollo de la obra.

Las decisiones que se tomaron tanto de proyecto como de ejecución de obra, se consultaron previamente con peritos prestigiados del Instituto de Ingeniería, así como con profesionales de gran renombre en nuestro país.

Para todo ello se requirió la intervención de una supervisión competente que no se limitó a consultar dudas con los proyectistas, sino que además intervino proponiendo soluciones a los problemas que se presentaron durante el desarrollo de la obra, basados en la experiencia y el conocimiento de la situación.

Así pues, aprendimos bastante de lo que nos dejaron los sismos y haciéndonos frente a lo adverso de la situación salimos avantes.

La ingeniería Mexicana dió su aportación para llevar a cabo tales obras, y se vió recompensada con la experiencia vivida durante la reconstrucción, lo cual la hace más madura e interesante.

Fué una labor de equipo, desde la organización de los alumnos para ser reubicados en aulas no dañadas, hasta el día en que se inauguraron las instalaciones en ambas secciones; este equipo estuvo integrado por los proyectistas, contratistas, asesores, la supervisión y desde luego el Colegio Madrid.

BIBLIOGRAFIA

- ROSENBLUETH, EMILIO
Fundamentos de Ingeniería Sísmica
Editorial DIANA
México, D.F.
- JUAREZ BADILLO, EULALIO
Mecánica de Suelos Vol. I y II
Editorial LIMUSA
México, D.F.
- DOCUMENTOS VARIOS DEL COLEGIO MADRID:
 - * Revista Nosotros Ahora
Año 1 No. 1 junio 1986
 - * Declaración de Principios de la
Asociación Civil del Colegio Madrid
 - * Correspondencia Interna.
- ESTUDIOS Y PROYECTOS DIVERSOS:
 - * Estudio de Mecánica de Suelos
del predio, por Molina y Asociados
 - * Ensaye de corazones de concreto
en elementos existentes, por
GEOSISTEMAS
 - * Memoria de Cálculo del Proyecto
realizado por el ING. HERIBERTO IZQUIERDO
para las secciones Secundaria y Preparatoria
 - * Planos estructurales del proyecto realizado
por el ING. HERIBERTO IZQUIERDO
- Informes mensuales presentados al Colegio
Madrid por la empresa supervisora INPROS