

300615

11
20



Universidad La Salle

Escuela de Ingeniería Civil
incorporada a la U.N.A.M.

"EVALUACION DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA
LA RECONSTRUCCION DE LA ESCUELA "BENITO JUAREZ"
AFECTADA POR EL SISMO"

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

GUILLERMO FONSECA FERRIZ

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

EVALUACION DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA LA RECONSTRUCCION DE LA ESCUELA "BENITO JUAREZ", AFECTADA POR EL SISMO.

INTRODUCCION

CAPITULO I	ANTECEDENTES	2
	A).- Aspectos Generales	
	B).- Aspectos Históricos	
	C).- Aspectos del Sistema Constructivo	
CAPITULO II	DAÑOS CAUSADOS POR EL SISMO A LA ESCUELA	10
	a).- Daños en Cimentaciones	
	b).- Daños en Estructura	
	c).- Daños en Losas de Entrepiso y Azoteas	
CAPITULO III	DESCRIPCION DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS	21
CAPITULO IV	COMPARATIVA ECONOMICA: DEMOLICION - RECONSTRUCCION	48
CAPITULO V	EVALUACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO Y SUS RAZONES.	64
CONCLUSIONES		67
BIBLIOGRAFIA		70

INTRODUCCION

La remembranza de la Tesis Profesional que presento a --
continuación, es la descripción del reacondicionamiento de --
uno de los Inmuebles del Sistema Educativo, que sufrieron da--
ños durante los sismos que azotaron a la Ciudad de México, en
el mes de Septiembre de 1985.

La experiencia adquirida durante el proceso de recons---
trucción de la escuela, es sin duda, de gran trascendencia, -
ya que se presentó la oportunidad de llevar a cabo evaluacio-
nes de nuevos y diversos criterios en diseño de refuerzos es-
tructurales acarreado con esto, la necesidad de practicar y-
de ejecutar diversas formas de solución en sistemas construc-
tivos.

Con la finalidad de justificar el criterio que se siguió
para la reconstrucción de la escuela, se llevó a cabo el estu-
dio de la actualización que sufrió el Reglamento de Construc-
ciones del D.D.F., así como la aplicación de los nuevos Indi-
ces de Seguridad que surgieron debido a estos fenómenos físi-
cos.

C A P I T U L O I

ANTECEDENTES

- A).- ASPECTOS GENERALES
- B).- ASPECTOS HISTORICOS
- C).- ASPECTOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

I.- ANTECEDENTES

A).- ASPECTOS GENERALES

La Ciudad de México, Capital de los Estados Unidos Mexicanos, lugar donde se asientan los principales poderes de la nación, es una urbe localizada a 2,240 mts. SNM., situada a los 19°26' de latitud norte y a los 99°08' de longitud oeste, fué fundada en el año de 1325 en el mismo lugar que ocupara la antigua Tenochtitlán.

Por razones de orden político y en vista de las ventajas que derivan de su posición central para facilitar la concentración del poder, es el centro de cultura más importante de la República Mexicana, el control de los principales núcleos de desarrollo científicos y tecnológicos con que cuenta el País y es, por decirlo así, una de las ciudades más pobladas del mundo.

Inquietante y asombrosa; contrastante y majestuosa; llena de experiencia y motivos que halagan y recrean los sentidos, la Ciudad de México corazón y símbolo de nuestra presencia en el mundo ha padecido durante el último bienio de su existencia una de las más desastrosas y dolorosas experiencias que jamás haya vivido, ya que éstas han dejado rasgos inborrables a todos sus habitantes, a muchos de sus edificios y

en algunas partes de su subsuelo. Fué el 19 de Septiembre - de 1985, cuando una gran parte de la República Mexicana, fué azotada por la inclemencia de un fenómeno físico natural, un terremoto, que sacudió por igual tanto a zonas rurales como a zonas urbanas, logicamente en mayor magnitud, dejando a su pa so una huella de desconcierto y destrucción que marcaría cam bios muy radicales en algunas partes por las cuales se presen tó este fenómeno físico.

A la Ciudad de México, nuestra Ciudad, le tocó en esta - ocasión resentir las consecuencias más graves que acarreó con sigo el surgimiento de este movimiento sísmico, ya que gran - parte de su paisaje urbano fué afectado en su totalidad des-- truyendo al mismo tiempo edificios, instalaciones, así como - vidas humanas. El daño que sufrió la infraestructura básica- para el Distrito Federal va desde aquellos que dan servicios- de primera necesidad como son, instalaciones de suministros - de agua, luz y comunicaciones, centros de salud de enseñanza- y víveres, hasta inmuebles que participan en el cultivo de la personalidad en el individuo (cines, teatros, museos, parques estudios, etc.)

Debido a lo imprevisto con que se presentó ante la comu- niada citadina este fenómeno sísmico, de un momento a otro, -

surgió un problema de gran envergadura para resolver en la -- Ciudad de México, rescatar víctimas de entre los edificios -- arruinados y hechar a andar un programa de reconstrucción de emergencia para que la marcha de la Ciudad se afectara lo menos posible, debido a las destrucciones que sufrieron sus instalaciones de infraestructura.

La evocación en este caso, de esta Tesis Profesional es la presentación de una participación en la Reconstrucción del Centro Escolar Bénito Juárez.

B).- ASPECTOS HISTORICOS

El Centro Escolar Bénito Juárez, es un inmueble que fué erigido en el período del año 1923 al año 1925 en la periferia que en aquel entonces conformaba a la Ciudad de México. Realizada la obra con los sistemas constructivos tradicionales emergía como un proyecto de gran actualidad y mucho orgullo para sus creadores, ya que se diseñaba la escuela sobre una superficie de 10,000 M2 (1 Hct.) y circundaban a su alrededor extensas zonas verdes, que servían para el esparcimiento personal, convirtiéndola con esto, en la casa de estudios primarios más moderna y más grande de toda la Ciudad, en aquel entonces.

El inmueble, diseñado para cubrir la necesidad de estudios de aproximadamente 5,000 alumnos, se desplantó desde un principio sobre la superficie de un terreno, cuyas características de conformación, con material limoso, ofrecía una aceptable resistencia a los empujes verticales que generaría una obra de tal magnitud, pero, debido a la gran humedad que en aquel entonces mostraban las capas inferiores en el subsuelo se optó por llevar a cabo una obra con las características estructurales más recomendables para repartir el peso del edificio sobre la mayor área de superficie posible.

En el transcurso del tiempo y debido a que los edificios de la Ciudad de México empezaron a mostrar asentamientos por causas de la resequeidad del subsuelo, el inmueble de la escuela fué sufriendo modificaciones y reparaciones que no afectaban en lo más mínimo su sistema estructural, como también se evitaba alterar el tipo colonial que mostraba desde un inicio su diseño arquitectónico.

En la actualidad el Centro Escolar Benito Juárez, aparece como uno de los centros de enseñanza primaria que goza con más prestigio dentro del gran conjunto de escuelas que dependen del erario gubernamental, ya que desde dentro de sus filas han egresado alumnos que a la postre han sobresalido den-

tro del ámbito político nacional, tal es el caso del Sr. Ex-presidente Lic. José López Portillo y Pacheco, entre otros.

C).- ASPECTOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

El Centro Escolar Bénito Juárez, está construido sobre una superficie ligeramente superior a los 10,000.00 M²; es un inmueble de dos niveles y consta de tres cuerpos principales que conforman el conjunto escolar. De estos, dos están destinados a trabajar como aulas, constando para ello una cantidad de 27 espacios cada uno, el tercero, que fué inicialmente diseñado para funcionar como aula de usos múltiples, está ocupado por el acervo cultural con que cuenta la escuela para la consulta del estudiantado, es decir, funciona como biblioteca. Además de los espacios cerrados con que cuenta la escuela, cabe destacar que existen dentro del Centro Escolar, áreas para esparcimiento, patio de actos cívicos, canchas deportivas, zona de alberca con sus respectivos locales de servicio, gimnasio, auditorio, estacionamiento para profesores y aulas anexas que son ocupadas para prácticas varias, todo esto, en un momento dado, puede estar trabajando indistintamente y por separado.

Al enfocar el interés de estudio sobre los cuerpos donde

se localizan las aulas y bibliotecas principalmente, mediante primarios sondeos, se observó que estos cuerpos están desplantados sobre un sistema de cimentación a base de zapatas y con contrabases corridos de concreto armado, y cabe destacar que a pesar de que la escuela se diseñó por el año 1922-1923, las dimensiones de estos elementos estructurales de desplante, en la actualidad son completamente aceptables, ya que hasta su armado a pesar de no ser grado duro, está dentro de los límites de requisición que marcan los cálculos para una estructura de este tamaño.

La forma que se determinó en el proyecto original para la transmisión de las cargas superiores hacia el lecho del terreno, fué por medio de la construcción de muros de carga a base de block hueco 20x25x40 cms., que además funcionan como muros diversos y, además para reforzar el amarre mismo de los muros, se determinó en aquel entonces colar una serie de castillos ahogados reforzados con un par de varillas de 3/8"Ø ligadas con una grapa de acero de las mismas características.

Las losas de entrepiso y azotea muestran un sistema constructivo a base de aligeramiento de losa con block de las mismas dimensiones que el que se utilizó para muro con modulaciones de tres blocks por retícula en ambos sentidos, formando -

con esto una especie de vigueta de concreto que se reforzó --
con varilla del No. 3 y grapas.

Referente a los acabados principales de la escuela, es --
tos son de yeso en plafones aplanado de cemento-mortero en --
muros y mosaico de 20x20 cms. en pisos. Mencionaremos que --
las losas de entrepiso y azoteas de los módulos sanitarios --
son a base de losa maciza de concreto armado de aproximadamen
te $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y $f'y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$.

C A P I T U L O I I

DAÑOS CAUSADOS POR EL SISMO A LAS ESCUELAS

- a).- Daños en Cimentación
- b).- Daños en Estructura
- c).- Daños en Losas de Entrepisos y Azoteas

II.- DAÑOS CAUSADOS POR EL SISMO A LAS ESCUELAS

A través del tiempo, por diferentes causas y razones el Centro Escolar Bénito Juárez, ha estado sujeto a constantes-recondicionamientos y reparaciones debido a que, por el mismo servicio que ha prestado durante mucho tiempo, sus instalaciones por falta de mantenimiento en unas, y las presentación de las diferentes condiciones climatológicas en otras ocasiones, se han conjugado para de que en una forma u otra siempre surgan detalles que en un momento dado interfieren con el desarrollo normal de las actividades académicas. Pero, en no muy contadas ocasiones, se han presentado fenómenos de tipo sismológico que poco a poco han ido mermando la resistencia que oponía la estructura principal, haciendo con esto, que en un momento dado se considerará completamente peligroso el hecho de convivir con una comunidad estudiantil dentro del inmueble ya que debido al sismo de gran magnitud que se registró en Septiembre de 1985, dejó plasmadas sobre las superficies de muros y pisos huellas que marcaban el alto efecto de destrucción que sufrió el edificio en sí por el movimiento telúrico.

La destrucción de inmuebles que a su paso dejó el tan --

mencionado fenómeno sísmológico; no hizo comparativas sobre -
construcciones nuevas, medianas o antiguas, pero muchas de es-
tas obras de los tres tipos mencionados, salieron avantes a -
tan durísima prueba; el Centro Escolar Bénito Juárez, no pudo
ser la excepción de no sufrir daño alguno en esta ocasión, ya
que después de aquel suceso el panorama que presentaba en sus
muros, pisos y losas era de verdadero peligro para los que --
ahí laboraban, pues por doquier aparición de fracturas de has-
ta 3er. grado, así como desplomes y desnivelaciones de algu--
nos de sus principales elementos estructurales.

Al realizar las primeras inspecciones para determinar el
grado último de afectación que sufrió la escuela, se encontró
lo siguiente:

a) Daños en cimentaciones:

Con previos sondeos realizados por diferentes frentes --
del edificio se observó que éste era el único elemento estruc-
tural que no había sufrido daños visibles que pusieron en pe-
ligro la estabilidad conjunta del inmueble. AL checar las --
condiciones que guardaban sus estados de nivelación, se obser-
vó que sí existían pequeñas diferencias en unos puntos con --

respecto a otros, pero que sin embargo, estas incongruencias, hasta cierto grado podían considerarse normales, ya que era lógico esperarse un posible asentamiento del edificio antes, durante ó después de los acontecimientos referidos con motivo del sismo.

b) Daños en estructura:

Como ya mencionamos anteriormente, la transmisión de las cargas verticales hacia la superficie del terreno, es por medio de muros de carga construidos a base de block hueco de -- concreto de 20x25x40 cms. reforzados con castillos ahogados - de concreto reforzado muy pobremente. Estos elementos estructurales fueron los que mayormente sufrieron las consecuencias de destrucción, puesto que sobre sus superficies quedarán --- plasmadas grietas de todo tipo, que van desde la marcación a través de las juntas de block, hasta la fractura completa del muro, encontrándose una ranura de hasta 0.06 mts. de ancho -- por 3.10 mts. de longitud. Estas marcas, que en la mayoría - de las ocasiones se presentaban por ambas caras del muro, hacían suponer por lógica que los mismos refuerzos ahogados que existen dentro de los blocks, se encontraban también fracturados, ya que dichas marcas aparte de abarcar una considerable longitud en su extensión, se encontraban marcadas a 45° con -

respecto al plano horizontal y la mayoría de las veces emergiendo de un nodo estructural. Cabe mencionar que dentro de todas estas fallas que sufrieron los muros de la escuela, se encuentran también los desplomes, pandeamientos de muros, así como destrucción de aplanados y alteración en el sistema eléctrico.

La escuela en sí, presenta un nulo sistema estructural a base de concreto armado, ya que los únicos elementos de concreto que fueron localizados, se encuentran funcionando como cerramientos únicamente para librar los vanos de ventanas y puertas, así como las losas de entrepisos y azoteas.

c) Daños en losas de entrepisos y azoteas:

Estos elementos de estructura generalmente estuvieron exentos de sufrir daños de consideración, puesto que los lugares que manifestaron algún movimiento un poco considerable -- son conceptos que no alteran mayormente el estado satisfactorio de la losa, esto es, tuvieron efectos de cuarteaduras los chaflanes, los plafones de yeso, algunas partes las B.A.N. y B.A.P. por lo tanto, la impermeabilización, y con todas las fracturas que aparecieron en los nodos que forman la losa con los muros de carga.

Es importante mencionar que debido a las condiciones en que quedó el inmueble después de pasados los sismos de 1985, se debió considerar que los elementos que conformaban la estructura básica del edificio, ya había realizado hasta el último grado de esfuerzo requerido para mantener en pie a tan mencionado Centro de Estudios, por lo tanto se presentaba la ocasión de iniciar una remodelación-mantenimiento general del edificio, para que si así se requería, siguiera prestando sus instalaciones para la impartición de la educación primaria a las nuevas generaciones.



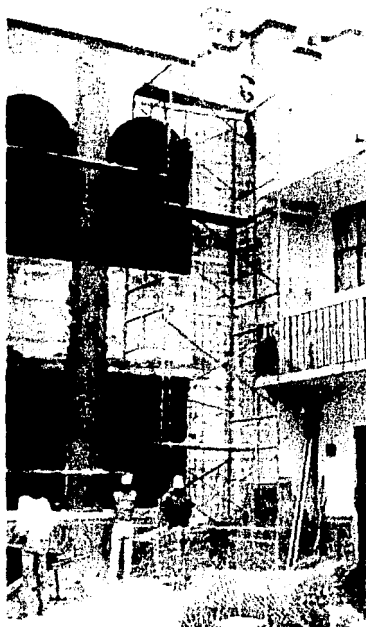
FISURAS EN COLUMNAS PROVOCADAS
POR EL SISMO.





FISURAS EN PLAFONES
Y COLUMNAS.



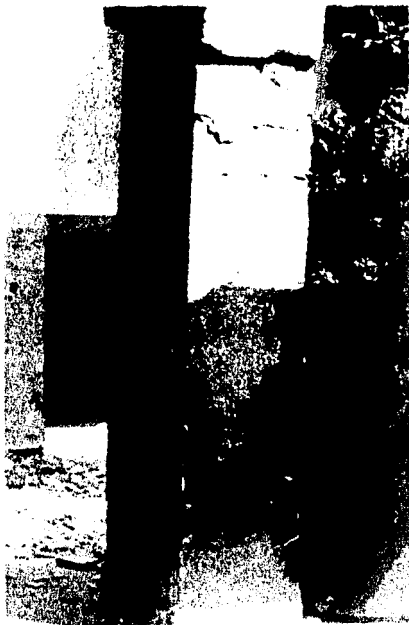


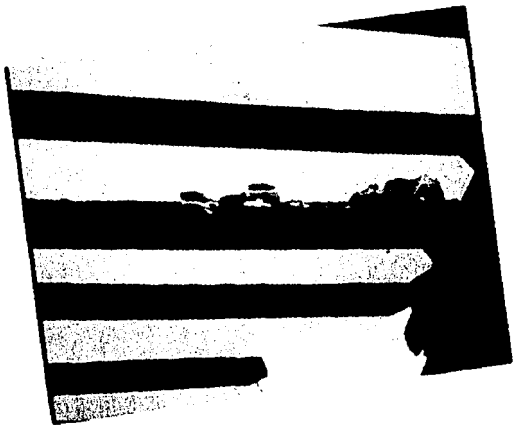
CUARTEADURAS DE SEGUNDO GRADO
EN MUROS.



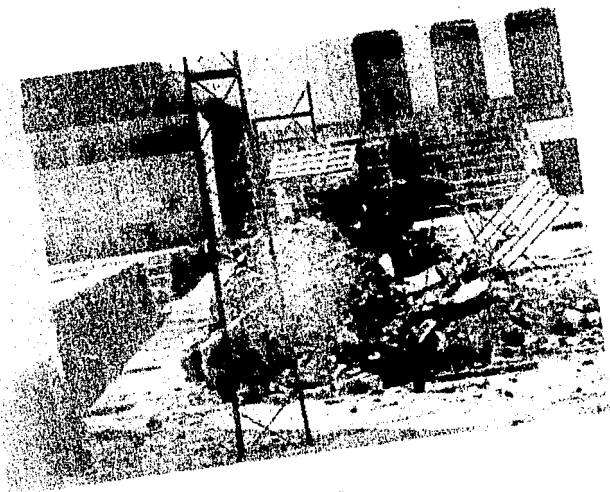


CUARTEADURAS DE LAS COLUMNAS





GRIETA EN PLAFON

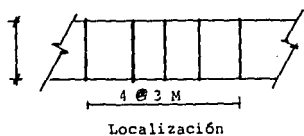


C A P I T U L O I I I

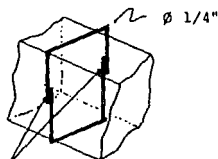
DESCRIPCION DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

A continuación se presentan las siguientes soluciones que se llevaron a cabo para la reconstrucción de la Escuela Benito Juárez.

- 1.- Detalle de conexión de vigas de madera, se propone la -
siguiente alternativa.

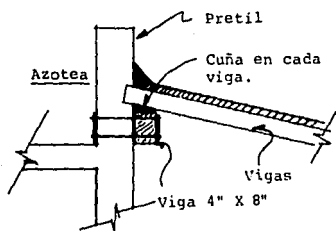


Tipo

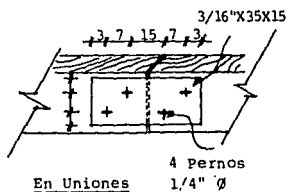


Detalle Conexión

- 2.- Colocar una viga (4" X 8") para apoyo de la cubierta -
de los pasillos.

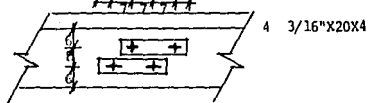


Detalle



En Uniones

(La placa posterior será
igual a la indicada)

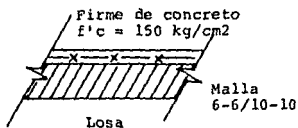
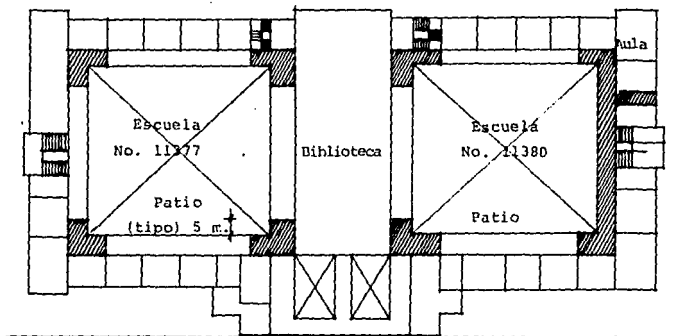


Intermedias

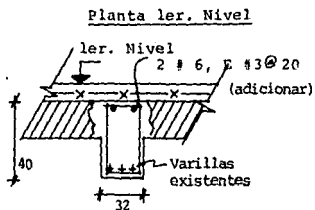
2.00 Mts.

3.- Refuerzo adicional en firme 1er. Nivel.

Horte ← Ver Det. Trabe



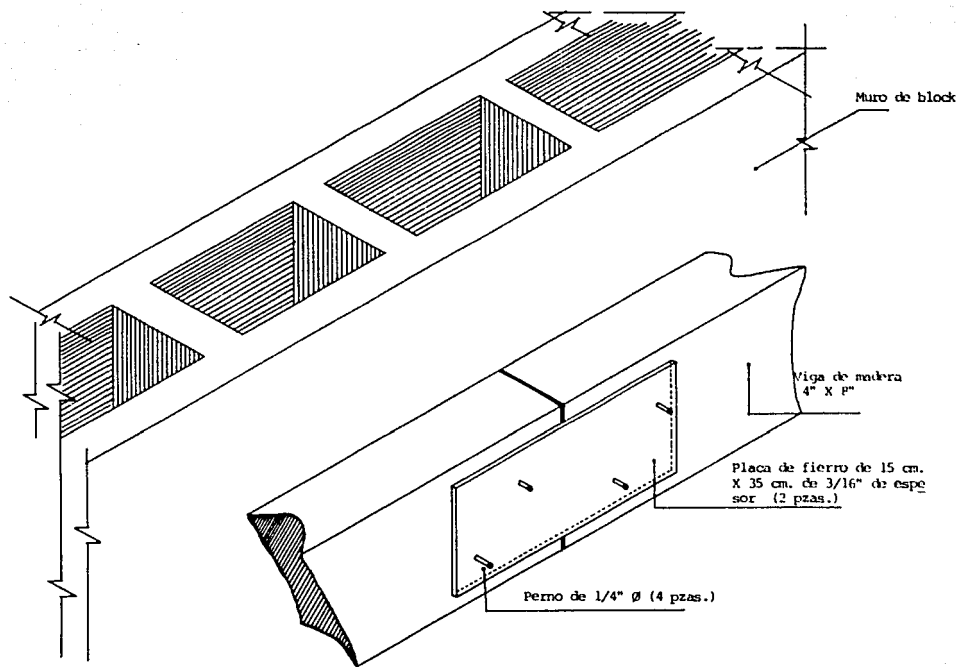
Area con firme reforzado mínimo

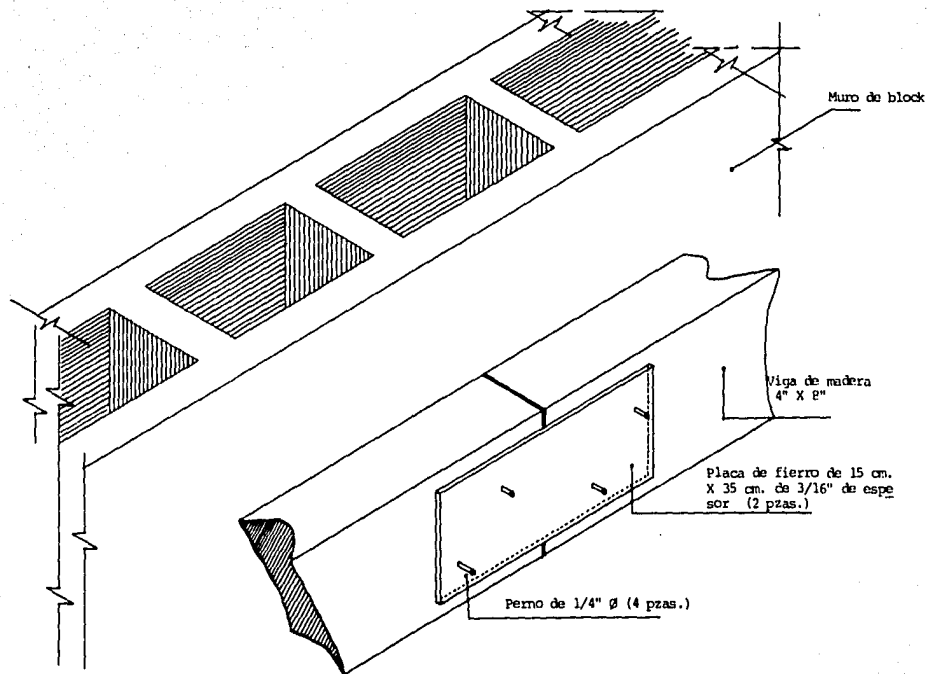


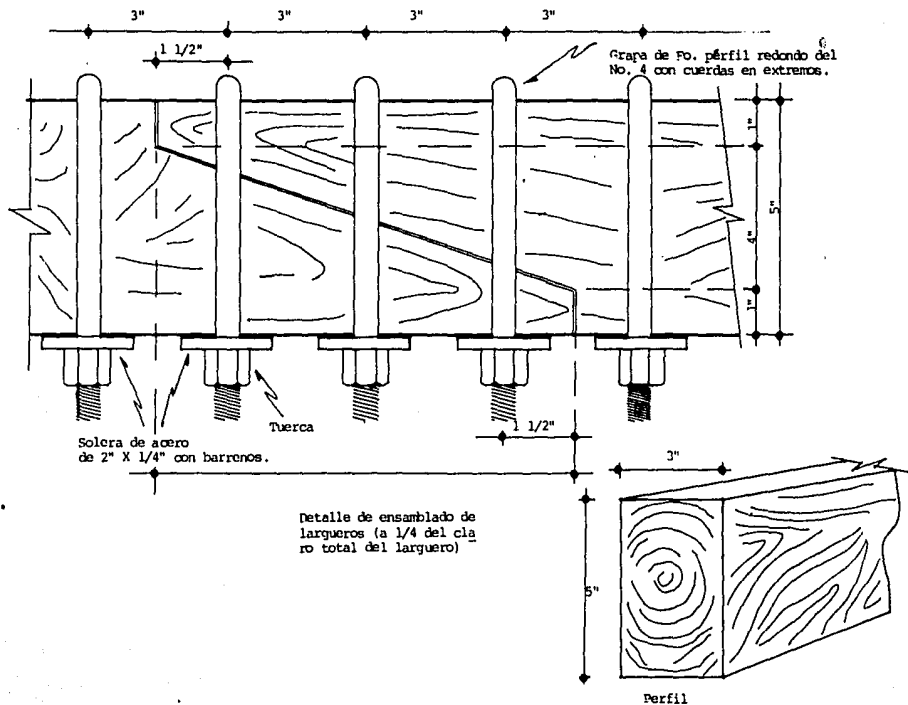
Trabe Reconstruida

concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
acero $f'y = 4000 \text{ kg/cm}^2$

(acotaciones en cms.)

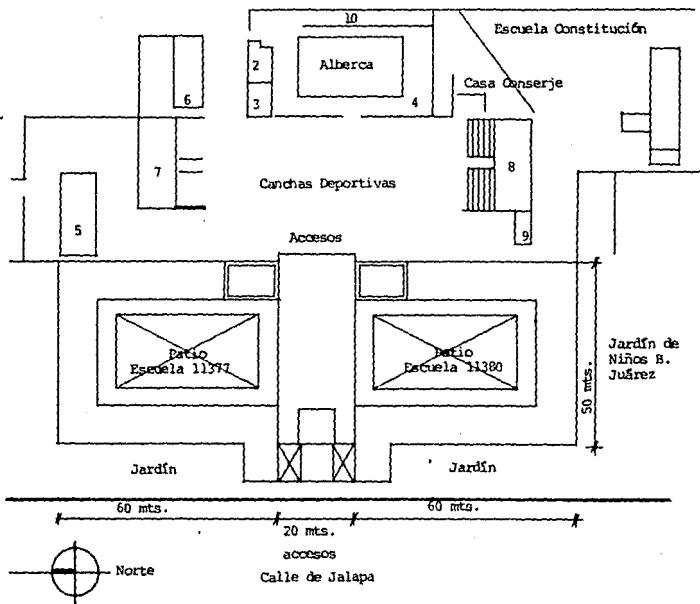






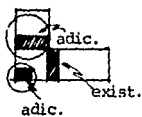
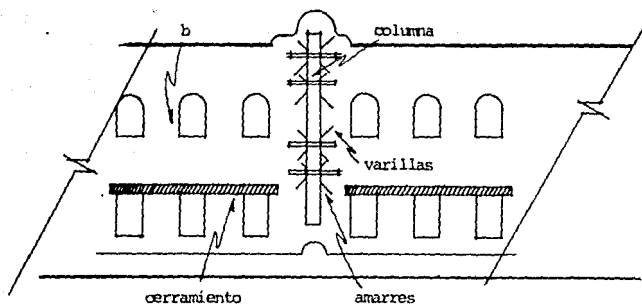
Áreas Exteriores

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1.- Alberca | 6.- Aulas 2 Niveles |
| 2.- Casa Máquinas | 7.- Gimnasio |
| 3.- Sanitarios | 8.- Auditorio |
| 4.- Aula Anexa | 9.- Bodega |
| 5.- Aulas Anexas (2 Niveles) | 10.- Vestidores. |

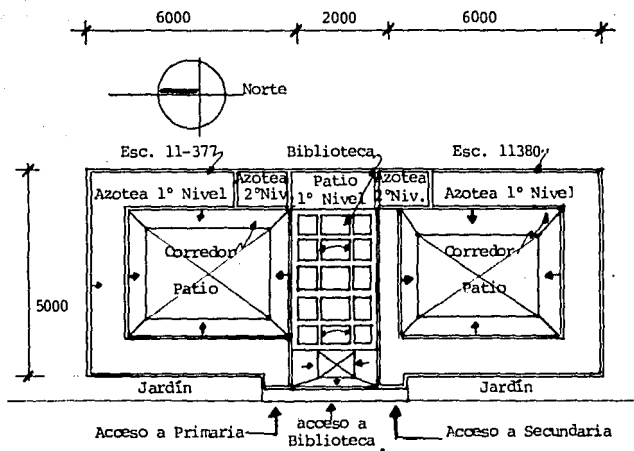


PLANTA DE CONJUNTO

- a) Colocar refuerzos adicionales en fachada oeste, consistente en castillos en los cruces con muros transversales que están más dañados- (4 ó 5 piezas) se colocaran a toda la altura.
- b) En planta alta reponer los blocks rotos en donde lo apruebe supervisión interna entre las ventanas del 2º Piso.
- c) Se podrá sujetar la malla en fachada con varillas cruzadas.

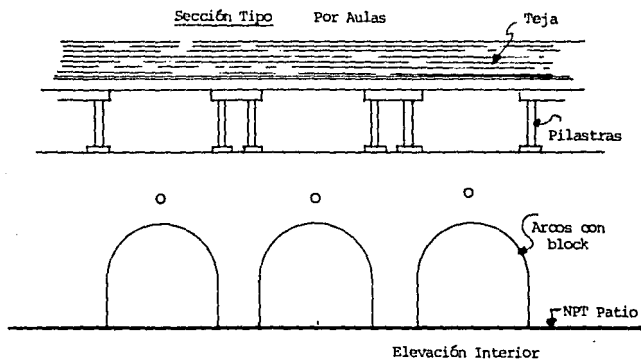
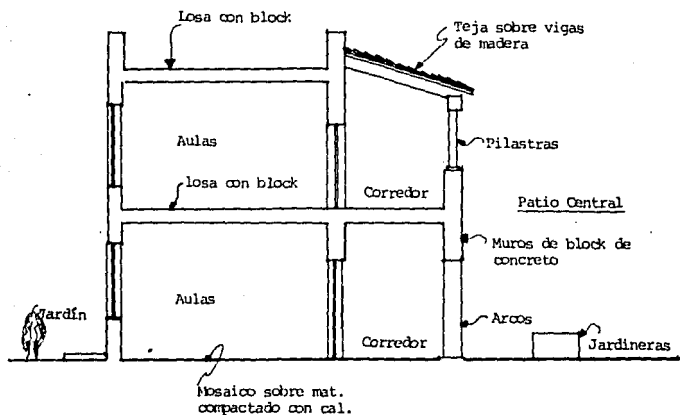


- d) Det. Esquinas Noroeste y Suroeste del pasillo colocando castillos- adicionales, para ligar las columnas en esquina, convenientemente.

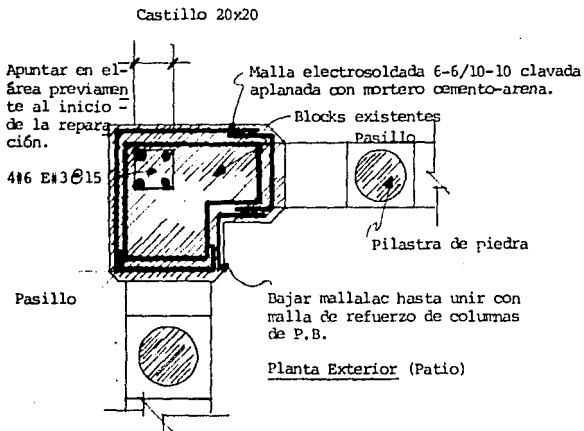


Calle de Jalapa

PLANTA DE CONJUNTO

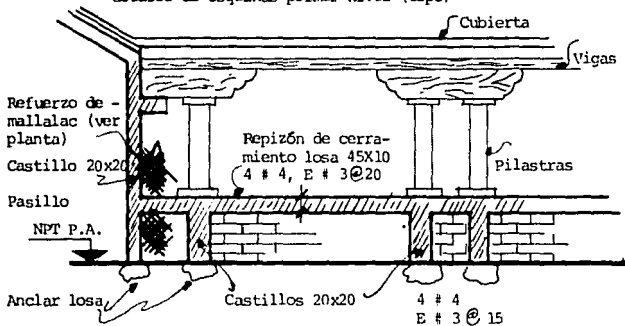


Detalle "A"

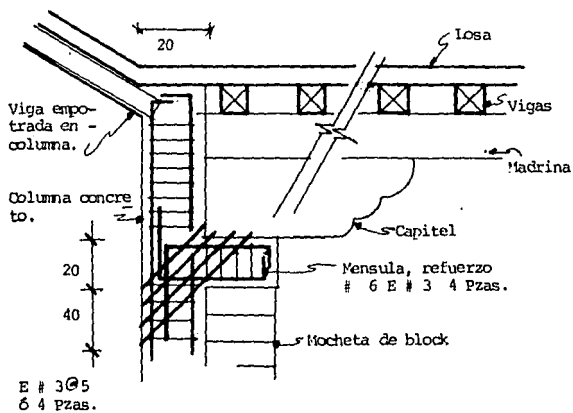


Detalle "A"

detalle de esquinas primer nivel (tipo)

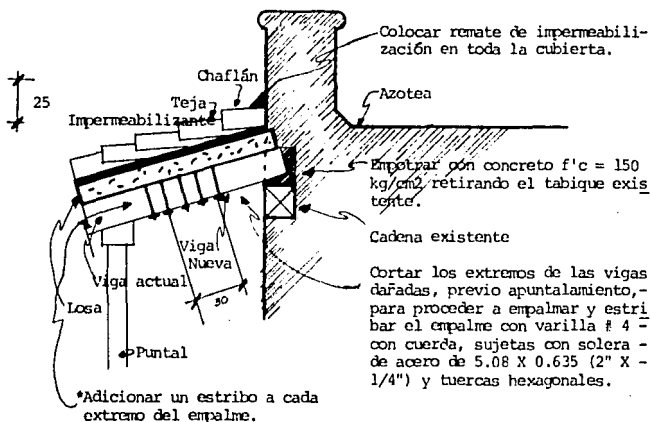


Demoler sección de viga actual

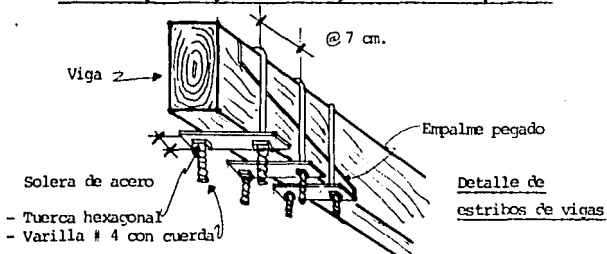


(acotaciones en cms.)

Detalle de reparación de vigas dañadas en un extremo

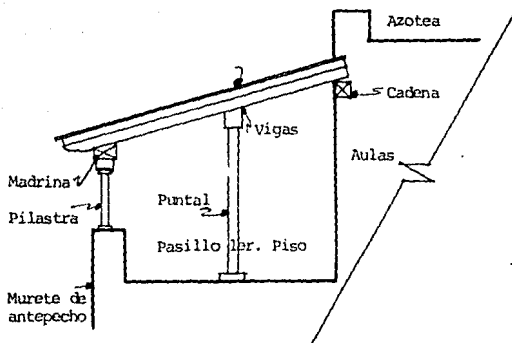


Detalle tipo de reparación de vigas cubiertas de pasillos



(acotaciones en cms.)

Reparación Cubiertas Pasillo



La solución para preparación de áreas de cubierta flechadas, o con la cubierta muy deteriorada, será:

- 1.- Apuntalar previamente el área.
- 2.- Demoler la losa que se encuentra sobre el área afectada.
- 3.- Cambiar las vigas deformadas, por vigas nuevas, verificando que la cadena de apoyo en el muro esté en buenas condiciones ó repararla.
- 4.- Colar nuevamente la losa, saturando con riegos frecuentes de agua la junta de colados, entre losa nueva y actual, el colado se hará de 6 cms. de peralte con cemento f'c = 200 kg/cm² armado con mallalac 6-6/10-10.
- 5.- Impermeabilizar la losa.
- 6.- Colocar nuevamente la teja.

Pilastras

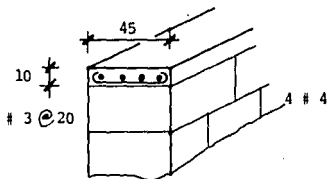
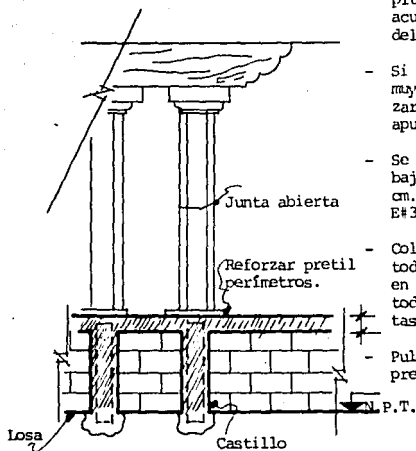
- Se requiere sellar las juntas abiertas entre las piedras de las pilastras, incluyendo capiteles y base, con resina de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

- Si las piezas se encuentran muy rotas o dañadas, reemplazarlas por nuevas, previo apuntalamiento del área.

- Se requiere colar castillos - bajo cada pilastra de (20x20-cm.) anclarlos a la losa, 4#4 E#3 @15).

- Colocar repizón de (10x45) en todo el perímetro del patio - en el primer nivel para ligar todo el pórtico y evitar grietas en el block del pretil.

- Pulir la parte superior del pretil.

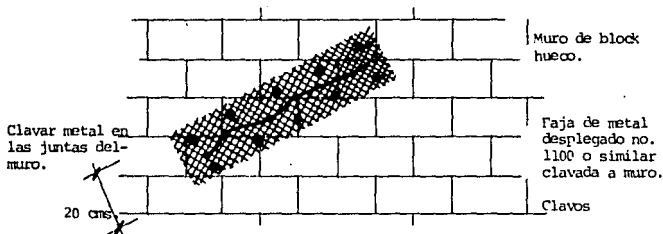


Detalle "D"

(acotaciones en cms.)

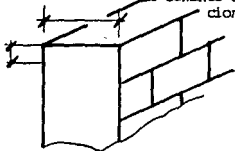
Solución de Reparación de Fisuras en Muros:

- a) Para fisuras que perfilen juntas o de hasta 1 mm.

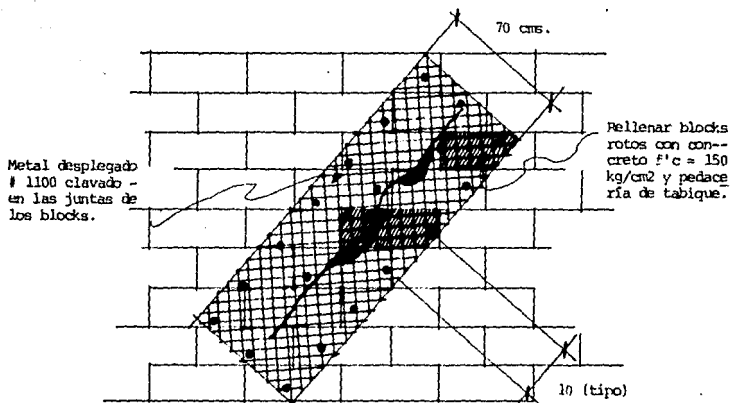


Vista de Muro Fisurado

*Nota: Previo a la colocación del metal desplegado, cepillar el área con cepillo de alambre, para eliminar restos del acabado del muro, resanar la fisura con lechada de cemento en caso de tener irregularidades o separaciones parciales de hasta 5 mm.



- b) Para fisuras o fracturas, que despedazen secciones de blocks.
- 1.- En la medida de lo posible substituir las piezas dañadas por nuevas.
 - 2.- En caso de que el retirar piezas dañadas, afecte a piezas sanas, se procedería a eliminar las partes sueltas o flojas de los blocks dañados, para, posteriormente rellenarlos con concreto $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y pedacería de tabique. La parte de la fisura que no despedazó blocks, se reparará siguiendo el procedimiento de la solución y, modificando únicamente el ancho de la faja de metal desplegado a 70 cms.

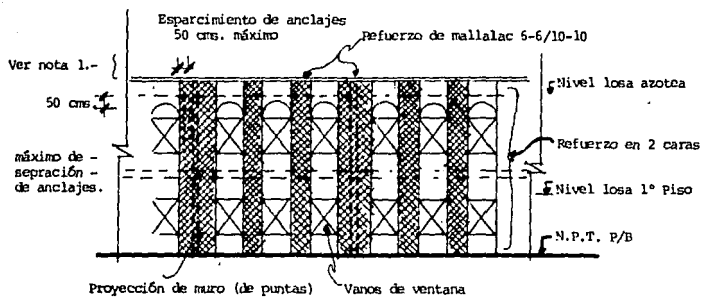


Vista de Muro Fracturado

Una vez reparado el muro, aplanar con mortero cemento-arena 1:3, en vez de yeso.

(acotaciones en cms.)

Refuerzo de Mallalac en Fachada Norte, Sur y Este



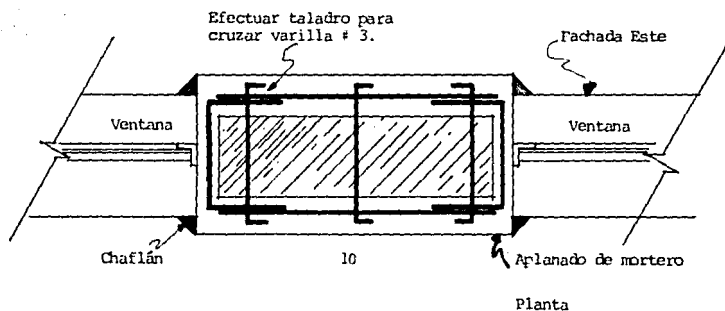
Alzado

*Nota: El pretil llevará mallalac sólo en la cara exterior con el fin de dar continuidad --- (estética) a la paja de refuerzo.

Refuerzo de Malla en Muros de Fachada Norte, Sur y Este

Sección de Muro entre Ventanas

Exterior

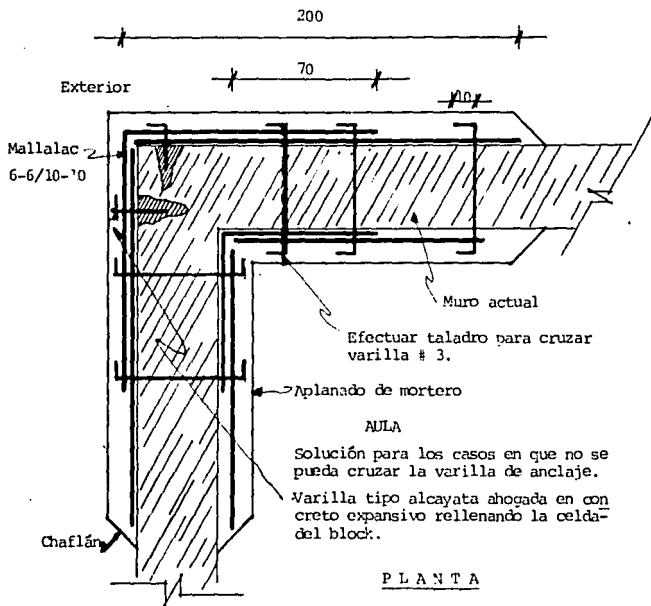


Aula (P. Alta y P. Baja)

*Nota: Antes de colocar la malla electrosoldada, se deberán de retirar o substituir las piezas de block pañadas, conforme al procedimiento de reparación de fisuras y grietas.

El traslape de malla electrosoldada será min. 30 cms.

Refuerzos de Malla en Muros Norte, Sur, y Este. Esquina



DETALLE ESQUINA DE MUROS

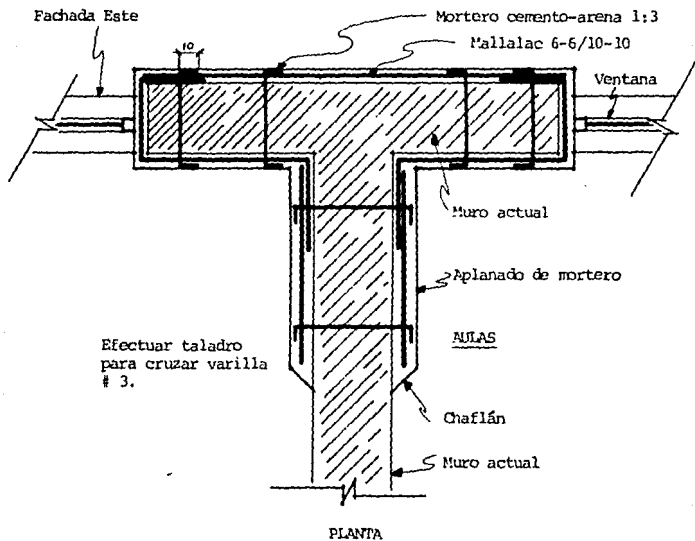
*Nota: Antes de colocar la malla electrosoldada, se deberán de reparar o substituir las piezas de block dañadas, conforme al procedimiento de reparación de fisuras y grietas..

(acotaciones en cms.)

REFUERZO DE MALLA EN FACHADAS NORTE, SUR Y ESTE

Unión de Muros

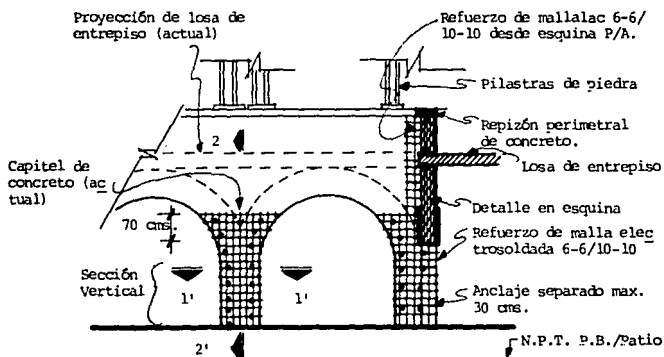
EXTERIOR



DETALLE DE MUROS

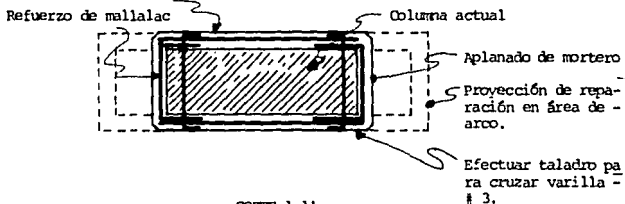
* Nota: Antes de colocar la malla electrosoldada, se deberán de reparar o substituir las piezas de block dañadas, - conforme al procedimiento de reparación de fisuras y grietas.

(acotaciones en cms.)



ALZADO DE REFUERZOS DE COLUMNAS

Area Porticada de Patios



CORTE 1-1'

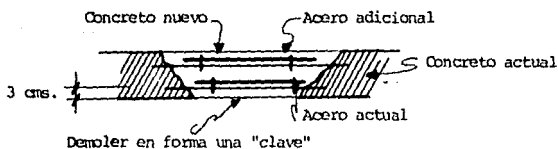
Alzado de Refuerzo en Columnas

*Nota: Antes de colocar el refuerzo de mallalac, se deberán de reparar o substituir las piezas dañadas, conforme al procedimiento de reparación de fisuras.

REPARACION DE TRABES DAÑADAS

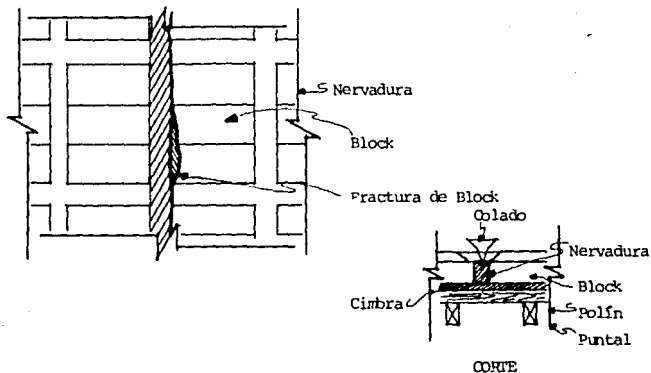
Area de Porticos de Patio

- 1.- Se procederá a apuntalar el área tributaria que recibe la trabe.
- 2.- Retirar el recubrimiento del área de la fisura, para determinar si se encuentra dañado el acero, tanto en la trabe, como en las nervaduras que soporta.
- 3.- En caso de que el acero de refuerzo se encuentre dañado, se procederá a empalmar acero nuevo al acero dañado, considerando el traslape correspondiente al diámetro encontrado.
- 4.- Colar el área dañada, desde la parte superior de la losa, previa saturación del área, con riesgos frecuentes de agua y de la aplicación de festerbond u otro aditivo similar para ligar concreto, además de incluir un aditivo estabilizador de volumen al concreto.



- 5.- En caso de que la fisura se provocara por un recubrimiento muy "grosso" en el lecho inferior se retirará para colar un recubrimiento de 3 cms. de espesor.
- 6.- Reparar el piso en la parte superior, en caso de que se encuentre fisurado o agrietado, colocando una faja de mallalac de 1.00 mts. de ancho a lo largo de la fisura, con el fin de armar el firme.

REPARACION DE FISURAS EN LOSAS

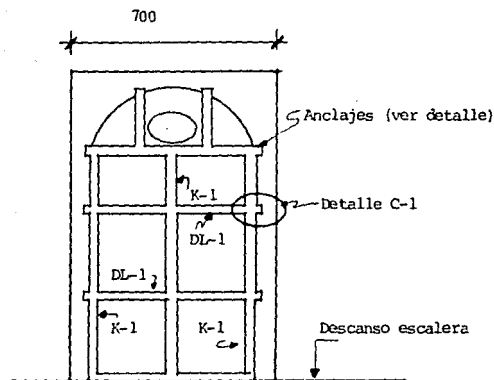


VISTA DE FISURAS EN PLAFOND

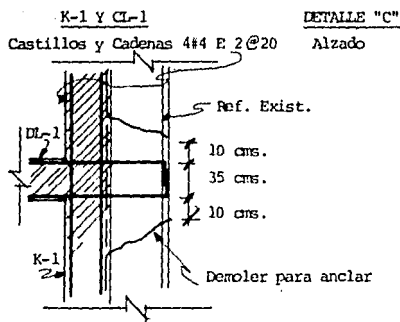
(Lecho bajo de losas)

Preparación:

- 1.- Apuntalar el área adyacente al área a reparar.
- 2.- Retirar los fragmentos sueltos y rotos del block dañado.
- 3.- Si las nervaduras presentan fisuras, retirar el recubrimiento de concreto para revisar las condiciones del acero de re fuerzo.
 - En caso de que el acero esté fisurado ó fracturado, demostrar una sección de nervadura que permita empalmar acero nuevo al acero dañado, considerando el traslape correspondiente al diámetro encontrado.
 - Colar el área dañada desde la parte superior de la losa, previa saturación del área con riegos frecuentes de agua y de la aplicación de festerbond, u otro aditivo similar para ligar concretos.
- 4.- Rellenar blocks rotos de concreto $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y pedacaría de tabique.
- 5.- Una vez reparada la losa, aplicar una faja de metal desplegado # 1100 de 50 cms. de ancho a lo largo del área dañada, clavada y aplanada con mortero cemento-arena 1:3, en vez de yeso.




Elevación (Escalera Central
en extremos Norte y Sur)

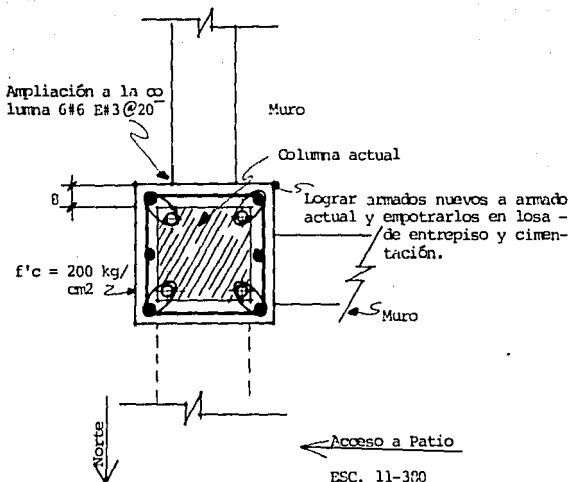


*Nota: Se requiere confinar los muros cabaceros de las escaleras por medio de castillos y cadenas, ancladas a los elementos existentes.

Descubrir armado columnas existentes, humedecer y colar los nuevos elementos.

 concreto nuevo

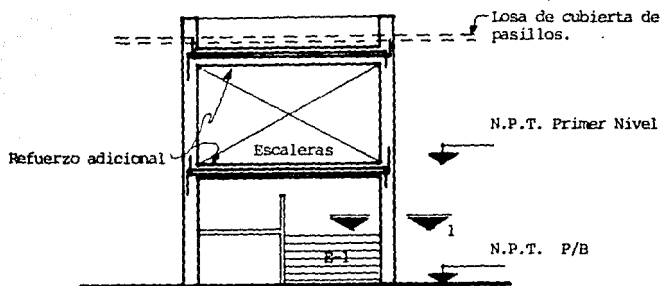
DETALLE C-1
ANCLAJE



DETALLE "D" P.B. de Escuela 11-300

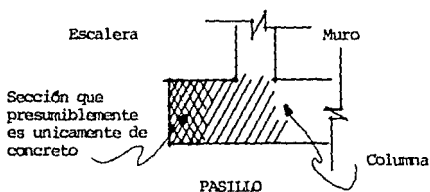
- 1.- Se Procederá a ampliar la columna, colando una nueva capa de concreto ligando los armados al actual, previo picado y saturación da agua de la columna existente.
- 2.- Las instalaciones eléctricas que se vean afectadas, deberán canalizarse respetando la ampliación de la columna.

(acotaciones en cms.)



ELEVACION DETALLE "E"

PREPARACION DE MARCO DAÑADO

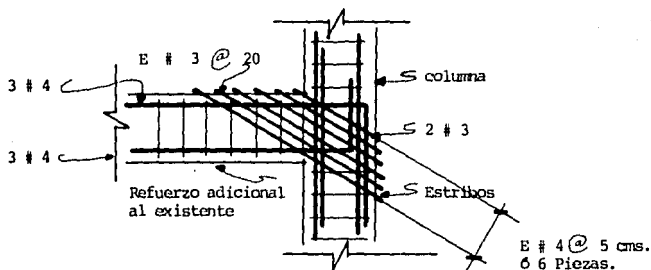


CORTE EJE 1'
PLANTA

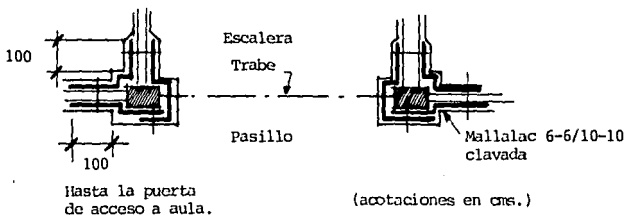
- 1.- Descubrir los armados de la columna para determinar su sección ya que se presume que la columna posee un recubrimiento muy grueso, previo apuntalamiento de las losas de azotea y del entrepiso del 1er. Nivel.

- 2.- Descubrir los armados en los nudos de unión trabe/columna, revisando las mensulas, ya que probablemente carecen de armado.
- 3.- En caso de que la columna posea un recubrimiento de más de 3 cms., se procederá a colar la sección que muestra actualmente adicionando un armado a base de 6#6 E# 3@20 concreto f'c = 200 kg/cm².
- 4.- Se reforzará el acero en los muros de la siguiente forma:

En caso de que los estribos estén dañados ó muy esparcidos, colocar estribos nuevos.



- 5.- Adicionar una sección de malla electro-soldada en los muros que coinciden con las columnas.



C A P I T U L O I V

COMPARATIVA ECONOMICA: DEMOLICION-RECONSTRUCCION

IV.- COMPARATIVA ECONOMICA: DEMOLICION-RECONSTRUCCION

Se realizaron estudios financieros con la alternativa de demolición total y reconstrucción semejante a la existente -- contra otra alternativa de remodelación y reconstrucción total de la obra.

Para obtener el costo de la primera alternativa se consideró un precio de \$10,000.00 por M2 y el presupuesto de reconstrucción que se propuso fué calculado a un costo de: --- \$30,000.00 por M2, por causas económicas y de tiempo, se decidió llevar a cabo la solución por medio de la reconstrucción de los inmuebles, ya que se presentaban los costos de la siguiente manera:

Demolición por M2:

\$ 10,000.00 M2 10,000.00 = \$ 100'000,000.00

Construcción por M2:

\$ 10,000.00 M2 65,000.00 = \$ 65'000,000.00

La demolición de la Escuela dió un total de:

\$ 750'000,000.00

Reconstrucción por M2:

10,000.00 M2 \$35,000.00 = \$ 350'000,000.00

La Reconstrucción dio un total de: \$ 350'000,000.00

Se decidió por la reconstrucción, por lo económico y el tiempo, también intervinieron varios conceptos para que no se llevara a cabo la demolición, ya que se considera la Escuela un Monumento Histórico.

A continuación se presenta el presupuesto de la reconstrucción que se llevó a cabo.

P R E S U P U E S T O

I.- PRELIMINARES	\$ 5'000,000.00
II.- DEMOLICIONES	40'000,000.00
III.- DRENAJE	50'000,000.00
IV.- RECONSTRUCCION Y ALBAÑILERIA	117'000,000.00
V.- INSTALACION HIDROSANITARIA	12'000,000.00
VI.- INSTALACION ELECTRICA	5'000,000.00
VII.- HERRERIA	15'000,000.00
VIII.- YESO Y PINTURA	30'000,000.00
IX.- IMPERMEABILIZACION	8'000,000.00
X.- ACABADOS Y PAVIMENTOS	50'000,000.00
XI.- OBRAS EXTERIORES	15'000,000.00
XII.- LIMPIEZA	<u>3'000,000.00</u>
T O T A L :	\$ 350'000,000.00 =====

Este fué el total del Presupuesto que se aplicó a la ---
reconstrucción de la Escuela Bénito Juárez.

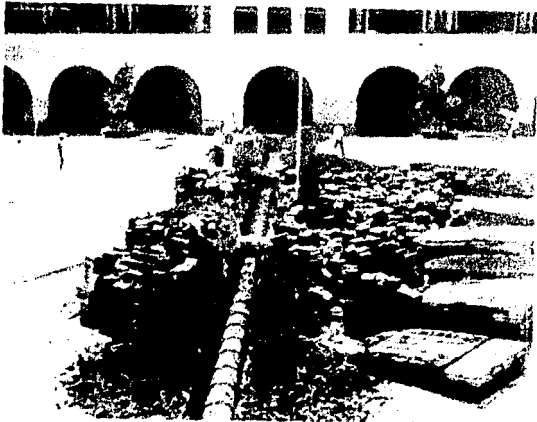
A continuación se presentan unas fotografías del proceso
de reconstrucción que se llevó a cabo en la Escuela "Bénito -
Juárez"

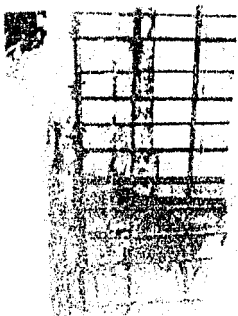
DATOS DE LA OBRA

RECONSTRUCCION	10,000 M2
TIEMPO DE RECONSTRUCCION	5 MESES
EMPLEOS GENERADOS	500/DIA
INVERSION	\$350'000,000.00
NUMERO DE ALUMNOS	5,000



SUBSTITUCION DE DRENATE, YA QUE
EL ANTERIOR PRESENTABA FISURAS.





SE REFORZARON LAS COLUMNAS MAS
DEBILES



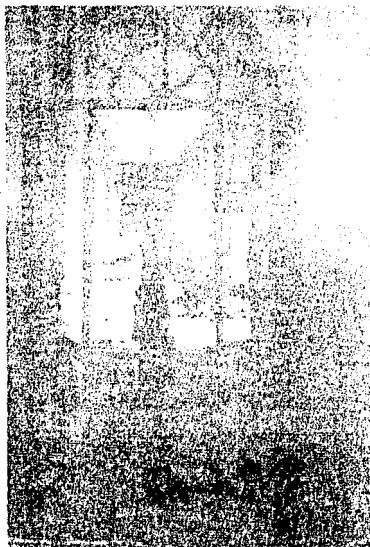
SE LEVANTO TODA LA TEJA Y ENTORZADO PARA PODER PONER UNA IMPERMEABILIZACION NUEVA
YA QUE PRESENTABA FISURAS Y FILTACIONES DE AGUA.





SE COLOCARON MALLAS ELECTROGOLDADAS DE 6-6/10-10 PARA RECIBIR APLANADO,
YA QUE EL ANTERIOR TENIA CUARTEADURAS.





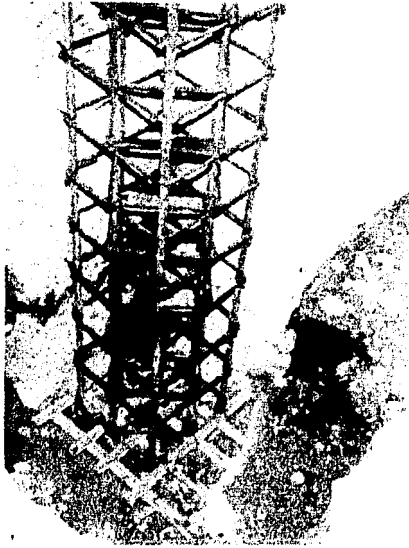
EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES
TAMBIEN SE CAMBIO.



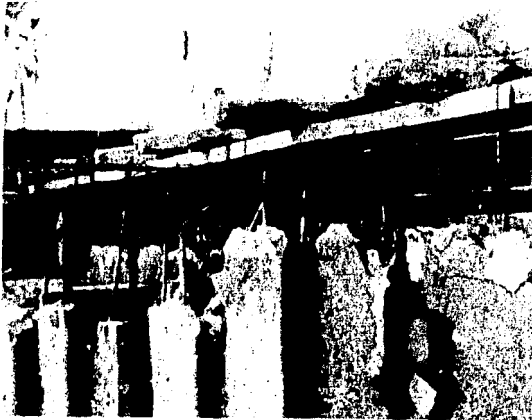


LOS MUROS QUE PRESENTARON MAYORES
CUARTEADURAS SE REFORZARON.





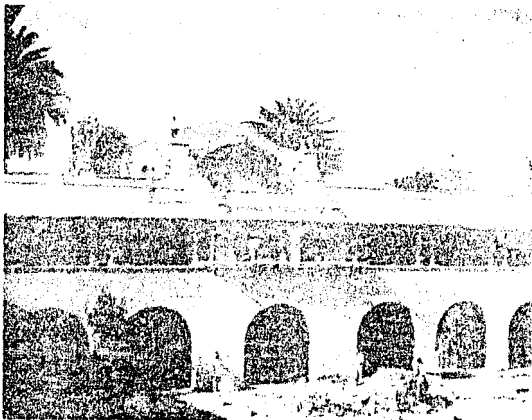
LOS MUROS QUE PRESENTARON MAYORES CUARTEADURAS SE REFORZARON





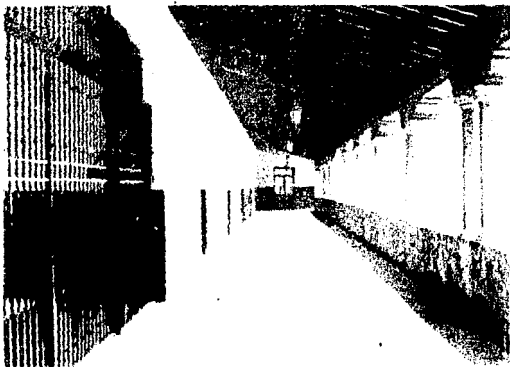
SE COLOCARON TECHOS Y PISOS NUEVOS



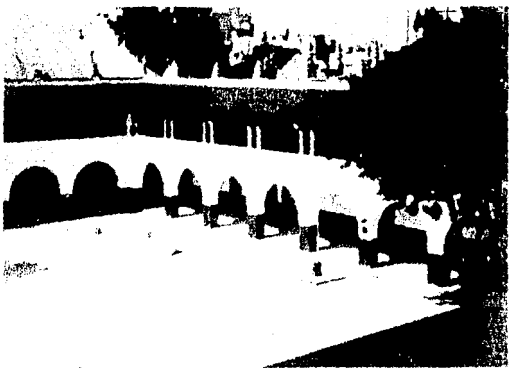


TECHOS Y FACHADAS SE MODIFICARON





OBRA TERMINADA



C A P I T U L O V

EVALUACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO Y SUS RAZONES

V.- EVALUACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO Y SUS RAZONES

Los efectos que en sí sufre la Ciudad de México cuando - hace acto de presencia un movimiento sísmico son de consecuencias alarmantes sobre todo cuando se refiere a los inmuebles destinados a casa-habitación, ó locales de trabajo, esto se - debe a la inestabilidad del subsuelo debido a su composición-fangosa y poco firme, que abarca casi la mayor parte de la -- Ciudad de México.

Esto acarreó como principio básico el hecho de que perso- nalidades de reconocido prestigio por ser peritos en la mate- ria de construcción, se hayan avocado a una revisión y actua- lización de coeficientes de seguridad que rijan para la re--- reconstrucción de obras urbanas, asentando los resultados en una nueva Ley de Reglamento de Construcciones para el D.D.F.

Los procesos constructivos empleados para la reconstruc- ción del Centro Escolar "Bénito Juárez", tiene su base funda- mental en los nuevos criterios que se describieron en el re- glamento del D.D.F., ya que con esto se aseguraba la seguri- dad del Inmueble ante la presencia de fenómenos físicos, con- el respaldo, dirección y supervisión, tanto técnica, política

y económicamente por especialistas en la materia, con lo cual se logró llevar a cabo esta empresa, y por lo tanto se considera que dicho proceso de reconstrucción fué el más adecuado, ya que a la vez fué elegido entre varias opciones propuestas y es la mejor se adaptó, tanto para conservar la arquitectura del inmueble, ya que éste, lo consideran un Monumento Histórico y para la seguridad requerida para el alumnado, además cabe mencionar que se hicieron comparativas económicas de demolición-construcción y de reconstrucción del Centro Escolar lo cual se optó por la reconstrucción, por lo económico y por la rapidez, ya que urgía reestablecer la escuela para reanudar los servicios que venía desarrollando.

Las soluciones aplicadas durante el proceso de obra enmanaron de un detallado cálculo estructural, para que sus dimensiones, formas y compuestos fueran de una excelente calidad y se logró llevar a cabo un estricto control en la ejecución de los trabajos dando como resultados la satisfacción en general de todas las personas interesadas y principalmente -- mantener en pie un centro de enseñanza cultural de mucho prestigio en la Ciudad de México.

CONCLUSIONES

1.- Una gran parte de la República, fué azotada por el sismo del 19 de Septiembre de 1985, lo cual afectó duramente el Plantel Académico "Bénito Juárez"

2.- El inmueble, se diseñó para un cupo aproximado de 5,000 alumnos, el cual se construyó en los años 1923 a 1925, siendo así una de las escuelas con más prestigio dentro del erario gubernamental.

3.- El Centro Escolar "Bénito Juárez", se encuentra desplantado sobre un sistema de cimentación a base de zapatas y contratraves corridas de concreto armado. Su desplante es -- con muros de carga de block hueco de 20x25x40 cms., y que además sirve como muros divisores y el refuerzo de estos muros es a base de castillos ahogados con varilla de 3/8"Ø.

4.- Las losas y entrepisos son a base de aligeramientos con 3 blocks por retícula en ambos sentidos.

5.- Los daños causados al inmueble en sus muros, pisos, y losas eran de verdadero peligro para las personas que acudían al Centro Escolar.

6.- Se sondearon diferentes frentes para checar la cimentación y se observó que era el único elemento estructural, que no había sufrido daños visibles, el checar las nivelaciones, se observó que había pequeñas diferencias en un punto -- con respecto a otro.

7.- Los elementos estructurales fueron los más afectados ya que sobre su superficie, quedaron marcadas grietas de 2° y 3°, y encontrándose ranuras hasta de 0.06 mts. de ancho por 3.10 mts. de longitud.

8.- Los daños encontrados en losas de entrepiso y azotea fueron sólo grietas de 1°.

9.- Las soluciones que se llevaron a cabo para la reconstrucción, fueron de refuerzo en muros, columnas, losas y reacondicionamiento general de instalación y servicios del plantel en general.

10.- En un principio se había pensado por la demolición del Centro Escolar, pero se hizo una evaluación, y se optó -- por la reconstrucción, ya que ésta salía más económica, y además intervinieron varios factores como la rapidez de reestablecer la escuela, para que los alumnos se reinstalaran en sus -

aulas, y opiniones políticas, ya que la escuela la consideran como un Monumento Histórico.

11.- La reconstrucción del Centro Escolar "Bénito Juárez" fué bajo la supervisión de la Delegación Cuauhtémoc, y el dictámen pericial fué hecho por Bufete Industrial, S.A.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Departamento del Distrito Federal
Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y Leyes Conexas. México, Andrade, 1986

- 2.- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
Reglamento de las Construcciones del Concreto Reforzado. (Traducción autorizada del American Concrete Institute), México, I.M.C.Y.C., 1964

- 3.- Altos Hornos de México, S.A.
Manual A.H.M.S.A. México, 1977.

- 4.- Documentación del Archivo Interno del Centro Escolar -- "Bénito Juárez", en la Biblioteca del mismo.

- 5.- Reporte del Diario Oficial, con referencia a los criterios de resolución para aplicarse al Programa de Reconstrucción de las Escuelas.