

EVALUACION Y REPARACION ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS

Oscar de la Torre Rangel¹

A). EVALUACION ESTRUCTURAL

A. 1 RECONOCIMIENTO Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO GENERAL.

- A. 1.1 Reconocer hundimientos y desplomes generales, referenciando aristas de fachadas con las edificaciones vecinas, y observando grietas, ondulaciones o corrimientos en banquetas, calles y posibles movimientos relativos en las juntas con colindantes.
- A. 1.2 Identificar el sitio con respecto a la zonificación del Reglamento de Construcciones.
- A. 1.3 Identificar presencia de edificaciones o de instalaciones importantes cercanas, como metro, lumbreras, drenaje profundo, subestaciones, pozos profundos, torres de transmisión, edificios altos dentro de la manzana con posibles pilotes de punta.
- A. 1.4 Ubicándose en la azotea del inmueble, reconocer posibles movimientos en las juntas con colindantes, rotura de tapajuntas, golpes entre edificios, materiales atrapados entre edificaciones vecinas.
- A. 1.5 Verificar el uso del área útil de cada piso, el tipo de cancelería, así como sus movimientos, fractura de vidrios, fractura de recubrimientos, corrimientos en plafones, talla de instalaciones hidráulicas y sanitarias, y funcionamiento de elevadores o montacargas.
- A. 1.6 Verificar en el cubo de escaleras fisuras o fracturas de recubrimientos, muros y rampas.
- A. 1.7 Verificar el interior del cubo de elevadores y muros del sótano, para reconocer fracturas, desplomes, deformaciones de guías mecánicas y fugas de agua.
- A.1.8 Investigar el tipo de documentación disponible y propósito futuro de propietario en cuanto al uso del inmueble y posibilidades de adecuación al nuevo reglamento.

¹Gerente General - Proyecto Estructural, S.A. México, D.F. (1994)

PROPOSITOS Y OBJETIVOS EN ESTA ETAPA

- 1). Definir la categoría del inmueble (A) ó (B), así como la posibilidad de una nueva imagen arquitectónica y cambio de uso de áreas.
- 2). Conocer la documentación disponible.
- 3). Establecer y programar los estudios y trabajos siguientes:
 - 3.a. Levantamiento geométrico estructural, plomos y niveles.
 - 3.b. Levantamiento de fisuras y daños estructurales y de recubrimientos.
 - 3.c. Sondeos y calas para conocer selectivamente armados y calidad de materiales.
 - 3.d. Sondeos y calas para conocer el tipo de cimentación.
 - 3.e. Exploración del subsuelo.
 - 3.f. Sondeos y calas para identificar el tipo de "empaque" entre muros y estructura.
 - 3.g. Sondeos y calas retirando recubrimientos, para detectar fisuras de losas en especial en las cercanías con elementos de rigidez (cubos de elevadores y escaleras y colindancias), para establecer si el trabajo como diafragma horizontal las hubiera provocado. Ver tabla anexa y comentarios sobre el tamaño de fisuras y grietas. (hojas 9 y 10)
- 4). Definir si las deformaciones generales de la estructura, durante eventos sísmicos provocaron los daños visibles en recubrimientos, acabados y grietas estructurales, así como en muros de relleno o de rigidez. El propietario debe conocer las deformaciones límites que establece el reglamento, y se decidirá de común acuerdo la estrategia y posibilidades de reparación local y/ó reestructuración.

Si no hubiera daños visibles, y las fisuras no son debidas a movimientos sísmicos, debe plantearse la conveniencia de preparar documentación suficiente, que deje constancia de la capacidad estructural, para futuras acciones sísmicas.

A.2 EVALUACION DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL BAJO ACCIONES SISMICAS

A.2.1. Edificaciones con muros de carga .

Si la edificación tiene menos de 13 metros de altura cabe la posibilidad de que cumpla o pueda facilmente adecuarse, para que cumpla con las condiciones de aplicabilidad del método simplificado de análisis, previsto en el reglamento, en cuyo caso, no es necesario verificar la seguridad contra el volteo, ni calcular deformaciones horizontales, ni tomar en cuenta efectos de torsión.

Sólo tiene que vetificarse que la suma de resistencias de muros en cada piso sea igual o mayor que la carga actuante sísmica factorizada en cada dirección principal.

A.2.2 Evaluación simplificada de estructuras de concreto.

Para edificaciones de mediana altura se ha desarrollado en Japón un procedimiento para evaluación de la capacidad sísmica de edificios existentes de concreto reforzado, y que ha sido adaptado para su uso en México por la UAM Azcapotzalco.

El resultado estimado para un edificio, no representa el nivel o rango de comportamiento sísmico, pero sí un índice que representa la potencial capacidad contra una intensidad sísmica en forma cualitativa.

Básicamente este procedimiento originado en Japón, se ha estado aplicando para edificios de 6 pisos o menos, con un sistema estructural a base de marcos con columnas o trabes de concreto con o sin muros de cortante.

Para edificios de más de 30 años, con deterioro severo, con exposición eventual a fuego, con concretos de muy baja resistencia o con un sistema estructural híbrido o sin definición clara, el procedimiento o norma Japonesa no es aplicable.

El procedimiento de evaluación desarrollado en la UAM Azcapotzalco y derivado de la norma japonesa, consiste en definir el coeficiente sísmico reducido por ductilidad correspondiente a la condición de falla, denominado coeficiente de resistencia " k_i ", y expresado como sigue:

$$K_i = \frac{(V_R)_i}{(V_A)_i} S$$

en donde:

$(V_R)_i$ es la fuerza cortante resistente en el entrepiso i
 $(V_A)_i$ es la fuerza cortante actuante en el mismo entrepiso i
 S factor correctivo

Suponiendo que la falla de entrepiso, se localiza en los elementos verticales de sustentación, la fuerza cortante resistente se calcula mediante la combinación de su resistencia proporcionalmente a sus rigideces, (Iglesias, UAM 1987)

Recientemente los mismos estudios en la UAM han tratado de simplificar las evaluaciones, de tal forma que para un edificio típico de mediana altura con materiales comunes en nuestro medio $(V_R)_i$; se calcula multiplicando las áreas transversales de los elementos estructurales verticales del entrepiso, por el esfuerzo cortante resistente promedio para cada una de las piezas estructurales de que se trate.

La fuerza cortante actuante $(V_A)_i$ para el mismo entrepiso i estudiado, se calcula con el método estático del reglamento de construcciones, aplicando el factor de carga que le corresponda, según la categoría de la edificación.

$$(V_A)_i = (F.C.) \frac{\sum_{j=1}^n \omega_j h_j}{\sum_{j=1}^n \omega_j h_j} W_{TOT}$$

n = número de pisos

ω_j = peso del piso j

h_j = altura del piso j desde el nivel del terreno

(F. C.) = Factor de carga (1.1)

W_{TOT} = peso total de la estructura

El factor correctivo (S), toma en cuenta la influencia que sobre la resistencia tienen las irregularidades geométricas, problemas de cimentación, afectaciones de estructuras colindantes y el deterioro propio de la estructura.

Este procedimiento ha sido empleado en un número importante de edificaciones para el D.F., y reducido a 162 casos para fines de zonificación sísmica en el D.F., y ha sido calibrado satisfactoriamente con evaluaciones detalladas.

Recientemente en la misma UAM, se han hecho estudios complementarios mediante los cuales se pueden estimar también en forma aproximada los desplazamientos y el período fundamental de las estructuras típicas del D. F.

En el proceso de evaluación simplificada, aparece una clasificación de daños causados por sismo, que es básica también en la norma japonesa, y que puede dar una buena idea y ayudar al ingeniero estructurista para tomar su decisión final ó dictámen de una edificación, por lo que se reproduce a continuación:

TIPO DE DAÑO	DESCRIPCION
0 No estructural	Daños únicamente en elementos no estructurales .
1 Estructural ligero	Grietas de menos de 0.5 mm de ancho en elementos de concreto. Grietas de menos de 3.0 mm de ancho en muros de mampostería.
2 Estructural fuerte	Grietas de 0.5 a 1.0 mm de ancho en elementos de concreto. Grietas de 3 mm a 10 mm de ancho en muros de mampostería
3 Estructural grave	Grietas de más de 1 mm de ancho en elementos de concreto. Aberturas en muros de mampostería Desprendimiento del recubrimiento en columnas. Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en vigas, columnas y muros de concreto. Agrietamiento de capiteles. Desplomes en columnas Desplomes del edificio en más del 1% de su altura. Hundimiento o emersión de más de 20 cms.

Si el menor de los valores k_i , corresponde sensiblemente al coeficiente sísmico reducido por ductilidad de acuerdo al reglamento, deberá identificarse en ese piso (i), el grado de daños existentes en la edificación, ya que este valor representa un índice de las condiciones de falla.

Las conclusiones que el ingeniero estructurista, y el director responsable de obra puedan dar al propietario, deben apegarse al Reglamento de Construcciones, para poder tomar la decisión y responsabilidad compartida que cada uno de los casos amerita.

A.2.3 Evaluación detallada

Es cada vez más fácil, con programas para computadoras P.C realizar el análisis estructural de la edificación, en forma espacial, más confiable a medida que los datos recabados geométrico-elásticos lo sean.

Los resultados de deformaciones entre pisos consecutivos, así como los elementos mecánicos de trabes, columnas, muros y acciones sobre la cimentación, serán correlacionados con los daños observados para un coeficiente sísmico dado por el reglamento en vigor y servirán al ingeniero estructurista para proponer al propietario la acción a tomar, ya sea de reparación local, demolición o reestructuración.

Personalmente estimo "razonable", atender a la respuesta de deformación, más que a la capacidad estructural de trabes, columnas y muros para decidir la mejor forma de reestructuración, pero el "arte" de cada estructurista puede variar según el caso a tratar. A continuación se presentan conceptos generales de reestructuración y detalles constructivos que he tratado de agrupar y precisar cada vez más, esperando aportaciones y comentarios de colegas.

B) REFUERZO DE ESTRUCTURAS

B.1 INTRODUCCION

Los conceptos, estudios y trabajos siguientes, pueden confundirse, pero tratan de conseguir una respuesta aceptable de una estructura existente ante la acción de fuerzas horizontales sísmicas

- B.1.1 REHABILITACION (RETROFITTING)
- B.1.2 REPARACION (REPAIR)
- B.1.3 REFORZAMIENTO (STRENGTHENING)
- B.1.4 RIGIDIZACION (STIFFENING)

Estos estudios y trabajos representan un arte personal o de grupo, que rápidamente se están convirtiendo en una ciencia, debidamente apoyada por:

- INVESTIGACION Y ENSAYES.
- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS EFICIENTES Y REALIZABLES.
- VERIFICACION DEL COMPORTAMIENTO POST SISMOS.

A medida que crece el apoyo técnico y variedad de soluciones, así como materiales nuevos, se pueden idear mejores y más numerosas soluciones para lograr el objetivo final que es el comportamiento o respuesta aceptable de la estructura.

B.2 OBJETIVO

Lograr un mejor comportamiento o respuesta estructural, ante futuras acciones sísmicas.

El concepto del comportamiento o respuesta estructural debe definirlo el estructurista de común acuerdo con el propietario y/o usuarios, para establecer o definir la solución de refuerzo o rehabilitación.

La respuesta de una estructura puede modificarse, para cubrir diferentes requerimientos, desde la seguridad de vidas humanas, hasta el control riguroso de daños en la propia estructura y sus elementos, accesorios o contenidos.

Por lo anterior, no existe la solución "óptima" o "única" que logre el objetivo establecido, pero al confrontar diversas experiencias y resultados, se pueden establecer los siguientes conceptos:

- B.2.1 Diferentes criterios de comportamiento, llevan a diferentes conceptos de refuerzo.
- B.2.2 Las condiciones del sitio pueden obligar a un tipo de soluciones.
- B.2.3 Para estructuras de pocos pisos, pueden existir diferentes soluciones que llevan a comportamientos comparables.
- B.2.4 Para estructuras de alturas mayores (no edificios altos) en suelos poco comprensibles, el uso de muros de rigidez puede representar mejor solución que contraventeos diagonales, especialmente contra colapso.
- B.2.5 El uso de elementos de rigidez como muros de concreto o mampostería enmarcados, no es compatible con el uso de contraventeo diagonal metálico en una misma estructura, ya que el trabajo eficiente de estos últimos, opera después que un elemento de rigidez ha sufrido daño.

B.3 PROCEDIMIENTOS PARA REFUERZO.

- B.3.1 Sin cambiar el sistema resistente a fuerzas laterales.
 - B.3.1.1 Reforzando las losas para que su efecto como diafragma horizontal sea más eficiente, especialmente si sufrieron agrietamiento.
 - B.3.1.2 Reforzando trabes, columnas y/o muros existentes, para garantizar que su sección transversal, participe con toda su área e inercia, además de que resistan los elementos mecánicos que les correspondan.

B.3.1.3 Mejorando o rehaciendo la unión entre elementos estructurales existentes, para garantizar su trabajo de conjunto previsto en el diseño original o en la revisión.

B.3.1.4 Recimentando para reducir la amplificación de efectos, por volteo del conjunto o por desplazamiento excesivo de la cimentación.

B.3.2 Cambiando el sistema resistente a fuerzas laterales.

B.3.2.1 Introduciendo nuevos elementos a la estructura original, como muros de rigidez, contraventeos diagonales, columnas y traveses nuevas.

B.3.2.2 Eliminando piezas estructurales del proyecto y construcción originales como muros, contraventeos, etc., de modo que no participen más para resistir fuerzas laterales.

B.3.2.3 Recimentando, para modificar las condiciones de apoyo de columnas, muros ó contraventeos así como para reducir las características de volteo y/o desplazamiento del conjunto.

En cualquiera de los dos procedimientos, el trabajo simultáneo entre diferentes piezas debe ser garantizado, a menos que se pretenda aprovechar las características de ductilidad de algunos elementos, cuya participación completa y eficiente, sucede después de que otras piezas o elementos han sufrido daño parcial "aceptable".

En general creo que es válido generalizar, que además de evitar colapso y salvar vidas humanas debe procurarse que el comportamiento estructural garantice la continuidad de funcionamiento en operación del inmueble, este concepto no es fácil asociarlo al aprovechamiento de ductilidad como se dijo en el párrafo anterior.

En todos los casos la "integración" o "incorporación" total y completa de nuevos elementos estructurales debe garantizarse, de tal modo que la estructura reforzada responda como si estas nuevas piezas hubieran estado presentes desde la construcción original.

Los siguientes croquis, esquemas, detalles y recomendaciones han sido propuestos por el autor, y construidos en diversas edificaciones, algunos de ellos sin respaldo suficiente de pruebas o investigaciones como pudieran desearlo otros estructuralistas, y siempre serán objeto de adecuación y optimización para cada proyecto de refuerzo y ojalá en el futuro cercano, este arte llegue a convertirse en ciencia que aprovechemos todos.

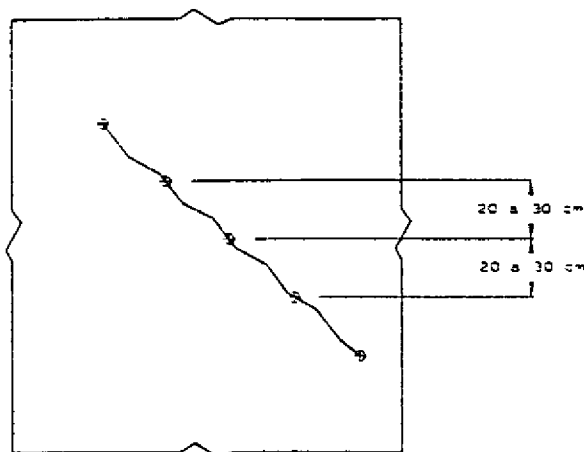
FISURAS Y GRIETAS

ANCHOS TOLERABLES EN FISURAS O GRIETAS EN CONCRETO ARMADO (A.C.I)

CONDICIONES EXTERNAS (EXPOSICION)	ANCHO TOLERABLE mm
AIRE SECO O MEMBRANA PROTECTORA	0.40
HUMEDAD - AIRE SECO SUELO (TIERRA)	0.30
PRODUCTOS QUIMICOS PARA DESHIELO	0.20
AGUA MARINA - BRIZA MARINA HUMEDECIDO - SECADO	0.15
MUROS DE CISTERNA O RETENEDORES DE AGUA	0.10

NOTAS SOBRE RELLENADO DE FISURAS O GRIETAS

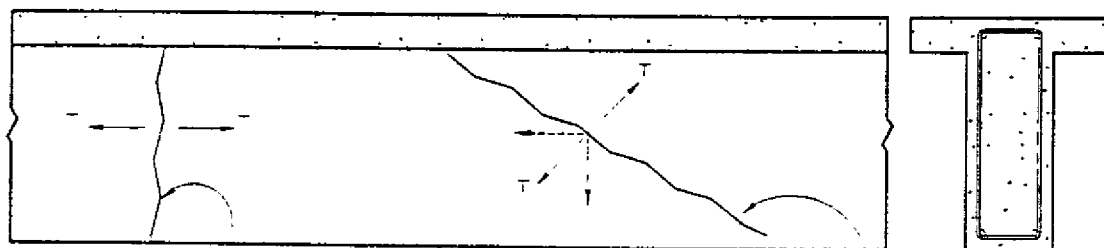
- 1.-) El rellenar fisuras de 0.5 mm y mayores, con resina epóxica, produce mayor seguridad sobre la suposición teórica de área completa e Inercia efectiva en la sección transversal.
- 2.-) El proceso de rellenado debe hacerlo personal especializado, con calafateo previo, para decidir inyección simple o a presión.
- 3.-) Después de efectuar un primer proceso de rellenado, es muy conveniente verificarlo, ya sea con ultrasonido o con extracción de muestras.



4.-) El proceso de rellenado de una fisura se hace de abajo hacia arriba, para evitar aire atrapado, calafateando previamente el tramo por inyectar.

Se inicia el relleno inyectándolo por el taladro 1, hasta que la resina se manifieste, escurriendo por el taladro 2

Se repite el proceso para el rellenado del tramo 2 3 inyectándolo por el taladro 2, y así en tramos superiores hasta completar todo el desarrollo de la fisura.

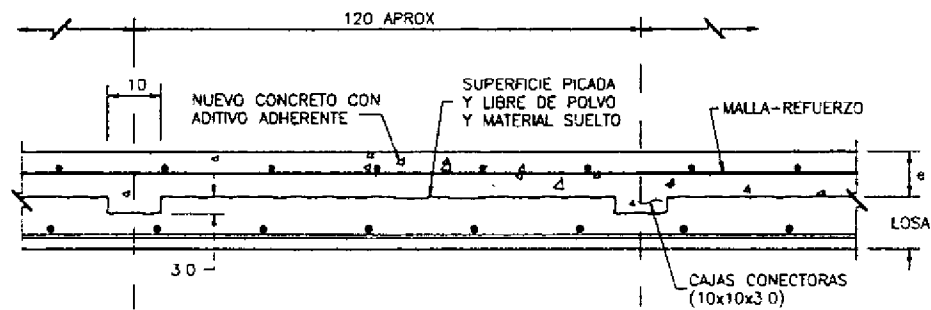


Grieta o fisura debida a contracción volumétrica; y es muy probable que se presenten durante el proceso de fraguado del concreto, por defecto de curado.

Generalmente no pasan a la losa y coinciden con la posición de los estribos.

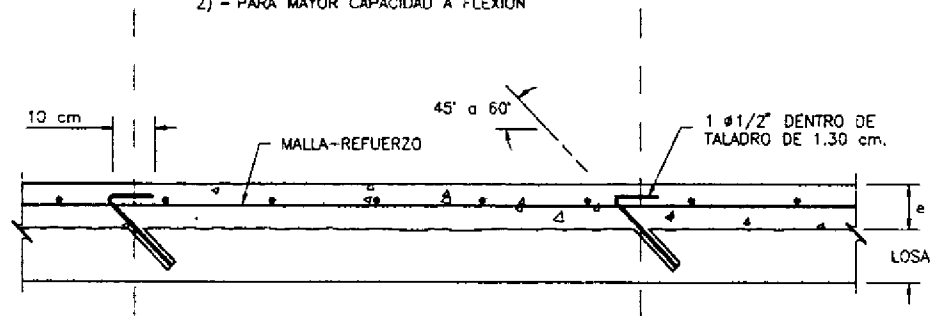
Grieta o fisura debida a una tensión diagonal que es la combinación de una fuerza de corte (vertical) y otra de contracción volumétrica y/o fuerza horizontal de trabajo bajo carga, especialmente por descimbrado prematuro.

Se presentan en las cercanías del apoyo de la trabe, y si aparecen después del proceso constructivo, por defecto de estribos y/o baja calidad del concreto, generalmente se prolongan a la losa.



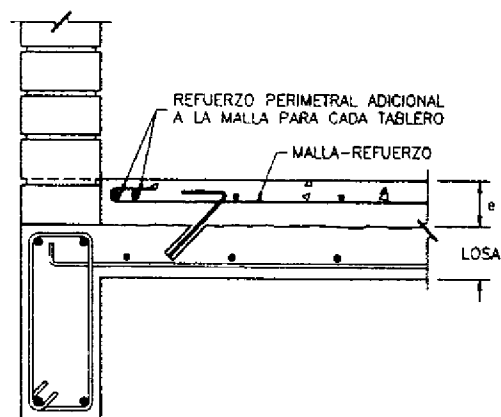
REFUERZO DE LOSA

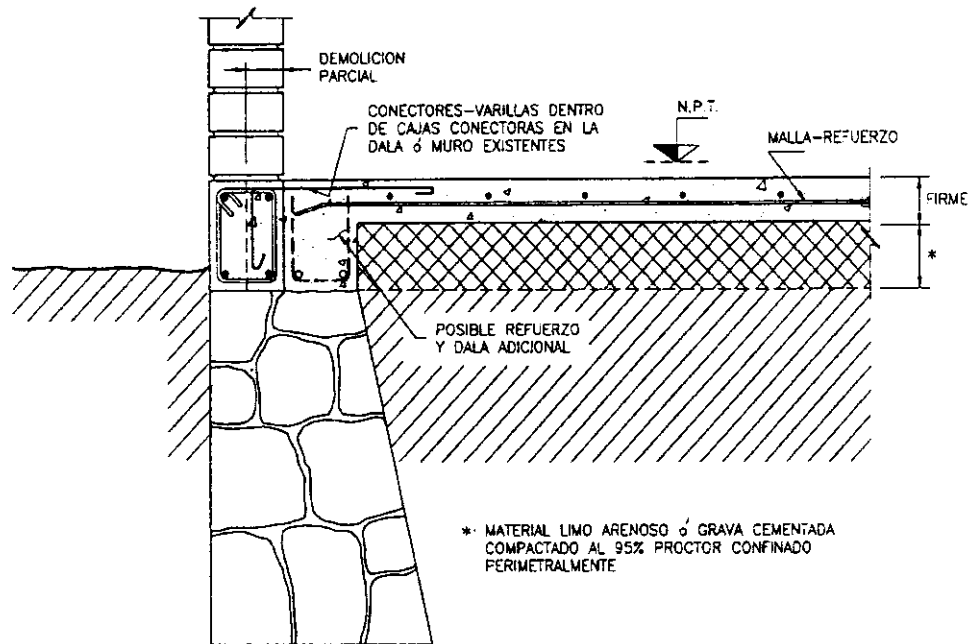
- 1) - PARA MEJORAR EL EFECTO DE DIAFRAGMA DE LA LOSA COMO ELEMENTO DE UNION ENTRE MARCOS Y MUROS
- 2) - PARA MAYOR CAPACIDAD A FLEXION



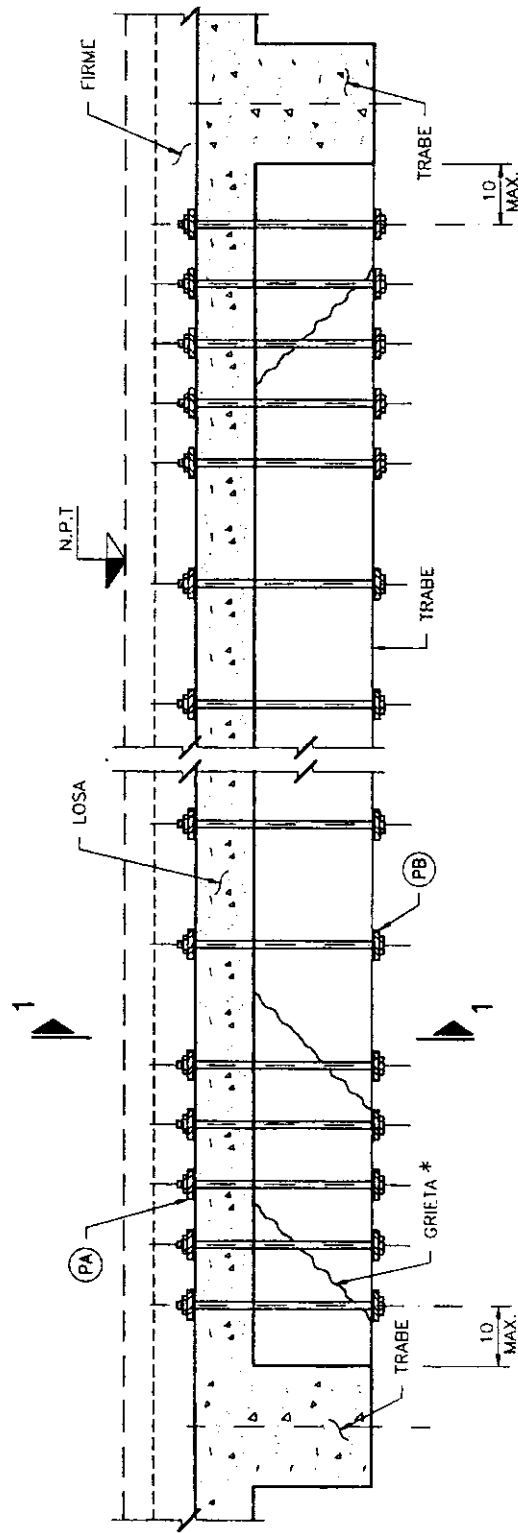
REFUERZO DE LOSA

CON CONECTORES METALICOS DOBLADOS ANTES o DESPUES DE COLOCAR LA MALLA-REFUERZO, EN LUGAR DE CAJAS CONECTORAS





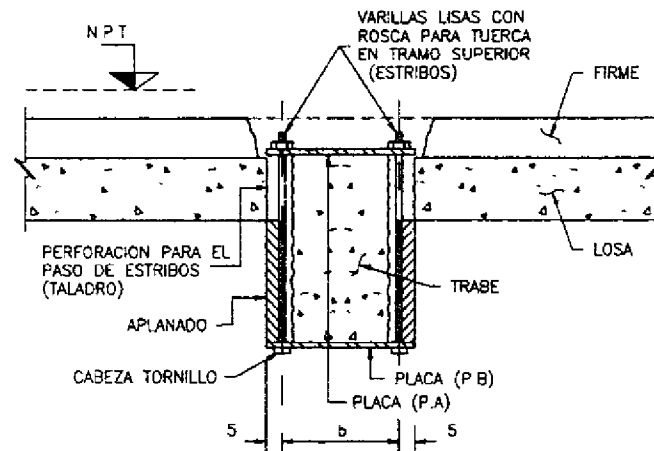
L O S A F I R M E
REFUERZO A LA CIMENTACION



* GRIETAS DE 0.5 mm. Y MAYORES, RELLENARLOS CON RESINA EPOXICA (INYECCIONES POR TRAMOS DE 10 o 20 cm. DE ABAJO HACIA ARRIBA, PREVIO CALAFATEO)

VISTA LATERAL ELEVACION

REFUERZO DE TRABE - ESTRIBOS EXTERIORES

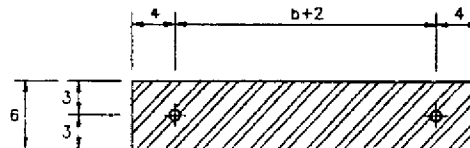


C O R T E 1 - 1

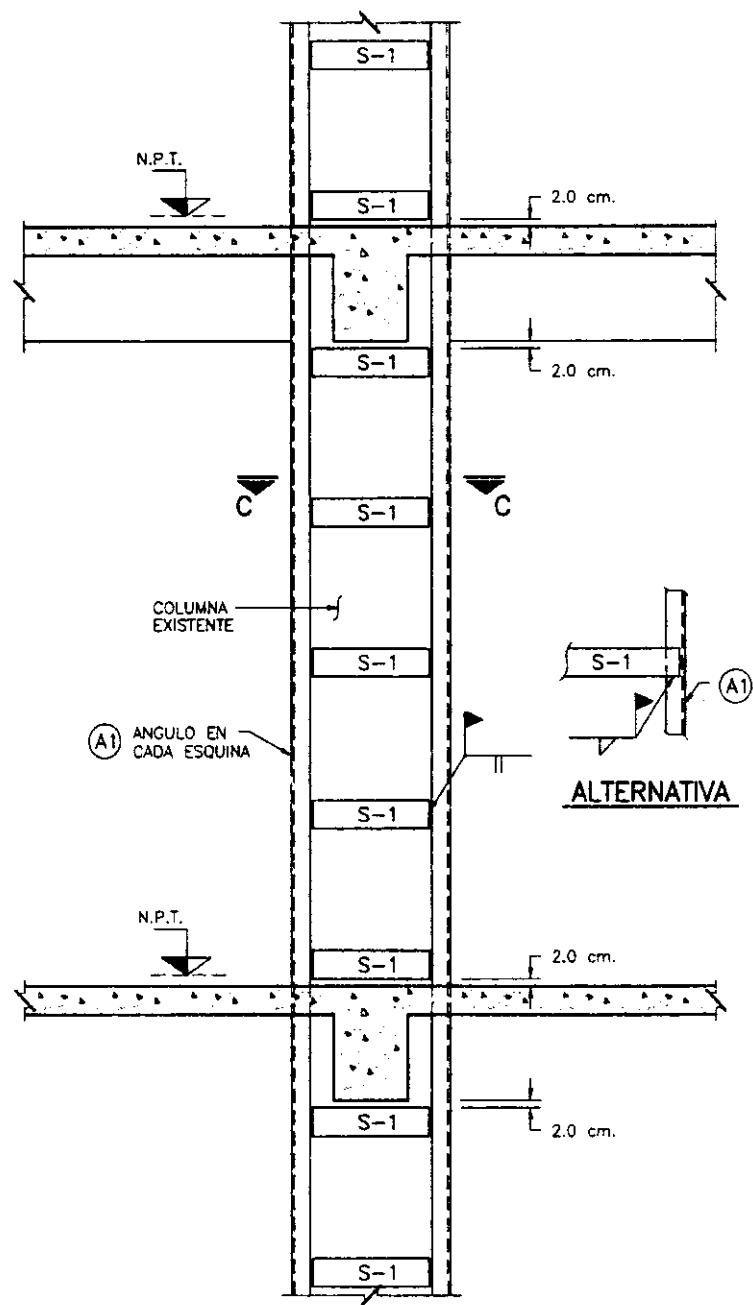
REFUERZO DE TRABE

PROCEDIMIENTO PARA LA COLOCACION DE ESTRIBOS EXTERIORES EN FALLAS POR TENSION DIAGONAL

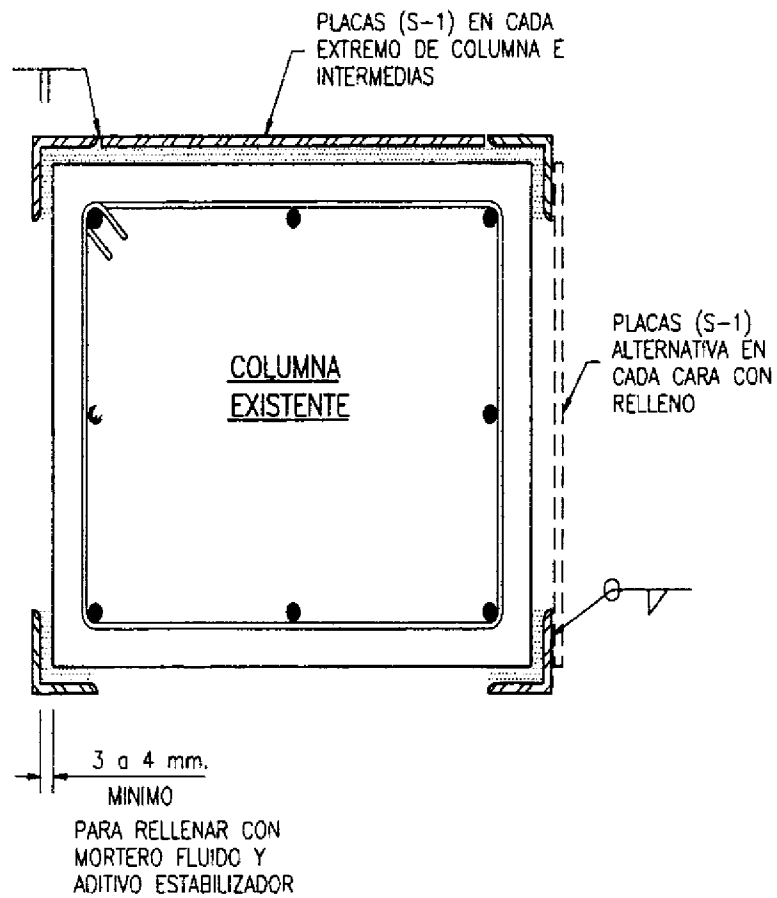
- 1 - DEMOLER EL PISO PARA DESCUBRIR LA LOSA.
- 2 - TALADRO PARA EL PASO DE VARILLAS LISAS CON ROSCA EN SUS EXTREMOS SUPERIORES (ESTRIBOS).
- 3 - HABILITACION DE PLACAS (P.A) Y (P.B) PERFORADAS Y DE VARILLAS CON CABEZA DE TORNILLO Y ROSCA PARA TUERCA.
- 4 - COLOCACION DE PLACAS Y VARILLAS LISAS PINTAR CON PINTURA ANTICORROSIVA (2 MANOS) LAS PLACAS Y VARILLAS PREVIAMENTE
- 5 - COLOCACION DEL RELLENO DE PERFORACION Y NUEVO N.P.T.
- 6.- APLANAR CON MORTERO LAS CARAS DE LA TRABE HASTA AHOGAR TOTALMENTE LAS VARILLAS LISAS, EN TODA LA EXTENSION QUE OCUPEN LOS ESTRIBOS ADICIONALES, USAR TELA DE GALLINERO PARA REFORZAR ESTE APLANADO



PLACA (P.A) Y (P.B)
(e=0.6 cm) (1/4") MINIMO

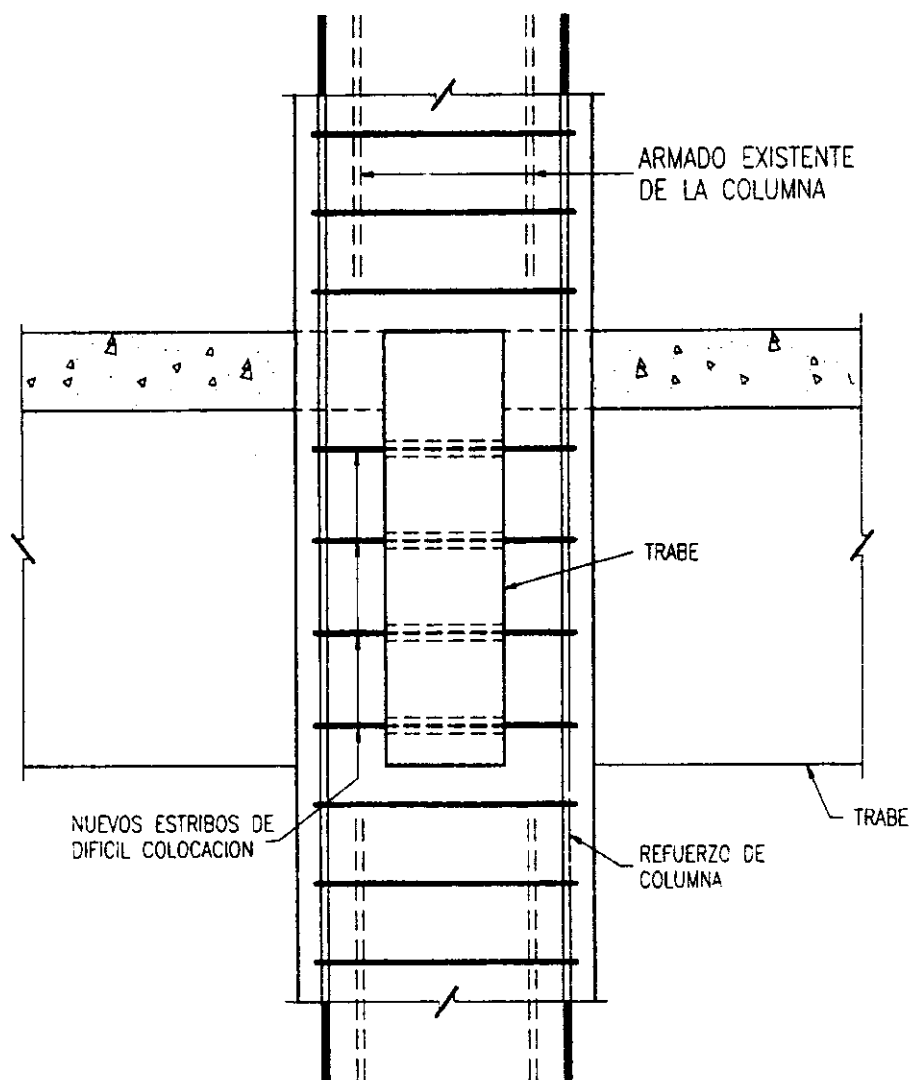


REFUERZO PARA COLUMNA "ENCAMISADO METALICO"
ELEVACION



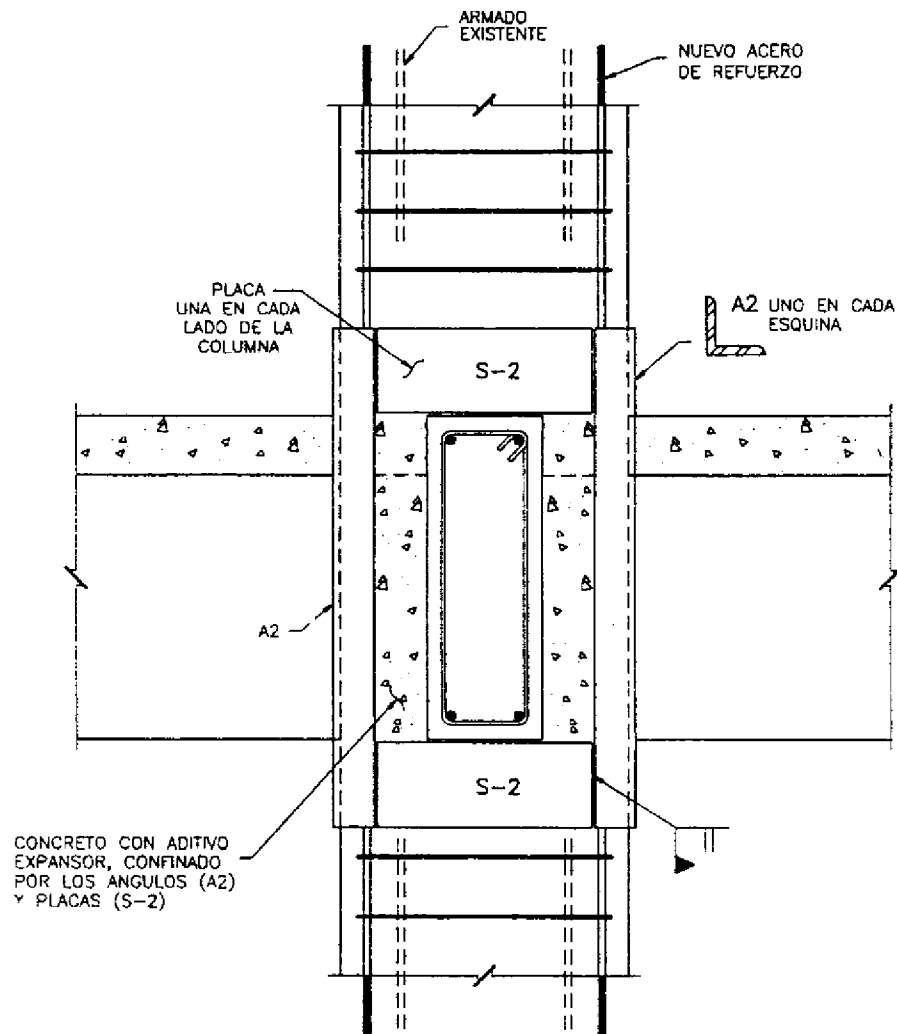
S E C C I O N C - C
R E F U E R Z O D E C O L U M N A
P L A N T A

ANGULOS EN LAS ESQUINAS Y PLACAS
EN CELOSIA EN CADA CARA

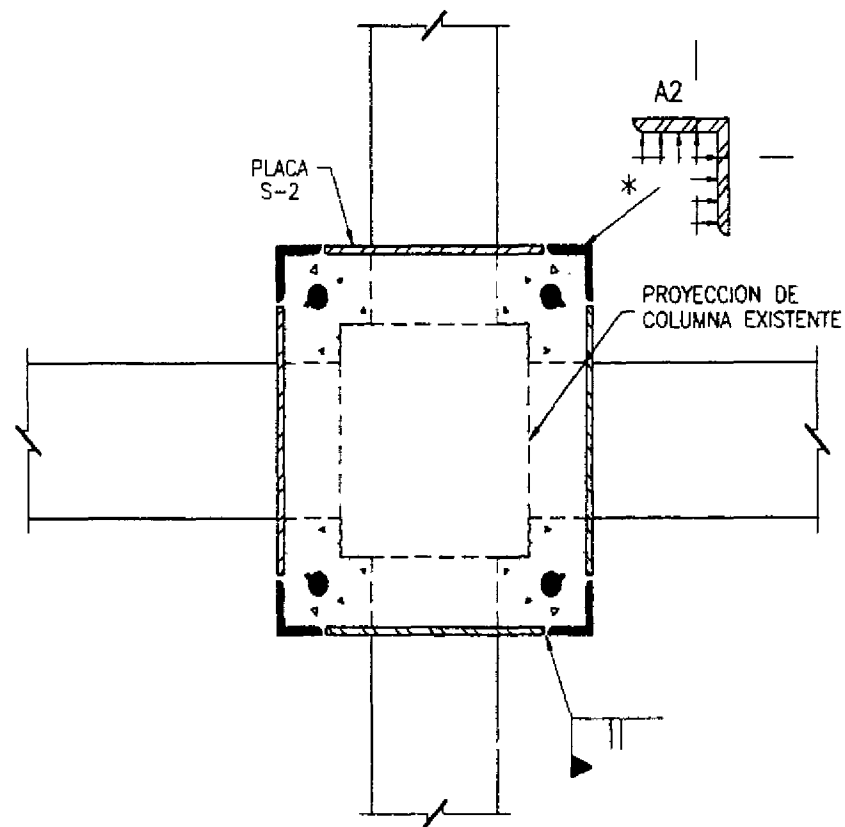


REFUERZO DE COLUMNA

AGREGANDO ARMADO EXTERIOR Y AUMENTANDO
SECCION DE CONCRETO



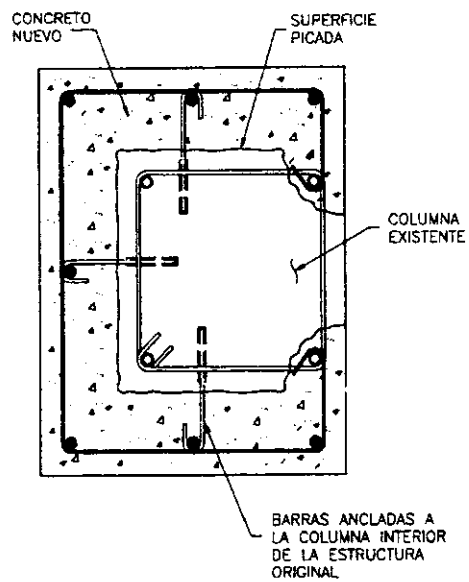
REFUERZO DE COLUMNA
ELEVACION
 ELIMINANDO ESTRIBOS EN EL TRAMO DE TRABES



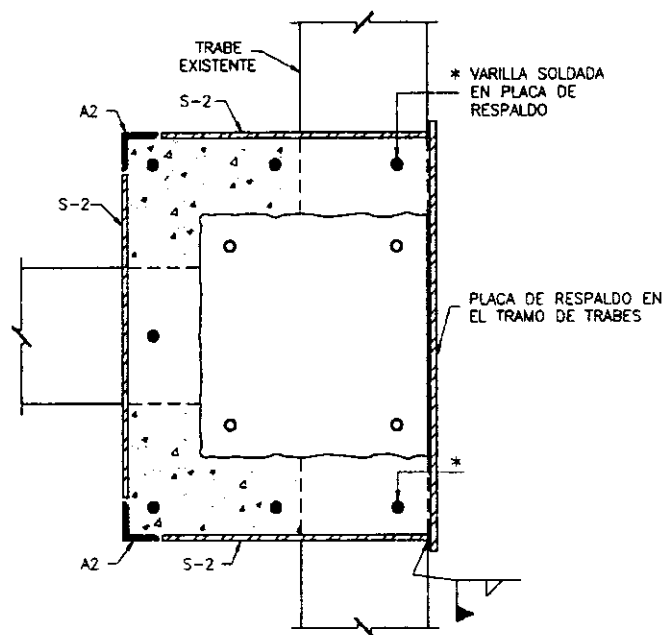
* LA FUERZA DE CONFINAMIENTO QUE TEORICAMENTE PROPORCIONAN
LOS ESTRIBOS ELIMINADOS, PROVOCA FLEXION EN CADA ANGULO (A2)

REFUERZO DE COLUMNA P L A N T A

CONFINAMIENTO TRANSVERSAL CON 4 ANGULOS
Y 8 PLACAS EN LA ZONA DEL NUDO CON TRABES

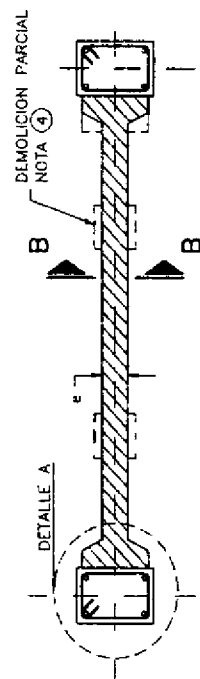


REFUERZO PARA COLUMNA (COLINDANCIA)
P L A N T A

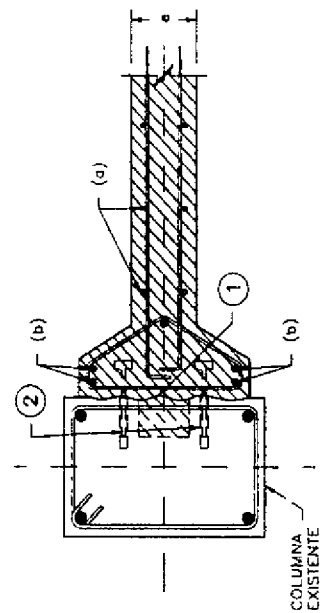


NOTAS

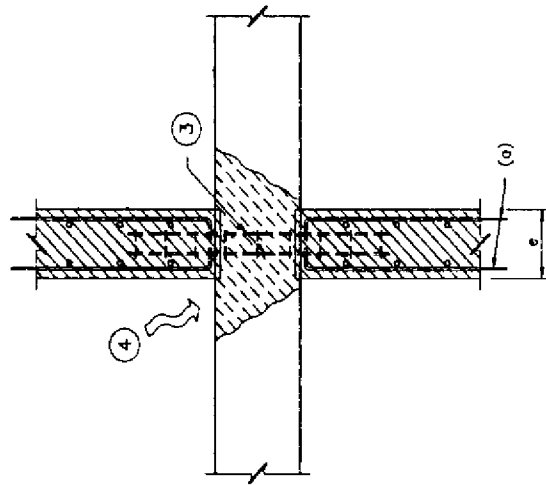
- 1) - SUPERFICIE PICADA Y LIMPIA DE TODO MATERIAL SUELTO Y POLVO POSIBLE FORMACION DE "CAJAS" EN LA COLUMNA EXISTENTE PARA SER RELLENADAS CON EL NUEVO COLADO.
- 2) - TALADROS PARA COLOCAR PERNOS DENTRO DE TAJETES, QUE SERVIRAN COMO CONECTORES ENTRE EL NUEVO MURO DE RIGIDEZ Y LA COLUMNA EXISTENTE.
- 3) - ARMADO FORMADO POR 4 VARILLAS EN FORMA DE PEQUEÑO "CAS- TILLO" COLOCADO EN LA POSICION DE VENTANAS PARA COLADO.
- 4) - COLADO DEL MURO INFERIOR A TRAVES DE VENTANAS QUE SE FORMARAN DEMOLIENDO LA ESTRUCTURA EXISTENTE.



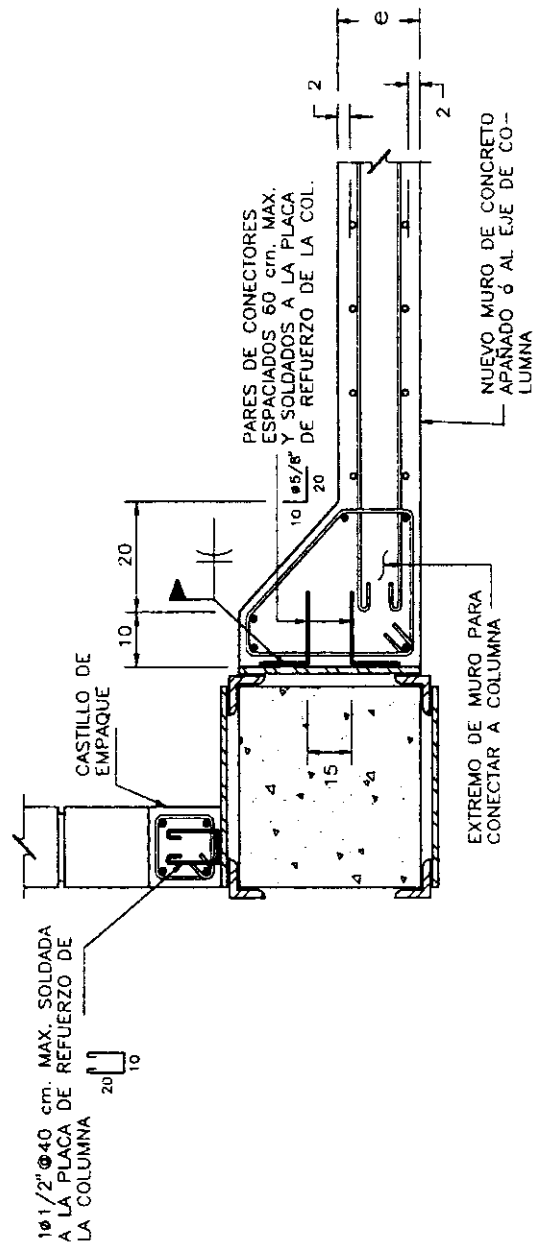
P L A N T A NUEVO MURO DE CONCRETO -- RIGIDEZ ADICIONAL A LA ESTRUCTURA



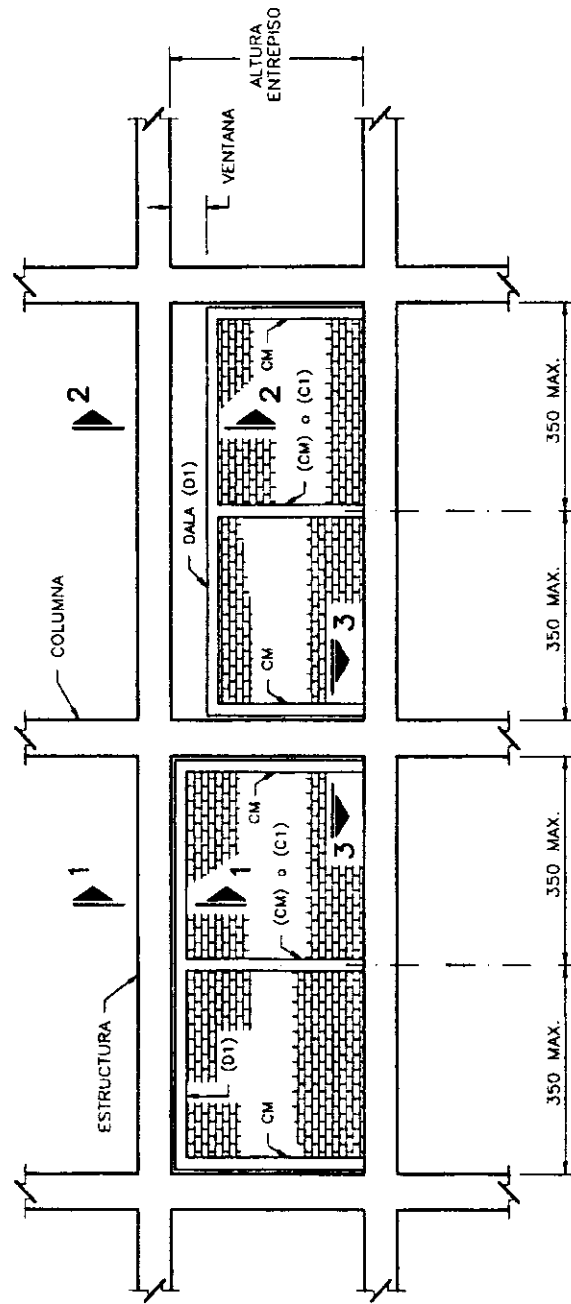
DETALLE A



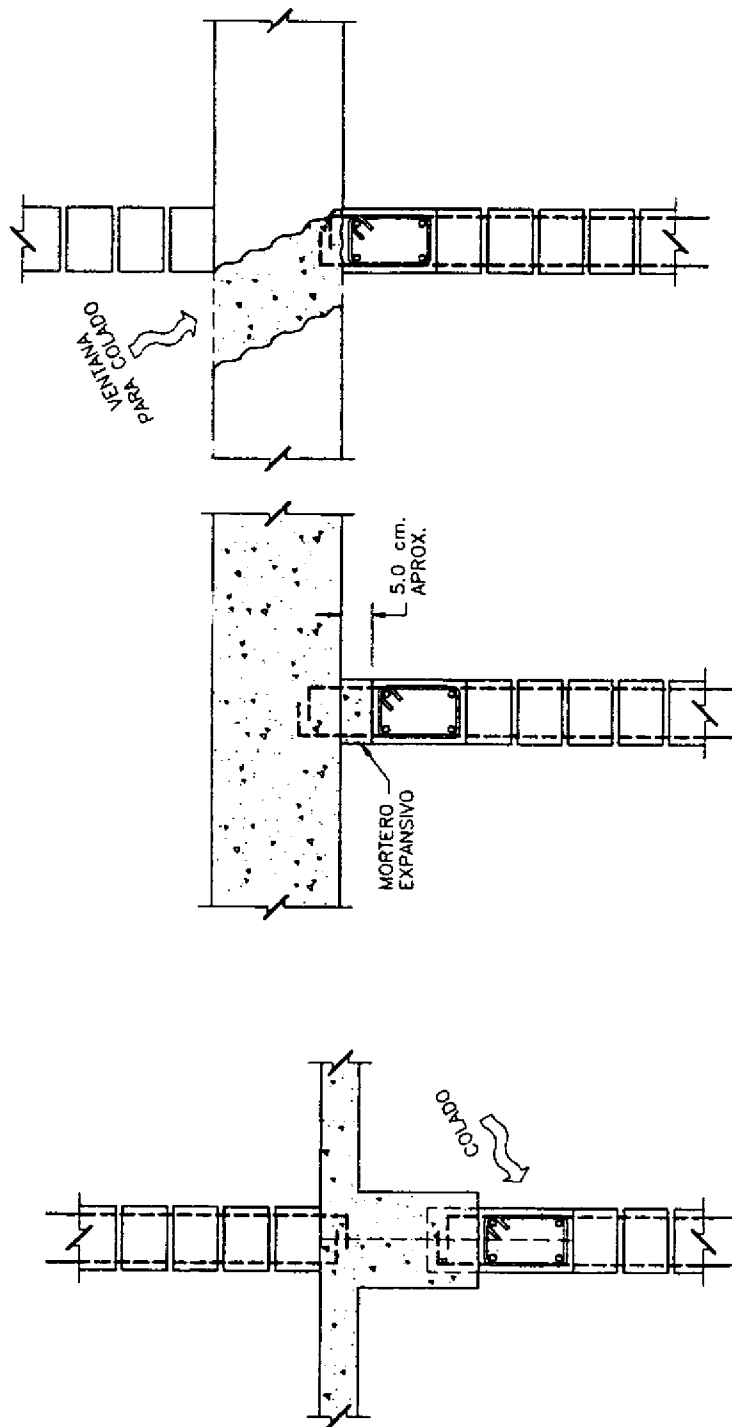
CORTE B - B



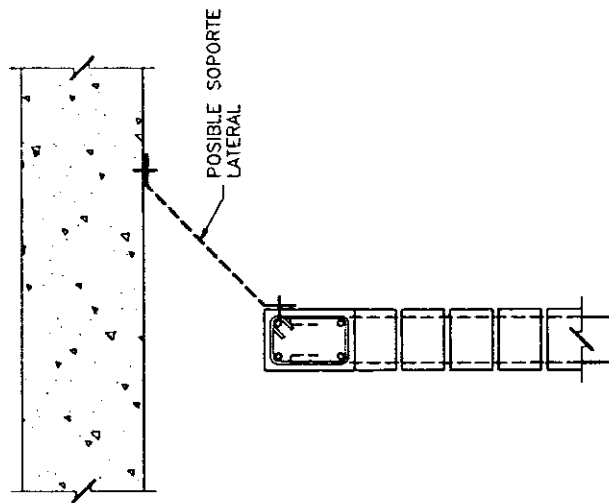
UNION DE MUROS A COLUMNA
P L A N T A



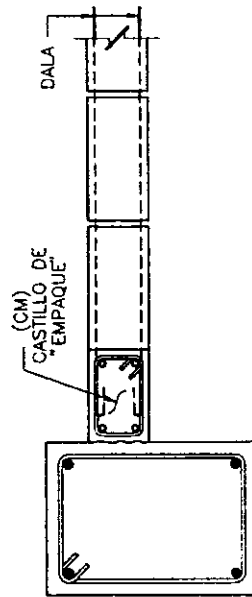
MUROS DE MAMPOSTERIA PARA
RELLENO ó RIGIDIZACION
ELEVACION



C O R T E 1 - 1
MURO DE RIGIDEZ "EMPACADO"
CONTRA LA ESTRUCTURA EXISTENTE

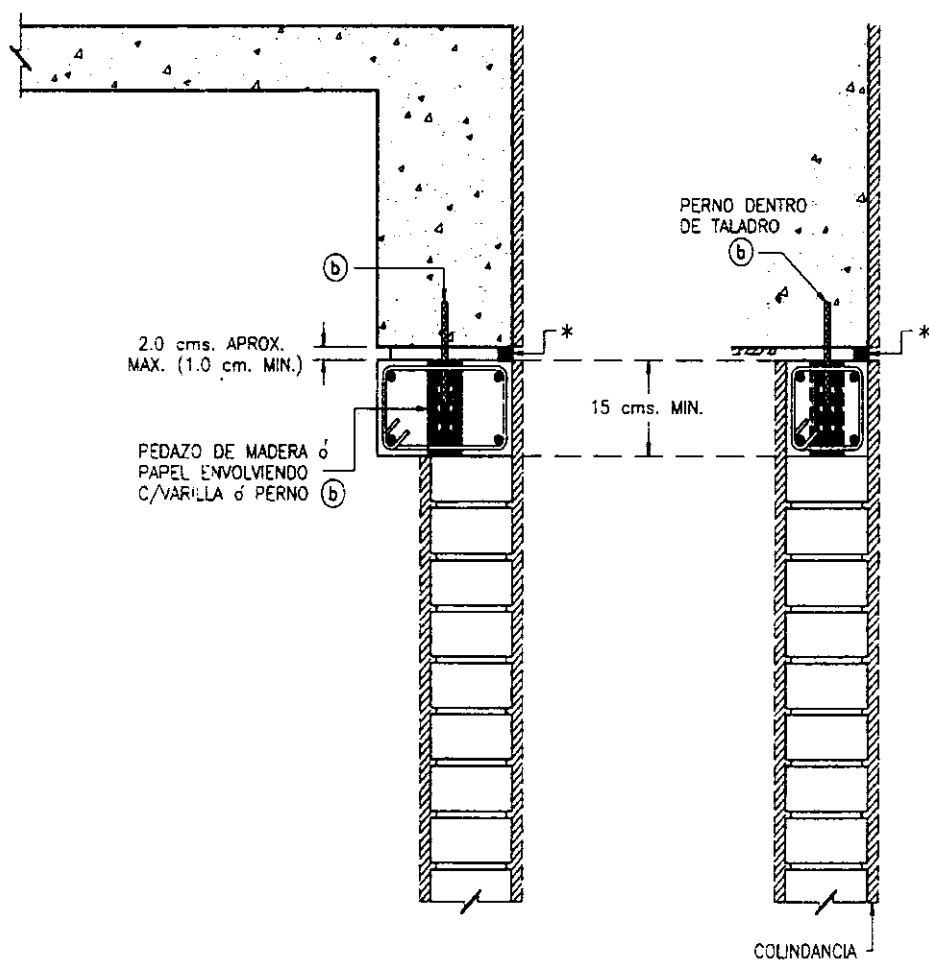


C O R T E 2 - 2
E L E V A C I O N
 MURO DIVISORIO

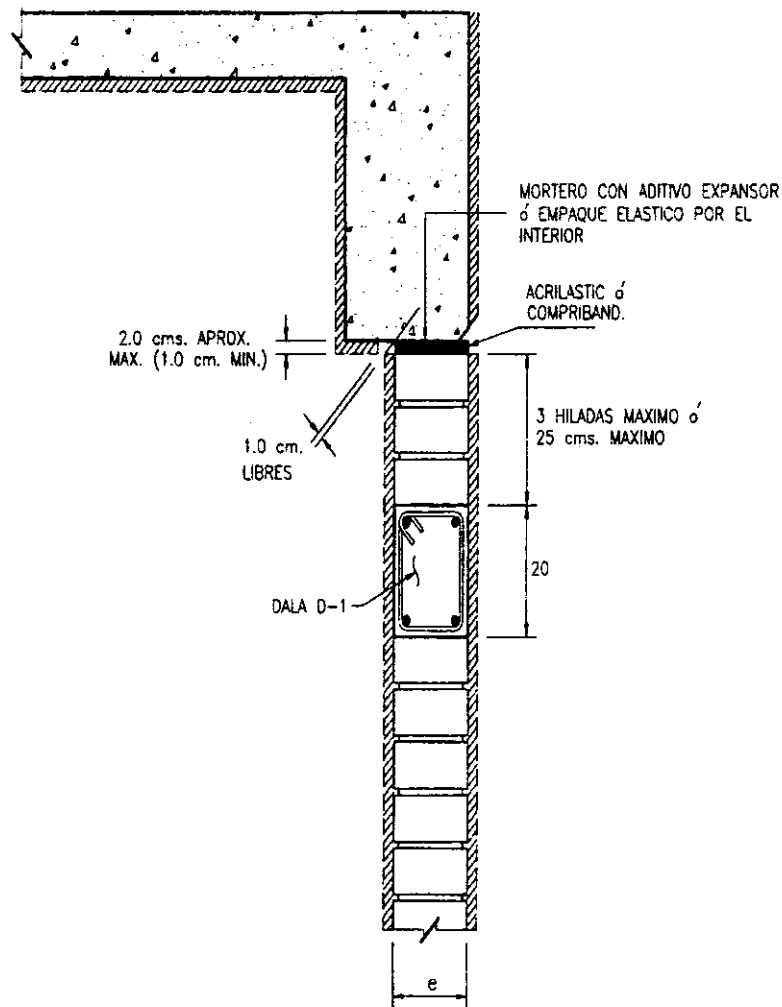


C O R T E 3 - 3
P L A N T A
 PARA MURO DE RIGIDEZ

* SISMOFLEX 6
COMPRIBAND

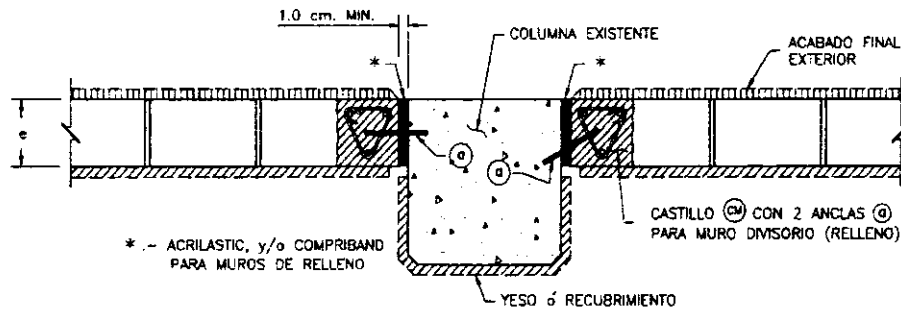


ALTERNATIVA CORTE 1 - 1
MURO DIVISORIO



DALA D-1 ANCLADA 25 cms. MINIMO
EN CASTILLOS EXTREMO (CM)

ALTERNATIVA CORTE 1-1

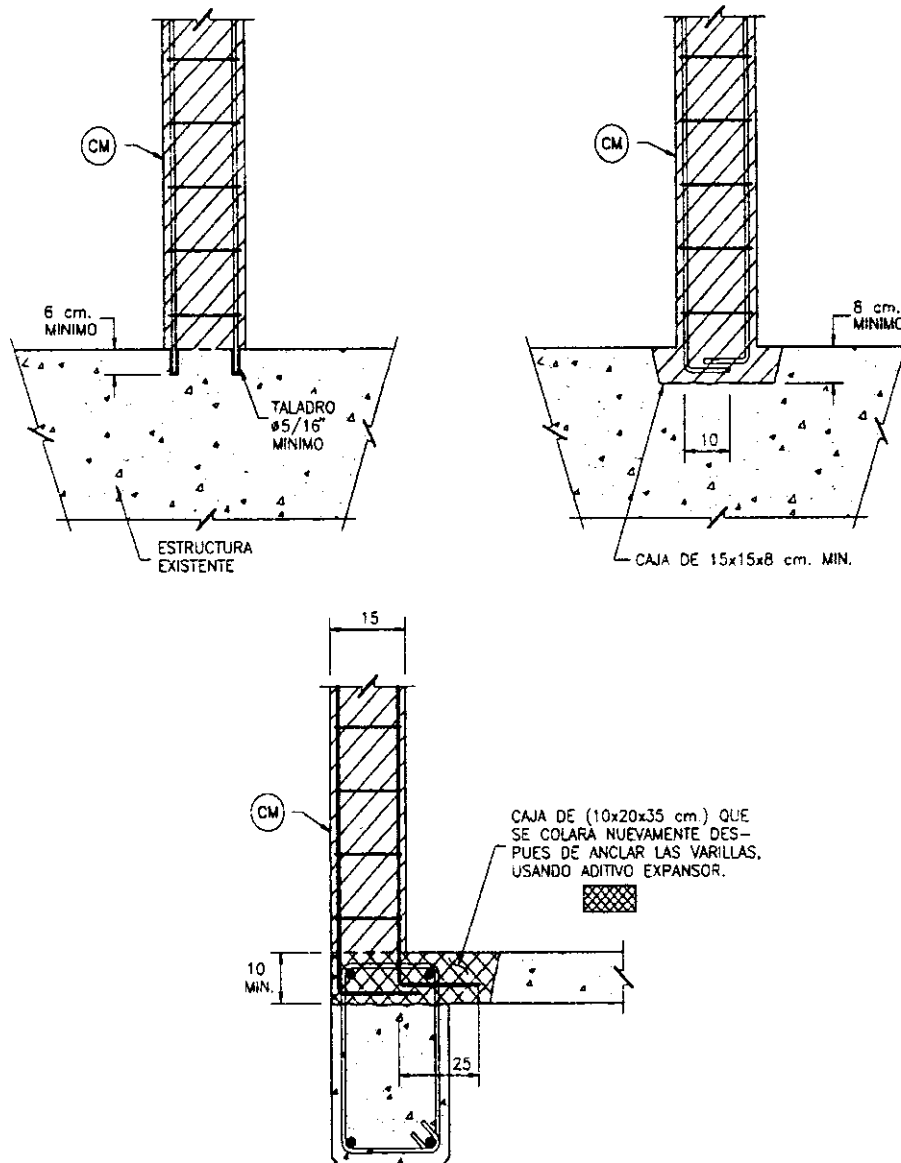


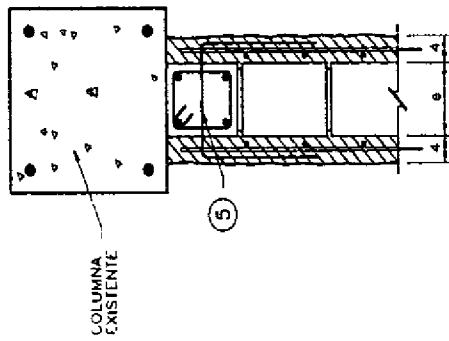
ANCLAS (A) (#1/2" MIN.) COLOCADAS DENTRO DE TALADROS #1/2" EN COLUMNA EXISTENTE (3 MIN. Ø 80 cm. APROX.)

PARA MUROS DE RIGIDEZ (EMPACADOS), ELIMINAR EL MATERIAL DEFORMABLE * COLANDO EL CASTILLO CONTRA LA COLUMNA.

CORTE 3 - 3 P L A N T A

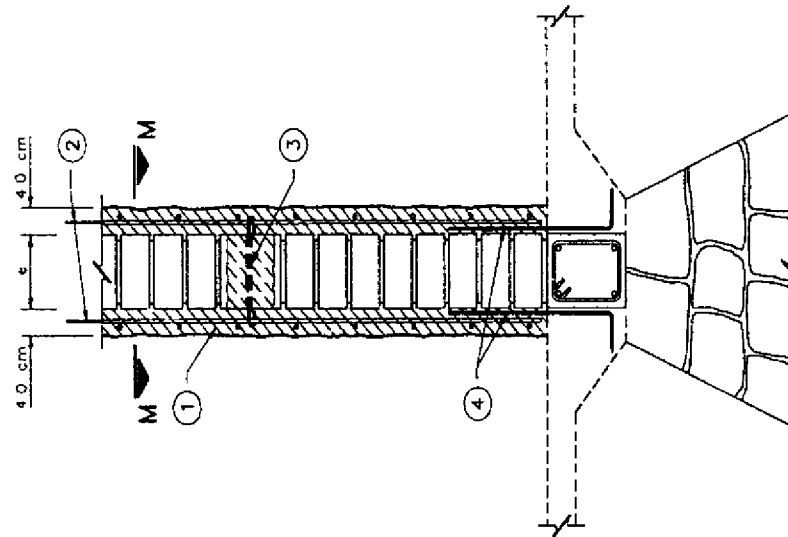
ANCLAJE PARA CASTILLOS

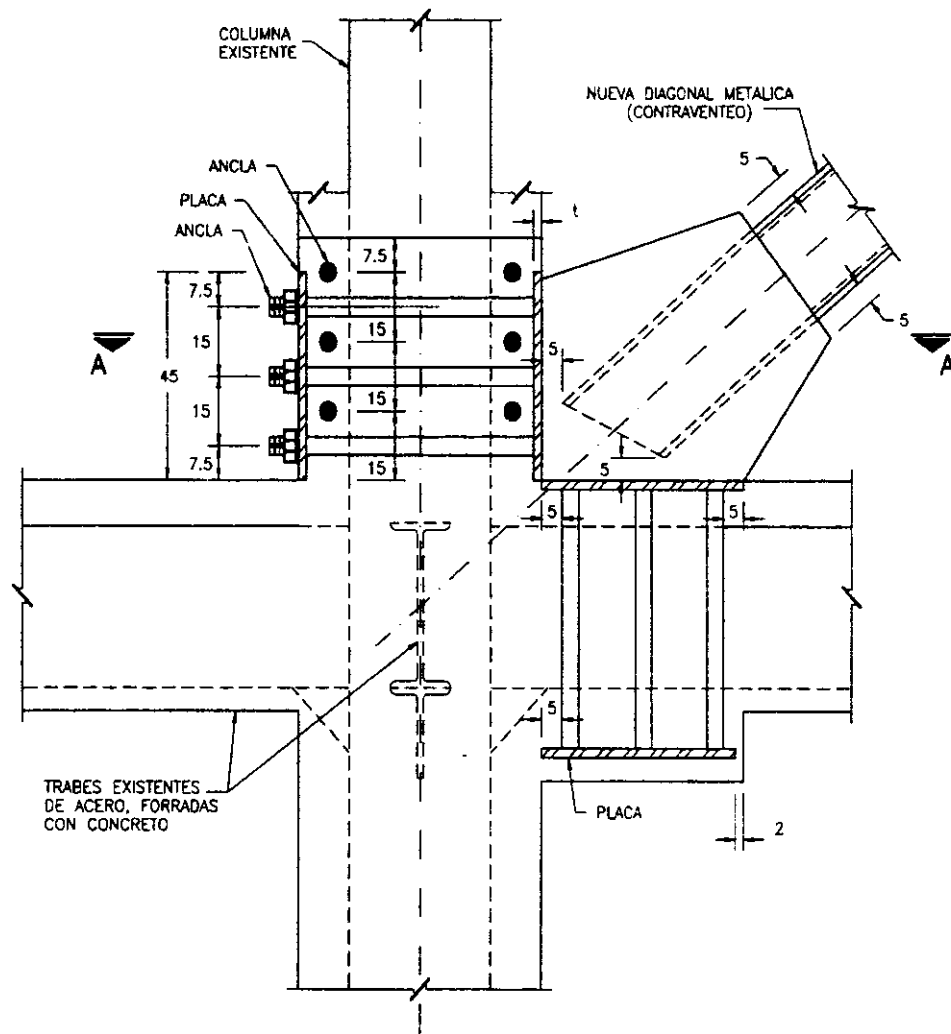




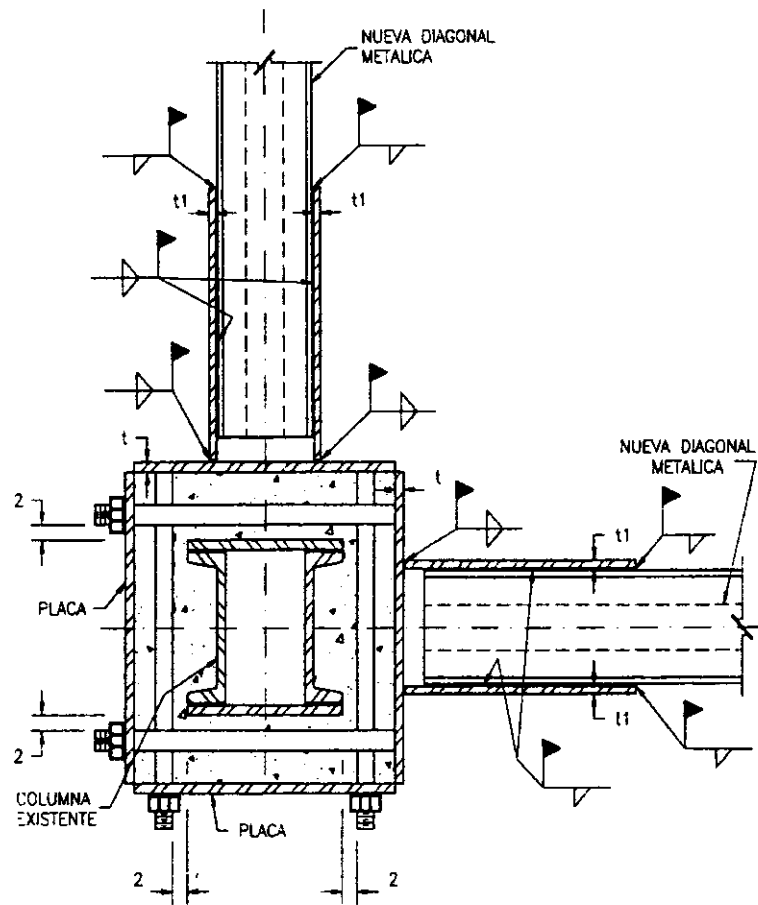
C O R T E M - M RECUBRIMIENTO ARMADO PARA REFUERZO DE MAMPOSTERIA

- 1).- CAPA DE MORTERO LANZADA CONTRA EL MURO DE MAMPOSTERIA
- 2).- MALLA ELECTROSOLDADA ó VARILLAS PARA ARMADO DE LOS APLANADOS.
- 3).- "GRAPA" PARA SUJETAR LAS DOS MALLAS, COLOCADA A TRAVES DE "CAJAS" O PERFORACIONES HECHAS EN EL PROPIO MURO, Y QUE A LA VEZ SERVIRAN COMO CONECTORES (ESPACIADA 80 cm. ● MAX)
- 4).- VARILLAS ANCLADAS A EL ELEMENTO ESTRUCTURAL EXISTENTE PARA TRASLAPARSE CON LA MALLA
- 5).- LAS DOS CAPAS DE MORTERO $f'c=100 \text{ Kg/cm}^2$ MINIMO DEBERAN RE-MATARSE EN SU EXTREMO SUPERIOR HORIZONTAL Y EN SUS EXTREMOS VERTICALES, CONTRA LA ESTRUCTURA EXISTENTE, Y DE PREFERENCIA INTEGRANDO EL ARMADO A DALAS Y CASTILLOS DEL PROPIO MURO.





PREPARACION PARA RECIBIR
DIAGONAL METALICA (CONTRAVENTEO)
E L E V A C I O N



C O R T E A - A
P L A N T A

REFERENCIAS

1. "Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick-Masonry Buildings". Proc. Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region, Vol. 5, United Nations Development Programme, Vienna 1983.
2. Hernández B, O. "Procedimientos de Reparación de Estructuras Dañadas por Sismo" (primera etapa). Departamento del Distrito Federal. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. México, D.F., Abril 1981.
3. Pinkham, C.W, y Hart, G.C "A Metodology for Seismic Evaluation of Existing Multistory Residential Buildings". Department of Housing and Urban Development. Office of Policy Development & Research. Junio 1977.
4. Hirosawa, M. et al. "Analysis on Damage of the Kurayoshi Higashi City Office Building During the Tottori Earthquake of 1983". Building Research Institute, Japón, Diciembre 1984.
5. Hirosawa, M. et al. "Analysis on Damage of the Namioka Town Hospital Building During the 1983 Nihonkai-Chubu Earthquake and Retrofit Design of the Building". Building Research Institute, Japón, Agosto 1985.
6. Loera, S. "Manual para Evaluar Daños Causados por Sismos en Edificios de Concreto Reforzado", Departamento del Distrito Federal, México, Marzo 1982.
7. Mendoza, C.J. "Manual para Evaluar Daños causados por Sismos en Estructuras de Mampostería". Departamento del Distrito Federal, México, Mayo 1982.
8. Petrovski, J. "Metodología y Procedimientos para la Evaluación de Daños Producidos por Terremotos". Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology, Yugoslavia, 1983
9. Okada, T. "Standard for Evaluation of Seismic Capacity of Existing Reinforced Concrete Building". Japan Building Disaster Prevention Association. Tokio, 1977.
10. Iglesias, J. (UAM Atzacapotzalco-México) 1987 Estudio de las Intensidades del Sismo del 19 de Septiembre en México, D.F.
11. Mckenzie, G.H.F., et al. "Guidelines and Procedures for Strengthening of Buildings" Procc. 8 WCEE, Vol. 1, San Francisco, E.U.A. 1984.
12. Kahn, L. F. "Shotcrete Retrofit for Unreinforced Brick Masonry" Proc. 8WCEE, Vol. 1, San Francisco, E.U.A. 1984.
13. Hutchison, D.L. et al. "Laboratory Testing of a Variety of Strengthening Solutions for Brick Mansonry Wall Panels" . Proc. 8WCEE, Vol . 1, San Francisco, E. U . A ., 1984.
14. Giangreco, E. et al. "Stress Analysis and Strengthening thechniques of Masonry Buildings" Proc. 8WCEE, Vol. 1, San Francisco, E.U.A. 1984.
15. Takaki, M. y Ike(la, A. "Evaluation & Strengthening ot a Existing Reinforced Concrete School Building" Procc. 8WCEE. Vol. 1, San Francisco, E.U.A. 1984.

16. Kawahata, S. et al. "A Case Study of Seismic Strengthening of Existing Reinforced Concrete Buildings in Shizuka Prefecture, Japan", Proc. 8WCEE, Vol. 1, San Francisco E.U.A. 1984.
17. Endo, T. et al. "Practice of Seismic Retrofit of Existing Concrete Structures in Japan" Proc. 8WCEE, Vol. 1, San Francisco, E.U.A. 1984.
18. Higashi, Y. et al. "experimental Studies on Retrofitting of Reinforced Concrete Buildings Frames" Proc. 8WCEE, Vol. 1, San Francisco, E.U.A. 1984.
19. Yuziigullu, O. "Bolted Connections for Precast R/C: Panels Used for Repair and/or Strengthening" Proc. 8WCEE, Vol. 1 San Francisco, E.U.A., 1984.
20. Van Gemert, D:A: "Repair and Strengthening of Reinforced Concrete Plates by Epoxy-Bonded Steel Plates" Proc. 8WCEE Vol. 1, San Francisco, E.U.A. 1984.
21. Alcocer, S.M., & J.O. Jirsa 1991. Reinforced Concrete Frame Connections Rehabilitated by Jacketing. PMFSEL Report No. 91-1, Phil M. Ferguson Structural Engineering Laboratory, The University of Texas at Austin.
22. Jirsa, J.O. 1987. Repair of damaged buildings - México City. Proc. Pacific Conference on Earthquake Engineering: 1, 25-34, New Zealand.
23. Rosenblueth, E., & R. Meli 1986. The 1985 earthquake: Causes and effects in Mexico City. Concrete International: 8(5), 23-34
24. Altin, S. 1990. Strengthening of R/C frames with R/C infills. Ph. D. thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
25. Ersoy, U. and Tankut, T. 1991. Jacketed columns subjected to combined axial load and reversed cyclic bending. 6. Canadian Conference on Earthquake Engineering, Toronto, Canada: 631-638.
26. Tankut, T. and Ersoy, U. 1991. Behavior of repaired/strengthened R/C structural members. American Concrete Institute Special Publication SP-128, Detroit, Michigan: 1257.1276.
27. Badoux, M. 1987. Seismic retrofitting of reinforced concrete structures with steel bracing systems. Ph. D. Dissertation. The University of Texas at Austin. Austin, Texas, USA.
28. Bass, R., Carrasquillo, R. and Jirsa, J.O. 1989. Shear transfer across new and existing concrete interfaces. ACI Structural Journal Vol. 86. No. 4, July-August: 383.393.
29. Bush, T., Jones, E. & Jirsa, J.O. 1991. Behavior of RC frame strengthened using structural steel bracing: ASCE Structural Journal Vol. 117, No. 4.1117.1128.
30. Gaynor, P. 1988. The effect of openings on the cyclic behavior of reinforced concrete infilled shear walls. M.Sc. Thesis. The University of Texas at Austin. Austin, Texas, USA.
31. Tomazevic, M., Sheppard, P. (1982) The strengthening of stone-masonry buildings for revitalization in seismic regions, 7th European Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5. Athens, pp. 275-282.
32. Tomazevic, M., Weiss, P., Velechovsky, T. and Apih, V. (1991) The strengthening of stone masonry walls with grouting. Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings II, Vol. 2: Dynamics, Stabilisation and Restoration. Computational Mechanics Publication, Southampton, Boston, pp. 215-225.