

AAU

AMERICAN ANDRAGOGY
UNIVERSITY



Técnicas de Reparación y Refuerzo de Estructuras de Hormigón Armado y Albañilerías

INTRODUCCION

ALGUNOS DEFECTOS

EVALUACION DEL DAÑO

1. DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES

- Hormigón armado
- Albañilería reforzada
- Albañilería armada

2. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

- Inyección de grietas
- Reparaciones superficiales
- Reemplazo de hormigón
- Refuerzos

3. MATERIALES DE REPARACION

- Morteros de cemento
- Morteros con polímeros
- Morteros predosificados
- Hormigones
- Aditivos
- Sistemas epoxi

ELECCION DEL PROCEDIMIENTO

CONTROL DE CALIDAD

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOTECA
CENTRO DE CALIDAD
Ejecución del Procedimiento

- sistemas de obra
- yacimientos
- hormigones
- modelos de laboratorio
- modelos con hormigón
- modelos de cemento

Serie "Manuales":

- Manual del Hormigón
- Manual de Ensayos: Aridos y Hormigón
- Construcciones de Hormigón en el Campo
- Pavimentos de Adoquines-Manual de Diseño y Construcción
- Carreteras de Hormigón-Recomendaciones Constructivas
- Vivienda Definitiva para la Emergencia
- Manual del Pequeño Constructor (en preparación)
- Manual de Pavimentación Urbana (en preparación)

3. MATERIALES DE HORMIGÓN

- agregados
- preparación de hormigón
- preparaciones especiales
- selección de áridos

Serie "Aportes Técnicos":

- Nº 13 Avances en Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Hormigón. R. Fernández-C. Kraemer.
- Nº 14 Técnicas de Reparación y Refuerzo de Estructuras de Hormigón Armado y Albañilerías.
- Nº 15 Cementos con Adiciones. J. Calleja (en preparación)
- Nº 16 Prefabricación Sencilla (en preparación).

5. PROCEDIMIENTOS

- albañilería
- albañilería reforzada
- hormigón armado

1. DIAGNÓSTICO Y SOLUCIONES

Evaluación del Daño
Algunos Defectos
Introducción

Introducción

El hormigón armado ha demostrado en el tiempo su excelente comportamiento, incluso frente a severas y diversas solicitaciones, a veces muy superiores a las previstas en el cálculo. Sin embargo, eventualmente y por efecto de acciones externas como sobrecargas o sismos, puede sufrir daños. Ellos sólo ocasionalmente llegan a comprometer la seguridad de la estructura, la que excepcionalmente puede colapsar.

Las estructuras dañadas normalmente pueden recuperarse por medio de reparaciones. Estas serán exitosas en la medida que otorguen amplia seguridad a los usuarios y preserven la vida útil de las construcciones por el periodo para el cual fueron diseñadas.

Para la reparación se suele recurrir a retapes superficiales que no otorgan ninguna seguridad, o bien, a demoliciones y refuerzos injustificados. Evidentemente ambos extremos son inconvenientes, ya que pueden repercutir en graves daños o elevado costo.

Hoy en día, partiendo del análisis de causas y efectos, y utilizando procedimientos, equipos y productos de avanzada tecnología, es posible abordar con éxito la reparación y recuperación de obras que de otra forma estarían perdidas.

Desde un punto de vista general, se considera que los defectos de construcción se pueden reparar, con lo que se recuperan las condiciones de proyecto; en cambio, cuando hay defectos de diseño, la solución suele ser más compleja y la mayoría de las veces se llega a la necesidad de reforzar.

El Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón ha querido contribuir con estas páginas a la divulgación de técnicas adecuadas de reparación, presentadas de manera de facilitar la elección del procedimiento más adecuado en cada caso y los requisitos que deben cumplir los materiales que se utilicen.

Por la complejidad técnica que revisten tanto el diagnóstico de las fallas como el proyecto de reparación, este último sólo debe ser desarrollado bajo la dirección y responsabilidad de un profesional especialista.

Paralelamente es imprescindible desarrollar un completo y detallado control de calidad de todas y cada una de las etapas del proceso de reparación o refuerzo. El presente texto fue preparado por el Sr. Jorge Montegu Soler, Constructor Civil U.C., Jefe del Departamento de Difusión Tecnológica del Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón.

Algunos Defectos

La falla de una estructura tiene generalmente una manifestación externa de cuyo análisis se podrá deducir la importancia, origen y posibles consecuencias. De lo anterior, se puede apreciar la importancia que representa el saber reconocer estos daños, clasificarlos y describirlos.

Deterioro superficial

Se caracterizan en general, por su pequeña profundidad en relación con una extensión relativamente grande. Se incluyen aquí todas las fallas cuyo espesor es inferior a 5 cm y/o alcanza a afectar sólo el recubrimiento de las armaduras.

Discontinuidad local y profunda

Su extensión puede ser grande o no, siendo su profundidad mayor que 5 cm, afectan el hormigón detrás de las armaduras; un ejemplo típico son los nidos de piedra.

Grietas

Se deben a que las tensiones internas en el hormigón, han sobrepasado la resistencia de éste, produciendo la rotura del elemento.

Si la causa que la originó ha desaparecido, dicha grieta se puede considerar sin

movimiento (grieta muerta) y por lo tanto susceptible de ser reparada devolviendo el monolitismo a la estructura.

En cambio si la causa persiste, por ejemplo variaciones de temperatura, la grieta seguirá moviéndose como si se tratara de una verdadera junta de dilatación.

Para hacer una clasificación según el tamaño, puede distinguirse entre fisura o grieta, según que su ancho sea menor o mayor que 0,5 mm, respectivamente.

Fractura de un elemento

Corresponde a una o varias de las fallas mencionadas, manifestándose con mayor intensidad y cortando o deformando la enfierradura original. Generalmente se hace necesario un reemplazo total o parcial del elemento.

Corrosión de las armaduras

La primera manifestación de corrosión en las armaduras es la aparición de fisuras sobre las barras debido al aumento de volumen del hierro al oxidarse; puede verse acompañada de manchas de óxido, lo que va intensificándose a medida que el proceso avanza. En una etapa posterior cae el recubrimiento y las armaduras quedan a la vista, apreciándose también la reducción de la sección útil del hierro.

Evaluación del daño

Para poder determinar el procedimiento de reparación es indispensable conocer las causas que lo originan y sus efectos.

Causas

Diseño:

Corresponde a una falta o insuficiencia en los estudios preliminares, como condición de suelos, ambiente, etc., errores de dimensionamiento o calidad, cantidad y disposición de las armaduras, especificaciones incompletas, etc.

Ejecución:

Pueden presentarse defectos por materiales y procedimientos. En el primer caso se trata de la elección inadecuada de los componentes del hormigón o incumplimiento de las normas de calidad. El segundo caso corresponde a la utilización de malos procedimientos, especialmente en el vaciado, colocación, compactación y curado del hormigón. Algunos ejemplos típicos muy frecuentes son los nidos de piedras y las juntas de hormigonado mal ejecutadas.

Uso:

Los daños debidos al uso aparecen cuando la estructura está en servicio y después de un tiempo más o menos largo según el caso. A veces las condiciones de uso no fueron bien previstas, pero muchas veces se deben a que las condiciones cambian después.

Entre las causas de daño por el uso se pueden mencionar: sobrecargas, deformaciones, medio ambiente, ataque químico, desgaste, cavitación y efecto de los incendios.

Efectos

El daño en una estructura puede tener efectos sobre la estabilidad, o sobre la durabilidad y seguridad de la obra, además de aspectos de orden estético.

Entre estos últimos, pueden influir también razones psicológicas; un ejemplo típico es una grieta en una vivienda, la cual puede no influir estructuralmente, sin embargo, produce una sensación de inseguridad en el usuario.

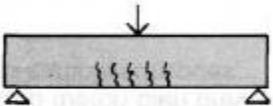
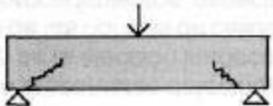
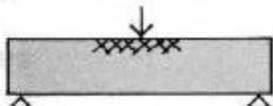
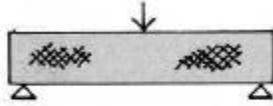
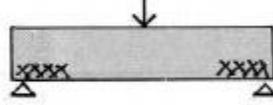
Desde el punto de vista de la durabilidad la falla original puede favorecer fallas menores; es el caso de corrosión debido a una grieta o nido de piedras. Cuando el daño influye en la seguridad de la estructura, requiere atención y reparación inmediata.

Conocido el problema y determinados la causa y su efecto, es necesario ordenar y clasificar las fallas para luego seleccionar el procedimiento y racionalizar las faenas de reparación.

Finalmente es necesario señalar que en casos de daños en estructuras deberá consultarse a profesionales calificados, y elegir procedimientos de reparación simples, cuando no se dispone de personal y equipos especializados. Los métodos más sofisticados sólo pueden ser ejecutados por personal idóneo y bajo la supervisión adecuada.

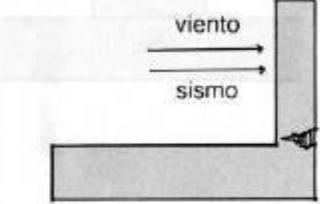
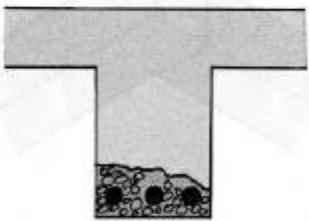
1. Diagnóstico y Soluciones

Hormigón Armado - Vigas

Reconocimiento	Descripción	Causas principales	Alternativas de Reparación	Ver
	1.1 Grietas por flexión pura.	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecargas no previstas. • Deformación excesiva con cuantías normales. • Cuantías insuficientes. • Mala adherencia de las armaduras al hormigón. • Mala disposición de armaduras. 	Evaluar la situación del elemento y determinar: a) Recuperar monolitismo: - Inyección de epoxi. b) Refuerzo del elemento: - Verificar armadura existente. - Reforzar en caso necesario, para lo cual se debe:	2.10
	1.2 Grietas por esfuerzo de corte (tracción diagonal).	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecargas no previstas. • Armaduras transversales insuficientes. • Baja calidad del hormigón. 	- Reforzar en caso necesario, para lo cual se debe: <ul style="list-style-type: none"> • Colocar insertos (tipo anclajes) a través de perforaciones; relleno con epoxi. • Picar y colocar armadura adicional, hormigonar o rellenar con mortero epoxi. • Reforzar con armadura externa (platabandas adheridas con epoxi). c) Eventual demolición y reemplazo.	2.40 2.42 2.41 2.43
	1.3 Rotura por compresión	Cuantía de armadura a la tracción alta y/o baja resistencia del hormigón a compresión.		
	1.4 Rotura por pandeo del alma (vigas de alma muy delgada T-I).	Diseño insuficiente: Tensiones principales de compresión superan la resistencia del hormigón.	Analizar resistencia del hormigón y estado tensional de las armaduras. a) Refuerzo exterior con platabandas. b) Posible demolición y reemplazo.	2.43
	1.5 Rotura por deslizamiento de armaduras.	Diseño o construcción inadecuados: Falla de anclajes y/o de armaduras transversales.		

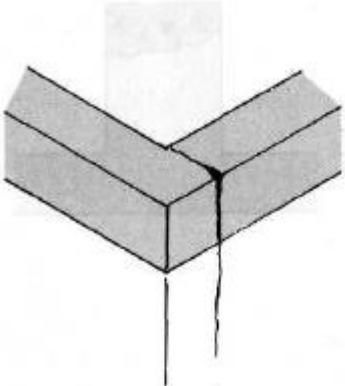
1. Diagnóstico y Soluciones

Hormigón Armado - Vigas

Reconocimiento	Descripción	Causas Principales	Alternativas de Reparación	Ver
	<p>1.6 Rotura en antepechos, antepechos, vigas invertidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Defecto en junta de hormigonado. • Defectos de anclaje. • Inadecuada colocación de armaduras. • Diseño estructural insuficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Reconstituir monolitismo. <ul style="list-style-type: none"> • Grieta limpia: inyectar epoxy. • Junta con suciedades: picar por sectores, rellenar con mortero epoxy. b) Revisar anclajes de armaduras, reforzar. c) Eventual demolición. 	<p>2.10</p> <p>2.31</p> <p>2.40</p>
	<p>1.7 Nidos en fondos de vigas y nudos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inadecuada composición del hormigón-segregación. - Tamaño máximo del árido excesivo. - Procedimiento de colocación inadecuado: falta de compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alzaprimado eventual. - Remoción del hormigón defectuoso. - Regularizar superficie. - Reemplazo del hormigón: <ul style="list-style-type: none"> a) Defectos superficiales: Reconstituir recubrimiento mediante mortero de cemento con lechada de adherencia. b) Defectos profundos de poca extensión: Relleno con mortero epóxico. c) Nidos mayores de grandes volúmenes y/o extensión: Reemplazo con hormigón previa aplicación de puente de adherencia. 	<p>2.21</p> <p>2.31</p> <p>2.32</p>

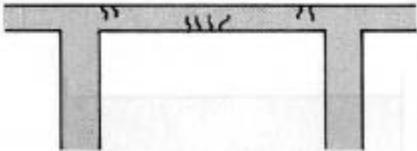
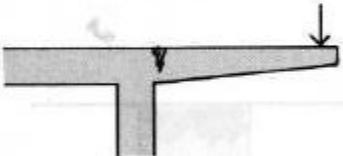
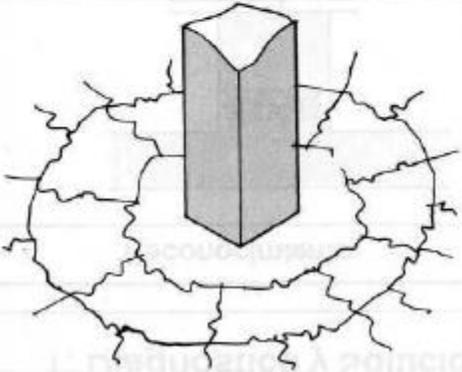
1. Diagnóstico y Soluciones.

Hormigón Armado - Nudos de Vigas - Cadenas - Pilares.

Reconocimiento	Descripción	Causas Principales	Alternativas de reparación	Ver
	<p>1.8 Fallas en encuentros entre vigas y/o cadenas.</p>	<p>Defectos de anclaje y empalme armaduras.</p>	<p>a) Picado, descubrir armaduras, colocar esquinero soldado a armadura existente. Rellenar con mortero epoxi o mortero de alta resistencia y puente de adherencia.</p> <p>b) Eventual refuerzo con armadura exterior.</p>	<p>2.44</p> <p>2.43</p>
	<p>1.9 Falla por cizalle en la unión.</p>	<p>Junta de hormigonado defectuosa.</p>	<p>a) Reconstituir monolitismo: reparar mediante inyección o mortero epóxico.</p> <p>b) Refuerzos en nudo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perforaciones verticales o inclinadas. • Relleno epóxico. • Colocar insertos. 	<p>2.10</p> <p>2.31</p> <p>2.42</p>

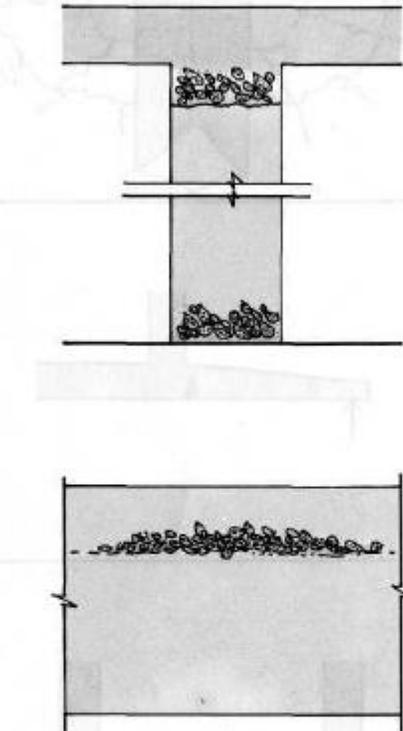
1. Diagnóstico y Soluciones.

Hormigón Armado - Losas.

Reconocimiento	Descripción	Causas Principales	Alternativas de Reparación	Ver
	1.10 Grietas por flexión.	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecargas no previstas. • Armadura insuficiente o mal colocada. • Reducido espesor. • Descimbre prematuro. 	a) Reconstituir monolitismo: Inyección con epoxi. b) Aumentar armadura de tracción: Platabandas adheridas con epoxi. c) Reforzar y aumentar altura: <ul style="list-style-type: none"> • Sobrelosa armada adherida con epoxi. • Platabandas en zona inferior. 	2.10 2.43 2.41 + 2.43
	1.11 Grietas por flexión.	<ul style="list-style-type: none"> • Armaduras insuficientes. • Desplazamiento o mala colocación de armaduras. • Sobrecargas superiores a las de diseño. 	a) Inyección con epoxi. b) Refuerzo: <ul style="list-style-type: none"> • con armadura externa: platabandas. • ranurado, inserción de armadura y relleno con mortero epóxico. • sobrelosa armada adherida con epoxi. (Verificar longitudes de anclaje)	2.43 2.44 2.41
	1.12 Punzonamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de tensiones. • Diseño inadecuado: armaduras y/o espesores insuficientes; sobrecargas no previstas. • Baja calidad del hormigón. 	a) Inyección con epoxi. b) Reducir concentración de tensiones mediante aumentos de sección del pilar y capiteles de acero y hormigón. c) Traspasar carga a elementos inferiores.	2.10

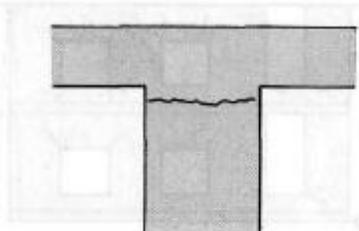
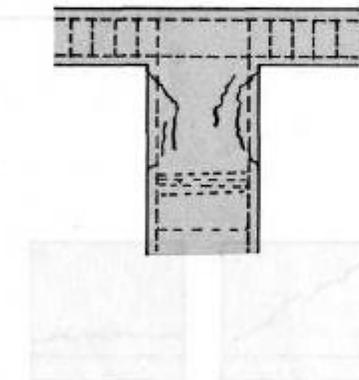
1. Diagnóstico y Soluciones.

Hormigón Armado - Columnas - Muros.

Reconocimiento	Descripción	Causas Principales	Procedimiento de Reparación	Ver
	<p>1.13 Nidos de piedras en columnas y muros, generalmente coincidentes con juntas de hormigonado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inadecuada composición del hormigón, baja docilidad, segregación. - Excesivo tamaño máximo del árido. - Alta densidad de armaduras: dificultad de acceso al hormigón. - Procedimiento de hormigonado inadecuado: segregación, falta de compactación. - Pérdida de mortero o lechada por unión de encofrados. - Inadecuado tratamiento de la junta, falta de limpieza, no se colocó capa de mortero. 	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alzaprimar cuando el nido comprometa una sección importante. - Remover por picado todo el hormigón defectuoso y regularizar la forma geométrica de la cavidad. <p>a) Nidos pequeños (espesor < 5 cm). Rellenar con mortero epóxico.</p> <p>b) Nidos mayores: Aplicar puente de adherencia epóxico, rellenar con hormigón con aditivo expansor.</p> <p>c) Hormigón preempacado: árido grueso precolocado e inyección de mortero.</p>	<p>2.31</p> <p>2.31</p> <p>2.32</p> <p>2.33</p>

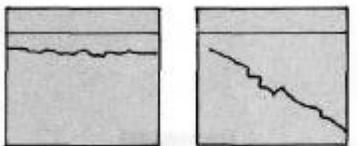
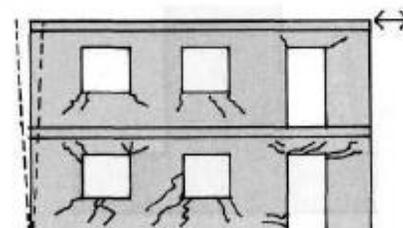
1. Diagnóstico y Soluciones.

Hormigón Armado - Columnas.

Reconocimiento	Descripción	Causas Principales	Alternativas de Reparación	Ver
	<p>1.14 Grieta en junta de hormigonado.</p>	<p>Mala adherencia por suciedades (aserrín, virutas, tierra), nidos de piedras, formación de lechada.</p>	<p>a) Grieta limpia: inyección epóxica. b) Grieta con aserrín, lechada o suciedades: alzaprimado, picado en 1/2 sección en espesor de 4 a 5 cm, relleno mortero epóxico: después de 24 h repetir en resto de la sección. Después de 48 horas, retirar alzaprimas.</p>	<p>2.10 2.31</p>
	<p>1.15 Grietas por esfuerzos de corte. - Fracturas localizadas, eventual colapso del hormigón y pandeo de las armaduras. - Fracturas generalizadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mala distribución o insuficiencia de estribos. • Esfuerzo superior a lo previsto. • Impactos. 	<p>a) Inyección de grietas y refuerzo con armadura exterior adherida con epoxi. b) Alzaprimado, demolición local, colocación de estribos, hormigonado, retiro de alzaprimas después de 7 días.</p>	<p>2.10 + 2.43 2.32 + 2.41</p>

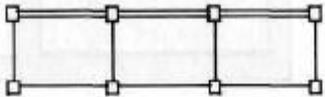
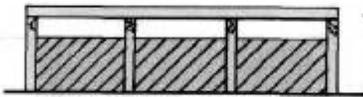
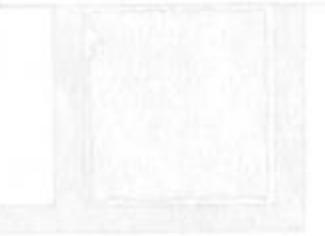
1. Diagnóstico y Soluciones.

Hormigón Armado - Muros de Hormigón.

Reconocimiento	Descripción	Causas	Reparación	Ver
	<p>1.16 Defecto (grieta) en junta de hormigonado. Falla por esfuerzo de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzos superiores a los previstos al diseñar. • Inadecuado tratamiento de la junta; suciedades. • Insuficiencia de armaduras. • Asentamientos diferenciales. 	<p>a) Grieta limpia: inyectar con epoxy. b) Grieta con suciedades (aserrín): picado por tramos en todo el ancho del muro y 4 a 5 cm de espesor -relleno con mortero epóxico.</p>	<p>2.10 2.31</p>
	<p>1.17 Agrietamientos generalizados en muros de hormigón.</p>	<p>Defectos de diseño o construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • armadura insuficiente o mal colocada. • calidad del hormigón inadecuada. 	<p>a) Recuperar monolitismo: inyección con epoxy. b) Análisis estructural; estudiar posibles refuerzos.</p>	<p>2.10</p>

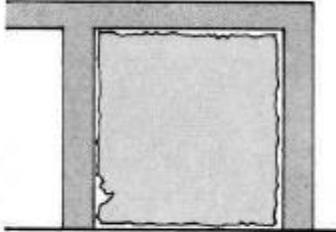
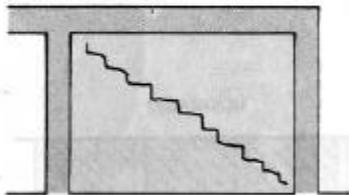
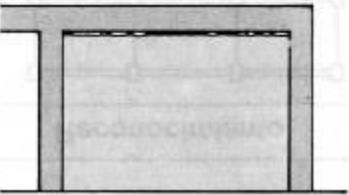
1. Diagnóstico y Soluciones.

Hormigón Armado - Columnas.

Reconocimiento	Descripción	Causas	Reparación	Ver
 <p>planta</p>  <p>elevación</p>	<p>1.18 Fallas por esfuerzos de corte en pilares cortos.</p>	<p>Mal diseño, el muro redujo la luz libre de las columnas.</p>	<p>a) Inyectar pilares fisurados. b) Demoler sectores muy dañados, revisar armaduras, hormigonar. c) Eventual reemplazo de muros de relleno por elementos más livianos. d) Eventual construcción de machones, cerrando algunos vanos para tomar el corte.</p>	<p>2.10 2.32 5.33 5.33 5.31</p>
			<p>a) Inyectar pilares fisurados. b) Demoler sectores muy dañados, revisar armaduras, hormigonar. c) Eventual reemplazo de muros de relleno por elementos más livianos. d) Eventual construcción de machones, cerrando algunos vanos para tomar el corte.</p>	<p>5.31 5.31 5.31</p>
<p>Reconocimiento</p>	<p>Descripción</p>	<p>Causas</p>	<p>Reparación</p>	<p>Ver</p>

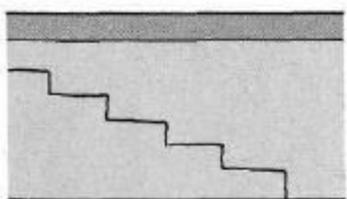
1. Diagnóstico y Soluciones

Albañilería Reforzada - Muros

Reconocimiento	Descripción	Causas	Reparación	Ver
	<p>1.21 Grietas en las uniones entre muros estructurales y los elementos de hormigón armado.</p>	<p>Muros mal conectados a la estructura.</p>	<p>a) Mejorar adherencia del conjunto ejecución de anclajes. b) Colocación de anclajes adicionales. c) Unión con pilares: Solución similar a a) o b). Eventual construcción de pilarejo unido a la armadura existente y hormigonado.</p>	<p>2.52 2.51</p>
	<p>1.22 Falla por esfuerzo de corte en muros de albañilería. Grieta escalonada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mortero de pega de mala calidad. • Resistencia insuficiente del conjunto para absorber esfuerzo de corte. • Ladrillos de mala calidad. 	<p>a) Reconstituir condición primitiva: – Picar cantería a lo largo de la grieta por ambos lados. – Rellenar con mortero expansivo. b) Rebajar canterías horizontales cada 60 cm aproximadamente para insertar barras longitudinales adheridas con epoxi. c) Rebajar todas las canterías, ambas caras, 5 cm profundidad; aplicar mortero proyectado; eventual colocación de malla de refuerzo en toda la superficie.</p>	<p>2.71 2.73 2.22</p>
	<p>1.23 Grieta entre tabique y cadena.</p>	<p>Solidaridad entre elementos de distinta rigidez.</p>	<p>a) Conservar independencia entre ambos elementos, para lo cual se instalan fijaciones laterales que evitan el volcamiento. b) Reemplazo del tabique.</p>	<p>2.53</p>

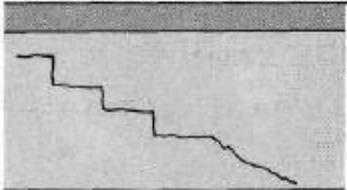
1. Diagnóstico y Soluciones

Albañilería Armada - Muros de Bloques de Mortero de Cemento

Reconocimiento	Descripción	Causas Principales	Alternativas de Reparación	Ver
	<p>1.30 Grietas por esfuerzo de corte. Pueden ser escalonadas a través de las canchias, o bien rectas, cortando los bloques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta armadura horizontal y/o vertical. • Falta adherencia mortero-bloque por deficiente calidad del mortero o mala ejecución de la albañilería. • Mala calidad de los bloques. 	<p>Revisar cálculo estructural.</p> <p>a) Reparación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de mortero en canchias. <p>b) Refuerzo parcial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relleno de huecos verticales con mortero expansivo. • Insertar armaduras en zonas agrietadas y relleno de huecos con mortero expansivo. <p>c) Refuerzo general.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cortar con disco ranuras de todo el alto. • Colocar refuerzos en ranuras, soldar a armaduras en cadenas. • Sellar ranura, dejar 3 orificios ϕ 1". • Inyectar mortero (grout) de abajo hacia arriba. 	<p>2.71</p> <p>2.61</p> <p>2.62</p>

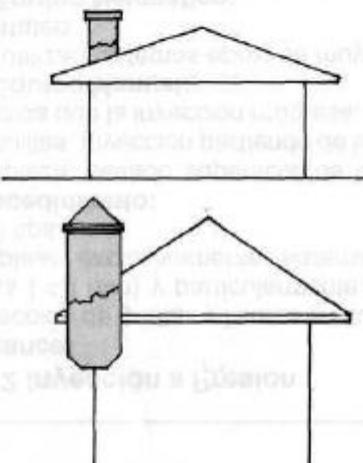
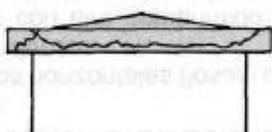
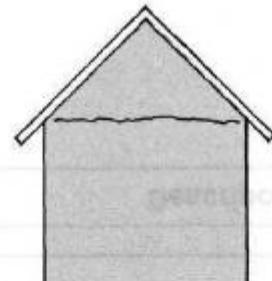
1. Diagnóstico y Soluciones

Albañilería Armada - Muro de Ladrillo Prensado

Reconocimiento	Descripción	Causas Principales	Reparación	Ver
	<p>1.31 Falla por esfuerzo de corte en muro. Pueden ser escalonadas siguiendo las juntas ladrillo-mortero, o bien rectas cortando los ladrillos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Defectos de diseño. • Falta de armadura horizontal y/o vertical. • Insuficiente adherencia mortero-ladrillos o mortero-armaduras, por deficiente ejecución. • Mala calidad de los ladrillos. • Mala calidad del mortero. 	<p>a) Reparación. Reconstituir monolitismo. Picar canterías, rellenar con mortero, eventual colocación de trabas ("zurcido").</p> <p>b) Refuerzo.</p> <p>- Externo: Picar canterías, rellenar con mortero, eventual colocación de trabas ("zurcido"), además colocación de malla a ambos lados y aplicación mortero proyectado (gunita).</p> <p>- Interno: Ranurar canterías a ambos lados, colocar armaduras ancladas con mortero epoxi.</p> <p>- Diseñar eventual mejoramiento con tensores y/o pilares en esquinas.</p>	<p>2.71</p> <p>2.72</p> <p>2.72</p> <p>2.22</p> <p>2.73</p>

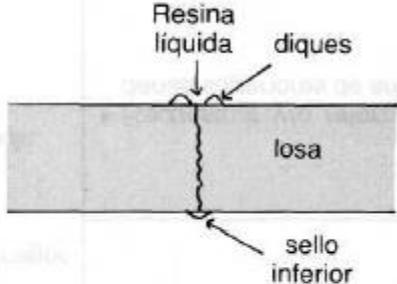
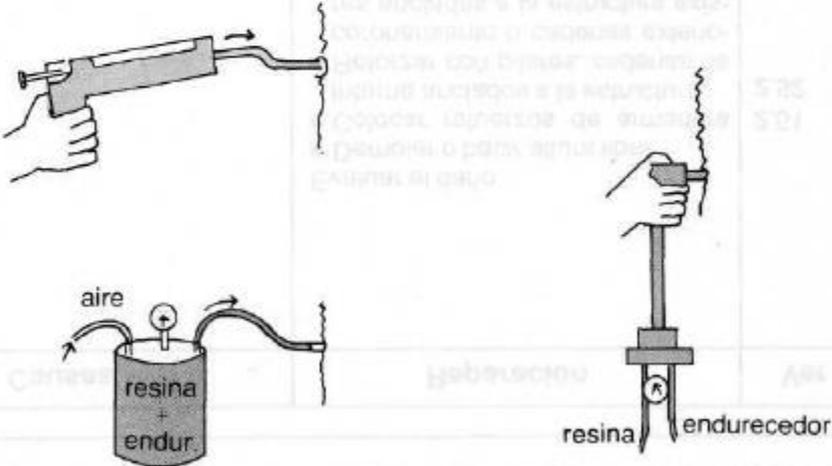
1. Diagnóstico y Soluciones

Albañilería-Puntos Singulares

Reconocimiento	Descripción	Causas	Reparación	Ver
	<p>1.40 Grietas, desplazamientos y desplomes por esfuerzo de corte en elementos salientes no reforzados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de refuerzos de hormigón armado. 	<p>Evaluar el daño.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demoler o bajar altura libre. • Colocar refuerzos de armadura interna anclados a la estructura. • Reforzar con pilares, cadenas de coronamiento o cadenas exteriores ancladas a la estructura existente. 	<p>2.51 2.52</p>
	<p>1.41 Grietas, colapso parcial o caída de antetechos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración inadecuada. • Altura excesiva. • Falta de trabas y/o adherencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstruir y/o reforzar con cadenas superiores de amarra. 	
	<p>1.42 Frontones y culatas agrietados.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Reparar grietas y reforzar con elementos de hormigón armado convenientemente anclados. 	<p>2.51 2.52</p>

2. Procedimientos de Reparación

2.10 Inyección de Grietas.

Descripción del Procedimiento	Esquema
<p>La inyección de fisuras y grietas con resinas epóxicas tiene por objeto recuperar el monolitismo de las estructuras, gracias a las propiedades de adherencia y resistencia de estos materiales (ver 3.6); las inyecciones son aplicables a grietas sin movimiento. Siempre es necesario verificar con extracción de testigos la penetración real de la resina.</p>	
<p>2.11 Inyección Gravitacional Alcance: Elementos horizontales (losas) con grietas de aberturas superiores a 1 mm. Procedimiento: Limpieza con aire comprimido, sello en la cara inferior con masilla epóxica, ejecución de diques laterales con yeso o masilla en la cara superior; vaciar un sistema epóxico de viscosidad inferior a 200 cps para que fluya por gravedad al interior de la grieta.</p>	 <p>Resina líquida diques losa sello inferior</p>
<p>2.12 Inyección a Presión Alcance: Inyección de grietas y fisuras en cualquier posición. Para la inyección de grietas finas (<1 mm) y particularmente en el caso de fisuras (<0,5 mm) se deben emplear exclusivamente sistemas epóxicos de viscosidades inferiores a 200 cps. Procedimiento: Limpieza, sellado superficial de la grieta con masilla epóxica, colocación de boquillas, inyección partiendo de las boquillas inferiores y avance hacia arriba a medida que la inyección progresa. a) Equipo Manual: Se utilizan sistemas epoxi de muy baja viscosidad y aplicación con pistolas de calafateo. b) Equipo Neumático: Se emplean equipos neumáticos con presión de aire comprimido de 2 a 7 kg/cm². c) Equipo de Mezcla en Punta: Dosificación de los componentes a la salida del equipo, aplicación de altas presiones (hasta 14 kg/cm²). Se emplean resinas con viscosidades bajas.</p>	 <p>aire resina + endurecedor resina endurecedor</p>

2. Procedimientos de Reparación

2.20 Reparaciones Superficiales

Descripción del Procedimiento

Esquema

2.21 Aplicación Manual

Alcance:

Se aplican a fallas de reducido espesor (0-5 cm), que sólo afectan la superficie del hormigón o el recubrimiento de armaduras.

Procedimientos:

Definir bordes con cortador angular.

Eliminar por picado todo hormigón defectuoso.

Obtener forma geométrica adecuada.

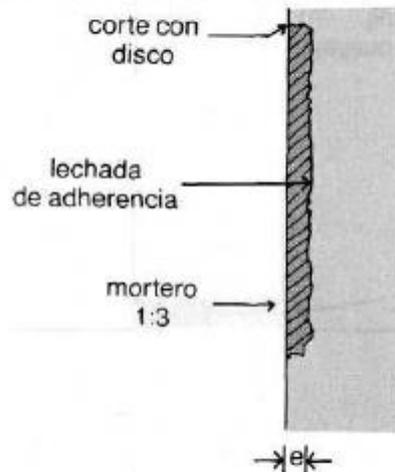
Limpieza con aire y/o agua.

Aplicar con brocha lechada de adherencia (especificaciones en 3.2).

Preparar mortero 1:3 con arena gruesa de tamaño máximo 5 mm o de 1/3 del espesor a rellenar; consistencia semiplástica y eventual aditivo expansor.

Proyectar manualmente (chicoteo), compactar y alisar con platacho.

Mantener húmedo por 7 días.



2.22 Gunita: Mortero Proyectado

Alcance:

Se aplica a fallas superficiales extensas o repetitivas.

Recuperación del recubrimiento en el caso de corrosión de armaduras.

Equipos:

Refuerzo de muros, agregando armaduras adicionales.

Máquina lanzadora, compresor de capacidad superior a 400 pies³/minuto, accesorios complementarios.

Dosificaciones:

Dosis de cemento superior a 350 kg/m³. Tamaño máximo de la arena \leq 5 mm.

Razón agua-cemento: 0,35 a 0,40.

Procedimiento:

Tratar superficie como en caso anterior, picando hormigón defectuoso y dando geometría adecuada.

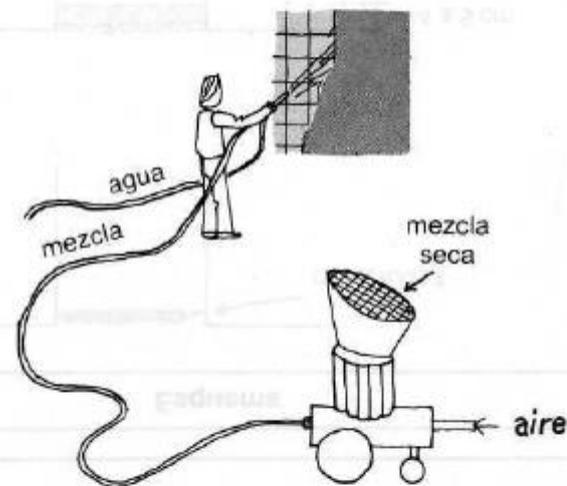
Limpiar armaduras, eventualmente con chorro de arena.

Colocar malla de refuerzo cuando corresponda.

Aplicar mortero a alta presión.

Cuando se requiere una terminación lisa, será necesario aplicar una capa final de mortero ligeramente plástico, y luego afinar con platacho.

Curado húmedo por 7 días.



Descripción del Procedimiento

2.31 Morteros Epóxicos

Alcance:

Nidos pequeños, elementos cortados, reparaciones rápidas (gran resistencia en pocas horas-puesta en servicio en 24-48 horas).

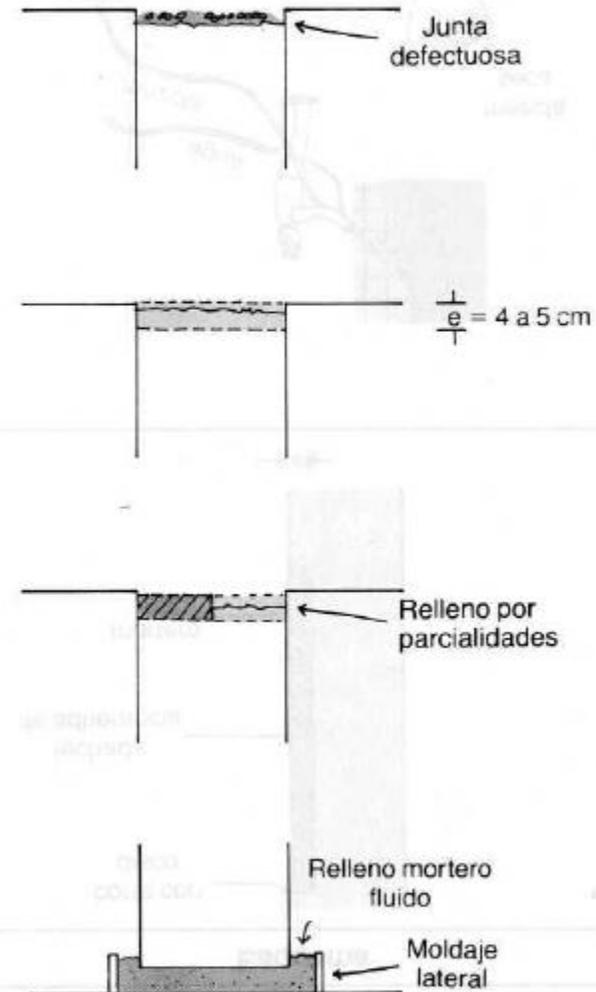
Procedimiento:

- Alzaprimar cuando corresponda y/o reparar por parcialidades hasta completar el total de la superficie fracturada.
- Picar todo el hormigón defectuoso y regularizar superficies.
- Sólo se requiere moldajes en el caso de emplear morteros fluidos para rellenar lugares estrechos o de difícil acceso (grouting).
- Mezclar los componentes A y B (resina y endurecedor).
Agregar el componente C (filler) según dosis indicada por fabricante y/o hasta obtener consistencia requerida. (Ver 3.6)
- Los morteros secos o plásticos se aplican a mano (emplear guantes de goma). Cuando sea necesario se debe utilizar moldaje lateral para confinar.
- Para colocar morteros fluidos o grouting, se ocupa moldaje lateral separado, vaciando el mortero por un costado hasta que aparezca por el costado opuesto.

Limitaciones:

Esta solución sólo será efectiva si el hormigón antiguo tiene las características resistentes establecidas por el proyectista; si se trata de un hormigón débil será necesario proyectar un refuerzo estructural adicional.

Esquema



2. Procedimiento de Reparación

2.30 Reemplazo de Hormigón

Descripción del Procedimiento

2.32 Métodos Convencionales

Alcances:

Reparación de nidos de piedras, rellenos de zonas defectuosas, aumentos de sección de elementos estructurales.

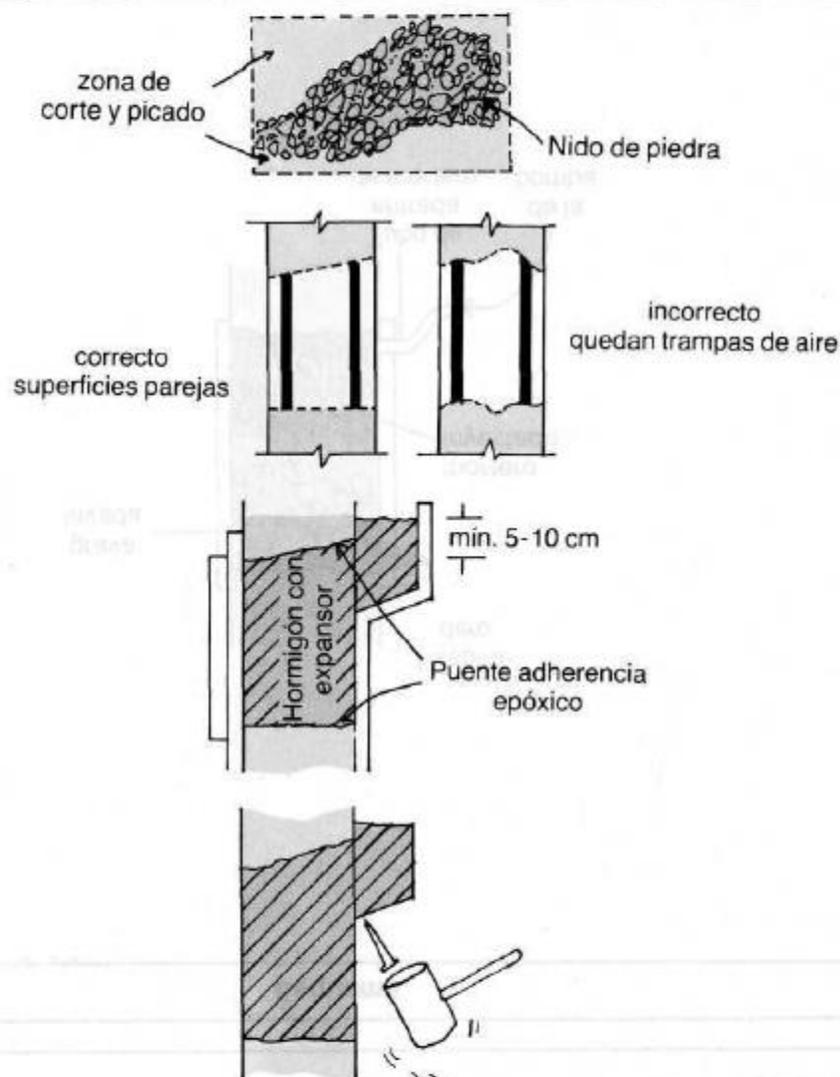
Procedimiento:

- Preparar la base.
- Remover todo el hormigón defectuoso.
- Picar hasta alcanzar al hormigón monolítico y dar forma geométrica adecuada.
 - profundidad mínima 10 cm.
 - espesor mínimo detrás enfierradura 2.5 cm.
 - eliminar exceso de irregularidades.
- Aplicar puente de adherencia epóxico (3.6) con brocha en la superficie de contacto.
- Instalar moldaje estanco provisto de buzón.
- Preparar hormigón (3.4 y 3.5):
 - Resistencia similar o superior al resto de la estructura.
 - Dosis mínima de cemento 340 kg/m³, preferentemente de alta resistencia.
 - Tamaño máximo del árido compatible con espesores a hormigonar y densidad de armaduras; generalmente menor de 20 mm.
 - Docilidad: asentamiento de cono de 8 a 12 cm, según condiciones de compactación.
 - Aditivos: expansor y eventualmente plastificante.
- Llenar y compactar cuidadosamente: emplear vibrador de inmersión (Φ 30 mm) o varillas y macetas.
- Desmolde.
 - Laterales después de 24 horas. Fondo después de 3 a 7 días según solicitaciones.
 - Corte del saliente con cinceles, de abajo hacia arriba, después de 24 horas.
- Curado húmedo por 7 días.

Limitaciones:

Esta solución sólo será efectiva si el hormigón antiguo tiene las características resistentes establecidas por el proyectista; si se trata de un hormigón débil será necesario proyectar un refuerzo estructural.

Esquema



Descripción del Procedimiento

2.33 Hormigón Preempacado

(Hormigón con árido grueso pre-colocado).

Definición:

Inyección de mortero de cemento en los huecos de una masa compacta de agregados bien graduados y limpios, previamente colocados en el molde. Mayores antecedentes en ACI 304 Capítulo 7 "Preplaced Aggregate Concrete".

Alcances:

Relleno de lugares de difícil acceso, en que la condición de colocación de un hormigón convencional es engorrosa o imposible. Por la necesidad de equipos especiales se aplica principalmente a soluciones repetitivas. Pueden obtenerse resistencias superiores a 250 kg/cm²; sus retracciones son muy reducidas.

Equipos:

Equipos habituales para la inyección de morteros, como mezclador, agitador y bomba.

Grava:

Apta para hormigones, lavada, de preferencia chancada, generalmente se utiliza grava de tamaño mínimo de 12 mm y máximo de 40 mm y eventualmente de 25 mm. El porcentaje de huecos debe estar comprendido entre 38% y 40%.

Mortero:

Cemento + arena + agua + aditivo; arena de tamaño máximo 1,2 mm, MF 1.2 - 2.0, aditivo especial que contenga estabilizador y expansor (polvo de aluminio). La mezcla debe ser fluida y estable, con bajas exudación y sedimentación. La proporción aglomerante-arena fluctúa de 1:1 a 1:2 medida en peso.

Procedimiento:

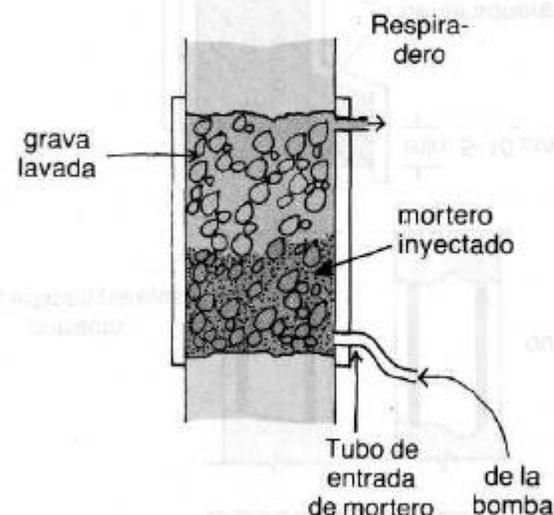
Se coloca un molde estanco, que se rellena con grava; previo a la inyección, ésta se moja.

Se inyecta el mortero por las boquillas inferiores hasta que salga por las superiores (respiraderos); normalmente la presión de inyección es baja para no afectar a los moldajes.

Limitaciones:

El hormigón antiguo debe tener las características resistentes establecidas en el proyecto.

Esquema



2. Procedimiento de Reparación

2.40 Colocación de Refuerzos de Acero

Descripción del Procedimiento

Esquema

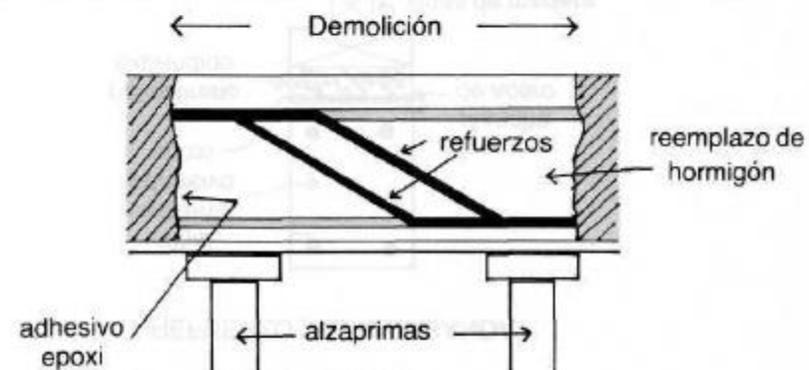
2.41 Colocación de Armaduras Adicionales

Procedimiento:

- Se demuele parcial o totalmente el elemento en la zona a reforzar, aumentada en las longitudes de empalmes requeridas por las armaduras.
- Colocación de refuerzos según cálculo; recolocación de estribos.
- Hormigonado según lo indicado en 2.32 ó 2.33. Dosis mínima 340 kg/m^3 y resistencia mínima a 28 días de 250 kg/cm^2 .
- Eventualmente se puede colocar anclajes en el hormigón sano (2.42), con lo que se reduce la zona a demoler.

Limitaciones:

Debe comprobarse la calidad del hormigón existente.



2.42 Colocación de Anclajes con Epoxi

Alcances:

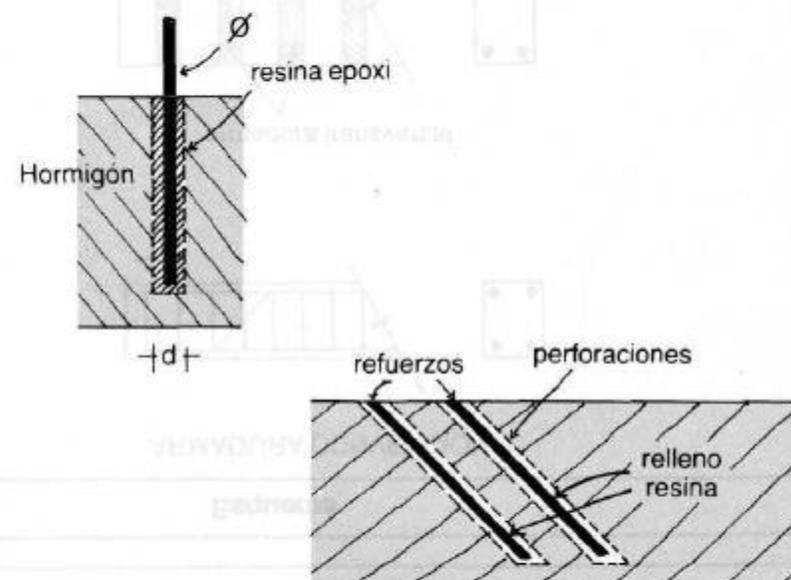
Colocación de refuerzos sin necesidad de demoler. Anclar nuevas armaduras a hormigón existente.

Procedimiento:

- Perforar según longitud de refuerzo requerida; para efectuar un anclaje seguro su longitud debe ser:
 - $l \geq 10 \varnothing$ si $R_{28} \geq 225 \text{ kg/cm}^2$
 - $l \geq 15 \varnothing$ si $R_{28} < 225 \text{ kg/cm}^2$
 - Diámetro de la perforación
 $d = \varnothing + 12 (\pm 2) \text{ mm}$
- Limpiar la perforación.
- Rellenar con sistema epoxi para anclajes.
 - perforaciones hacia abajo: sistema epoxi líquido.
 - perforaciones horizontales y sobrecabeza: masilla tixotrópica.
- Insertar el fierro girando para eliminar huecos y bolsas de aire, fijar en posición hasta endurecimiento de la resina.

Limitaciones:

Debe comprobarse la calidad del hormigón existente.



2. Procedimiento de Reparación

2.40 Colocación de Refuerzos de Acero

Descripción del Procedimiento

2.43 Refuerzos Externos (betón plaqué)

Definición:

Los refuerzos externos consisten en fijar pletinas o platabandas de acero a estructuras existentes de hormigón, mediante resinas epóxicas, sin necesidad de demoliciones o aumentos importantes de sección.

Alcances:

Estos trabajos deben ser cuidadosamente vigilados para comprobar que se cumplen las especificaciones del proyectista.

Son aplicables a todos aquellos casos en que se necesite aumentar la cuantía de acero, pero en que la calidad del hormigón es satisfactoria. Requiere un diseño cuidadoso y principalmente una ejecución por personal calificado (especializado) y supervisión de cada etapa.

Al efectuar el diseño hay que considerar el estado de cargas sobre la estructura, ya que si éstas no se reducen (gateo y alzaprimados) quedará actuando la armadura primitiva, con lo que la nueva armadura sólo entrará en funciones frente a sobrecargas y probablemente cuando la primera haya fallado. Por esta razón además se suele calcular la nueva armadura para tomar eventualmente el total de las solicitaciones.

Procedimiento:

Trabajos preliminares: Eliminar estucos y desbastar la capa superficial de hormigón para eliminar lechada y emparejar para que la superficie quede plana; tratar pletinas con chorro de arena hasta metal blanco.

Si la superficie de hormigón es irregular, se hará un tratamiento previo con mortero epóxico.

Sistema epoxi: Emplear una masilla epóxica tixotrópica, de características y propiedades conocidas y en lo posible probada en empleos similares. Su adherencia al acero debe ser superior a 200 kgf/cm².

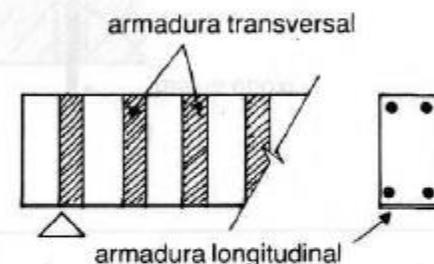
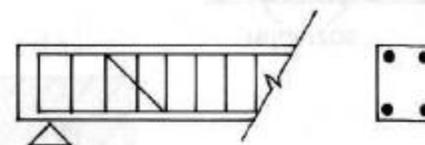
Aplicar el adhesivo sobre ambas caras en un espesor de aproximadamente 3 mm. Aplicar una presión uniforme y suficiente para dejar un espesor final de adhesivo inferior a 1 mm. Mantener presionado (y alzaprimado) por 24 horas. En lo posible se utilizarán planchas de acero de espesor inferior a 5 mm, preferentemente de 3 mm. Se debe procurar que el espesor resultante del adhesivo sea lo más uniforme posible.

Limitaciones:

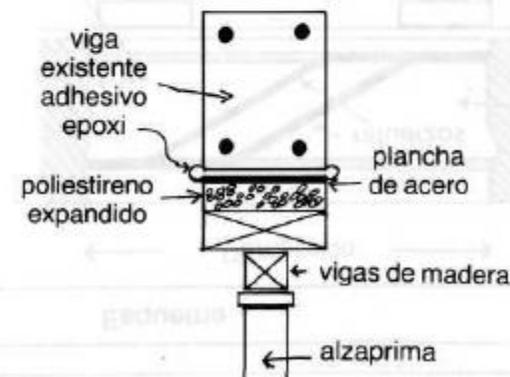
Verificar uniformidad en la calidad del hormigón.

Esquema

ARMADURA CONVENCIONAL



REFUERZO DE PLATABANDA



2. Procedimiento de Reparación

2.40 Colocación de Refuerzos de Acero.

Descripción del Procedimiento

2.44 Insertos Superficiales

Alcance:

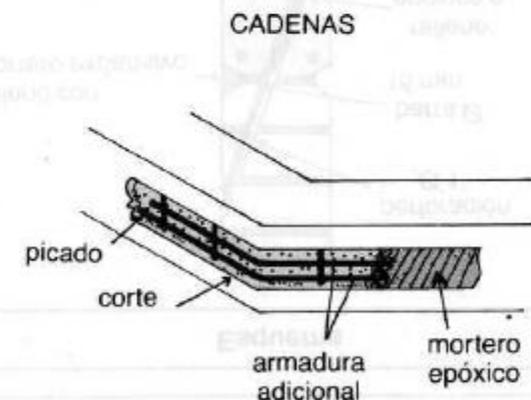
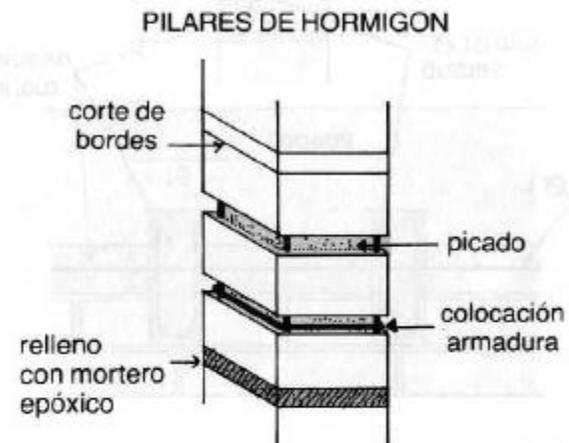
Reposición o aumento de armadura de superficie para:

- corregir falta de estribos
- mejoramiento de anclajes
- armaduras parcialmente corroídas.

Procedimiento:

- Fijar posición de las armaduras según indicación del calculista.
- Marcar los bordes de la ranura, cortar con disco (cortador angular), picar hasta el borde exterior de la armadura existente.
- Colocar la nueva armadura amarrada a la existente y comprobar las longitudes de empalmes.
- Rellenar con mortero epóxico.

Esquema



2. Procedimiento de Reparación

2.50 Anclaje de Albañilerías

Descripción del Procedimiento

Esquema

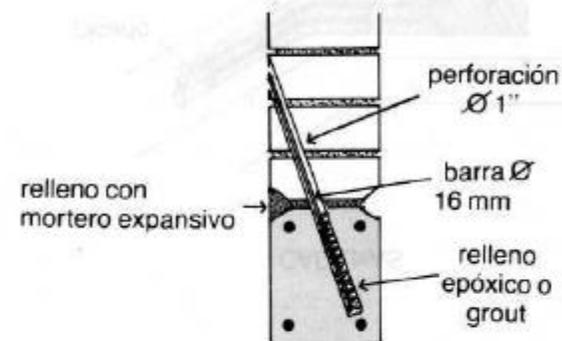
2.51 Anclajes

Alcance:

Mejoramiento del anclaje de albañilerías al hormigón armado. Albañilerías "seltas", agrietadas o mal adheridas en la unión con el hormigón armado.

Procedimiento:

- Practicar perforaciones inclinadas abarcando la albañilería y cadena o pilar de hormigón armado (diámetro de la perforación: 1").
- Rellenar con sistema epoxi para anclajes o grout de cemento con aditivo expansor.
- Insertar barra \varnothing 16 mm, o según indicación calculista.
- Repetir según distancias especificadas por proyectistas.
- Picar grieta en forma de V con profundidad de 5 cm por cada lado y rellenar con mortero expansivo. Curado húmedo por 7 días.



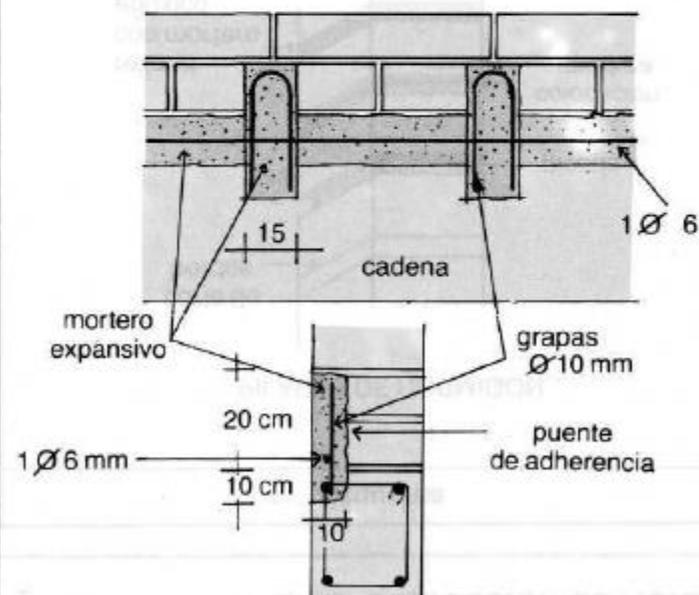
2.52 Grapado

Alcance:

Similar 2.51

Procedimiento:

- Picar unión de la albañilería con el hormigón (aprox. 10 x 10 cm).
- Picar espacio para la ubicación de grapas (30 x 15 x 10 cm).
- Colocar barra \varnothing 6 mm a lo largo de las grietas y grapas \varnothing 10 mm y L = 50 cm en cada llave.
- Aplicar puente de adherencia epóxico.
- Rellenar con mortero expansivo o Gunita.
- Curado húmedo por 7 días.



2. Procedimientos de Reparación

2.50 Anclaje de Albañilerías

Descripción del Procedimiento

Esquema

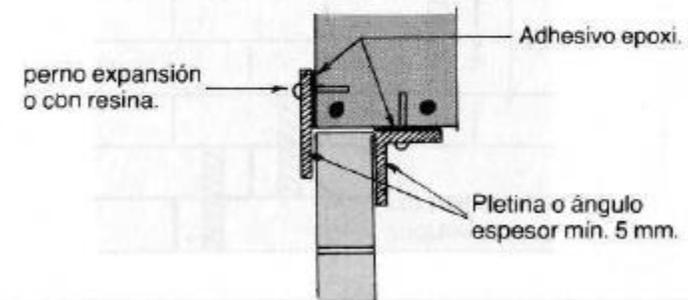
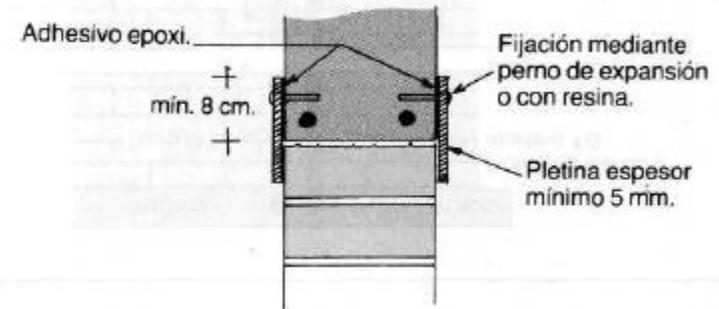
2.53 Muros de Relleno

Alcance:

Instalación de fijaciones laterales para evitar volcamiento de albañilerías de relleno y tabiques.

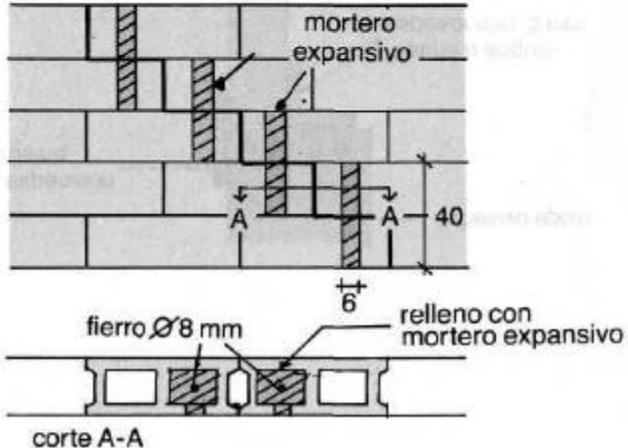
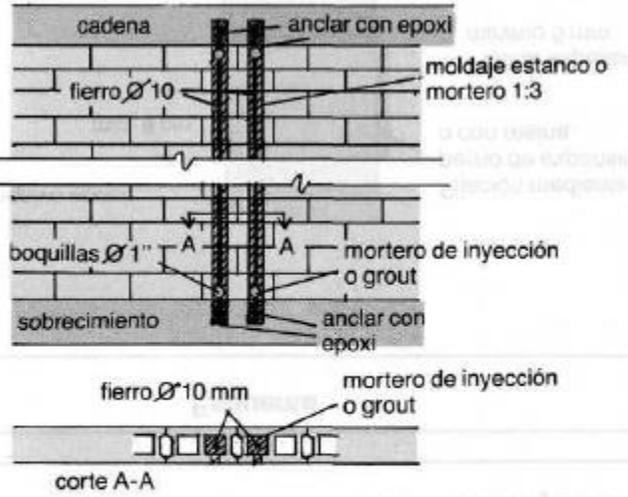
Procedimiento:

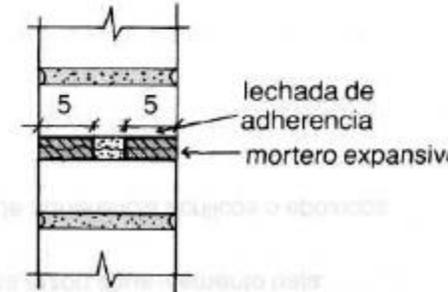
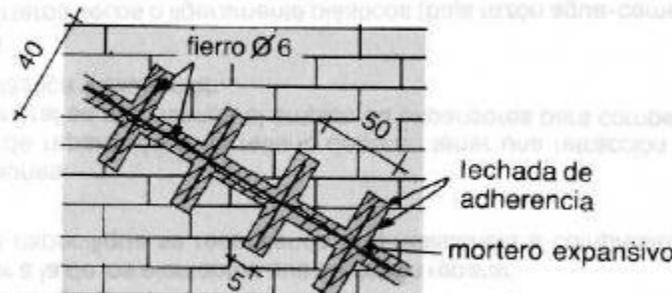
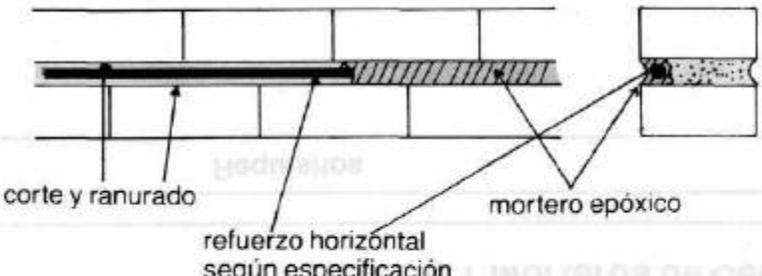
- Remover estucos, yesos y pintura; limpiar y emparejar la superficie de hormigón.
- Preparar planchas o ángulos de acero según las dimensiones que indique el calculista, con un espesor mínimo de 5 mm para dar suficiente rigidez.
- El contacto con el elemento de hormigón armado (viga o cadena) será de a lo menos 8 cm de alto para permitir una fijación adecuada.
- Los perfiles se fijarán a las vigas con pernos de expansión, pernos con resina y/o adhesivo epóxico.
- Cuando se utilice adhesivo epóxico la superficie de contacto de la plancha de acero deberá ser esmerilada. La superficie de hormigón deberá estar sana, lisa y libre de lechada.
- Emplear como adhesivo una masilla epóxica tixotrópica cuya adherencia al acero sea superior a 150 kgf/cm².
- Distanciar las placas o perfiles cada 100 cm, o según indicación del calculista.



2. Procedimientos de Reparación

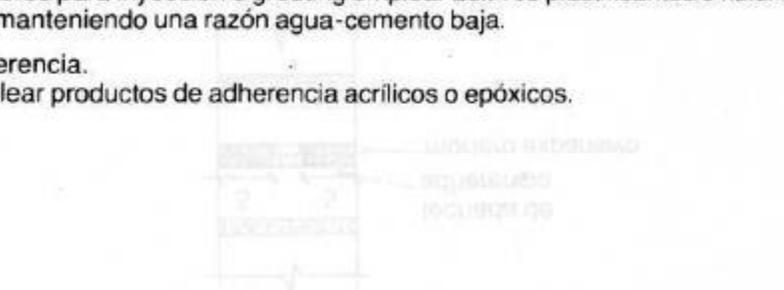
2.60 Albañilerías de Bloques

Descripción del Procedimiento	Esquema
<p>2.61 Reparación de Grietas en Canterías y Refuerzo Parcial Alcance: Reparación de muros de bloques de mortero y refuerzo interno parcial. Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Picar cantería agrietada y rellenar con mortero expansivo. • Cortar con disco canales ubicando los huecos de los bloques. Los canales deben ser de 6 cm de ancho y una altura de 20 cm a cada lado de la grieta (mínimo). • Colocar fierro $\varnothing 8$ mm centrado en hueco mediante polines $\varnothing 6$ mm. • Rellenar con mortero expansivo. 	 <p>Diagrama que muestra la reparación de grietas en canterías y refuerzo parcial. El esquema superior ilustra la aplicación de mortero expansivo en una grieta y canales laterales de un muro de bloques. Se indican las dimensiones de los canales (6 cm de ancho y 20 cm de altura a cada lado de la grieta). El corte A-A inferior muestra un fierro de $\varnothing 8$ mm centrado en un hueco de 6 cm de ancho, rodeado por mortero expansivo.</p>
<p>2.62 Refuerzos Mayores Alcance: Reforzar muro de bloques huecos con armadura adicional. Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corte con disco para practicar ranuras en todo el alto del muro. • Picar sobrecimiento y cadena. • Anclar $\varnothing 10$ mm a sobrecimiento ($l = 20$ cm) y a cadena ($l = 15$ cm) con mortero epoxi; eventualmente soldar a armadura de viga o cadena. • Colocar moldaje estanco, dejando boquillas $\varnothing 1''$. • Inyectar mortero de cemento con expansor desde boquillas inferiores hasta llenado total de los huecos. 	 <p>Diagrama que muestra refuerzos mayores en muros de bloques huecos. El esquema superior ilustra el anclaje de fierros de $\varnothing 10$ mm a la cadena superior y al sobrecimiento inferior con mortero epoxi. Se indica el uso de moldaje estanco o mortero 1:3. El corte A-A inferior muestra boquillas de $\varnothing 1''$ que permiten la inyección de mortero de cemento con expansor o grout en los huecos del muro.</p>

Descripción del Procedimiento	Esquema
<p>2.71 Reparación Grieta</p> <p>Alcance: Reconstituir monolitismo.</p> <p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Picado a lo largo de la grieta y/o cantería, sólo por un lado. • Aplicación de lechada de adherencia en base a emulsión acrílica. • Relleno con mortero expansivo. • Curado húmedo cuidadoso. • Repetir la operación por el lado opuesto. 	 <p>lechada de adherencia</p> <p>mortero expansivo</p>
<p>2.72 Reparación por Grapado</p> <p>Alcance: Reconstituir monolitismo y refuerzo parcial.</p> <p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Picado en V a un lado, a lo largo de la grieta (Dimensiones aprox. 5 x 5 cm ó 7 x 7 cm). • Picar transversalmente a la grieta ranuras de 40 x 5 cm, cada 50 cm. • Colocar armadura longitudinal y transversal, según indicación del proyectista. • Aplicar lechada de adherencia. • Rellenar con mortero 1:3 con expansor. • Repetir por el otro lado, traslapando el grapado. 	 <p>lechada de adherencia</p> <p>mortero expansivo</p> <p>hierro $\varnothing 6$</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>5</p>
<p>2.73 Refuerzo con Armadura Horizontal</p> <p>Alcance: Refuerzo general; colocación de cuantía requerida.</p> <p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rebajar canterías con disco de corte, profundidad 4 cm mínimo. • Remoción del mortero de pega entre los cortes. • Aplicar mortero epóxico al fondo de la ranura. • Colocar armadura horizontal; eventualmente complementar con anclajes perpendiculares $L = 8$ cm en el plano horizontal. • Cubrir armadura con mortero epóxico. • Terminar con mortero de cemento 1:3 para mantener igual apariencia con el resto. 	 <p>corte y ranurado</p> <p>refuerzo horizontal según especificación</p> <p>mortero epóxico</p>

3. Materiales para la Reparación

3.1 Morteros de Cemento

Composición	Requisitos
<p>Cemento: Corriente o Alta Resistencia según requisitos de resistencia y velocidad de fraguado.</p> <p>Arena: Se empleará arena apta para hormigones con tamaño máximo de 2,5 a 5,0 mm, según empleo.</p> <p>Dosis de Cemento: A falta de especificación se emplearán morteros 1:3 en volumen (1 saco de cemento por 100 litros de arena).</p>	
<p>Agua: Potable y/o libre de impurezas. Dosis: la menor posible compatible con condiciones de colocación.</p> <p>Aditivos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Expansor para control de retracciones en morteros de relleno.- Plastificante o fluidificante para morteros fluidos de inyección o grout.- Aceleradores de fraguado: trabajos rápidos de reparación (empleo limitado en contacto con armaduras).- Emulsiones acrílicas: en lechadas de adherencia y aplicación de capas delgadas. <p>NOTA: En cada caso, respetar dosis e instrucciones de aplicación de los fabricantes.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Resistencias Mecánicas. Igual o superior a la de los elementos que se deben reparar. Cuando no se especifique se recomienda una resistencia a compresión de 300 kg/cm².• Bajas Retracciones. Los morteros de reparación o de relleno deberán tener una retracción controlada. En general se recomienda el empleo de expansores para compensar la retracción plástica y exudación.• Trabajabilidad. Empleo de morteros secos o ligeramente plásticos (baja razón agua-cemento) en todos los casos en que sea posible su aplicación. Cuando se requieran morteros para inyección o grouting emplear aditivos plastificantes o fluidificantes, manteniendo una razón agua-cemento baja.• Adherencia. Emplear productos de adherencia acrílicos o epóxicos.
<p>Agua: Potable y/o libre de impurezas. Dosis: la menor posible compatible con condiciones de colocación.</p> <p>Aditivos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Expansor para control de retracciones en morteros de relleno.- Plastificante o fluidificante para morteros fluidos de inyección o grout.- Aceleradores de fraguado: trabajos rápidos de reparación (empleo limitado en contacto con armaduras).- Emulsiones acrílicas: en lechadas de adherencia y aplicación de capas delgadas. <p>NOTA: En cada caso, respetar dosis e instrucciones de aplicación de los fabricantes.</p>	

Composición.	
<p>Definición: Son morteros de cemento a los cuales se les adiciona una emulsión de un polímero acrílico o Látex sintético. Los polímeros actualmente empleados en la elaboración de estas emulsiones son de tres tipos: acrílicos, estireno-butadieno (SBR) y acetato de polivinilo (PVA); estos últimos no son recomendables para aplicación a ambiente húmedo permanente. Las emulsiones de polímeros tienen dos formas de aplicación características.</p> <p>Lechadas de Adherencia: Utilizadas como puente de adherencia entre el mortero fresco y la base (mortero, hormigón o albañilería). Para preparar la lechada de adherencia se mezcla cemento y arena fina en proporción 1:1 y luego se agrega la emulsión acrílica diluida en agua en la proporción indicada por el fabricante, mezclando hasta obtener una consistencia cremosa. La lechada se aplica con brocha sobre la superficie; el mortero se debe aplicar sobre la lechada fresca antes de una hora .</p>	<p>Morteros con Polímeros. La adición de una emulsión acrílica a morteros de cemento mejora considerablemente algunas de sus propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevada adherencia a la base (resistencia al corte $28 \pm 5 \text{ kgf/cm}^2$) - Resistencia a compresión a 28 días: 250 a 450 kgf/cm^2 - Resistencia a flexotracción a 28 días: 65 a 100 kgf/cm^2 - Módulo de elasticidad en compresión: 250.000 kgf/cm^2 - Baja tendencia a la fisuración. <p>La dosificación recomendada es de 1:3 a 1:3,5 (en peso) con una razón agua-cemento entre 0.30 y 0.40 (incluida la emulsión acrílica previamente disuelta en el agua). Los morteros con polímeros se emplean principalmente en trabajos de reparación y aplicación de capas delgadas.</p>

Definición:

Existen en el mercado diversos productos preparados en fábrica o en plantas, que se entregan listos para su empleo o sólo requieren que se agregue agua para su colocación en obra.

Ventajas:

Productos de fabricación controlada, dosificación en peso, diseñados para fines específicos. Especialmente adecuados para trabajos de reparación donde se requieren productos de calidad y/o no existen los medios para una confección controlada.

Tipos:

Morteros de reparación de baja retracción: Retracción controlada y/o efecto expansivo.

Morteros de fraguado rápido: Gran velocidad de endurecimiento para trabajos rápidos.

Morteros tixotrópicos: Consistencia adecuada para trabajos en paramentos verticales y sobre cabeza sin correrse.

Morteros autonivelantes: Morteros fluidos para aplicar en superficies horizontales (pisos).

Morteros para grout o rellenos: Morteros fluidos, generalmente expansivos para trabajos de inyecciones y rellenos en lugares estrechos.

Propiedades:

Las propiedades específicas varían de un producto a otro y entre los distintos fabricantes. En general están caracterizados por su elevada resistencia (sobre 300 kgf/cm²), rápido desarrollo de resistencia, buena adherencia al hormigón y albañilería, baja retracción.

3. Materiales para la Reparación

3.4 Hormigones

Cemento:

Corriente o Alta Resistencia según requisitos de resistencia y velocidad de fraguado.

Aridos:

Deben cumplir requisitos para empleo en hormigones (NCh 163), especialmente composición granulométrica, resistencia y limpieza.

Tamaño máximo: compatible con espesores y densidad de armaduras de elementos a reparar.

En general, a falta de especificación se empleará una mezcla de arena y gravilla de tamaño máximo 20 mm (3/4").

Agua:

Potable y/o libre de sustancias extrañas, sales disueltas o partículas en suspensión.

Dosificación:

Según requisitos de resistencia y trabajabilidad indicados por el Ing. calculista. A falta de especificación se empleará una dosis mínima de cemento de 340 kg/m³.

Aditivos:

Pueden emplearse distintos productos según requisitos particulares necesarios. Ver 3.5.

- **Resistencias Mecánicas.** Igual o superior a la de la estructura que se vaya a reparar. En ningún caso la resistencia podrá ser inferior a 250 kgf/cm².
- **Retracciones.** Deberán ser lo más bajas posibles, lo que se obtiene:
 - con dosificación adecuada
 - mínima razón agua-cemento ($a/c \leq 0,45$)
 - obtención de trabajabilidad mediante aditivos plastificantes o fluidificantes
 - en volúmenes pequeños y confinados, emplear aditivo expansor.
- **Trabajabilidad.** Generalmente se requieren hormigones de elevada docilidad, lo que se obtiene con aditivos plastificantes o fluidificantes. Asentamiento de cono 10 a 20 cm.
- **Adherencia.** Asegurar la unión íntima con los hormigones de la estructura.
 - reparaciones estructurales: emplear puente de adherencia epóxico.
 - reparaciones superficiales: emplear lechada con emulsión acrílica.
- **Confección, Colocación y Curado.** Según prescripciones de NCh 170, extremando las precauciones en cada caso.

3. Materiales para la Reparación

3.5 Aditivos

Tipos y definiciones.	Propiedades	Aplicaciones.
<p>3.51 Plastificantes: Productos tensoactivos que permiten reducir la razón agua-cemento manteniendo constante la docilidad o bien, aumentar la docilidad con una misma razón agua-cemento. Dosis 0.1 a 0.4% del peso del cemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento de la docilidad (asentamiento de cono). - Aumento de las resistencias por reducción de la cantidad de agua. - Disminución de la retracción plástica e hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hormigones en general. - Reemplazos de hormigón. - Rellenos de nidos de piedras.
<p>3.52 Fluidificantes: Productos aniónicos que actúan por dispersión de los granos de cemento. Permiten obtener hormigones fluidos con razones agua-cemento bajas o normales. Dosis: 0.5 a 1.5% del peso del cemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento considerable de la docilidad. - Baja segregación. - Alta resistencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hormigones autonivelantes. - Hormigonado de lugares estrechos o de difícil acceso.
<p>3.53 Expansores: Aditivos que reaccionan con compuestos del cemento formando gas – generalmente hidrógeno – produciendo un pequeño aumento del volumen. Dosis: 2% del peso del cemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la estabilidad plástica (reducen la exudación). - Mejoramiento de la docilidad. - Producen un pequeño efecto expansivo (aprox. 3% en pastas y morteros, 1% en hormigones). - La expansión se produce antes del principio de fraguado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rellenos de hormigón en pequeños volúmenes-Nidos de piedras, socialzados. - Rellenos con morteros en cavidades y huecos.
<p>3.54 Aceleradores y Retardadores: Productos que reaccionan con algunos compuestos del cemento, acelerando o retardando las reacciones de hidratación. Dosis: variable según efecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Acortar o alargar el inicio del fraguado. - Acelerar el desarrollo inicial de resistencias (1, 3 y 7 días). - Los retardadores generalmente no afectan las resistencias después de 3 días. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos rápidos. - Reducir plazos de desencofrado. - Dilatar el inicio del fraguado (retardadores) disponiendo de mayor plazo para la colocación.
<p>3.55 Incorporadores de Aire: Producen microburbujas esféricas de aire, distribuidos en toda la masa del hormigón (efecto tensoactivo). Dosis: 0.03 a 0.10% del peso del cemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la resistencia del hormigón a los ciclos de hielo-deshielo. - Aumento de la docilidad. - Reducción de la capilaridad. - Disminución de la resistencia mecánica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hormigones expuestos a ciclos de hielo-deshielo o efecto de sales. - Hormigón en ambiente marino.
<p>3.56 Aditivos de Adherencia: Aditivos en base a polímeros acrílicos. Dosis: Variable según producto y aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la adherencia de morteros a la base. - Reducen la retracción y tendencia a la fisuración. - Reducen el módulo de elasticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Morteros de reparación en general. - Aplicación de capas delgadas. - Lechadas de adherencia.

Definiciones	Propiedades
<p>Productos de origen sintético que endurecen por reacción química entre una resina y un endurecedor.</p> <p>Las formulaciones habituales incluyen distintos tipos de endurecedores, modificadores, diluyentes y fillers minerales según el caso. Se entregan en 2 ó 3 componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Parte A Resina Parte B Endurecedor Parte C Fillers o áridos. <p>Dosificaciones</p> <p>Debe respetarse rigurosamente la proporción resina: endurecedor (A:B) indicada por el fabricante. En la mayoría de los casos se emplean juegos completos predosificados.</p> <p>La proporción de parte C (filler) puede ajustarse en obra según consistencia y propiedades requeridas.</p> <p>Los sistemas epoxi, dependiendo de cada uso, podrán emplearse en forma de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • líquidos más o menos viscosos según la formulación; • pastas de consistencia espesa para lo cual se agrega polvo de cuarzo y eventualmente un agente tixotrópico; • morteros epóxicos: agregando a la mezcla resina-endurecedor una arena, generalmente cuarzo, de una determinada granulometría. La proporción entre Resina + Endurecedor y Arena varía entre 1:1 y 1:10 en peso. $\frac{A+B}{C} = 1:1 \text{ a } 1:10$	<p>– Viscosidad:</p> <p>La viscosidad de los sistemas epoxi puros (sin filler) puede variar entre 100 y 2500 centipoise (cps) a 20°C, según la formulación. La viscosidad puede aumentarse con fillers para formar pastas tixotrópicas; a la inversa, para trabajos de inyección se requiere de productos de baja viscosidad.</p> <p>– Velocidad de Reacción:</p> <p>Condiciona el pot-life o tiempo de endurecimiento inicial y el desarrollo de resistencia en plazos cortos. Depende de la formulación, temperatura y volúmenes de mezclas. En general se alcanzan altas resistencias a edades tempranas con posibilidades de puesta en servicio dentro de los 3 primeros días. Las reacciones son exotérmicas, lo que puede limitar los volúmenes a preparar.</p> <p>– Retracciones:</p> <p>Endurecimiento prácticamente sin retracción.</p> <p>– Propiedades mecánicas (a 7 días)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a compresión 400 a 1.000 kgf/cm² • Resistencia a flexotracción 200 a 800 kgf/cm² • Adherencia al acero sobre 200 kgf/cm² • Adherencia al hormigón sobre 50 kgf/cm² (rotura del hormigón). • Módulo de elasticidad 10.000 a 350.000 kgf/cm² (según formulación y contenido de filler). <p>– Sensibilidad Térmica:</p> <p>La temperatura de aplicación influye sobre la viscosidad y velocidad de reacción. Los cambios de temperatura posteriores intervienen en las deformaciones. El coeficiente de dilatación térmica varía de 4.5 a 6.5 x 10⁻⁵, valor que disminuye considerablemente con la adición de fillers. Eventualmente las temperaturas altas pueden disminuir el módulo de elasticidad.</p> <p>– Normativa:</p> <p>La Norma ASTM C881-78 "EPOXI-RESIN-BASE BONDING SYSTEMS FOR CONCRETE" clasifica los productos en Tipo, Grado y Clase, según propiedades basadas en su empleo, como viscosidad, resistencia, adherencia, retracción y compatividad térmica.</p>

Elección del Procedimiento

Una vez realizados los estudios preliminares sobre el origen y posibles consecuencias del daño en una estructura, se deberá determinar el método de reparación más adecuado tomando en consideración factores tales como eficiencia y seguridad, materiales y equipos necesarios, costos y condiciones particulares de la obra (temperaturas, condiciones ambientales, plazos etc.).

Como se ha visto, para cada tipo de daño puede presentarse más de una alternativa de reparación, debiendo elegirse entre ellas la que otorgue mayor seguridad, es decir, que restituya en mejor forma las condiciones para las cuales fue diseñada la obra y, en caso de refuerzos, permita que el elemento trabaje como un todo armónico con el resto de la estructura.

En segundo lugar se deberá considerar la disponibilidad de tecnología (léase personal capacitado, materiales y equipos) en el lugar en que se desarrollará la obra. La elección de procedimientos que requieren de equipos sofisticados como es el caso de la gunita e inyecciones de cemento – hormigón preempacado – va generalmente asociada con aplicaciones en grandes extensiones o muy repetitivas, por la fuerte incidencia que ellos tienen en los costos.

La aparente simplicidad de muchos de los procedimientos descritos puede ser una tentación para resolver sin mayor análisis muchos de los problemas que se presentan en obras, sin embargo, conviene insistir en la necesidad de que profesionales especializados intervengan en los estudios y cálculos previos y elaboren las especificaciones detalladas para la reparación.

Finalmente, la seguridad queda satisfecha con una adecuada supervisión y control de calidad de las distintas etapas, incluidos los ensayos de resistencia y adherencia de los materiales, y la verificación de los procedimientos mediante extracción de testigos y/o pruebas de cargas.

Bibliografía

- A.C.I. : Manual of Concrete Practice, Part 1. Materials and General Properties of Concrete (1984)
- A.C.I. : Manual of Concrete Practice, Part 5. Masonry, Precast Concrete, Special Processes (ACI 503-1984)
- A.C.I. : SP-21 Epoxies With Concrete
- ASTM : C881-78, Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete
- I.T.B.T.P. : Annales (Supplément au N° 349-Avril 1977) Le Collage Structural et le Renforcement par Resines des Structures de la Construction (varios autores)
- R. L'Hermite-J. Bresson : Béton Armé d'Armatures Collées-Colloque Rilem Paris 1967
- J. Bresson : Nouvelles Recherches et Applications Concernant L'Utilisation des Collages Dans les Structures. Béton Plaqué (Annales de L'I.T.B.T.P. N° 278)
- J. Bresson : Renforcement par Collages D'Armatures du Passage Inférieur du CD 126 Sous L'Autoroute du Sud (Annales de L'I.T.B.T.P. N° 297)
- S. Arias : Metodología para la Reparación de una Estructura Dañada por Sismo. Segundas Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Santiago, 1976
- M. Fernández Cánovas : Las Resinas Epoxi en la Construcción. Instituto Eduardo Torroja-Madrid 1974
- M. Fernández Cánovas : Patología y Terapéutica del Hormigón Armado-Dossat. Madrid 1977
- J. Charó-J. Montégu : Resinas Epóxicas-Propiedades y Aplicación en Estructuras de Hormigón. Trabajo presentado a las XIV Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural y IV Simposio Panamericano de Estructuras, Buenos Aires 1970.
- J. Montégu : Hormigón Proyectado (apuntes)
- J. Montégu : Técnicas de Reparación de Estructuras de Hormigón (Trabajo presentado a las Jornadas de la Construcción II Región Antofagasta 1982)
- J. Omerovic-Waldo Ríos : Agrietamiento del Hormigón (apuntes)
Concrete Construction: Vol. 29 N° 10-Oct. 1984.

	Pág.
Introducción	3
Evaluación del Daño	5
1. Diagnóstico y Soluciones	
1.1. Hormigón armado. Vigas, Cadenas, Nudos	6
Losas	9
Columnas, Muros	10
1.2. Albañilería Reforzada - Muros	14
1.3. Albañilería Armada - Muros	15
1.4. Albañilerías - Puntos Singulares	17
2. Procedimientos de Reparación	
2.10. Inyección de Grietas	18
2.20. Reparaciones Superficiales	19
2.30. Reemplazo de Hormigón	20
2.40. Colocación de Refuerzos de Acero	23
2.50. Anclaje de Albañilerías	26
2.60. Albañilería de Bloques	28
2.70. Albañilerías	29
3. Materiales para la Reparación	
3.1. Morteros de Cemento	30
3.2. Morteros con Polímeros	31
3.3. Morteros Predosificados	32
3.4. Hormigones	33
3.5. Aditivos	34
3.6. Sistemas Epóxicos	35
Elección del Procedimiento	36
Bibliografía	37