

Manual de patología de la edificación

(Detección, diagnosis y soluciones)

Manual de patología de la edificación

(Detección, diagnosis y soluciones)





Manual de patología de la edificación

(Detección, diagnosis y soluciones)

Manuel Muñoz Hidalgo

Depósito Legal: M-1677-2012
I.S.B.N. 978-84-615-6216-9

MANUEL MUÑOZ HIDALGO
Técnico en Cálculo de Estructuras
Especialista en Patología de la Edificación

Edita:
MANUEL MUÑOZ HIDALGO
C/. Florencia, 4-1º A
41003 SEVILLA
Edición año 2012

Dirección técnica:
FCO. JAVIER MUÑOZ

Programación de CD:
JESUS M. MUÑOZ

Colaboradores:
Mª SIERRA CALLE
Mª DEL MAR MUÑOZ
PELAYO CEIJA
ROCÍO RODRÍGUEZ
ANTONIO M. MIRANDA

Imprime:
DÉDALO OFFSET
Pinto (Madrid)

ES PROPIEDAD
Derechos reservados

© Prohibida la reproducción total o parcial de
este libro.

El contenido de esta obra está protegido por la
ley, serán responsables los que la reprodujeren.

A mi esposa, a mi hija María del Mar y a
su prometido por su próxima boda.

AGRADECIMIENTO A COLEGIOS

El autor expresa su agradecimiento por su colaboración en la difusión y adquisición de este libro a los Colegios siguientes:

- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Albacete.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Alicante.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Alicante.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Almería.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Badajoz.
- Colegio Oficial de Arquitectos técnicos de Badajoz.
- Cooperativa de Arquitectos Jordi Capell de Barcelona.
- Colegio Oficial de Arquitectos técnicos de Burgos.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Castellón.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Castellón.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Córdoba.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Ciudad Real.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Ciudad Real.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Gerona.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Gran Canaria.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Granada.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Granada.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Jaén.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Lleida.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Madrid.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Málaga.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Palma de Mallorca
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Palma de Mallorca.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Sevilla.
- Cooperativa de Arquitectos Guadalquivir de Sevilla.
- Librería Reina Mercedes de Sevilla.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Tenerife.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Valladolid.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Valencia.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Valencia.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Vitoria.
- Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Zamora.

AGRADECIMIENTO A PROFESIONALES

El autor expresa su agradecimiento por la gran ayuda en su importante labor de revisión, crítica y mejora de este libro a los profesionales siguientes:

D. Alberto Ballesteros Rodríguez	Arquitecto
D. Enrique Cabrera Luque	Ingeniero de Caminos
D. Miguel Ángel Callejas Gutiérrez	Arquitecto
D. Miguel Ángel Callejas Ortego	Arquitecto
D. Francisco Caro Rivero	Profesor
D. Enrique Carvajal Salinas	Dr. Arquitecto
D. José Castellano Costa	Arquitecto T. Profesor UdG
D. José Fernando Cellier Peña	Arquitecto
D. Alfredo Delgado Osuna	Arquitecto
D. Mario Falero Ramírez	Dr. Arquitecto
D. Manuel Fernández Cánovas	Dr. Ingeniero de Construcción
D. Manuel Ferrero Gómez	Arquitecto Técnico
D. Francisco Laguna Lizancos	Arquitecto Técnico
Dña. Mª Rosario Marchena García	Lda. Ciencias Químicas
D. Fernando Medina Encina	Dr. Ingeniero de Caminos
D. Antonio Moya Ayucc	Ingeniero de Edificación
D. Fco. Javier Muñoz Calle.	Dr. Ing. de Telecomunicación
D. Jesús Manuel Muñoz Calle	Dr. Ciencias Químicas
D. Ignacio Ortiz Chopitea	Arquitecto
D. José María Pla Cuevas	Arquitecto Técnico
D. Florentino Regalado Tesoro	Dr. Ingeniero de Caminos
Dña. Anabel Ríos Borrachero	Arquitecta
D. Carmelo Rodríguez Merchán	Arquitecto
D. Juan Bosco Ruiz Heras	Arquitecto
D. Hermenegildo Sanz Daza	Ingeniero Industrial
D. Pascual Urbán Brotóns	Arquitecto Técnico

INTRODUCCIÓN

La Demopatología estudia los daños que se producen en la edificación. Su conocimiento requiere gran experiencia y el profesional nunca llega a encontrar todos los tipos de fallos que existen, pero sí es importante conocerlos para poder evitarlos y cuando los encuentre, identificar los tipos de roturas, detectar las causas y con el suficiente conocimiento, poder estudiar soluciones adecuadas para aplicar la más idónea.

Se ha pensado en un libro gráfico que sirva tanto de lectura como de consulta. Se ha estructurado en láminas o cuadros sinópticos para que sea lo más gráfico posible con objeto de facilitar la búsqueda del tema deseado. En cada lámina se trata un daño específico que podemos encontrar en un elemento estructural o de construcción, siendo útiles para detectar los tipos de roturas por sus características mediante figuras y fotografías, analizando y estudiando posibles reparaciones.

Debido a la amplitud de daños existentes y a la dificultad para comprenderlos, especialmente cuando se combinan varios tipos de roturas y causas, es por lo que se ha confeccionado este manual, enfocado con índices secundarios gráficos y cuadros sinópticos para una búsqueda rápida y fácil de los daños que se puedan detectar en una edificación, tanto en elementos estructurales como de construcción.

Confío en que este libro sea de gran utilidad para los profesionales de la construcción, tanto para el que se inicia como para el especialista, ya que en él encontrará una amplia casuística de daños, con 283 casos detallados, con 362 fotografías y 288 figuras, que le ayudarán a resolver dudas y problemas que se le puedan presentar durante el ejercicio de su profesión.

El autor.

ÍNDICE GENERAL

Prólogo	I
Introducción	II
Índice general	III
Indicaciones para uso del libro	1
Metodología para localizar una rotura de tipo conocido	5
Metodología para localizar una rotura de tipo desconocido	6

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1 Cimentaciones por zapatas	9
2 Vigas centradoras y vigas ríostras	57
3 Cimentación por losa	71
4 Cimentación por pilotes	101
5 Muros de contención	119
6 Muros pantalla	153
7 Muros de carga de fábrica	167
8 Pilares	197
9 Vigas	249
10 Zunchos de forjados	321
11 Ménsulas	341
12 Losas de escaleras	355
13 Forjados de viguetas	365
14 Forjados de nervios "in situ"	409
15 Forjados reticulares	421
16 Forjados de losas macizas	445
17 Piscinas	461

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

18 Soleras	481
19 Aceras	493
20 Vallas y pilas de fábrica	503
21 Tabiques	517
22 Cerramientos	547
23 Bovedillas	601
24 Petos de fábrica	633
25 Enfoscados y enlucidos	647
26 Solería	659

ANOMALÍAS DE PROYECTOS, DE EJECUCIÓN Y PRECAUCIONES

27 Posibles anomalías de proyecto	669
28 Errores usuales de ejecución en elementos estructurales	687
29 Precauciones a considerar en diferentes soluciones que se estiman correctas	761
30 Diseños problemáticos	787
Test de demopatología	815
Bibliografía	823

INDICACIONES PARA USO DEL LIBRO

Para usar como consulta este libro de forma rápida y eficaz, es conveniente seguir el proceso siguiente:

1º “IR A INDICE GENERAL”

Está clasificado en tres partes:

La primera relación trata de daños en elementos estructurales que se han clasificados comenzando desde la base de una edificación.

En la segunda parte y con el mismo criterio de ordenación, se presenta una relación de elementos de construcción en los que se estudian posibles daños.

La tercera parte trata de los errores más usuales que se pueden producir durante las fases de proyecto y de ejecución.

Una vez seleccionado el elemento deseado, el índice general nos indica la página de otro índice secundario gráfico situado en el interior del libro al principio de cada capítulo.

2º “INDICE SECUNDARIO GRÁFICO”

En este índice se expone de forma gráfica una clasificación, ordenada por elementos, de la mayoría de daños. Está pensado para que, de forma visual, se detecte lo siguiente:

- Número del apartado y tipo de daño.
- Figura reducida con características de la rotura.
- Gravedad de los daños simbolizado con estrellas.
- Página donde se muestra el elemento deseado.

3º “LÁMINAS O CUADROS SINÓPTICOS”

En la primera página se comenta el contenido de ese capítulo, los tipos de daños y observaciones.

En estas láminas se estudian los tipos de daños con sus características, las cuales se comentan a continuación:

A) Figuras

Se presenta una figura especificando el tipo de rotura para comprenderla mejor.

B) Características

Se especifica la característica de la rotura, indicando dónde y cómo se inicia, su progresión y como finaliza antes de romper. También se indican detalles y peculiaridades de cada rotura.

C) Importancia

Se indica la importancia y rapidez con la que se produce la rotura, así como otras observaciones a considerar.

Para conocer la importancia de los daños con más comodidad y rapidez, en este casillero se indica un número de estrellas que simbolizan la gravedad de la rotura, clasificándose los daños de la forma siguiente:

Leve *

Cuando no tiene peligrosidad y sólo se trata de una rotura que afecta al conjunto.

Media **

Se le debe prestar atención y debe repararse, porque pasado un tiempo puede agravarse.

Grave ***

Los daños pueden permanecer un corto o medio periodo de tiempo sin que se produzca la rotura total, pero debe ser reparado con urgencia.

Muy grave ****

El fallo total se puede producir instantáneamente, o en un corto periodo de tiempo. El elemento deber ser apuntalado y reparado con bastante urgencia.

Dado que la gravedad depende del tipo de rotura, situación y causas que las ocasionan, en determinados casos se incluye como variable la clasificación, dependiendo de la causa que este originando la rotura.

D) Causas más usuales

Se indican las causas más usuales que originan la rotura, que en cada caso puede haberla ocasionado una o varias y cuanto mayor sea su número y más acusada, más aumenta la gravedad.

En determinados casos es difícil detectar las causas que han provocado el fallo. Ante ello, es preferible seguir un sistema de eliminación descartando las que estemos seguros que no lo han ocasionado y estudiar en profundidad las causas sospechosas que han quedado.

E) Medidas de precaución

Se exponen las medidas de precaución o de urgencia a tomar dependiendo del tipo de rotura y gravedad.

F) Posibles reparaciones

Como cada rotura suele tener diferentes soluciones, dependiendo de las causas que las han ocasionado, en este apartado se orienta sobre posibles reparaciones.

En los libros "**Prevención y soluciones en patología estructural de la edificación**" y "**Problemas dudas y soluciones durante el proyecto y ejecución de la edificación**" del mismo autor, se especifica de forma detallada diferentes tipos de refuerzos estructurales y recalces de cimentaciones, así como diferentes soluciones estructurales. En el libro "**Como evitar errores en proyectos y obras**" se orienta sobre cómo evitar daños.

El técnico debe elegir y calcular el refuerzo que precisa, indicar un proceso riguroso de ejecución con planos detallados y si es preciso, indicar también la época de ejecución más adecuada, que es necesario cuando se trata de problemas de origen térmico o recalces de cimentaciones.

Siempre que sea posible se debe eliminar la causa que ha ocasionado los daños.

Se debe seguir como norma "**No tapar ni reparar una fisura si no se conoce el tipo de rotura y las causas que la han ocasionado**". Ante la duda, si se trata de un elemento estructural, es preferible apuntalar y seguir investigando o consultar, ya que si se repara a ciegas y continúa la causa, aumentarán los daños, la gravedad, han sido gastos inútiles y el profesional queda decepcionado y con menor credibilidad.

En la mayoría de los casos los daños admiten diferentes soluciones, variando bastante entre ellos y dudando de cual es la más adecuada.

Como orientación, se presentan las condiciones que requiere cumplir una solución para considerarla la más idónea:

- **La más segura.**
- **La más duradera.**
- **La más fácil de ejecutar.**
- **Aquella donde los refuerzos no queden visibles.**
- **La que precise menos mano de obra.**
- **Aquella que ocasione menos molestias y deterioros.**
- **La más económica.**

Conviene elegir la que cumpla con la mayoría de los requisitos y a ser posible, reforzar con el mismo material con el que está ejecutada la estructura, ya que si son distintos pueden presentar diferente comportamiento térmico y se suelen apreciar los refuerzos.

En determinados casos, cuando se trata de fallos generalizados y hay que reforzar todos los elementos, es preferible descargar la estructura como sería mediante la introducción de nuevos pórticos, de esta forma se evita tener que reforzarlos.

G) Fotografías del daño estudiado

A pesar de la dificultad de obtener fotografías de todos los tipos de daños, dado que algunos son infrecuentes, es muy rápida la rotura, o por ser detectados por distintos profesionales, se ha pretendido colocar en este libro el máximo de fotografías para quedar más familiarizado con los daños y compararlos por similitud con los existentes en obra.

Si sólo se desea utilizar el libro como de lectura para conocer los tipos de rotura, se recomienda leer la introducción de los capítulos y acudir a los apartados siguientes:

- A) Fisuras.
- B) Características de la rotura.
- G) Fotografías.

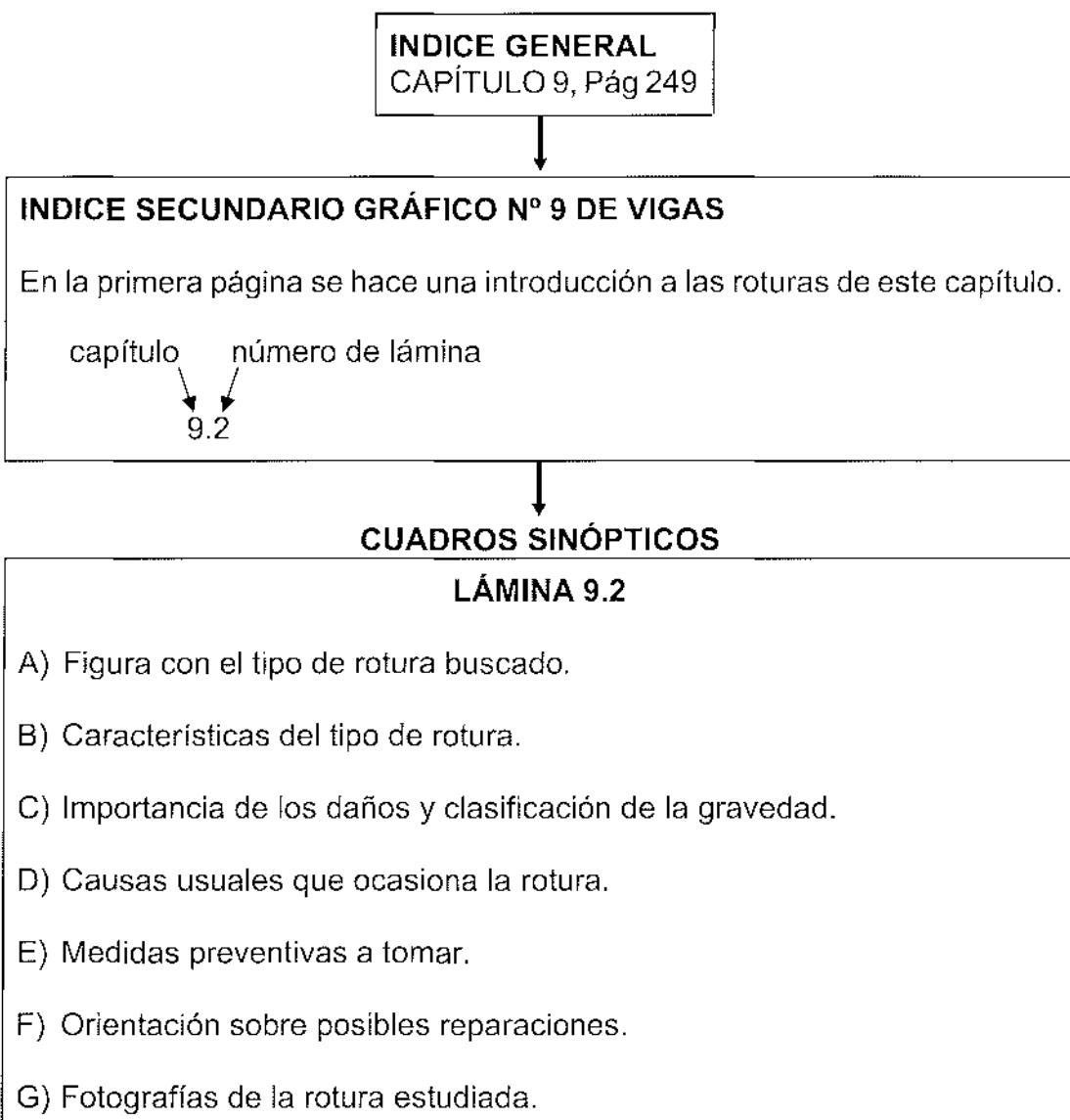
Si se desea utilizar como manual de consultas o de ampliación de conocimientos, se recomienda también acudir a los apartados:

- C) Importancia.
- D) Causas más usuales.
- E) Medidas de precaución.
- F) Posibles reparaciones.

METODOLOGÍA PARA LOCALIZAR UNA ROTURA DE TIPO CONOCIDO

Ejemplo:

Se desea buscar una rotura de flexión en cara superior de una viga. Para ello se puede seguir el proceso siguiente:



METODOLOGÍA PARA LOCALIZAR UNA ROTURA DE TIPO DESCONOCIDO

En determinados casos puede que desconozcamos el tipo de rotura existente, lo cual nos obliga a seguir un sistema de eliminación.

Supongamos que tenemos una viga como la que aparece en la **figura 1** en la que observamos que presenta una rotura transversal, abierta en su cara superior y a medida que desciende por sus laterales se dirige hacia los apoyos con una inclinación aproximada de 45° , que se va cerrando y corta a la viga transversalmente.

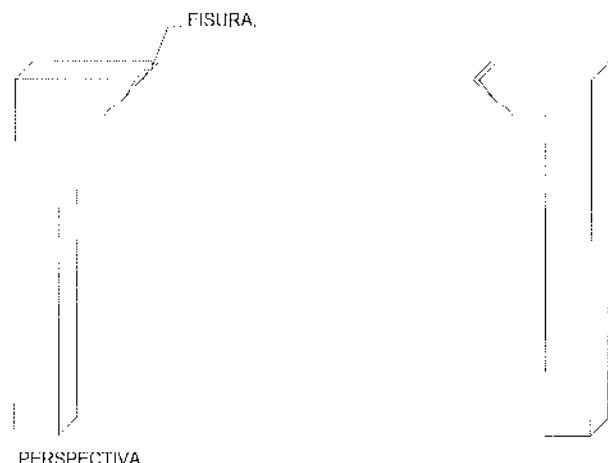


Figura 1

Se recomienda proceder de la forma siguiente:

INDICE GENERAL

Se identifica el elemento deseado.

CAPÍTULO 9. VIGAS PAG 249

INDICE SECUNDARIO GRÁFICO

En este índice aparecen las figuras con los tipos de roturas, se comparan con la existente y se eligen las más parecidas, que en este caso se encuentran en las láminas.

9.2 pág 256

9.4 pág 261

9.11 pág 282

LÁMINAS

LÁMINA 9.2 FLEXIÓN EN CARA SUPERIOR

La fotografía que tenemos se compara por similitud con la figura del apartado A y la fotografía del apartado G. Se puede ver que sólo es una rotura de flexión, ya que la fisura lateral desciende en vertical y no de forma inclinada, cerrándose al llegar a la zona comprimida por lo que se descarta.

LÁMINA 9.4 ROTURA DE CORTANTE

Se compara igualmente con la figura A y la fotografía G de sus apartados, observando que esta rotura es sólo de cortante, ya que la fisura de la cara superior es cerrada, mientras que en el caso que se estudia es abierta por lo que se descarta también.

LÁMINA 9.11 FLEXIÓN Y CORTANTE

Se compara la fotografía con la figura de su apartado A presentando coincidencias, lo cual nos confirma que se trata de una rotura de flexión y cortante.

LÁMINA 9.11 sectores B-C-D-E-F

- Una vez conocido el tipo de rotura, en sus sectores nos indica:
- B) Características de la rotura.
 - C) La importancia. Simboliza la gravedad con estrellas.
 - D) Las causas que en caso de ignorarlas se puede seguir un sistema de eliminación descartando las que no son.
 - E) Medidas de precaución.
 - F) Se orienta sobre posibles reparaciones, las cuales se han de calcular y detallar indicando un orden riguroso de ejecución.

NOTA: En casos muy complicados, para conocer los tipos de rotura y aún más para detectar las causas que las han ocasionado y aplicar la solución más adecuada, ya que esta depende del profundo estudio que se realice, se recomienda consultar con un especialista en demopatología para que nos oriente o encargarle dicho trabajo.

Cuando se tenga que proceder a un estudio de patología de un edificio, conviene tener en consideración lo siguiente:

1º Conocer la clase de estructura y su diseño.

2º Observar todos los tipos de fisuras existentes y analizar lo siguiente:

- Si tiene discontinuidad, o está escalonada.
- Si aparece en distintos planos.
- En un elemento de hormigón si sus bordes son redondeados o perfilados.
- Si la fisura es inclinada o vertical.
- Si sus bordes están limpios o sucios.
- Si surge en un elemento estructural o de construcción.
- En caso de un asiento si está estabilizado o continúa.
- Si está estacionaria o se abre y después se cierra.
- Si existen descuadres de puertas y ventanas.
- Si los forjados se han inclinado.
- Si existen corrosiones indicando el tipo de corrosión.
- Si han surgido humedades especificar la clase de humedad.

3º Realizar fotografías de frente y de perfil si la fisura está en distintos planos.

4º Tomar el máximo de datos posibles como si se hubieran producido deformaciones o desplomes y observaciones de los inquilinos de las viviendas.

5º Observar si existen daños en los edificios colindantes.

En este estudio también conviene indicar lo que posiblemente se va a precisar, como puede ser:

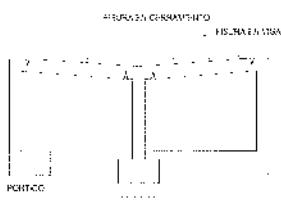
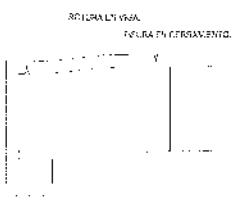
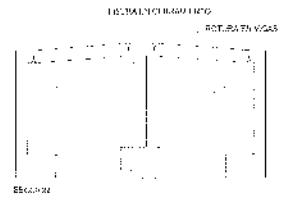
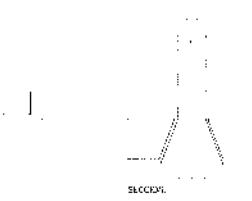
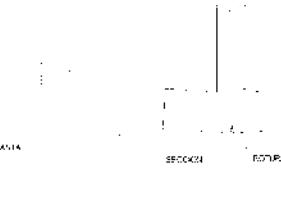
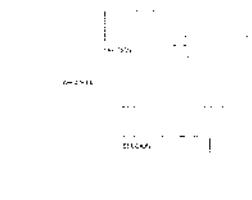
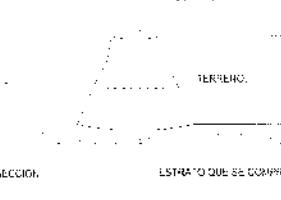
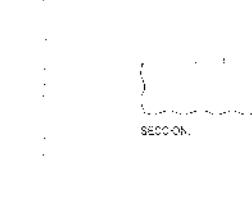
- Apuntalar si se consideran graves los daños.
- Recalzar la cimentación si existen asientos.
- Realizar un ensayo geotécnico si se detectan problemas del terreno.
- Recalcular la estructura si se aprecian anomalías en ésta.
- Reforzar la estructura si existen elementos estructurales dañados.
- Si se aprecian humedades y corrosiones de capilaridad, indicar sistemas para eliminarlas.

Después en el estudio de reparación habrá que indicar un orden riguroso de ejecución y puede ser necesario lo siguiente:

- Recalcular la estructura.
- Recalzar la cimentación.
- Reforzar elementos estructurales si procede.
- Reparar las grietas y época en que se han de ejecutar.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

<p>1.1 ASIENTO DE UNA ZAPATA CENTRAL</p>  <p>★★/★★★/★★★★</p>	<p>1.2 ASIENTO DE ZAPATA MEDIA-NERA</p>  <p>★★/★★★</p>
<p>1.3 ELEVACIÓN DE UNA ZAPATA</p>  <p>★★/★★★</p>	<p>1.4 PUNZONAMIENTO</p>  <p>★★★★</p>
<p>1.5 ROTURA DE FLEXIÓN</p>  <p>★★/★★★</p>	<p>1.6 ASIENTO Y GIRO DE UNA ZAPATA</p>  <p>★★/★★★</p>
<p>1.7 SUBSIDENCIA</p>  <p>★★★★/★★★★</p>	<p>1.8 DESAGREGACIÓN DEL HORMIGÓN</p>  <p>★★★★</p>

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

<p>1.9 CORROSIÓN DE LA ARMADURA</p> <p>PLANTA ★★/★★★</p> <p>Pág. 37</p>	<p>1.10 EXCAVACIÓN DE ZAPATAS EN LADERAS</p> <p>SECCION ★/★★</p> <p>Pág. 39</p>
<p>1.11 TERRAPLENADO EN LADERA</p> <p>TIERRA TERRAPLENADO DURA CONTENCIÓN ★★★/★★★★</p> <p>Pág. 42</p>	<p>1.12 DESLIZAMIENTO DEL TERRENO</p> <p>TIERRA SECCION ★★★/★★★★</p> <p>Pág. 47</p>
<p>1.13 ASIENTO POR AMPLIACIÓN DE PLANTAS</p> <p>TIERRA SECCION ★★★/★★★</p> <p>Pág. 53</p>	<p>1.14 ASIENTO POR EMPUJE DE VIENTO</p> <p>TIERRA SECCION ★/★★</p> <p>Pág. 55</p>

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

Los fallos en cimentaciones originan grandes daños a los edificios ocasionando la rotura de cerramientos, forjados, vigas, pilares, incluso la ruina total de la edificación, debido a ello es fundamental realizar un buen estudio geotécnico.

Para proyectar y elegir correctamente un tipo de cimentación no es suficiente con conocer sólo la resistencia del terreno y los axiles que ha de soportar, es muy importante conocer todas las características del terreno, ya que si no se tienen en consideración algunas de ellas le puede afectar bastante al edificio.

Entre las características a tener en consideración se citan las siguientes:

- a) Si es expansivo. Se debe ejecutar la cimentación a la profundidad activa. Las cimentaciones muy superficiales con muros de carga quedan bastante afectadas.
- b) Si es licuable. Las arenas o terraplenados poco compactados saturados de agua durante un movimiento sísmico se pueden licuar.
- c) Si son colapsables. Los terrenos yesíferos al saturarse de agua pueden colapsar, además les ataca fuertemente al hormigón desmoronando y corroyendo la armadura.
- d) Si existen estratos deslizables. Es más usual en zonas de laderas, sobre todo si se han realizado desmontes de tierras eliminando el empuje pasivo y la inclinación supera el 30%. (Los deslizamientos suelen producirse en épocas muy lluviosas).
- e) Si es muy plástico y se producen grandes contracciones al desecarse.
- f) Si existen oquedades, como pueden ser los alberizos con grandes piedras.
- g) Si se puede producir una subsidencia. (Alteraciones a niveles más profundos que pueden ser producidas por excavación de túneles, de varias plantas de sótanos en solares medianeros o estratos saturados de agua).

El descenso puede quedar estabilizado durante un tiempo y después continuar.

- h) Si se trata de un terreno en ladera donde se han realizado desmontes y terraplenados.

- i) Si se van a realizar desmontes de tierra en zonas de distintos estratos con el peligro de que las tierras queden desestabilizadas.
- k) Conocer la profundidad del nivel freático y si existen bolsas de aguas colgadas. Estas son frecuentes en terrenos expansivos, pues al penetrar el agua de lluvia por las grietas que se forman en el terreno y encontrar un estrato impermeable queda retenida, se conoce como "bolsas de aguas colgadas".
- l) Si existen corrientes de aguas que puedan descalzar a la cimentación. (El descenso va en aumento y no se estabiliza).
- m) Si existen puntos duros como rocas o restos de cimentaciones, ya que originan asientos diferenciales ocasionando elevados momentos en vigas y pilares.
- n) Conocer la altura crítica por si se van a realizar excavaciones, no superarla y prever los desprendimientos de tierras.
- o) Si la cimentación puede quedar influenciada por las vibraciones de tráfico pesado o por las vibraciones en zona sísmica.

Conocer todas las características del terreno es muy importante para evitar fallos en las cimentaciones, pero también surgen daños ocasionados por el agua, debiéndose conocer para evitarlo.

Se expone como le afecta el agua a los terrenos:

- a) Reblanzece a los terrenos yesíferos colapsándolos. (En éstos el descenso de la cimentación no se estabiliza y va en aumento. Debido a ello, conviene recalzar y proteger a la cimentación antes de que aumenten los daños).
- b) Modifica a los terrenos expansivos, ya que al humedecerse se hinchan y elevan la cimentación. Al desecarse se contraen y ocasionan descensos en las edificaciones, surgiendo grandes grietas en el terreno.
- c) En terrenos con plasticidad alta, al desecarse, se producen grandes contracciones y descensos en las cimentaciones, mientras que al humedecerse se reduce su resistencia.
- d) Los rellenos flojos al saturarse de agua se vuelven blandos y se producen grandes descensos hasta que se consolidan.
- e) En los terrenos arenosos y rellenos flojos saturados de agua durante un movimiento sísmico, se puede producir una licuación o licuefacción, transformándose las tierras en una masa fluida.

- f) Le ocasiona deslizamiento a los terrenos en laderas con estratos blandos, que al quedar menos compactos se producen descensos en la cimentación.
- g) Los productos nocivos del terreno al combinarse con el agua, deterioran el hormigón de las cimentaciones y corroen su armadura.
- h) La existencia de agua en un terreno en ladera menos permeable que se ha terraplenado, puede ocasionar deslizamiento del relleno y al quedar más flojas las tierras también se producen descensos.
- i) Ocasiona humedades de capilaridad en los pilares, muros y cerramientos de planta baja, siendo la causante de la corrosión de sus armaduras.

Se orienta sobre un orden de preferencia de cimentaciones para zona sísmicas con $ac > 0,16g$.

1º Losa de cimentación

Este sistema es más seguro y estable que el de zapatas aisladas, pues en caso de asientos diferenciales, grietas en el terreno, o de licuefacción le afecta menos.

2º Pilotes

Este sistema es muy seguro, pero puede reducirse su adherencia con el terreno a causa de vibraciones o de una licuefacción. También pueden romper a tracción y volcar el edificio, o romper a cortante en un desplazamiento del edificio, o por un deslizamiento entre distintos estratos.

3º Losa de cimentación aligerada

Consiste en una losa de cimentación donde se realizan huecos en la zona central entre diagonales de pilares que es la menos armada, con la finalidad de obtener economía de hormigón y armadura.

4º Cimentación por viga flotante

Consiste en unir los pilares en el sentido de los pórticos mediante cimentación corrida y armada a modo de viga y en el otro sentido atarlos con vigas riostras.

5º Zapatas atadas con vigas riostras

Este sistema es menos estable, los asientos diferenciales les suelen ocasionar daños a los elementos estructurales, cerramientos y tabiquería, debiendo quedar atada la cimentación en dos direcciones.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO DE UNA ZAPATA CENTRAL

LÁMINA
1.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparecen grietas de tracción diagonal motivadas por el descenso de una zapata.

Cuando existen corrientes de agua suelen surgir humedades de capilaridad y si las tierras contienen sales, también suelen surgir eflorescencias en el nivel de evaporación de la humedad.

En caso de que las grietas queden en distintos planos por existir asiento y giro, conviene hacer fotografías de frente y también de perfil para poder ver los daños con más detalles.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO DE ZAPATA MEDIANERA

LÁMINA
1.2

A) FIGURA

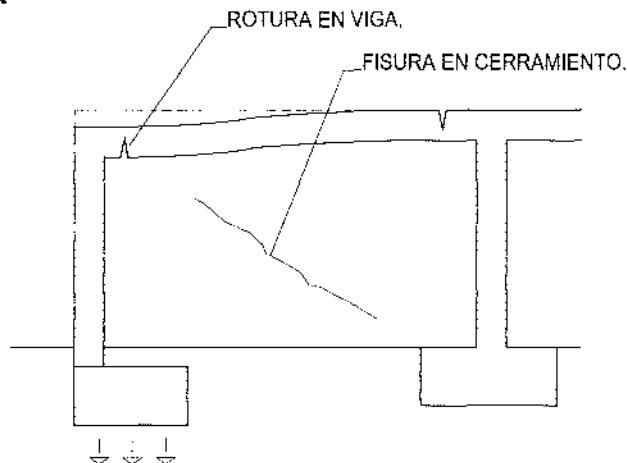


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

El descenso de una zapata de medianera o de fachada es frecuente por omisión de viga centradora, lo cual hace que aumenten las tensiones en el terreno y se produzca descenso y giro. También puede suceder por desecación o saturación de agua del terreno.

En la **figura 2** aparecen los daños que suelen surgir cuando desciende la cimentación de medianeras. La fisura en el cerramiento se aleja de forma descendente de la zapata que ha asentado.

Si el mortero tiene menos resistencia que la fábrica, la rotura es escalonada, situándose en las llagas del ladrillo.

La rotura comentada es usual cuando se realiza una excavación en el solar medianero a una profundidad mayor que la base de la cimentación, ya que al quedar las tierras más flojas se produce el descenso. En estos casos el mayor riesgo se corre durante la propia excavación.

Una vez ejecutada la cimentación medianera, el mayor peligro desaparece, pero el descenso continuará hasta quedar consolidadas las tierras que han quedado más flojas por la excavación del solar medianero.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO DE ZAPATA MEDIANERA

LÁMINA
1.2

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La gravedad depende de la magnitud del asiento que se produzca, siendo más grave cuando rompen las vigas y los pilares.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de viga centradora.
- Someter al terreno a tensiones superiores a la admisible.
- Desecación de las tierras.
- Saturación de agua del terreno.
- Excavación en solar medianero a una profundidad mayor que la de la base de la cimentación.
- El aumento de tensiones en el terreno por la ejecución de un edificio medianero, también puede ocasionar descensos en el existente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Investigar la causa que ocasiona el descenso.
- Si la causa ha sido por excavación en el solar medianero, el asiento continuará hasta que las tierras queden consolidadas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la cimentación si se estima necesario.
- Colocar viga centradora si la necesita.
- Reparar los daños, cuando se haya eliminado la causa.
- Consolidar el terreno.
- Si los daños son pequeños, esperar que se produzca la consolidación natural del suelo.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO DE ZAPATA MEDIANERA

LÁMINA
1.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** aparece un edificio con una grieta que lo secciona por descenso y giro de la cimentación de fachada, perdiendo incluso su verticalidad. Este fallo suele ser frecuente cuando se omiten las vigas centradoras y queda sometido el terreno a una tensión superior a la admisible.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO DE ZAPATA MEDIANERA

LÁMINA
1.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En la **fotografía 5** aparece una rotura de tracción diagonal por descenso de la zapata de fachada.

En la **fotografía 6** se aprecia una fisura en diagonal ocasionada por excavación en el solar medianero a una profundidad inferior a la de la base de la cimentación existente. También aparece otra fisura en horizontal en la pared de medianeras.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ELEVACIÓN DE UNA ZAPATA

LÁMINA
1.3

A) FIGURA

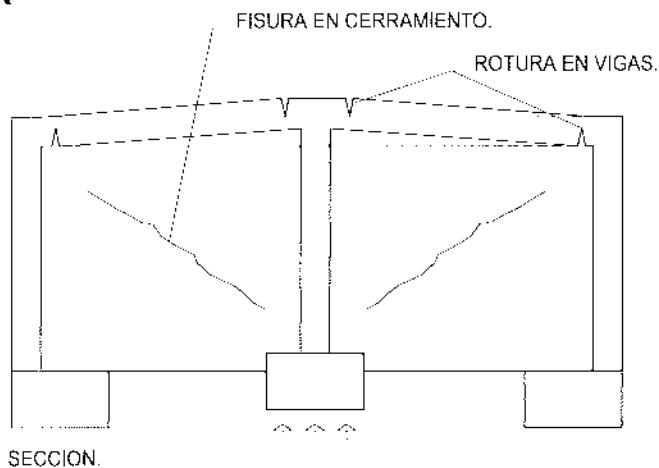


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

La elevación de una zapata se suele producir cuando se realiza la cimentación en un terreno expansivo seco, puesto que al humedecerse se hincha y eleva la edificación como se indica en la **figura 3**. Las grietas se alejan de forma ascendentes de la zapata que se ha elevado.

Cuanto más superficial se encuentre la cimentación, mayor es la posibilidad que se produzca este tipo de fallo, ya que en la capa superior es donde se suele manifestar la expansividad con mayor intensidad, mientras que al llegar a la profundidad activa, al existir una humedad constante, queda estabilizada.

Cuanto menor sea la presión sobre el terreno, mayor es la posibilidad de que se eleve el cimiento si el terreno es expansivo.

Los primeros daños aparecen en la tabiquería, los cerramientos y la solera.

Los terrenos expansivos aunque son muy problemáticos, una vez que se conocen se dejan de temer. Para que la edificación no quede afectada, se debe llegar con la cimentación como mínimo hasta la profundidad activa, que queda más profunda cuanto más expansivo es el terreno y suele oscilar entre 2,50 y 3,50 m.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ELEVACIÓN DE UNA ZAPATA	LÁMINA 1.3
C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★	
<p>La gravedad depende de la elevación que haya tenido y de los daños causados, siendo los más usuales la rotura de tabiques, cerramientos y soleras.</p>	
<p>La colocación de aspersores en terrenos expansivos alrededor de la edificación con la finalidad de mantener húmeda las tierras y no experimenten cambios de humedad, tiene el inconveniente de que cuando se desequen se produzcan grandes contracciones, surgiendo descensos y grietas en el terreno.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Cementar muy superficialmente en terreno expansivo desecado.• No haber realizado un estudio de la expansividad de las tierras.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Cementar a la profundidad activa, también llamada nivel isohidrático.• Realizar la cimentación cuando las tierras no estén muy desecadas ni muy saturadas de agua. Esto es más necesario cuanto más superficial se ejecute la cimentación.• Diseñar la cimentación adecuada.• Inspeccionar las vallas y construcciones próximas para comprobar su estado y los daños ocasionados por la expansividad.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Neutralizar la expansividad o recalzar la cimentación llegando a mayor profundidad. La incorporación de cal a un terraplenado de terreno expansivo suele neutralizar parte de su expansividad. En los recalces de terrenos expansivos no se debe introducir agua, ya que altera el terreno.	

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ELEVACIÓN DE UNA ZAPATA

LÁMINA
1.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparece una grieta inclinada en una edificación dando la impresión de haberse producido un descenso de la cimentación de las fachadas, cuando en realidad lo que ha sucedido ha sido una elevación de la zona central por expansividad de las tierras ocasionada por el desbordamiento de un arroyo. En este caso es fácil de confundir, por lo que hay que observar otros detalles como la acera, la solería, aplacados, desniveles.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

PUNZONAMIENTO

LÁMINA
1.4

A) FIGURA

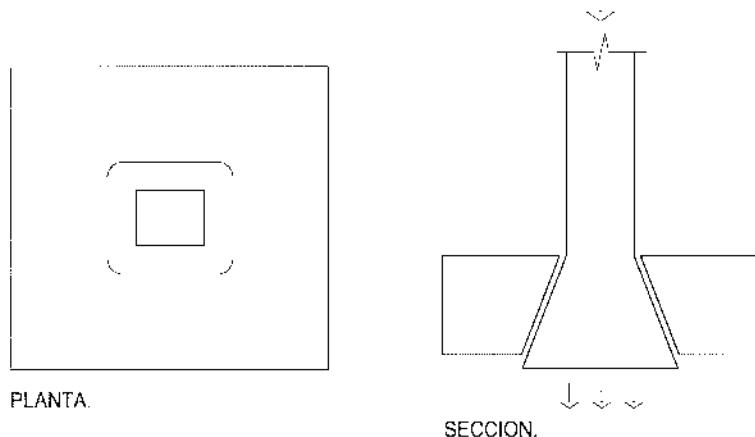


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

El punzonamiento se suele producir en zapatas que tienen poco canto y soportan grandes axiles.

Cuando se produce la rotura, la zapata queda totalmente inutilizada y el terreno queda sometido a tensiones muy elevadas que no puede soportar, produciéndose grandes descensos que ocasionan la rotura de cerramientos, viguetas, vigas y pilares, incluso pudiendo ocasionar el fallo total de la edificación.

El fallo comentado es más fácil que se produzca en terrenos con mayores capacidades portantes donde las zapatas suelen tener dimensiones más pequeñas.

Las zapatas no suelen llevar armadura a 45° para soportar el punzonamiento, ya que lo más usual es aumentar su canto para que no la precise, no obstante por ser una rotura muy grave hay que prestarle bastante atención para que no suceda.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

PUNZONAMIENTO	LÁMINA 1.4
C) IMPORTANCIA ★★★	
Esta rotura es muy grave, ya que al producirse elevados asientos afecta a los elementos estructurales.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Zapatas con poco canto.• Mayores axiles de lo previsto.• Hormigón de menor resistencia.• No colocar armadura a 45°.• Errores de cálculo.• Errores de ejecución.• Aumento del axil durante un movimiento sísmico.• Aumento del número de plantas.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Si se produce el fallo de varias zapatas, es preferible desalojar la edificación.• Estudiar la causa que ocasiona al punzonamiento.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Una vez apuntalada la zona afectada, se puede aumentar el canto de la zapata, colocarle armadura a 45° y reparar los daños producidos. Micropilotar una zapata es contraproducente, ya que ocasionaría una diferencia de asiento con las otras.• Aumentando las dimensiones de los pilares se amplía el perímetro de punzonamiento, o colocando perfiles en su base en forma de cruceta.	

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
1.5

A) FIGURA

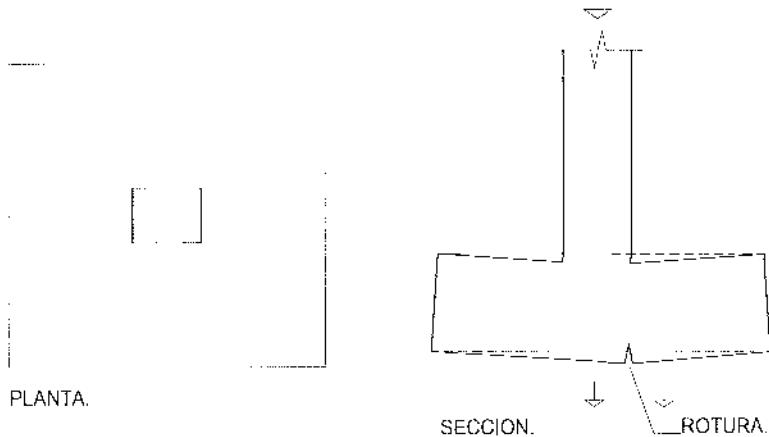


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión en zapatas por tener armadura insuficiente no es frecuente, pero cuando sucede, aunque no se puede observar la rotura por estar enterrada, presenta otros síntomas como es la aparición de descensos y elevación en los bordes de la zapata como se indica en la figura 5.

Este fallo se suele producir cuando la estructura entra en carga y la armadura es insuficiente. También se produce cuando la edificación tiene bastantes años y se corroen la armadura en su perímetro, entonces desliza en el hormigón por perdida de adherencia cuando las barras no tienen patillas en sus extremos o no se ha colocado malla electrosoldada.

Conviene recordar que la armadura de las zapatas debe tener un diámetro \geq a 12 mm, para que en caso de corrosión tenga mayor durabilidad.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
1.5

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Aunque la rotura es importante no alcanza la misma gravedad que cuando se trata de un punzonamiento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura insuficiente.
- Mayores axiles de los considerados en los cálculos.
- También puede suceder por insuficiente longitud de anclaje o por corrosión de la armadura.
- Hormigón de menor resistencia.
- Errores de ejecución.
- En los aumentos de plantas no previstas.
- Terrenos agresivos para el hormigón y la armadura.
- Zapatas de menor dimensión.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar testigos en las fisuras que surgen en los cerramientos, y si el descenso continúa, apuntalar y estudiar la causa que lo ocasiona.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la zapata que puede ser por sus laterales.
- Aumentar el canto por su zona superior si hay espacio suficiente. La unión entre hormigones debe quedar rugosa y húmeda. Esto es un refuerzo indirecto, puesto que al tener mayor canto precisa menos armadura en su zona inferior.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO Y GIRO DE UNA ZAPATA

LÁMINA
1.6

A) FIGURA

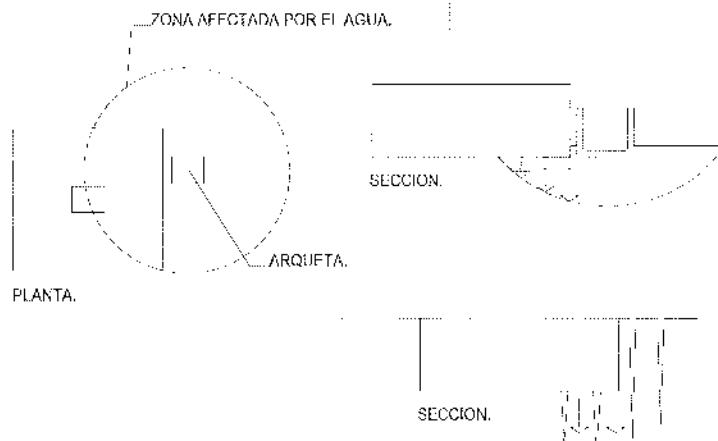


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

El giro o descenso de un lado de la zapata se suele producir cuando se origina la rotura de una arqueta, ya que al inundarse las tierras las reblandece y sólo le afecta a una zona de la zapata. Al quedar con menos resistencia el terreno, desciende la zapata de un lado produciéndose un giro de ésta.

Otra de las causas que suelen ocasionar el giro de una zapata es cuando el terreno exterior no está asfaltado y al desecarse se contrae, entonces la zapata pierde apoyo de un lado y gira. Esto es más usual en terrenos expansivos con cimentaciones superficiales cuando se han ejecutado estando las tierras húmedas.

Conviene tener en consideración que cuanto más superficiales se ejecuten las zapatas, el terreno se encontrará menos consolidado y más expuesto a los cambios de humedad y sequedad, mientras que cuando se ejecutan a mayor profundidad, ya ha existido una carga previa del peso de las tierras excavadas y experimentarán un menor asiento de consolidación y las variaciones de humedad del terreno le afectarán menos.

Cuando se origina el descenso de una zapata, suele aumentar el axil en las zapatas que se encuentran a su alrededor.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO Y GIRO DE UNA ZAPATA	LÁMINA 1.6
C) IMPORTANCIA ★/ ★★	
La importancia depende del asiento y giro que se haya producido y de como quede afectada la estructura.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Rotura de arquetas.• Desecación de las tierras.• Terraplenados flojos en laderas.• Cementar muy superficialmente en terreno expansivo.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Comprobar si el giro ha quedado estabilizado.• Estudiar la causa que ocasiona el asiento y giro del cimiento.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Eliminar la causa que ha ocasionado el giro de la cimentación.• Recalzar la cimentación si se estima conveniente.• Reparar los elementos afectados.	

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO Y GIRO DE UNA ZAPATA

LÁMINA
1.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9

En la **fotografía 9** aparece un pilar que ha descendido y ha perdido su verticalidad al asentar de un lado el cimiento a causa de la saturación de agua del terreno ocasionada por la rotura de una arqueta.

Las fugas de aguas residuales deterioran el hormigón de las cimentaciones, ocasionándoles un ataque químico y biológico, al mismo tiempo que corroen su armadura.

Al desagregarse el hormigón se reducen las dimensiones de las zapatas y se producen descensos.

Se ha de tener presente que un terreno en estado seco que tiene aplicada una carga del peso de la edificación, al saturarse de agua y quedar con menor resistencia, es como si se le aplicara una mayor carga y por lo tanto suelen producirse descensos.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

SUBSIDENCIA

LÁMINA
1.7

A) FIGURA

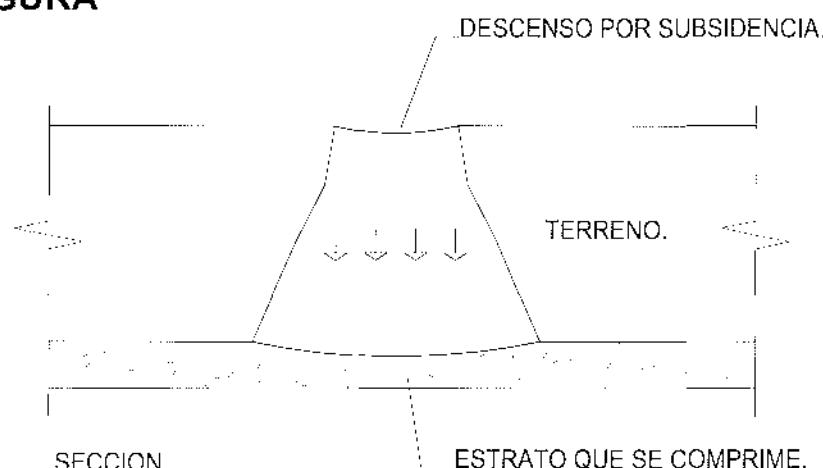


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

La subsidencia es una alteración tensional del terreno a niveles más profundos que origina el descenso de las tierras. Se manifiesta en la superficie del terreno y puede afectar a varias edificaciones.

Puede ser debido a varias causas, de las que se citan las más conocidas:

- Colmatación de sedimentos por pérdida de espacio entre los áridos o compactación de las propias tierras.
- Las grandes oquedades en el terreno también causan el desplome de este. La construcción de túneles en terrenos poco resistentes suelen ocasionar el descenso de las tierras que terminan produciendo grandes daños en las edificaciones que se encuentran en su vertical.
- En los estratos más profundos afectados por una corriente de agua o por la excavación de varias plantas de sótanos, se pueden suceder descensos elevados ocasionando grandes grietas, incluso se puede llegar a la ruina de la edificación en una zona. El descenso puede estabilizarse durante un tiempo y después continuar.

Se ha de tener presente que en estos casos los recalces superficiales no solucionan el problema y resultan ineficaces.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

SUBSIDENCIA

LÁMINA
1.7

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

El problema es bastante grave si no se estabiliza la subsidencia, ya que puede terminar desplomándose la edificación.

Cuando la subsidencia se produce a una profundidad superior a veinte metros, no se suele manifestar en la superficie del terreno y por tanto no suele ocasionar daños, siempre que las características del terreno sean adecuadas y no existan estratos muy blandos.

Los asientos de una zapata son puntuales, mientras que los descensos por subsidencia son más amplios, afectándole a una mayor superficie, manifestándose los daños en el orden siguiente:

- Rotura de tabiques, bovedillas y cerramientos.
- Inclinación del forjado con rotura de viguetas y nervios.
- Rotura de vigas y pilares.
- Desplome de la edificación.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Corriente de agua en estratos más profundos.
- Oquedades en el terreno.
- Construcción de túneles.
- Excavación profunda en solares medianeros.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Estabilizar la subsidencia lo antes posible.
- Si han comenzado a romper las vigas y pilares se debe desalojar la edificación antes de que se produzca el desplome.
- En la fase de proyecto, solicitar un buen estudio geotécnico.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la cimentación con micropilotes.
- Si es posible eliminar la causa que origina la subsidencia.
- Si el descenso es pequeño se puede esperar para comprobar si la subsidencia queda estabilizada, mientras tanto se debe investigar las causas que la han provocado.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

SUBSIDENCIAS

LÁMINA
1.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 10



Fotografía 11

En las **fotografías 10 y 11** se presentan las grietas que han surgido en las viviendas de un edificio de diez plantas con treinta años de existencia por causa de una subsidencia, al haber quedado afectado por el agua un estrato situado a 6.50 m de profundidad.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

SUBSIDENCIAS

LÁMINA
1.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 12



Fotografía 13

En la **fotografía 12** vista desde el exterior y **fotografía 13** vista desde el interior, se puede apreciar las grietas que han surgido en el edificio comentado.

Los daños han surgido en una planta sexta y séptima por subsidencia puesto que cuando alcanzan esta altura los forjados ya han perdido su horizontalidad, se han desprendido bovedillas y las viguetas rompen a tracción cerca del apoyo.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESAGREGACIÓN DEL HORMIGÓN

LÁMINA
1.8

A) FIGURA

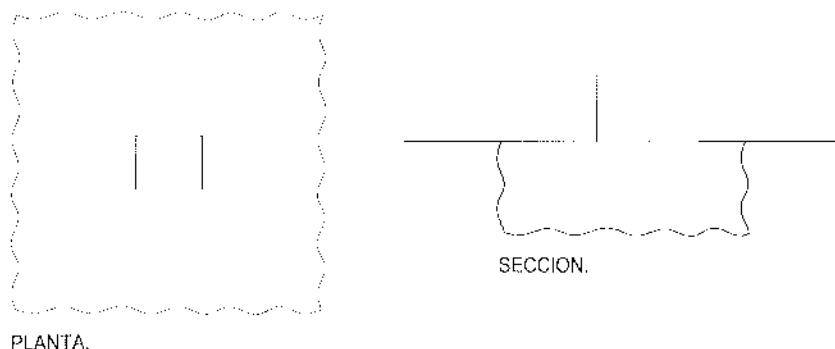


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

La desagregación o desmoronamiento del hormigón deja inutilizada la cimentación, ya que el hormigón se deshace desmoronándose. Una de las causas más usuales es cuando se ejecuta una cimentación en terreno yesífero sin tomar ninguna protección o cuando existen aguas procedentes de terrenos yesíferos, ya que el yeso ataca fuertemente al hormigón y lo destruye. Cuando sucede, al ir desapareciendo las zapatas se originan grandes descensos y si no se soluciona, el edificio se queda sin cimentación y se produce el fallo total.

En los terrenos yesíferos debido a la humedad de capilaridad, también suelen quedar afectada la zona inferior de los pilares de planta baja y se desagregan.

Se debe tener presente que los terrenos yesíferos son colapsables y quedan muy afectados por el agua y antes de que se produzca la desagregación del cimiento, se pueden producir grandes asientos al quedar alterado el terreno por el agua.

La fuga de aguas fecales ocasionan un ataque biológico a la cimentación, deteriorando al hormigón y corroyendo su armadura.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESAGREGACIÓN DEL HORMIGÓN

**LÁMINA
1.8**

C) IMPORTANCIA ★★★

El problema es cada vez más grave, ya que la cimentación termina desapareciendo puesto que se trata de un daño progresivo.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cementar en terreno yesífero sin proteger la cimentación.
- Cementación en contacto con agua selenitosa o residuales.
- Aguas residuales agresivas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Analizar las características del terreno y del agua por si es agresiva.
- Observar si las bases de los pilares de planta baja también están siendo afectadas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Proteger la cimentación mediante láminas impermeabilizantes.
- Rehacer la cimentación.
- Hacer una nueva cimentación puenteándola para no tener que descalzarla.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
1.9

A) FIGURA

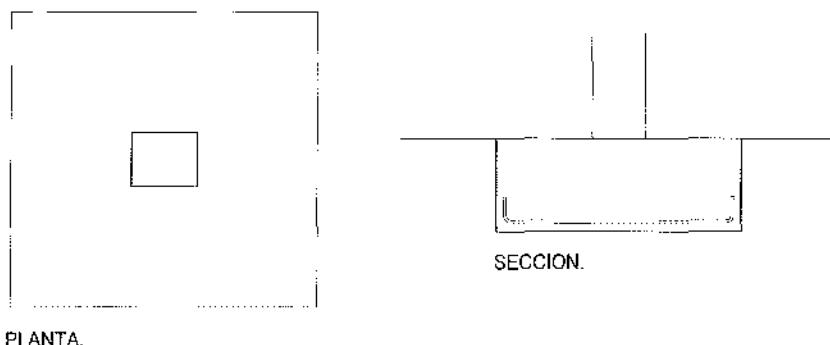


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión de la armadura de una zapata suele ser generalizada a todo lo largo de las barras. El fallo suele suceder por falta de adherencia ya que las barras deslizan en el hormigón. Para evitarlo se deben realizar patillas en sus extremos o colocar mallas electrosoldadas. Si en estas circunstancias la armadura continua perdiendo sección, el fallo se produce a tracción por pérdida de sección. Debido a ello y para que sea más duradera, las barras deben tener un diámetro $>$ a 12 mm.

Aunque este fallo no se puede ver, al deslizar la armadura, al romper por falta de sección se manifiesta con descenso de la cimentación.

Cuando la armadura de la cimentación queda situada en las fluctuaciones del nivel freático, en esa zona se acumulan las sales existentes en el terreno, y al quedar sometida a ciclos de humedad sequedad, está más expuesta a la corrosión.

Las mayores fluctuaciones del nivel freático suceden en los clímas monzónicos, como en Andalucía, que son aquellos donde se producen épocas de sequías donde el nivel freático queda más bajo y épocas lluviosas donde sube más alto.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA	LÁMINA 1.9
C) IMPORTANCIA ★/ ★★	
La importancia depende de los daños que se hayan producidos, ya que es difícil de comprobar el estado de la corrosión si no se realizan catas.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Situar la armadura en las fluctuaciones del nivel freático.• Cementar en terreno yesífero.• Existencia de agua procedente de terreno yesífero o residuales.• Existencias de aguas con cloruros como las procedentes del mar.• Omisión de separadores.• Situar la armadura directamente sobre el terreno.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Realizar catas para ver el estado de corrosión de la armadura.• Analizar el agua y las tierras por si son agresivas.• Durante la ejecución, impermeabilizar las zapatas colocándoles láminas en sus zonas inferiores y en sus laterales.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Recalzar la cimentación por su zona inferior en varias fases, o aumentando su canto, también se puede recalzar por sus laterales, llegando a mayor profundidad.	

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

EXCAVACIÓN DE ZAPATAS EN LADERAS

LÁMINA
1.10

A) FIGURA

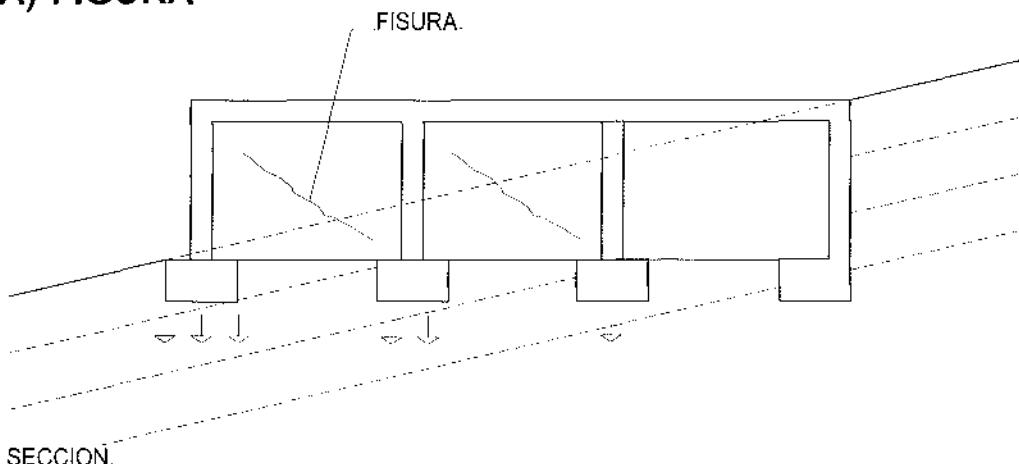


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

Es probable que las cimentaciones por zapatas en excavaciones de terrenos situados en laderas presenten problemas de asientos diferenciales, ya que las zapatas se sitúan sobre terrenos con diferente compactación, incluso la mayoría de las veces sobre estratos con distintas resistencias. La zapata más superficial sobre la rasante natural es la que experimenta mayor descenso, dado que el terreno queda más expuesto a los cambios de humedad y se encuentra menos consolidado.

En el caso que se estudia es importante que las bases de todas las zapatas lleguen a la misma profundidad respecto a la rasante original del terreno para que queden sobre el mismo estrato. Esto se consigue colocando hormigón en masa debajo de cada zapata debiendo llegar al mismo estrato.

Se ha de tener presente que la ejecución de una losa de cimentación reduce el problema pero no lo soluciona.

Los asientos diferenciales ocasionan elevados momentos en los elementos estructurales y no suelen contemplarse en los cálculos, ya que encarecerían considerablemente la estructura.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

EXCAVACIÓN DE ZAPATAS EN LADERAS

**LÁMINA
1.10**

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La importancia depende del asiento que se produzca y de la diferencia de resistencia entre los distintos estratos.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cimentar a distinta profundidad y sobre distintos estratos sin prever la diferencia de asientos que se puede producir.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Situar todas las zapatas sobre el mismo estrato, es decir a la misma profundidad respecto a la rasante del terreno o realizar una losa de cimentación con la suficiente rigidez que absorba la diferencia de asiento, aunque tiene el inconveniente de que puede girar, inclinándose la edificación.

F) POSIBLES REPARACIONES

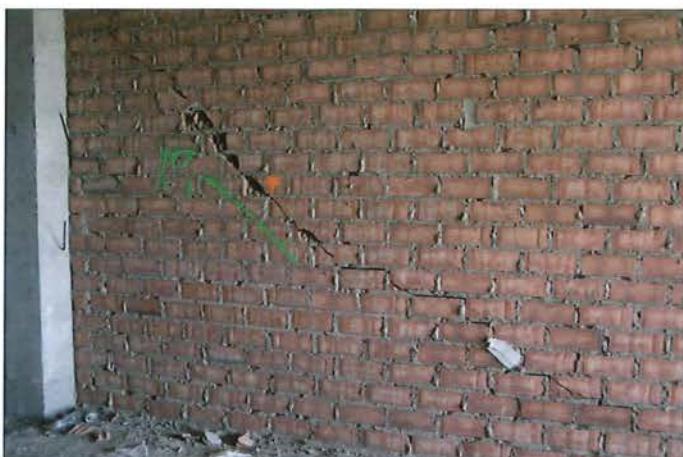
- Esperar a que se estabilicen los asientos o recalzar las zapatas llegando a la misma profundidad y a un mismo estrato respecto a la rasante original del terreno.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

EXCAVACIONES DE ZAPATAS EN LADERAS

LÁMINA
1.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 14



Fotografía 15

En las **fotografías 14 y 15** se presenta la rotura que suele suceder en las excavaciones en terrenos de laderas. Se caracterizan porque todas las grietas toman la misma inclinación y dirección, en sentido contrario a la pendiente.

Las puertas y ventanas situadas en el sentido de la ladera, en cuanto se produce el descenso lo acusan rápidamente descuadrándose y no pudiéndose cerrar y si el asiento es más acentuado, se aprecia como los forjados quedan inclinados.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

TERRAPLENADO EN LADERA

LÁMINA
1.11

A) FIGURA

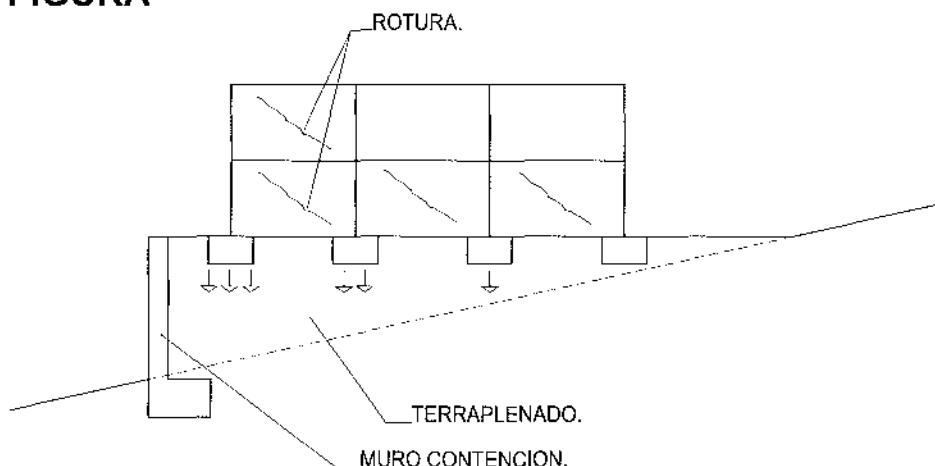


Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

Las cimentaciones sobre terraplenados en laderas son muy problemáticas y terminan produciéndose grandes asientos diferenciales entre las zapatas, que son más acentuados cuanto mayor es la altura del relleno. En caso de quedar el terreno saturado de agua durante un movimiento sísmico, se puede producir una licuefacción de las tierras y al licuarse pierde el apoyo la cimentación. Todas las grietas son inclinadas y se dirigen de forma descendente hacia el lugar de menor descenso.

Cuando la pendiente del terreno natural supera el 30% y es muy duro, existe la posibilidad de que el terraplenado deslice sobre él y más aún si el agua de lluvia discurre entre el terreno natural y el terraplenado.

En caso de colocar una cimentación muy rígida por losa, aunque no se fisuren los cerramientos, la edificación termina inclinándose hacia la zona de mayor terraplenado.

Una forma de conseguir que los asientos sean más uniformes, consiste en realizar una excavación dejando el terreno natural en horizontal y colocar el terraplenado de un espesor constante.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

TERRAPLENADO EN LADERA

LÁMINA
1.11

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende del espesor del terraplenado, de la pendiente y de la compactación de las tierras, pudiendo quedar la edificación en ruina.

Siempre que sea posible se debe evitar construir sobre terraplenados artificiales en laderas.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Terraplenado en triángulo.
- Insuficiente compactación de las tierras.
- Saturación de agua de las tierras.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No cimentar sobre terraplenado en ladera.
- Prestar mayor atención cuando la pendiente del terreno natural supere el 30 %. En estos casos es conveniente clavar tablestacas en el terreno natural dejando una parte saliente con el fin de evitar deslizamientos.
- Las tongadas del terraplenado no deben superar 30 cm y deben quedar muy bien compactadas, incluso así no es aconsejable cimentar sobre rellenos.
- Llegar con la cimentación a terreno firme o emplear pilotes.
- Terraplenar sobre plataformas horizontales escalonadas.
- Colocar drenajes en los muros de contención que soportan el terraplenado.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Llevar la cimentación a terreno firme.
- Recalzar el cimiento con micropilotes.
- Colocar zanja drenante al comienzo del terraplenado para evitar corrientes de agua.
- Consolidar las tierras con inyecciones de cemento.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

TERRAPLENADO EN LADERA

LÁMINA
1.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 16



Fotografía 17

En las **fotografías 16 y 17** aparecen grietas inclinadas en los cerramientos por cimentar con zapatas sobre un terreno de relleno en ladera, que al ser los daños cada vez mayores hubo que demoler las edificaciones.

Las grietas toman la inclinación y dirección en sentido contrario a la pendiente del terreno que se ha terraplenado.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

TERRAPLENADO EN LADERA

LÁMINA
1.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 18



Fotografía 19

En las **fotografías 18 y 19** se pueden apreciar los daños que han surgido en una edificación sobre un terreno de relleno en ladera. Uno de los primeros síntomas es el descuadre de las puertas y ventanas como se puede apreciar en estas fotografías.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

TERRAPLENADO EN LADERA

LÁMINA
1.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 20



Fotografía 21

Los edificios muy esbeltos, es decir, muy estrechos y altos, con cimentación mediante zapatas o losas, cuando quedan situados sobre un terreno muy blando o terraplenado en laderas, al descender de un lado comienzan a surgir grietas inclinadas (**fotografía 20**) y si el descenso es mayor en el sentido longitudinal, puede terminar volcando como le ha sucedido al de la **fotografía 21** al romper los pilotes huecos empleados en la cimentación.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESLIZAMIENTO DEL TERRENO

LÁMINA
1.12

A) FIGURA

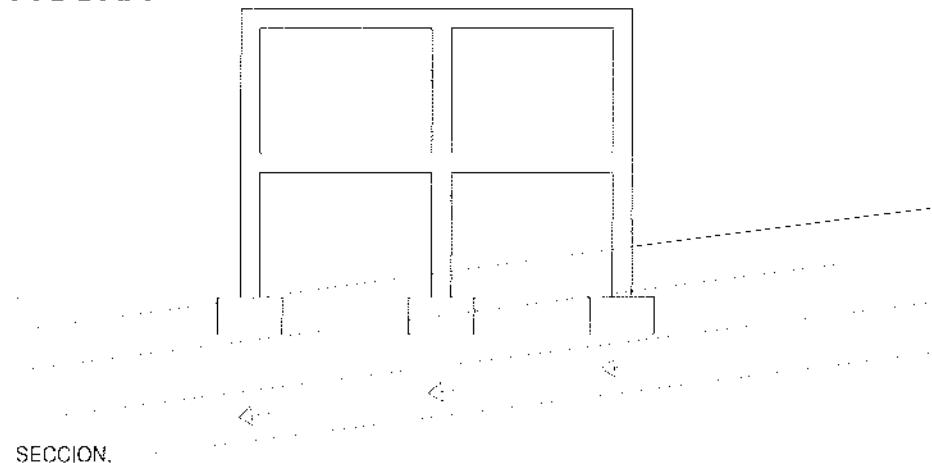


Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

En las edificaciones situadas en terrenos en laderas sobre diferentes estratos, cuando uno de ellos desliza por cualquier causa, arrastra consigo a la edificación. Este desplazamiento ocasiona la rotura de tabiques, cerramiento, forjados, vigas y pilares, incluso el desplome total de la edificación.

El deslizamiento entre los distintos estratos puede quedar estabilizado durante un tiempo y después volver a suceder, siendo mayor cuando el estrato que desliza se encuentra saturado de agua. Esto suele suceder en época lluviosa, ya que es cuando aumentan los daños y se produce el desplome de la edificación.

En los deslizamientos, al quedar las tierras más flojas, también se suelen originar asientos.

Existe mayor posibilidad de deslizamiento cuando la pendiente de los estratos supera el 30 %, son muy plásticos y quedan saturados de agua y más aún si en estas circunstancias se produce un movimiento sísmico.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESLIZAMIENTO DEL TERRENO	LÁMINA 1.12
C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★	
<p>La importancia depende del desplazamiento y del asiento que se haya producido en la edificación, teniendo en cuenta que los mayores deslizamientos se originan cuando los estratos quedan muy saturados de agua, que suele suceder en épocas muy lluviosas.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Un movimiento sísmico.• Corrientes de agua.• Excavación de tierras que eliminan el contrarresto del empuje pasivo.• Terreno en ladera con estrato blando saturado de agua.• Taludes inestables.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Realizar un estudio geotécnico de la estabilidad de la ladera antes de ejecutar el proyecto.• Investigar la causa del deslizamiento.• Colocar testigos para comprobar que el deslizamiento ha quedado estabilizado, aunque lo más probable es que pasado un tiempo continúe.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Colocar muros pantallas en forma de T para estabilizar el deslizamiento.• Eliminar la causa que ocasiona el deslizamiento.• Colocar drenaje en la zona superior de la ladera si existen corrientes de agua que afectan a los estratos del terreno.• Arriostramiento del terreno mediante tensores.• Cocidos transversales del estrato que deslice mediante pozos o pilotes.• Colocar inyecciones de cementos en el estrato que desliza.	

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESLIZAMIENTO DEL TERRENO

LÁMINA
1.12

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 22



Fotografía 23

En la **fotografía 22** aparece un edificio que se ha desplazado 28 cm al deslizar un terreno en ladera, y en la **fotografía 23** las grietas que han surgido en las tierras al deslizar.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESLIZAMIENTO DEL TERRENO

LÁMINA
1.12

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 24



Fotografía 25

En las **fotografías 24 y 25** se puede apreciar la abertura que ha surgido en la junta de dilatación de un bloque situado en ladera al deslizar. En este caso al quedar el terreno más flojo, también se han producido asientos y giros.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESLIZAMIENTO DEL TERRENO

LÁMINA
1.12

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 26



Fotografía 27

Al quedar más abierta la junta de dilatación del bloque que ha deslizado, los pilares se separan como se puede aprecia en la **fotografía 26** y los tabiques de las viviendas rompen por el descenso como aparece en la **fotografía 27**.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

DESLIZAMIENTO DEL TERRENO

LÁMINA
1.12

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 28



Fotografía 29

En los desplazamientos de terrenos situados en laderas es frecuente la aparición de grietas en las calzadas y en las aceras como las que aparecen en las **fotografías 28 y 29**.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO POR AMPLIACIÓN DE PLANTAS

LÁMINA
1.13

A) FIGURA

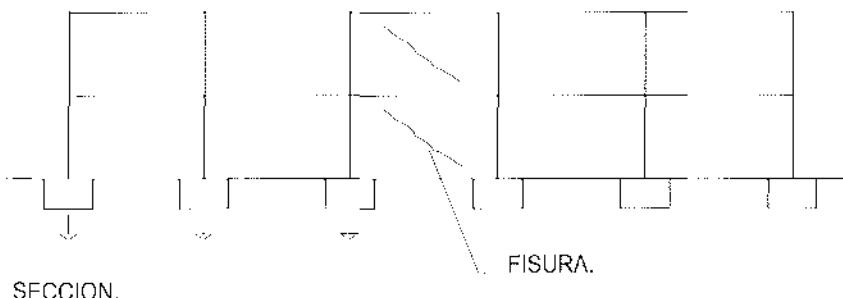


Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

El aumento del número de plantas de un edificio sin ampliar las dimensiones de la cimentación somete al terreno a una tensión mayor, que incluso sin superar la tensión admisible ocasiona un descenso de la cimentación al recibir más carga, lo cual se manifiesta con una rotura de tracción diagonal en la zona de transición. Si el descenso es más pronunciado también rompe las bovedillas, viguetas y vigas de dicha zona.

El incremento de plantas es un tema muy delicado y requiere especial atención. Suele ser necesario aumentar las dimensiones de los pilares para que no fallen por compresión y también la de la cimentación para evitar descensos.

Si existen empujes horizontales de sismo, al quedar afectada toda la estructura, se debe calcular ésta completa y reforzar todos los elementos estructurales con resistencia insuficiente, prestando especial atención a los pilares de planta baja que durante el movimiento sísmico aumentan los axiles y quedan sometidos a elevados momentos y cortantes.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO POR AMPLIACIÓN DE PLANTAS

LÁMINA
1.13

C) IMPORTANCIA ★/ ★★/ ★★★

Cuando más acentuado sea el asiento, mayores serán los daños que surjan en la zona de transición entre la que se ha ampliado y la que se queda con la misma altura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Someter al terreno a una tensión mayor sin prever el asiento que se suele producir.
- Los descensos son mayores en terrenos muy blandos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Calcular la cimentación considerando el número de plantas que más adelante se va a ampliar. No obstante es probable que se produzca un asiento mínimo de consolidación si el terreno es muy blando.
- Reforzar los pilares ampliando sus dimensiones.
- Prestar especial atención si se trata de zona sísmica.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Ampliar la cimentación antes de aumentar el número de plantas.
- Si se ha producido el descenso y el terreno queda sometido a una tensión superior a la admisible, se debe ampliar la cimentación.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO POR EMPUJE DE VIENTO

LÁMINA
1.14

A) FIGURA

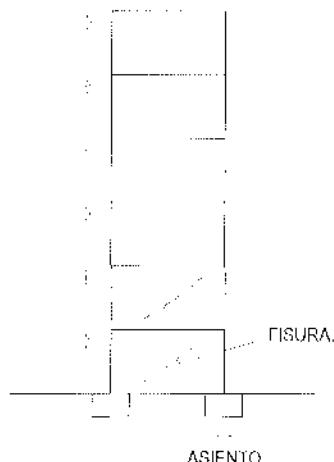


Figura 14

B) CARACTERÍSTICAS

En los edificios estrechos y altos situados en terrenos blandos donde existen fuertes vientos predominantes desde un lado del edificio, por el empuje de éste aumentan los axiles en los pilares de la fachada opuesta al viento, y es posible que en el primer año se produzcan asientos diferenciales al aumentar las tensiones del terreno por el empuje del viento. Estos asientos se manifiestan con una rotura de tracción diagonal en el cerramiento de planta baja, siendo menores los daños a medida que se sube de planta.

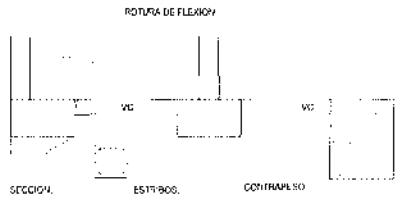
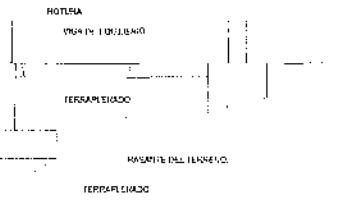
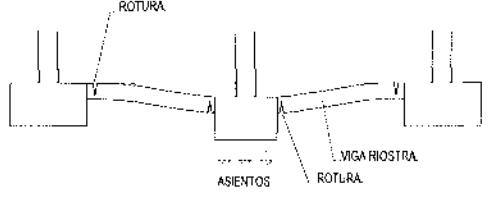
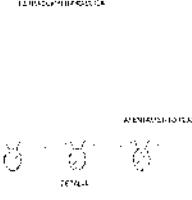
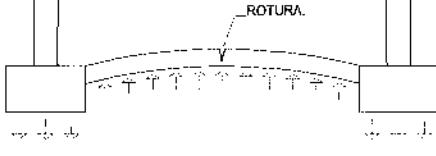
En los lugares de fuertes vientos predominantes, las plantas y árboles suelen crecer inclinados en la dirección del viento debido a la continua presión a la que se encuentran sometidos.

Si la estructura tiene menor rigidez, como sucede con las metálicas, al deformarse por el empuje del viento aparecen fisuras de tracción diagonal en los tabiques de la última planta.

1. CIMENTACIONES POR ZAPATAS

ASIENTO POR EMPUJE DE VIENTO	LÁMINA 1.14
C) IMPORTANCIA ★/ ★★ <p>Los daños, una vez que se han producido, suelen quedar estabilizados y, si son acentuados, el edificio suele quedar algo inclinado.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES <ul style="list-style-type: none">• Fuerte empuje de viento predominante desde un lado del edificio.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN <ul style="list-style-type: none">• Calcular la cimentación previendo el empuje del viento.• Si se trata de terrenos muy blandos, para reducir los asientos diferenciales es conveniente consolidar las tierras.• En la fase de proyecto, realizar un buen diseño del edificio frente al viento.	
F) POSIBLES REPARACIONES <ul style="list-style-type: none">• Aunque se puede recalzar la cimentación ampliéndola no suele ser necesario, ya que lo más usual es que el asiento quede estabilizado por esta causa.	

2. VIGAS CENTRADORAS Y VIGAS RIOSTRAS

<p>2.1 ROTURA DE FLEXIÓN</p>  <p>★★★</p> <p>Pág. 59</p>	<p>2.2 ROTURA EN VIGAS DE EQUILIBRIO</p>  <p>★★★</p> <p>Pág. 61</p>
<p>2.3 ROTURA DE FLEXIÓN POR ASIENTO</p>  <p>★★</p> <p>Pág. 63</p>	<p>2.4 RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y ASENTAMIENTO PLÁSTICO</p>  <p>★</p> <p>Pág. 65</p>
<p>2.5 ROTURA POR ASIENTO DE CONSOLIDACIÓN</p>  <p>★</p> <p>Pág. 68</p>	

2. VIGAS CENTRADORAS Y VIGAS RIOSTRAS

Las vigas centradoras equilibran las tensiones que transmiten las zapatas excéntricas al del terreno y reducen los asientos en las zapatas medianeras y de esquinas. Cuando se omiten aumentan las tensiones del terreno en el borde de las zapatas medianeras surgiendo giros, especialmente cuando se trata de terrenos con capacidades portantes bajas.

Cuando se trata de zapatas de esquinas es importante que queden atadas con vigas centradoras en dos direcciones.

Las vigas centradoras que unen zapatas y punteras de muros de contención de sótanos, cuando intenta volcar el muro porque su cimentación es insuficiente, entonces la armadura inferior de la viga centradora es la que trabaja a flexión, pero cuando el muro tenga los axiles de los pilares, la viga centradora precisará armadura en su zona superior para soportar el momento flector a la que estará sometida.

Cuando las zapatas de medianeras quedan situadas a mayor profundidad y no se pueden colocar vigas centradoras, se procede a colocar vigas de equilibrio que actúan a modo de tirantes y ayudan a unificar las tensiones bajo la cimentación.

Las vigas riostras atan las zapatas, reducen los asientos diferenciales y los desplazamientos cuando quedan situadas en terrenos de laderas. También soportan los cerramientos de fachadas y patios, incluso comienzan desde ellas los arranques de escaleras de planta baja o sótano, y en caso de movimientos sísmicos contribuyen a una homogeneización de los desplazamientos.

En las vigas riostras o zunchos, al producirse el asiento de consolidación de las zapatas, tanto la armadura superior en el centro de la luz como la inferior cerca de las zapatas, trabajan a flexión.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
2.1

A) FIGURA

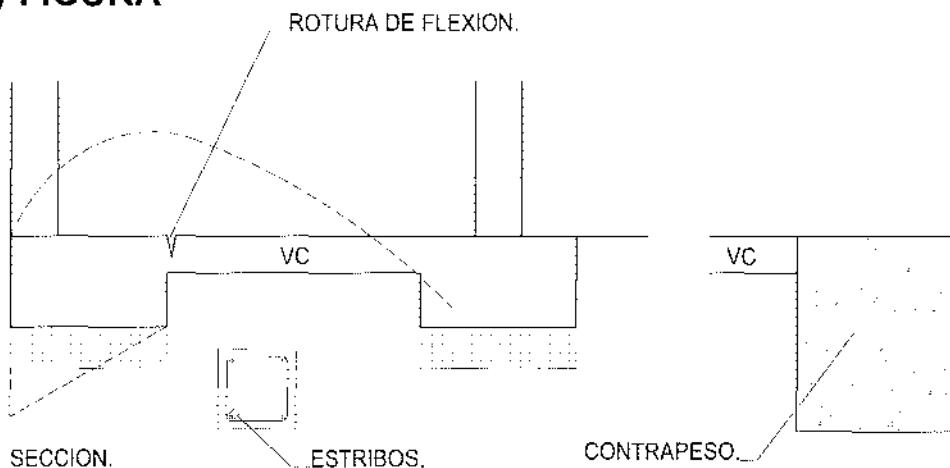


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Las vigas centradoras deben tener bastante rigidez y la necesaria armadura en su zona superior por quedar sometidas a elevados momentos flectores indicado con líneas de trazos. Si es insuficiente rompen en su zona superior a flexión como se indica en la **figura 1**, ya que la zona más crítica se encuentra entre la unión de la viga centradora con la cimentación.

Los estribos se deben cerrar en zonas comprimidas, que es la inferior, puesto que si quedan mal cerrados en zona traccionada tienden a abrirse.

Cuando no existen zapatas centrales donde anclar las vigas centradoras como sucede en las cimentaciones de naves, se suele colocar en su lugar un contrapeso. Este consiste en un dado de hormigón con el peso suficiente para que no se eleve.

También se puede colocar una zapata más profunda con armadura en su zona superior que es la que en este caso trabaja a flexión, desde la que arranca un pilar. Sobre esta se colocan tierras que sirven de contrapeso.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
2.1

C) IMPORTANCIA ★★

Si la armadura es insuficiente, al fisurarse la viga centradora aumentan los descensos. Esto introduce elevados momentos en vigas y pilares acusándolo rápidamente los cerramientos que rompen con fisuras de tracción diagonal.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura superior insuficiente.
- Cálculo incorrecto.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Colocar menor dimensión de la cimentación.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Repasar el cálculo.
- Comprobar que la ejecución es correcta.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar la armadura necesaria en la zona superior de la viga.
- Aumentar las dimensiones si se estima necesario.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA EN VIGAS DE EQUILIBRIO

LÁMINA
2.2

A) FIGURA

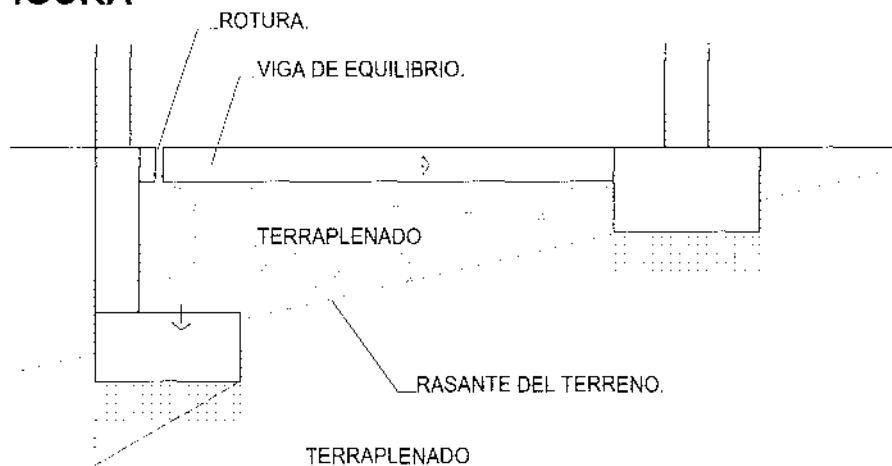


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Las vigas de equilibrio suelen ser infrecuentes y se emplean cuando no se pueden colocar vigas centradoras. Estas actúan de tirantes logrando con ello equilibrar las cargas y una distribución lineal de tensiones bajo la zapata medianera.

Dicho sistema tiene el inconveniente de someter al pilar medianero a un mayor momento y precisa un incremento de sus dimensiones.

Cuando la armadura y la sección son insuficientes, la rotura sucede por tracción.

Esta viga precisa armadura para soportar las tracciones tanto en su zona inferior como superior.

Aunque suponga un mayor volumen de hormigón, suele resultar más práctico aumentar el canto de la zapata medianera hasta nivelarla con la central y colocar viga centradora.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA EN VIGAS DE EQUILIBRIO

LÁMINA
2.2

C) IMPORTANCIA ★★

Si la armadura y la sección son insuficientes, al fisurarse la viga de equilibrio aumentan los descensos. Ello introduce elevados momentos en vigas y pilares acusándolo con rapidez la tabiquería situada en el sentido de la viga que rompe con fisuras de tracción diagonal.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura inferior y superior insuficiente.
- Cálculo incorrecto.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Colocar menor dimensión de la cimentación.
- Error de ejecución.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Repasar cálculo y ejecución de la viga de equilibrio.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar la armadura necesaria.
- Aumentar el canto de la zapata medianera por su zona superior hasta llegar a la viga para hacerla trabajar como viga centradora, de esta forma se elimina el pilar enano.
- Colocar otra viga complementaria.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA DE FLEXIÓN POR ASIENTO

LÁMINA
2.3

A) FIGURA

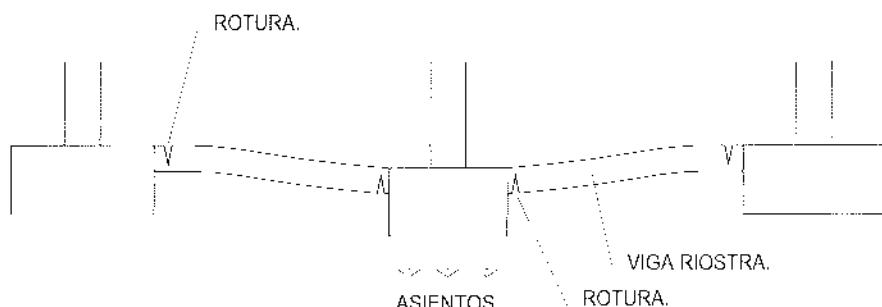


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se produce el descenso de una zapata, las vigas riostras que la atan en dos direcciones, si no tienen la rigidez y armadura suficiente rompen a flexión como se indica en la **figura 3**. En estos casos es importante que tanto la armadura inferior como la superior penetren en la cimentación y lleguen hasta sobrepasar el eje de los pilares para que tengan la longitud de anclaje suficiente y no deslicen.

Se debe tener en cuenta que cuando se produce el descenso de una zapata, aumentan los axiles en las zapatas más próximas.

Se ha de tener presente que las vigas riostras colaboran reduciendo los asientos diferenciales y los desplazamientos de las zapatas cuando la edificación queda situada en laderas, incluso soportan los cerramientos de los patios y de fachadas.

Los estribos se deben cerrar en zonas de compresión, pero como el asiento se puede presentar en cualquiera de las zapatas, es preferible cerrarlos alternativamente en cada barra.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA DE FLEXIÓN POR ASIENTO	LÁMINA 2.3
C) IMPORTANCIA ★★ <p>La rotura no implica gravedad, pero sí la magnitud del asiento que se produzca.</p> <p>Se debe tener presente que un descenso de un milímetro al mes significa problemas graves.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES <ul style="list-style-type: none">• Corrientes de agua.• Ejecutar la cimentación de menor dimensión.• Acumulación de sedimentos en la base de la cimentación	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN <ul style="list-style-type: none">• Investigar la causa que ha ocasionado el descenso de la cimentación.• Colocar testigos en las fisuras de los cerramientos para comprobar si rompen, indicando así que el descenso continúa.	
F) POSIBLES REPARACIONES <ul style="list-style-type: none">• Si continúa el descenso, recalzar la cimentación o consolidar el terreno.	

2. VIGAS CENTRADORAS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y ASENTAMIENTO PLÁSTICO

LÁMINA
2.4

A) FIGURA

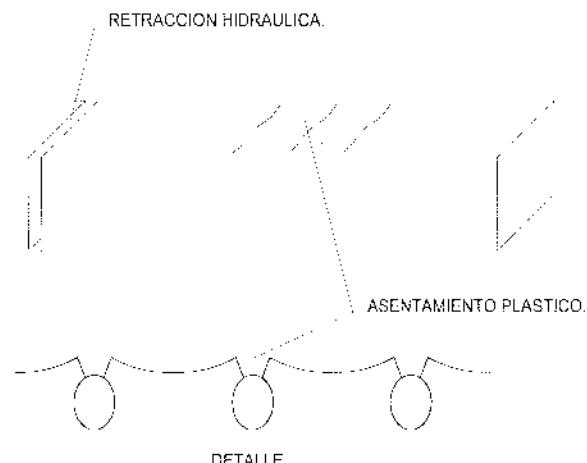


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Las vigas riostras al quedar una zona enterrada, las tierras absorben el agua del hormigón y en época muy calurosa pueden fisurarse transversalmente seccionándola durante el endurecimiento del hormigón. Esto es más usual en aquellas que reciben sol de tarde con cuantías pequeñas de armadura.

Al contener escasa armadura y quedar los estribos más separados, cuando el hormigón es más fluido o el vibrado es excesivo, se puede producir un asentamiento plástico y surgir fisuras sobre la armadura. Estas no se deben confundir con las que surgen por retracción cuando se hormigona estando las barras muy calientes por la acción solar.

Las vigas riostras deben tener una cuantía mínima de armadura para que no rompan a retracción hidráulica. Éstas deben estar formadas como mínimo por cuatro barras y deben llegar hasta los pilares.

2. VIGAS CENTRADORAS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y ASENTAMIENTO PLÁSTICO

LÁMINA
2.4

C) IMPORTANCIA *

Las fisuras no implican gravedad, pero se deben cubrir para evitar la corrosión de la armadura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No curar adecuadamente el hormigón.
- Excesivo vibrado.
- Hormigón muy fluido.
- Calor intenso.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Curar correctamente el hormigón.
- Si se trata de época muy calurosa, hormigonar a última hora de la tarde para que el fraguado inicial se realice de madrugada.

F) POSIBLES REPARACIONES

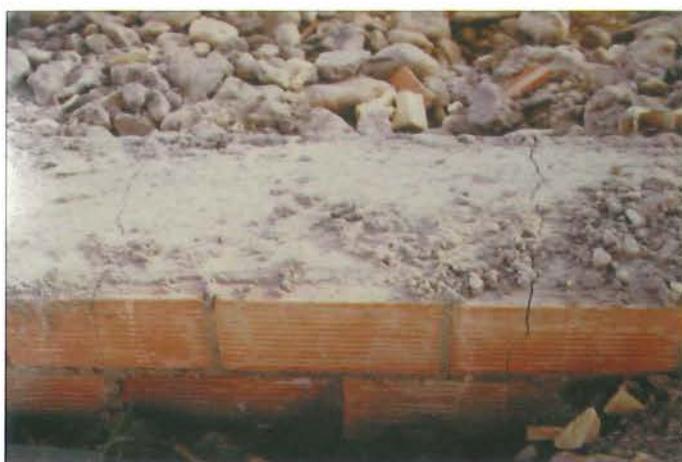
- Cubrir las fisuras con mortero para evitar la corrosión de la armadura.

2. VIGAS CENTRADORAS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y ASENTAMIENTO PLÁSTICO

LÁMINA
2.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1

En la **fotografía 1** aparece una viga riostra que se ha fisurado transversalmente por retracción hidráulica durante el endurecimiento del hormigón. Esto es frecuente en época muy calurosa cuando la viga tiene una cuantía pequeña de armadura, se ha hormigonado por la mañana y recibe sol de tarde.

Se puede observar cómo también ha roto el ladrillo que se ha empleado como encofrado perdido.

Las vigas riostras se enrasan con la zona superior de las zapatas y se suelen ejecutar mediante un cajeado en el terreno para introducirlas, o realizando una excavación previa y a continuación un encofrado para poder ejecutarlas y más adelante se sitúa sobre ella la solera. Todo el proceso comentado se puede evitar colocando solamente una solera arriostrante, que es simplemente una pequeña losa de aproximadamente 25 cm de espesor con armadura en ambas caras, y aunque precisa un poco más de armadura y hormigón, es más cómoda y rápida de ejecutar que las vigas riostras, presentando menos problemas que las soleras. También son necesarias cuando existe empuje hidrostático.

La fisura comentada, aunque es parecida, conviene no confundirla con la de flexión que surge en el centro de la luz de la viga riostra cuando contiene escasa armadura y se produce un asiento de consolidación elevado de la cimentación.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA POR ASIENTO DE CONSOLIDACIÓN

LÁMINA
2.5

A) FIGURA

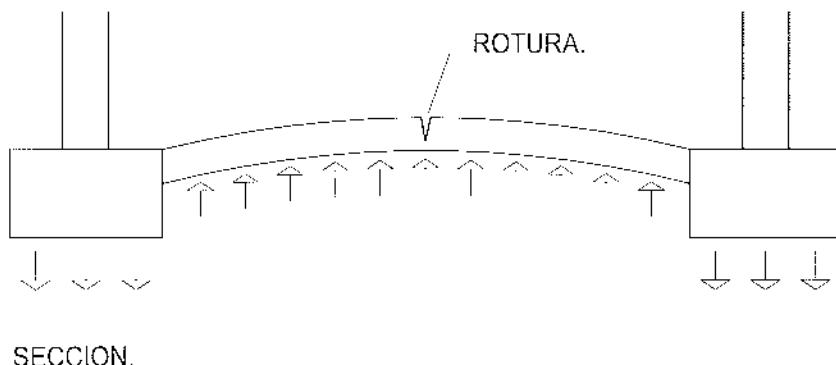


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

El asiento de consolidación se produce al entrar en carga el terreno y es más acentuado cuando éste es más deficiente y no ha tenido carga previa.

El asiento de consolidación en terrenos arenosos sucede de forma instantánea al recibir la carga, mientras que en terrenos arcillosos suele tardar de uno a dos años, ya que al ser más impermeables, tarda más en expulsar el aire y el agua existente en él.

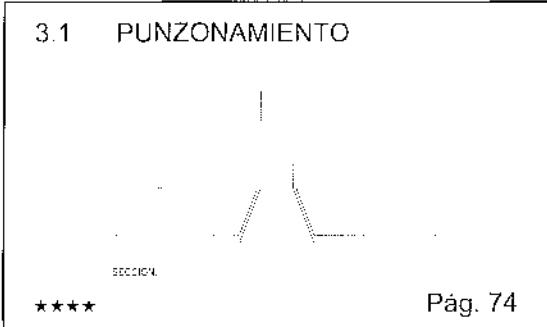
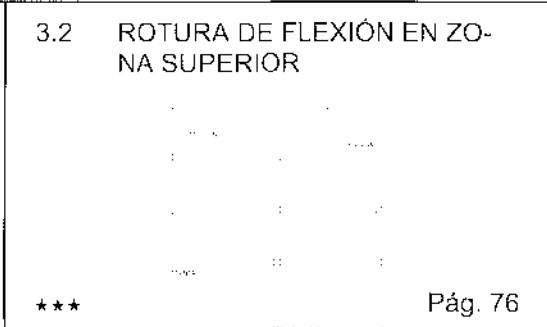
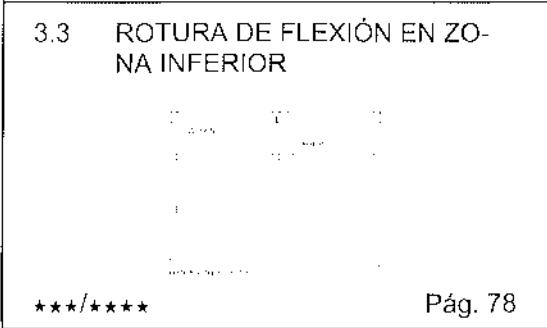
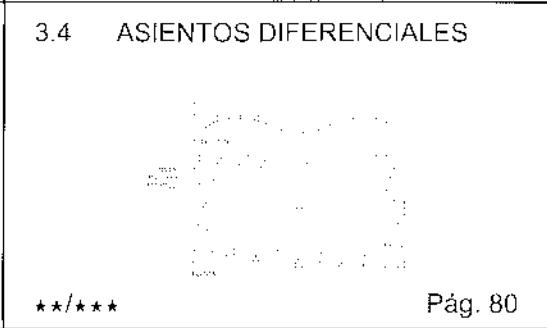
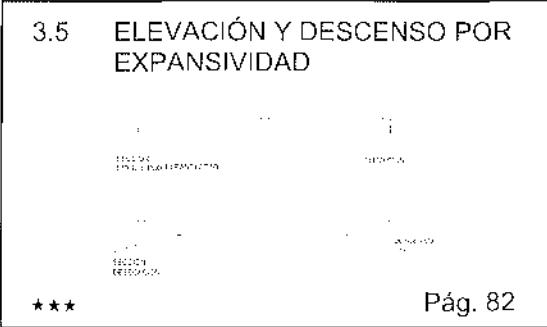
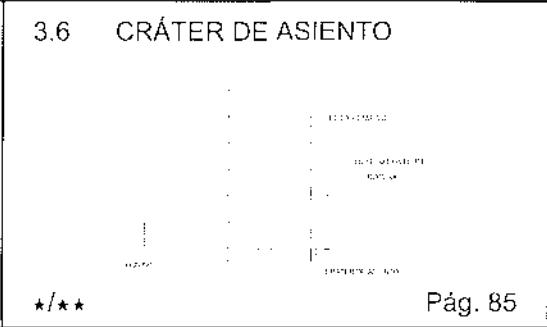
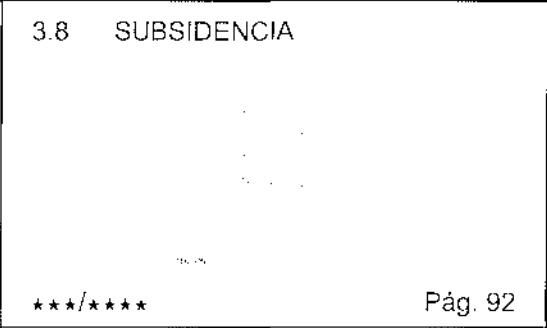
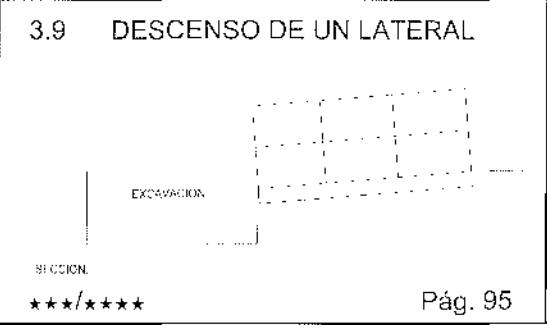
Al descender la cimentación la viga riostra queda sometida a un empuje ascendente por las tierras. Si no tiene la resistencia suficiente rompe a flexión en el centro por su zona superior como se indica en la figura 5.

En terrenos expansivos cuando se ejecuta la cimentación con las tierras desecadas, al humedecerse, se hinchan y rompen las vigas riostras con el mismo tipo de rotura.

2. VIGAS CENTRADORAS

ROTURA POR ASIENTO DE CONSOLIDACIÓN	LÁMINA 2.5
C) IMPORTANCIA *	
La fisura no implica gravedad aunque se debe cubrir para evitar la corrosión de la armadura.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Asiento de consolidación acentuado y generalizado.• Expansividad de las tierras.• Terreno de baja capacidad portante donde el asiento de consolidación es más acusado.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Tener en consideración el asiento de consolidación.• Colocar bajo la viga riostra una lámina de poliestireno expandido para reducir el empuje de las tierras.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Añadir armadura.• Cubrir la armadura para evitar la corrosión.• Dejar un espacio entre el terreno y la viga para evitar el empuje.	

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

<p>3.1 PUNZONAMIENTO</p>  <p>SECCION: *****</p> <p>Pág. 74</p>	<p>3.2 ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR</p>  <p>SECCION: ***</p> <p>Pág. 76</p>
<p>3.3 ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR</p>  <p>SECCION: ***/****</p> <p>Pág. 78</p>	<p>3.4 ASIENTOS DIFERENCIALES</p>  <p>SECCION: **/***</p> <p>Pág. 80</p>
<p>3.5 ELEVACIÓN Y DESCENSO POR EXPANSIVIDAD</p>  <p>SECCION: ***</p> <p>Pág. 82</p>	<p>3.6 CRÁTER DE ASIENTO</p>  <p>SECCION: */**</p> <p>Pág. 85</p>
<p>3.7 LICUEFACCIÓN DE LAS TIERRAS</p>  <p>SECCION: ****</p> <p>Pág. 88</p>	<p>3.8 SUBSIDENCIA</p>  <p>SECCION: ****/****</p> <p>Pág. 92</p>
<p>3.9 DESCENSO DE UN LATERAL</p>  <p>SECCION: ***/****</p> <p>Pág. 95</p>	

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

Las losas de cimentación se suelen emplear en terrenos con capacidades portantes muy bajas y cuando se prevén asientos diferenciales como pueden ser:

- a) Cuando la superficie necesaria de la cimentación supera el 50 % de la ocupada por la edificación.
- b) Por comodidad de ejecución.
- c) Para no tener que ir a mayor profundidad cuando la edificación medianera se encuentra en mal estado y el terreno es muy deficiente.
- d) Cuando existen terraplenados y se prevén asientos diferenciales, aunque no es aconsejable, ya que el edificio se suele inclinar cuando se trata de terraplenados en laderas.
- e) En excavaciones de terrenos en laderas donde la cimentación queda sobre distintos estratos y poder reducir los asientos diferenciales.
- f) Cuando el nivel freático está alto y existe subpresión o empuje hidrostático.
- g) Cuando el terreno queda sometido a una tensión superior a la admisible y se desea ejecutar una cimentación compensada o semicompenasada.
- h) En zona muy sísmica donde se prevén asientos.

Se ha de tener en cuenta que las edificaciones con losas, aunque sean muy rígidas, también pueden terminar inclinándose en los casos siguientes:

- En terraplenados en laderas.
- En la excavación de sótanos en solares medianeros.
- En una licuefacción de las tierras.
- En una subsidencia.
- Por expansividad de las tierras.

Los fallos más usuales en las losas de cimentación suelen ser:

- Solape incorrecto de la armadura en zona de flexión.
- Colocación de arquetas o foso de ascensor en zonas de máximo momento y punzonamiento.
- Obtención de un hormigón de menor resistencia.

- Punzonamiento.
- Escasa rigidez.
- Diferencia de asiento entre pilares.
- Tensión excesiva del terreno en pilares extremos.
- Asiento elevado por afectar a estratos más profundos menos resistentes.
- Juntas de hormigonado en lugar inadecuado.

En las losas de cimentación es importante seguir un orden riguroso de ejecución con el fin de evitar errores y que se superpongan el menor número de capas de barras, con el fin de obtener un mayor canto útil.

A continuación se indica como orientación un orden de ejecución que se considera adecuado.

- 1º Realizar la excavación y huecos para los fosos de ascensores.
- 2º Situar sobre el terreno un hormigón de limpieza para regularizar su superficie, y si el nivel freático está alto, colocar también una lámina impermeabilizante.
- 3º Colocar separadores en el eje "X" sobre los que apoyarán la armadura base en forma de malla, quedando más bajas las barras verticales en el eje "Y".
- 4º Situar la armadura de refuerzo colocando primero las barras horizontales en el eje "X" y después las verticales en el eje "Y" con el fin de obtener sólo tres capas de barras.
- 5º Colocar la armadura de arranque de pilares.
- 6º Situar la armadura de punzonamiento a 45º junto a la armadura de arranque de pilares.
- 7º Colocar la armadura de sustentación en el eje "X" apoyándola sobre el hormigón de limpieza.
- 8º Situar la armadura base sobre la de sustentación en forma de malla, quedando más bajas las verticales en el eje "Y".
- 9º Situar la armadura de refuerzo colocando primero las barras horizontales en el eje "X" y después las verticales en el eje "Y".
- 10º Hormigonar, y si es necesario su interrupción, el lugar más adecuado suele estar comprendido entre un cuarto y un quinto de la luz entre pilares.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

PUNZONAMIENTO

LÁMINA
3.1

A) FIGURA

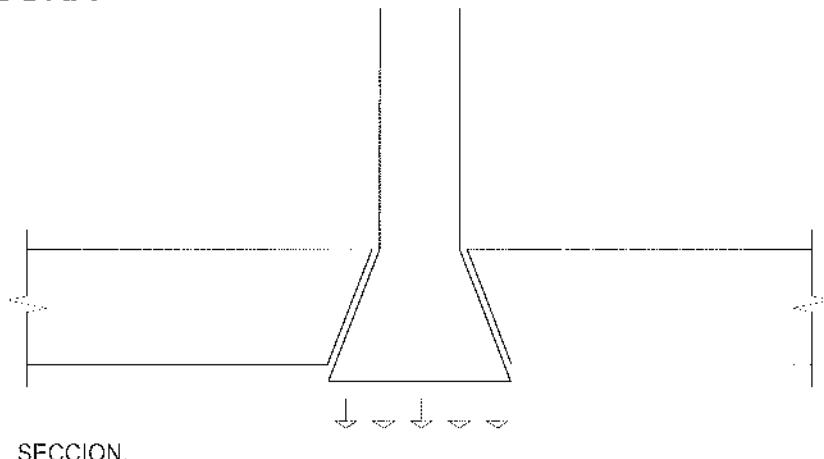


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

El fallo por punzonamiento es lo peor que le puede suceder a una losa de cimentación, ya que al romper deja inutilizada la cimentación y aumentan considerablemente las tensiones en el terreno produciéndose grandes descensos que ocasionan la rotura de vigas, pilares, incluso el desplome de la edificación.

En las losas de cimentación es muy importante su orden de ejecución, prestando especial atención para que no se olvide la armadura a 45° para el punzonamiento que suele ser necesario en las zonas de los pilares.

El punzonamiento se puede evitar de la forma siguiente:

- Aumentando el canto de la losa por su cara inferior en la zona de pilares.
- Aumentando las secciones de los pilares.
- Aumentando la resistencia del hormigón.
- Acortando las luces entre pilares.
- Colocando armadura a 45° .
- Reduciendo las solicitudes.
- Colocando perfiles en crucetas en las bases de los pilares para ampliar su perímetro de punzonamiento. También se puede colocar una placa con cartabones.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

PUNZONAMIENTO	LÁMINA 3.1
C) IMPORTANCIA ★★★	
Esta rotura es muy grave puesto que deja totalmente inutilizada la cimentación, y al producirse elevados descensos, aparecen grandes daños que dejan fuera de servicio la estructura.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Canto insuficiente de la losa.• No colocar armadura a 45º o vertical.• Hormigón de menor resistencia.• Realizar hueco de arquetas junto a los pilares.• Aumento de la solicitud.• Errores de cálculo o de ejecución.• Aumento del axil durante un movimiento sísmico.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Apuntalar con urgencia todas las plantas antes de que se produzca el fallo total.• Colocar soportes al lado del pilar afectado para reducir su axil y aumentar el perímetro de punzonamiento.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Aumentar las secciones de los pilares que apoyan en la losa.• Taladrar la losa y colocar armadura para el punzonamiento.• Aumentar el canto de la losa por su zona superior.• Situar crucetas metálicas en las bases de los pilares.	

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR

LÁMINA
3.2

A) FIGURA

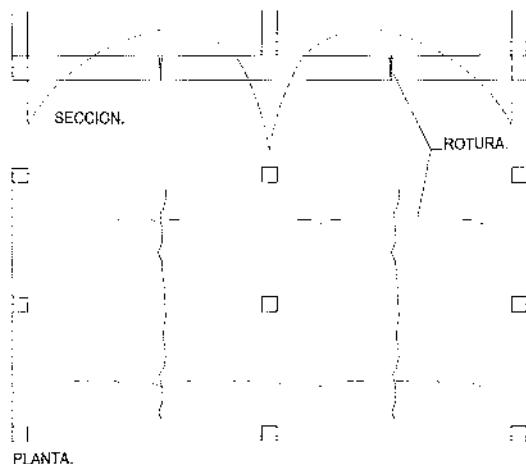


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión en zona superior en el centro de la luz sucede cuando la armadura superior de flexión es insuficiente, aunque también puede suceder porque se hayan realizado los solapes insuficientes de armadura en esa zona.

Conviene recordar que la armadura en la cara superior de la losa se debe solapar en las zonas de compresiones (suelen ser en las líneas de eje de pilares).

Cuando se produce la rotura aumenta los momentos en la zona inferior de los pilares, aumentan los asientos, se eleva la losa en su zona central y aparecen daños en los cerramientos.

Conviene recordar que las juntas de hormigonado se deben realizar en los puntos de inflexión que suelen estar comprendidos entre un cuarto y un quinto de la luz entre pilares. En caso de situarse en el centro de la luz y quedar deficiente, suele surgir una fisura que no se debe confundir con una de flexión por falta de armadura.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR

**LÁMINA
3.2**

C) IMPORTANCIA ★★

Esta rotura ocasiona descenso en los forjados y daños en los cerramientos.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura insuficiente en cara superior.
- Solapar la armadura superior en el centro de la luz con longitud de anclaje insuficiente.
- Colocar menor canto de la losa.
- Realizar huecos de arquetas en la linea de eje de pilares
- Hormigón de menor resistencia.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien la armadura y los solapes antes de hormigonar.
- Colocar armadura de complemento en las zonas de los solapes, sobre todo cuando quedan cortos o se realizan en zona traccionada.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar la armadura necesaria y aumentar el canto de la losa por su zona superior.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR

LÁMINA
3.3

A) FIGURA

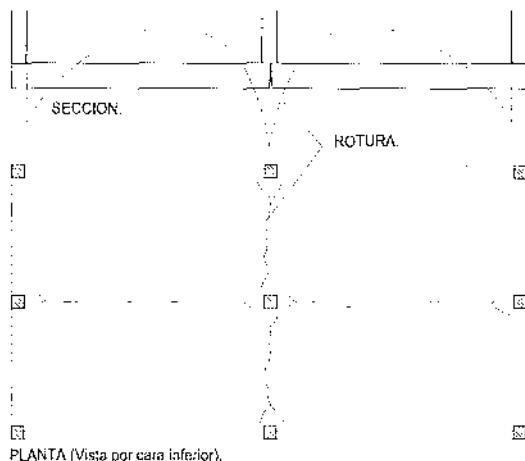


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión en zona inferior en el eje de pilares tiene el inconveniente de que no se puede observar, sucede cuando la armadura de flexión es insuficiente o se ha colocado abundante armadura de montaje y se ha solapado en esa zona con longitud de anclaje insuficiente.

Se recuerda que la armadura inferior de montaje se debe solapar en las zonas de compresiones que suelen ser en el centro de las luces.

Esta rotura es peor que la producida en el centro de la luz. Cuando sucede aumentan los momentos en la zona superior en el centro de la luz, aumentan los asientos y aparecen daños en los cerramientos.

Para evitar errores de ejecución en losas de cimentación, como puede ser el montaje incorrecto de la armadura, juntas de hormigonado en lugar inadecuado, olvido de la colocación de la armadura de punzonamiento etc, se debe indicar un orden riguroso de ejecución.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR

LÁMINA
3.3

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Esta rotura ocasiona descenso en los forjados y daños en los cerramientos. Al aumentar el momento en el centro de la zona superior de la losa, es probables que también rompa a flexión en esa zona.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura insuficiente en cara inferior.
- Solapar la armadura inferior en el eje de pilares.
- Colocar menor canto de la losa.
- Hormigón de menor resistencia que la prevista.
- Mayor solicitud que la considerada en los cálculos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar detalladamente la armadura y los solapes antes de hormigonar.
- Situar armadura adicional en las zonas de los solapes, especialmente cuando quedan cortos o se ejecutan en zona traccionada.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Como no se tiene acceso a la losa por la cara inferior, se puede aplicar un refuerzo indirecto aumentando el canto de la losa por su zona superior, ya que al tener más canto precisará menos armadura por su cara inferior.
- En caso de ser necesario se puede micropilotar la losa en su totalidad, ya que si se realiza sólo en una zona, se suelen producir asientos diferenciales.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ASIENTOS DIFERENCIALES

LÁMINA
3.4

A) FIGURA

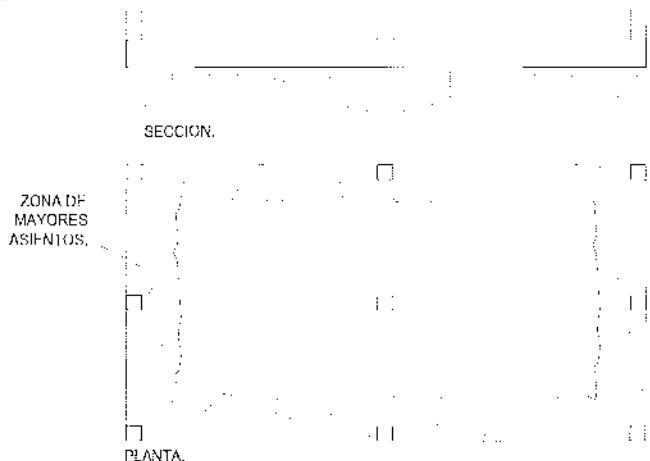


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Las mayores puntas de presiones se suelen encontrar en el borde de las losas. Esto ocasiona asientos diferenciales entre los pilares, siendo más acusados cuanto menor rigidez tenga la losa (ver sección de **figura 4**).

Acortando las luces entre pilares, en el perímetro de la losa se reducen las tensiones en el terreno, aunque lo más correcto es aumentar el canto de la losa.

Consolidando el terreno en el perímetro de la losa o colocando un vuelo, se reducen las tensiones en el terreno y por tanto los asientos.

Aumentando el canto de la losa en su perímetro, se obtiene mayor rigidez, esto hace que el terreno trabaje de forma más uniforme y se reduzcan los asientos en esa zona.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ASIENTOS DIFERENCIALES	LÁMINA 3.4
C) IMPORTANCIA ★/ ★★	
La importancia depende de lo pronunciado que sea el asiento y de los daños ocasionados. En estos casos la losa suele experimentar mayores deformaciones y queda muy ajustada para soportar el punzonamiento.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Insuficiente rigidez de la losa.• Desecación o saturación de agua del terreno en el perímetro de la losa.• No prever los descensos.• Ejecutar losas sin calcular, o sin un estudio geotécnico del terreno.• Ejecutar losas muy superficiales.• Riego de jardines cercanos a la losa que altera la capacidad portante del terreno.• Errores de ejecución por ejecutar la losa sin supervisar por un técnico cualificado.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Esperar que se estabilicen los asientos o consolidar el terreno en el perímetro de la losa.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Si continúan los asientos recalzar la losa en su perímetro, consolidar las tierras y si es posible añadirle un voladizo.	

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ELEVACIÓN Y DESCENSO POR EXPANSIVIDAD

LÁMINA
3.5

A) FIGURA

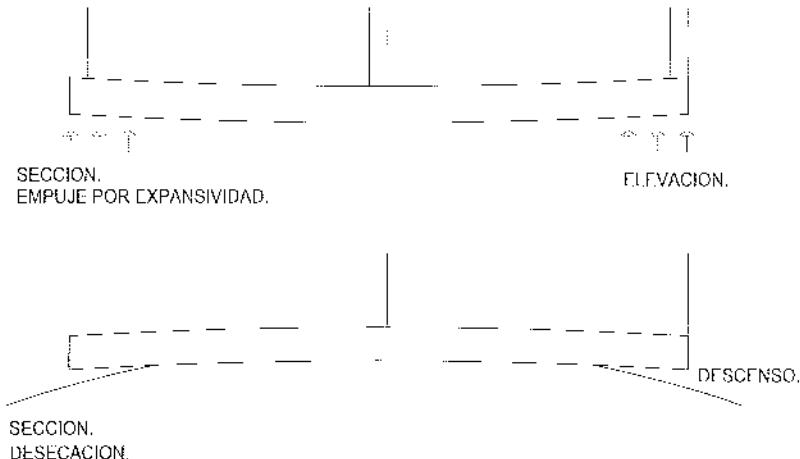


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Las losas de cimentación cuando se ejecutan en un terreno expansivo en estado seco, al humedecerse se hincha y las eleva fácilmente en los bordes, ya que las tensiones que someten al terreno son pequeñas (**figura 5**).

Si se ejecuta estando el terreno húmedo, al desecarse se contrae y deja a los bordes de la losa en voladizo produciéndose descensos (**figura 5**).

Los problemas comentados surgen en losas de cimentación ejecutadas en la superficie del terreno, mientras que cuando existen sótanos o están ejecutadas a mayor profundidad, no suelen presentarse estas anomalías, ya que las tierras tienen una humedad más constante.

Cuanto menos rígida sea la losa, mayor es la posibilidad de que presente problemas.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ELEVACIÓN Y DESCENSO POR EXPANSIVIDAD

LÁMINA
3.5

C) IMPORTANCIA ★★

La importancia depende de los daños que se hayan producido y de lo superficial que se haya ejecutado la cimentación. Las primeras fisuras que surgen suelen ser en tabiquerías y cerramientos de forma inclinada.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar la losa muy superficial en un terreno expansivo y no prever los daños que pueden surgir.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Ejecutar la cimentación a mayor profundidad.
- Ejecutar la cimentación cuando el terreno no esté desecado ni saturado de agua, colocando bajo ella una capa de grava gruesa de igual diámetro para que existan huecos y le afecte menos la expansividad.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la losa como mínimo por su perímetro, llegando a mayor profundidad donde el terreno tenga menos cambios de humedad. Se ha de tener en consideración que en los recalces de terrenos expansivos, no se debe emplear agua como medio auxiliar, ya que altera las propiedades del terreno.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

ELEVACIÓN Y DESCENSO POR EXPANSIVIDAD

LÁMINA
3.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** se puede apreciar como se ha inclinado el forjado al descender el extremo de un chalet situado en un terreno expansivo que se está desecando.

En la **fotografía 2** se pueden ver más de cerca las grietas que han surgido en el cerramiento durante la ejecución a causa del descenso.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

CRÁTER DE ASIENTO

LÁMINA
3.6

A) FIGURA

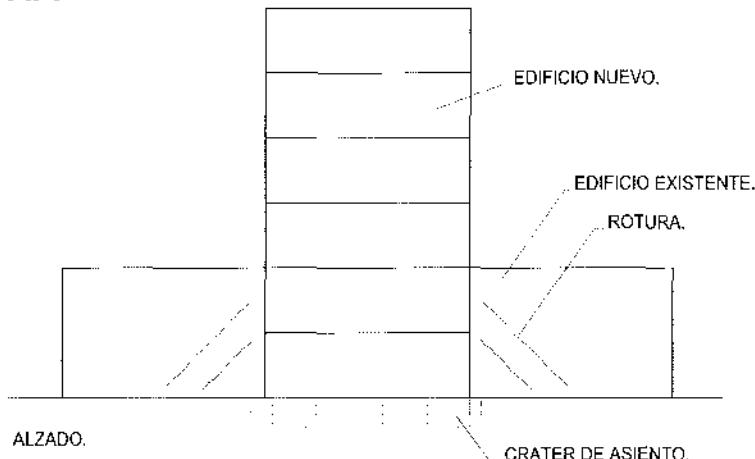


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se construye un edificio nuevo, al aplicarle una carga al terreno éste desciende. El descenso es más acentuado si se trata de terrenos menos resistentes y poco consolidados, conociéndose el descenso producido con el nombre de "cráter de asiento", el cual origina un descenso en el cimiento medianero y ocasiona daños como se indica en la figura 6.

Los daños se evitan o se reducen cuando el terreno ha tenido una carga previa de tierras como sucede en la excavación de sótano o cuando se realiza una consolidación de las tierras.

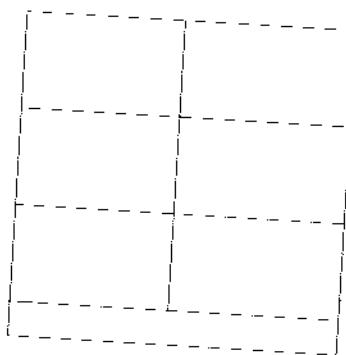
En terrenos arenosos el descenso suele ser rápido, mientras que en terrenos arcillosos suele tardar hasta dos años en estabilizarse, ya que al ser más impermeables, tardan más en expulsar el aire y el agua existente en él.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

LICUEFACCIÓN DE LAS TIERRAS

LÁMINA
3.7

A) FIGURA



LICUEFACCION.

Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

En los terraplenados insuficientemente compactados y saturados de agua, durante un movimiento sísmico, a causa de las vibraciones se puede mezclar el agua con las tierras convirtiéndose en una masa fluida. A este fenómeno se le conoce como "licuefacción".

Lo comentado se puede apreciar introduciendo arena y agua en un cubo, la arena se deposita en la zona inferior y el agua en la superior. Si se coloca un elemento sobre la arena y se le aplica una vibración al cubo, al mezclarse la arena con el agua, el objeto desciende hasta el fondo del cubo. Esto es lo que le sucede a un edificio cuando se produce un movimiento sísmico, el cimiento pierde apoyo y la edificación se inclina o se introduce una planta en el terreno y en caso de no tener la rigidez y resistencia suficiente, al inclinarse rompe y se desploma.

Los terrenos yesíferos al saturarse de agua se vuelven blandos y se producen grandes asientos que no deben confundirse con una licuefacción.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

LICUEFACCIÓN DE LAS TIERRAS	LÁMINA 3.7
C) IMPORTANCIA ★★★	
Es muy grave ya que el edificio se inclina o se introduce en el terreno y si no tiene la resistencia suficiente se desploma.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Terreno flojo saturado de agua afectado por un movimiento sísmico.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Analizar en profundidad el ensayo geotécnico y las características del terreno.• En estos casos es conveniente colocar pilotes.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Lo más usual es proceder a la demolición de la edificación si ha quedado muy afectada. Si sólo se ha desplomado levemente, se debe micropilotar en prevención de que en otro movimiento sísmico se pueda producir una licuefacción. Como los forjados quedan inclinados, se puede nivelar la solería aumentando la capa de regularización que se sitúa bajo la solería.	

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

LICUEFACCIÓN DE LAS TIERRAS

LÁMINA
3.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En la **fotografía 5** aparecen varios edificios que se han inclinado y otro ha volcado al producirse una licuefacción durante un movimiento sísmico en un terreno de relleno saturado de agua donde anteriormente existía un arroyo.

En la **fotografía 6** aparece un edificio que se ha introducido en el terreno al producirse una licuefacción de las tierras.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

LICUEFACCIÓN DE LAS TIERRAS

LÁMINA
3.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparecen dos edificios que se han introducido en el terreno al producirse una licuefacción de las tierras durante un movimiento sísmico.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

SUBSIDENCIA

LÁMINA
3.8

A) FIGURA

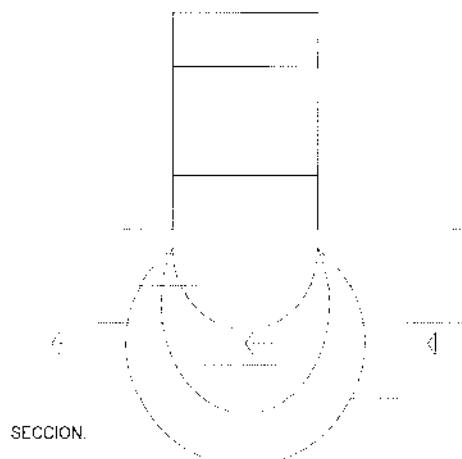


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

El bulbo de presiones de las losas de cimentación alcanza a estratos más profundos que cuando se trata de cimentación por zapatas. Si existe un estrato muy blando, al comprimirlo, lo más probable es que descienda la edificación.

También puede suceder que exista un estrato que se vaya reduciendo por la presencia del agua y al quedar más pequeño se produzca el descenso de la edificación por una subsidencia ayudada por la carga que le ha llegado por el alcance del bulbo de presiones.

Se ha de tener presente que en estos casos los recalces superficiales son ineficaces y no solucionan el problema, siendo necesario recalzar la cimentación mediante micropilotes.

Cuando la alteración del terreno sucede a una profundidad superior a veinte metros, no suele manifestarse en la superficie del terreno y por lo tanto las edificaciones no suelen quedar afectadas. Esto depende de las características de los distintos estratos que existan hasta llegar a esa profundidad.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

SUBSIDENCIA

LÁMINA
3.8

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

El problema es grave si no se estabiliza la subsidencia, ya que puede terminar desplomándose la edificación.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Corrientes de agua en un estrato más profundo.
- Oquedades en el terreno.
- Construcción de túneles.
- Excavaciones profundas en solares medianeros.
- Rotura de la composición físico -química de las partículas del suelo por sus especiales características mineralógicas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Estabilizar la subsidencia lo antes posible.
- Si han comenzado a romperse vigas y pilares es conveniente abandonar la edificación antes de que se produzca el desplome.
- Realizar un buen ensayo geotécnico.
- En estos casos en la fase de proyecto es muy importante solicitar un buen ensayo geotécnico.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la cimentación con micropilotes, después reparar los elementos afectados.
- Si el descenso es pequeño se puede esperar para comprobar si la subsidencia queda estabilizada, siendo muy importante conocer que la ha ocasionado, porque pasado un tiempo puede continuar.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

SUBSIDENCIA

LÁMINA
3.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9



Fotografía 10

En las **fotografías 9 y 10** aparece un edificio que ha asentado y girado por causa de una subsidencia. Al ser los daños cada vez mayores, se tuvo que demoler la edificación que constaba de varios bloques de viviendas.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

DESCENSO DE UN LATERAL

LÁMINA
3.9

A) FIGURA

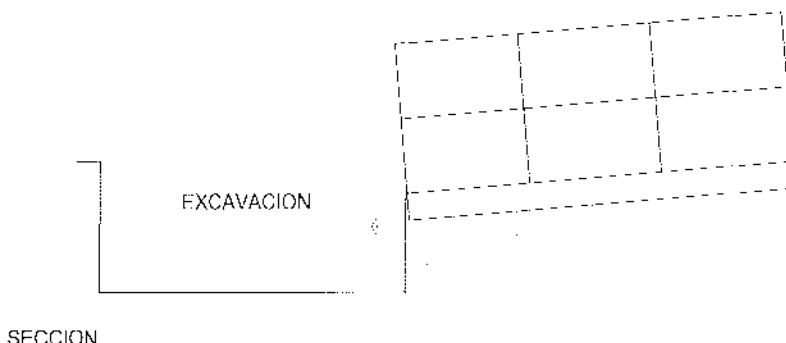


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

En los terrenos muy blandos saturados de agua, si se ejecuta una excavación inadecuada en el solar medianero a una profundidad inferior a la base de la cimentación, las tierras se desplazarán hacia la excavación realizada soliendo ocasionar bastantes daños a la edificación existente y en el mejor de los casos, cuando la cimentación es por losa muy rígida, terminará inclinándose el edificio hacia la reciente excavación.

Se ha de tener en consideración que el mayor riesgo se corre durante la excavación del solar medianero, incluso continúan los descensos y los daños después de ejecutar el muro de contención, ya que las tierras bajo la cimentación quedan más flojas y hay que esperar un tiempo hasta que se consolidan, o consolidarlas para que no aumenten los daños.

Las dimensiones de los bataches dependen del estado de las tierras, de la profundidad de la excavación a realizar y del estado de la edificación medianera. Una de las precauciones más importante a tener en consideración, es que no se debe descalzar una zapata, debiéndose llegar con el batache hasta sólo la mitad de la zapata medianera para no descalzarla y una vez hormigonado el muro, realizar la excavación y el batache llegando hasta el pilar de la zapata siguiente.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

DESCENSO DE UN LATERAL

**LÁMINA
3.9**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende de la magnitud del descenso producido y de los daños que le haya ocasionado.

Cuanto más rígida sea la losa de cimentación, aunque quede inclinado el edificio, menores serán los daños.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Excavación de las tierras a mayor profundidad de la base de la cimentación del edificio medianero en un terreno muy blando saturado de agua.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar la excavación con bataches muy pequeños con bastante precaución para que las tierras no se desplacen.
- Realizar achiques de agua en zonas pequeñas para que el radio de acción no le afecte al edificio medianero.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Una vez estabilizado el descenso, se puede proceder a reparar los daños ocasionados y a nivelar la solería para que el suelo no quede inclinado.
- Consolidar las tierras con inyecciones de cemento para que no continúe el descenso.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

DESCENSO DE UN LATERAL

LÁMINA
3.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 11



Fotografía 12

En la **fotografía 11** se puede apreciar como ha descendido el edificio por la izquierda introduciéndose el zócalo en el terreno. Al quedar el edificio inclinado, el medianero ha tenido que ejecutar las terrazas cada vez más pequeñas a medida que se sube de planta (**fotografía 12**).

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

DESCENSO DE UN LATERAL

LÁMINA
3.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 13



Fotografía 14

En la **fotografía 13** se puede apreciar como el edificio se ha inclinado 56 cm hacia la derecha a causa del descenso. Pasado un tiempo han realizado otra excavación en el otro lado y se ha vuelto a inclinar hacia el lado izquierdo quedando casi en vertical (**fotografía 14**). Al descender más en la fachada, en sentido longitudinal, han surgido bastantes daños y han tenido que demolerlo.

3. CIMENTACIÓN POR LOSA

DESCENSO DE UN LATERAL

LÁMINA
3.9

G) FOTOGRAFÍAS



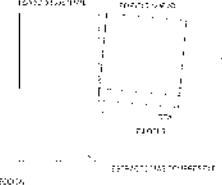
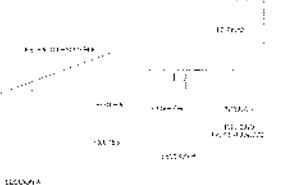
Fotografía 15



Fotografía 16

Cuando se realiza una excavación a una profundidad mayor de la cimentación medianera y la estructura es isostática, es decir con muros de fábrica, al comienzo surgen grietas inclinadas y a continuación pueden occasionar el desplome de una zona del edificio como le ha sucedido a los de las **fotografías 15 y 16**.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

<p>4.1 DAÑOS CAUSADOS POR LA EDIFICACIÓN MEDIANERA</p>  <p>EDIFICACIÓN MEDIANERA PILOTE TIERRA FUNDAMENTO TIERRA PILOTE EFECTO DE LOS PILE DRIVEN</p> <p>*****</p>	<p>4.2 ROTURAS POR CORTANTE</p>  <p>ROTURA POR CORTANTE PILOTE TIERRA FUNDAMENTO TIERRA ROTURA POR CORTANTE</p> <p>*****</p>
<p>4.3 ASIENTO DIFERENCIAL</p>  <p>ASIENTO DIFERENCIAL PILOTE TIERRA FUNDAMENTO TIERRA PILOTE EFECTO DE LOS PILE DRIVEN</p> <p>*****</p>	<p>4.4 PILOTES EN TALUDES</p>  <p>ROTURA POR CORTANTE PILOTE TIERRA FUNDAMENTO TIERRA ROTURA POR CORTANTE</p> <p>*****</p>
<p>4.5 PILOTES EN ZONAS MUY SÍSMICA</p>  <p>ROTURA POR TRACCIÓN PILOTE TIERRA FUNDAMENTO TIERRA ROTURA POR TRACCIÓN</p> <p>*****</p>	<p>4.6 ROTURA POR TRACCIÓN</p>  <p>ROTURA POR TRACCIÓN PILOTE TIERRA FUNDAMENTO TIERRA ROTURA POR TRACCIÓN</p> <p>*****</p>

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

Cuando no es posible realizar cimentaciones superficiales, se recurre a una cimentación profunda mediante pilotes. La transmisión de cargas al terreno se realiza mediante rozamiento por fuste y apoyo por punta en un estrato más resistente.

Los pilotes de hormigón armado son muy utilizados alcanzando profundidades superiores a 30 m.

No son rentables cuando tienen que soportar pocas plantas. En estos casos es preferible proyectar la estructura con mayores luces.

Con longitudes superiores a 15 m si se trata de pocas plantas repercute considerablemente en el coste de la edificación.

En edificios con un gran número de plantas con cimentación mediante pilotes de poca profundidad es más económico proyectar luces pequeñas comprendidas entre 5.00 y 5.50 m.

Cuando las luces son pequeñas y los pilotes precisan de mayor profundidad, resulta más económico el empleo de losa de cimentación y en caso necesario se puede optar por una cimentación compensada.

Los pilotes, al tenerse que retirar de las medianeras, obligan a colocar grandes vigas o encepados para situar en sus extremos los pilares encareciéndolos debido a la excentricidad de las cargas.

Los pilotes están indicados en los casos siguientes:

- a) En terrenos con capacidades portantes muy bajas.
- b) Cuando el terreno de la superficie a ocupar por la edificación queda sometido a una tensión superior a la admisible. En este caso también se puede emplear losa con cimentación compensada o consolidar las tierras.
- c) Cuando el terreno es de baja resistencia y el firme se encuentra a profundidad superior a seis metros. En estos casos también se puede realizar sótano y consolidar las tierras.
- d) Con axiles muy elevados. Este es el caso de edificios con gran número de plantas o con luces muy grandes.

- e) En edificios de alturas muy diferentes para limitar los asientos diferenciales.
- f) En cimentaciones situadas bajo el nivel freático para facilitar la ejecución o en terrenos muy expansivos.
- g) Cuando se prevea que la cimentación por losa va a ocasionar daños a los edificios medianeros por el asiento de la cimentación.
- h) Si no es viable una cimentación superficial.
- i) También se emplean cuando el coste de la cimentación superficial es superior al de los pilotes. Esto suele suceder cuando el terreno superficial es muy poco resistente y los pilotes precisan poca profundidad.

Los pilotes de hormigón "in situ" están indicados en solares urbanos rodeados de edificaciones, con la finalidad de evitar vibraciones y en los terrenos cohesivos. Presentan una resistencia por rozamiento con el terreno muy superior a los prefabricados de hinca.

Se ejecutan en obra perforando con trepanos, que extraen las tierras y colocando un tubo hasta la profundidad deseada, donde se suele ensanchar su base formando un bulbo, para mejorar su capacidad portante. A continuación se procede a la colocación de la armadura y vertido del hormigón. El tubo metálico se va retirando a medida que el nivel de hormigón va subiendo.

Están más propensos a que se produzcan en ellos asientos diferenciales cuando existen grandes dispersiones en el terreno y entre ellos es muy diferente el rozamiento de las tierras.

Los pilotes prefabricados de hinca están indicados en suelos no cohesivos, como sucede en la arena o en las cimentaciones sobre agua. Estos ocasionan vibraciones y suelen causar daños a las edificaciones más próximas con muros de carga.

También originan molestias a causa de los ruidos y las vibraciones de la hinca por percusión.

Estos pilotes precisan refuerzos en las cabezas para evitar la rotura debido a los golpes que reciben durante la hinca en el terreno. Una vez hincados se descabezan y se deja libre su armadura para darle continuidad.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

DAÑOS CAUSADOS POR LA EDIFICACIÓN MEDIANERA

LÁMINA
4.1

A) FIGURA

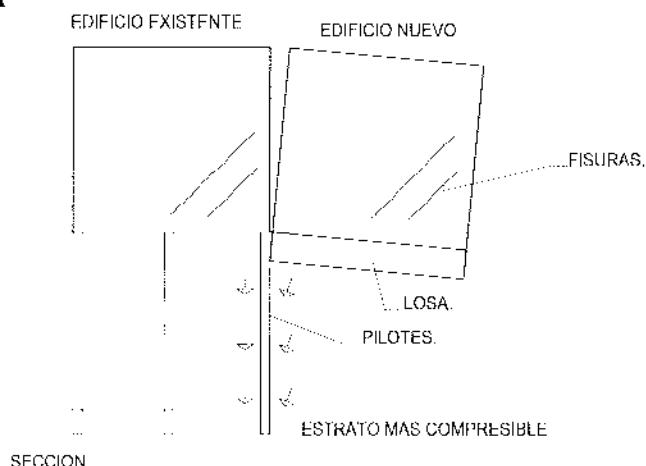


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Los pilotes también pueden quedar afectados por una carga lateral del edificio medianero al transmitirle parte de su peso a los pilotes más cercanos ocasionándoles un mayor descenso. Esto es posible cuando los pilotes apoyan en un estrato compresible como se indica en la **figura 1**. También sucede cuando las dos cimentaciones se enganchan y rozan entre ellas.

El edificio que ocasiona los daños también queda afectado al producirse mayor descenso de un lateral, ya que los pilotes impiden que el asiento de la cimentación sea uniforme.

En el caso comentado es importante colocar testigos en las fisuras. Si no rompen, indican que el descenso está estabilizado, mientras que si rompen es que continua, y es posible que se precise recalzar la cimentación del nuevo edificio, o consolidar el terreno.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

DAÑOS CAUSADOS POR LA EDIFICACIÓN MEDIANERA	LÁMINA 4.1
C) IMPORTANCIA ★/ ★★ <p>La gravedad depende del descenso que se produzca y de la magnitud de los daños que aparezcan.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES <ul style="list-style-type: none">• Unir dos edificaciones con cimentación profunda y superficial en un terreno que puede presentar problemas.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN <ul style="list-style-type: none">• Prever los posibles daños que pueden surgir.• Se reducen los asientos diferenciales consolidando las tierras antes de construir la nueva edificación. Una solución fácil y económica consiste en clavar en el terreno viguetas doble T, aunque también se puede consolidar con inyecciones de cemento.• Es conveniente realizar un estudio previo de las cimentaciones de los edificios colindantes para prever los daños que se le pueden occasionar.	
F) POSIBLES REPARACIONES <ul style="list-style-type: none">• Reparar los daños en la edificación existente y si es necesario reforzar con nuevos pilotes.• En la edificación nueva, si los daños son grandes, puede ser necesario micropilotar o consolidar las tierras.	

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ROTURAS POR CORTANTE

LÁMINA
4.2

A) FIGURA

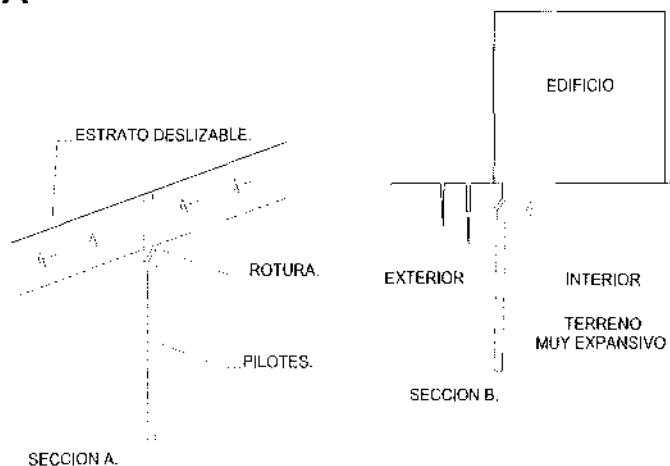


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Al existir pilotes situados en laderas con estratos deslizables, se produce un desplazamiento del terreno en su superficie que los pilotes no pueden soportar y terminan rompiendo por cortante como se indica en la **sección A**.

Las corrientes de agua favorecen el deslizamiento de los estratos situados en laderas.

Los pilotes situados en terrenos muy expansivos con el exterior de la edificación sin pavimentar, al desecarse las tierras aparecen grietas en ellas y al estar húmedas las tierras bajo la edificación, se produce un empuje lateral hacia el exterior que puede ocasionar la rotura por cortante de los pilotes situados en el perímetro de la fachada como se indica en la **sección B**.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ROTURAS POR CORTANTE	LÁMINA 4.2
C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★	
El pilote queda inutilizado.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Deslizamiento de las tierras, que es mayor cuando las tierras quedan saturadas de agua.• Expansividad del terreno.• Desplazamiento por un movimiento sísmico.• Pilotes poco estribados.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• No es conveniente colocar pilotes en terrenos deslizables.• Proteger a los pilotes de la expansividad dejando un espacio a su alrededor en su zona superior, que es donde la expansividad se manifiesta con mayor intensidad, o pavimentando.• Armar transversalmente a los pilotes para que puedan soportar los empujes que le ocasiona la expansividad.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Eliminar la causa que ocasiona la rotura y reparar los daños.• Se puede evitar el deslizamiento de las tierras colocando en el terreno muros pantallas en forma de T.	

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ASIENTO DIFERENCIAL

LÁMINA
4.3

A) FIGURA

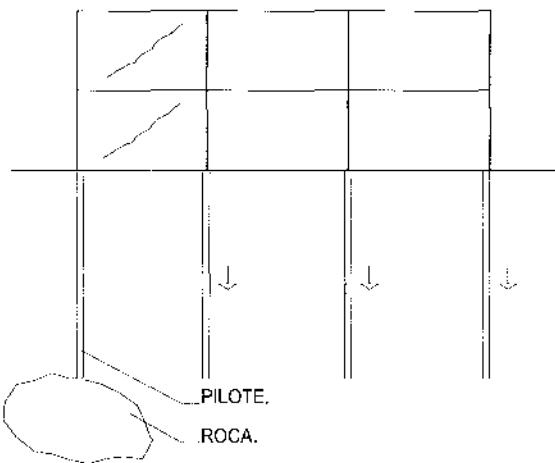


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando un pilote llega a terreno firme o sobre una roca y los otros quedan flotantes sin llegar a él, se suelen producir asientos diferenciales con la aparición de grietas inclinadas en los cerramientos que se alejan de forma ascendente del pilar que está sobre el pilote en terreno muy firme.

Si el pilote afectado ha quedado a menor profundidad sobre una roca de poco espesor, al entrar en carga con la sobrecarga de uso, puede producirse en la roca un punzonamiento y en este caso surgirían nuevos daños.

Cuando todos los pilares quedan a plena carga, el asiento queda estabilizado y los daños ya no continúan y se pueden reparar.

El problema comentado no es usual, ya que los descensos en pilotes suelen ser mínimos, diseñándose para que los pilotes flotantes soporten la carga prevista.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ASIENTO DIFERENCIAL

LÁMINA
4.3

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La importancia depende de los daños que aparezcan. La rotura suele ser en tabiques y cerramientos.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Pilotes flotantes donde uno de ellos queda sobre una roca.
- Alcanzar mayor profundidad de la necesaria en un pilote.
- Emplear un mayor diámetro del necesario.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar un ensayo muy exhaustivo del terreno.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Como el asiento suele quedar estabilizado, se pueden colocar testigos en las grietas y una vez que el edificio haya entrado en servicio, con la sobrecarga de uso, transcurrido más de un año sin romper los testigos, reparar las grietas con grapas de acero.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ASIENTO DIFERENCIAL

LÁMINA
4.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** aparece una rotura en el cerramiento por quedar el pilote de un pilar sobre una zona muy resistente, lo cual hace que la grieta se aleje de él de forma ascendente, al entrar en carga y descender los pilotes.

En la **fotografía 2** la misma rotura vista más de cerca.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

PILOTES EN TALUDES

LÁMINA 4.4

A) FIGURA

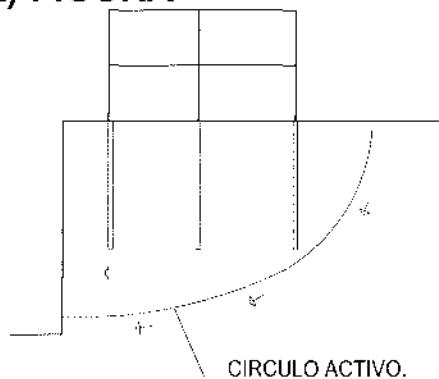


Figura A.

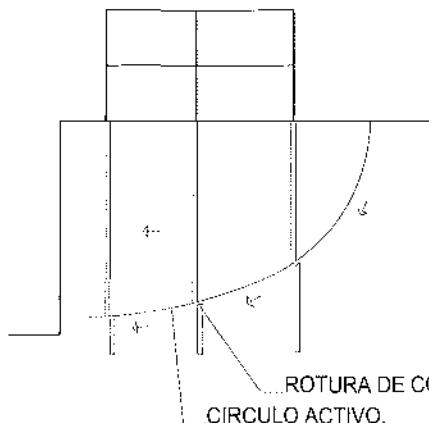


Figura B.

Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la profundidad de los pilotes es inferior a la del círculo activo y se produce la rotura del terreno, se desplaza el edificio y los pilotes (**figura A**). Este caso es más grave, ya que los pilares no llegan hasta la profundidad adecuada.

Si los pilotes atraviesan el círculo activo y se produce la rotura de las tierras, al desplazarse el terreno, si los pilotes no tienen la resistencia suficiente rompen a cortante y también se desplaza el edificio (**figura B**).

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

PILOTES EN TALUDES

LÁMINA
4.4

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende del desplazamiento que se haya producido.

En estos casos, incluso puede bascular la edificación y al quedar más flojas las tierras suelen aparecer fisuras inclinadas por asientos diferenciales.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Terrenos en laderas con diferentes tipos de estratos y no existir un muro de contención que se oponga a la rotura de las tierras.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar un estudio exhaustivo del terreno y colocar muro de contención con la resistencia suficiente.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Consolidar las tierras.
- Colocar muro pantalla atirantado anclado fuera del círculo activo.
- Situar otros pilotes juntos a los que han roto.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

PILOTES EN ZONAS MUY SÍSMICA

LÁMINA
4.5

A) FIGURA

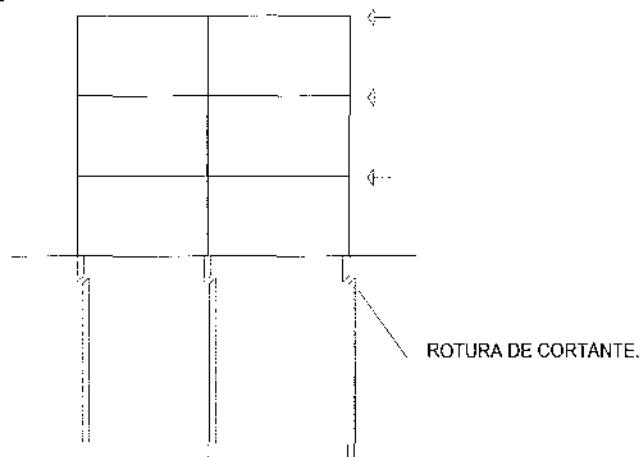


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

El desplazamiento de un edificio por un movimiento sísmico no sólo ocasiona la rotura de los pilares de planta baja por flexión, cortante o por compresión, ya que al desplazarse el edificio puede occasionar la rotura de los pilotes por cortante en su zona superior cuando quedan poco estribados como se indica en la **figura 5**.

Aunque la rotura comentada no es usual, existe mayor posibilidad que se produzca cuando en la capa superior del terreno existe un estrato muy blando, como puede ser un terraplenado insuficientemente compactado y los pilotes no quedan estribados.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

PILOTES EN ZONAS MUY SÍSMICA	LÁMINA 4.5
C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★	<p>La rotura de los pilotes por cortante es muy grave, ya que suele quedar el edificio prácticamente sin cimentación y se producen elevados descensos y grietas en los cerramientos.</p>
D) CAUSAS MÁS USUALES	<ul style="list-style-type: none">Desplazamiento del edificio por un movimiento sísmico y no tener los pilotes la resistencia suficiente a cortante.
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	<ul style="list-style-type: none">Comprobar que los pilotes tienen la resistencia suficiente a cortante.Armar los pilotes siguiendo la norma sísmica para soportar los cortantes.Si el edificio ha quedado desplazado porque han roto los pilotes o pilares de planta baja, se debe desalojar.
F) POSIBLES REPARACIONES	<ul style="list-style-type: none">Colocar micropilotes uniéndolos a la zona superior de los pilotes.Realizar una losa de cimentación uniéndola a la zona superior de los pilotes.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

PILOTES EN ZONAS MUY SÍSMICA

LÁMINA
4.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** aparecen edificios que se han desplazado durante un movimiento sísmico. Al oponerse los pilares de planta baja y los pilotes al desplazamiento pueden romper a cortante.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ROTURA POR TRACCIÓN

LÁMINA
4.6

A) FIGURA

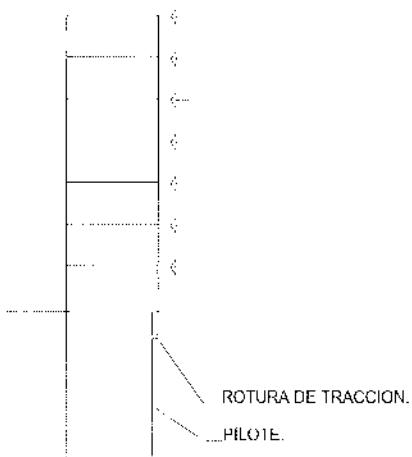


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Los edificios muy esbeltos, es decir, estrechos y altos, situados en zona muy sísmica, durante un movimiento sísmico el edificio tiende a volcar, y si no es capaz de soportar el vuelco los pilares de planta baja o los pilotes de un lado, es posible que rompan a tracción pura volcando el edificio.

Se ha de tener presente que están más expuestos al vuelco durante un movimiento sísmico los edificios con cargas elevadas en la planta superior, como pueden ser piscinas, ya que al desplazarse los daños son más acusados en los cerramientos de plantas últimas, surgiendo en ellos grietas en forma de aspa. Al existir esa carga elevada, la estructura tiene mayor posibilidad de entrar en resonancia durante el sismo.

En el proceso del proyecto de la estructura se debe estudiar exhaustivamente el sistema de cimentación más adecuado para el edificio que se pretende construir.

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ROTURA POR TRACCIÓN	LÁMINA 4.6
C) IMPORTANCIA ★★★	
Es muy grave, ya que si rompen los pilares o los pilotes a tracción lo más probable es que vuelque el edificio.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Vuelco del edificio por movimiento sísmico al no tener los pilares o pilotes la resistencia suficiente a tracción.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Comprobar que los pilares y pilotes tienen la resistencia suficiente a tracción, y si han quedado muy dañados, se debe desalojar el edificio.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Si el edificio ha volcado ya no tiene solución. Si no ha volcado se puede colocar otro pilote al lado del que ha quedado afectado y unirlos en su zona superior.	

4. CIMENTACIONES POR PILOTES

ROTURA POR TRACCIÓN

LÁMINA
4.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En las **fotografías 5 y 6** aparecen edificios que han volcado por un movimiento sísmico y han roto los pilares de planta baja a tracción pura. Cuando estos son muy resistentes pueden romper a tracción los pilotes en su zona superior.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

<p>5.1 DESLIZAMIENTO</p> <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 121</p>	<p>5.2 VUELCO</p> <p>★★★★</p> <p>Pág. 124</p>
<p>5.3 ROTURA DE FLEXIÓN HORIZONTAL</p> <p>★★★</p> <p>Pág. 128</p>	<p>5.4 ROTURA DE CORTANTE</p> <p>★★/★★★/★★★</p> <p>Pág. 133</p>
<p>5.5 FLECHA</p> <p>★★</p> <p>Pág. 135</p>	<p>5.6 ROTURA POR ESFUERZO RASANTE</p> <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 137</p>
<p>5.7 RETRACCIÓN HIDRÁULICA</p> <p>*</p> <p>Pág. 139</p>	<p>5.8 FISURAS EN LA BASE DEL MURO POR COACCIÓN INTERNA</p> <p>*</p> <p>Pág. 142</p>
<p>5.9 RETRACCIÓN TÉRMICA</p> <p>*</p> <p>Pág. 145</p>	<p>5.10 ENTRADAS DE AGUAS MÁS USUALES</p> <p>*/**</p> <p>Pág. 148</p>

5. MUROS DE CONTENCIÓN

DESLIZAMIENTO

LÁMINA
5.1

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

El muro aislado desliza pero sigue siendo estable, y si es muy largo y sólo se desplaza una zona, se fisura en vertical por cortante entre las distintas zonas. Si está situado en el sentido de la pendiente rompe en vertical a tracción.

Los muros de sótanos si deslizan en sus bases terminan perdiendo su estabilidad. Esto no suele suceder si existen zunchos o vigas centradoras.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Peso insuficiente.
- Deslizamiento entre diferentes estratos.
- Cimentación insuficiente.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Cálculo erróneo o incompleto.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Antes de calcular el muro estudiar los fallos que se pueden presentar y si se trata de un terreno en ladera prestar mayor atención a las características del terreno.
- En caso de muros de sótanos, apuntalar la zona.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si el muro tiene poco peso aumentar su sección.
- Si se trata de deslizamiento profundo, estabilizar las tierras mediante pilotes o pantallas.
- Si se trata de deslizamiento en la base del muro, aumentar la cimentación o colocar vigas riostras.
- Reducir empujes.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

DESLIZAMIENTO

LÁMINA
5.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparece un muro situado en un terreno en ladera que ha deslizado. Al quedar situado en el sentido de la pendiente, ha roto a tracción con grietas verticales.

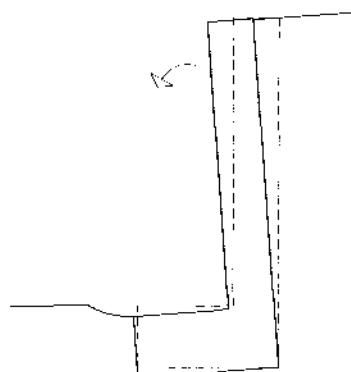
El fallo comentado suele suceder en excavaciones en terrenos de laderas con estratos deslizables, ya que al realizar la excavación se elimina el empuje pasivo y el estrato desliza.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

VUELCO

LÁMINA
5.2

A) FIGURA



VUELCO.

Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

El vuelco de un muro de contención sucede cuando las dimensiones de la cimentación por puntera o talón son insuficientes.

Cuando se realiza la excavación de un terreno arcilloso, si no se supera la altura crítica, las tierras quedan cortadas en vertical por cohesión, llamada aparente. Si en ese estado se ejecuta un muro con una cimentación insuficiente, cuando se produzca el empuje activo de las tierras, se iniciará el vuelco.

Si se trata de un muro de contención de sótano y el forjado que se opone al vuelco no tiene la resistencia suficiente, romperá por compresión, mientras que si tiene bastante resistencia el forjado, desliza el muro en su base.

Al inicio del vuelco las tierras quedan más flojas reduciéndose el empuje durante un tiempo. Cuando adquiere de nuevo el empuje inicial, el muro se encuentra debilitado y un poco desplomado. Entonces se produce el vuelco.

Se obtienen muros más estables y económicos proyectando la cimentación de dimensiones de 1/3 para la puntera y 2/3 para el talón sobre el que estará el peso de las tierras.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

VUELCO

LÁMINA
5.2

C) IMPORTANCIA ★★★

Lo peor que le puede suceder a un muro de contención es que vuelque.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cimentación insuficiente.
- Mayor empuje del previsto.
- Cálculo incompleto en el que no se tiene en consideración todas las hipótesis.
- Error de ejecución.
- Afluencia inesperada de agua no prevista en los cálculos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Estudiar los fallos que puede presentar.
- Apuntalar antes de que vuelque.
- Peritar el muro.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar las dimensiones de la cimentación.
- Atirantar el muro con anclajes, situando el dado de hormigón fuera del círculo activo.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

VUELCO

LÁMINA
5.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En la **fotografía 3** aparece un muro de contención de sótano con talón en el que se ha iniciado el vuelco y al perder su verticalidad ha quedado un espacio entre éste y la solera.

En la **fotografía 4** aparece una valla sobre un muro de contención en el que se ha iniciado el vuelco y se está inclinando.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

VUELCO

LÁMINA
5.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En la **fotografía 5** aparece desplazado un muro de contención en una junta de dilatación al iniciarse el vuelco.

En la **fotografía 6** se ha adosado otro muro en su base para impedir que se produzca el vuelco.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA DE FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
5.3

A) FIGURA

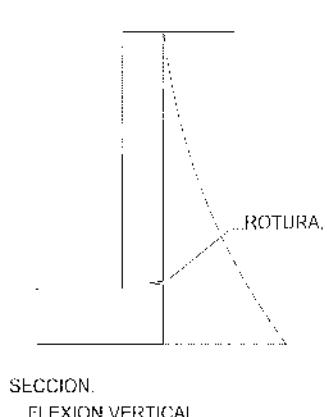


FIGURA A.

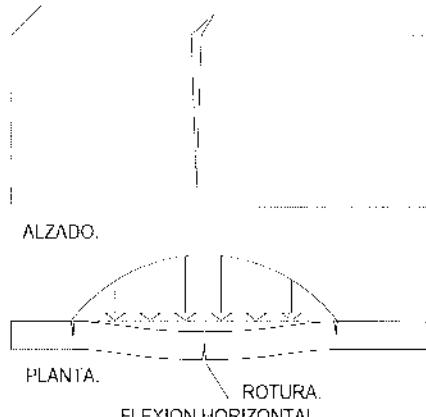


FIGURA B.

Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando el muro trabaja en ménsula y la armadura vertical del trasdós en contacto con las tierras es insuficiente, rompe a flexión como se indica en la **figura 3A** y se produce el desplome del muro. Aunque esta rotura no se puede ver antes de que se produzca el fallo, se suele manifestar flectando el muro.

En muros de mayor longitud, cuando las tierras quedan cortadas en vertical y pierden su cohesión sólo en una zona el muro, comienza a trabajar a flexión horizontal deformándose y si no tiene la armadura horizontal suficiente en su intradós, es decir, en la cara exterior del muro, éste suele romper con una fisura en vertical que no lo secciona como se indica en la **figura 3B**. Aunque es parecida, no se debe confundir con una rotura de retracción térmica.

La rotura comentada como se produce con el hormigón endurecido presenta unos bordes muy perfilados, y a veces suceden en discontinuidad.

Los muros de contención de sótanos que se suelen calcular en ménsulas, al llegar a las esquinas, comienzan a trabajar a flexión horizontal.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA DE FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
5.3

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura de flexión por trabajar el muro en ménsula ocasiona un desplome.

La rotura de flexión horizontal no implica la misma gravedad que una rotura por trabajar en ménsula.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura vertical insuficiente en el trasdós.
- Armadura horizontal insuficiente en el intradós.
- Mayor empuje del previsto.
- Cálculo incompleto.
- Errores de ejecución.
- Longitud de anclaje insuficiente de la armadura vertical.
- Acumulación de agua en el trasdós del muro.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prever todos los tipos de fallos que se pueden producir en los muros.
- Apuntalar el muro antes que se desplome.
- Peritar el muro.

F) POSIBLES REPARACIONES

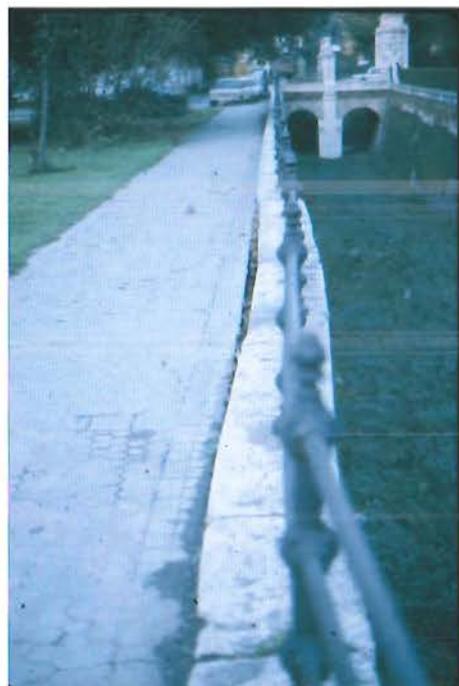
- Colocar la armadura necesaria.
- Aumentar la sección del muro en su base en el intradós.
- Colocar contrafuertes.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA DE FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
5.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En la **fotografía 7** se puede ver la deformación horizontal de un muro de contención y en la **fotografía 8** la de un muro atirantado.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA DE FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
5.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9



Fotografía 10

En las **fotografías 9 y 10** se puede apreciar como al flectar el muro en horizontal, aparece una grieta en el asfalto paralela al muro en la zona que se ha desplazado.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA DE FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
5.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 11



Fotografía 12

Cuando el muro no tiene la suficiente armadura horizontal rompe por su zona exterior con una fisura vertical con aristas muy perfiladas, (ver **fotografía 11**) que se va cerrando a medida que llega a la zona comprimida como se aprecia en la zona superior de la **fotografía 12**. No se debe confundir con una de retracción térmica que si secciona al muro y no se deforma.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
5.4

A) FIGURA

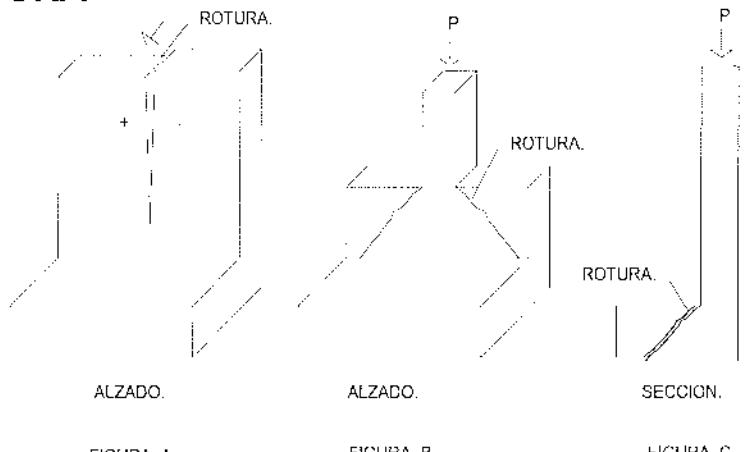


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

La fisura de cortante por empuje de las tierras es cerrada en distintos planos como se indica en la **figura 4A**. Sucede cuando el muro tiene poco espesor. No se debe confundir con la que surge durante el fraguado del hormigón cuando se desplaza un lado del encofrado, que en este caso la fisura también es cerrada en distintos planos.

En muros con poca altura que soportan pilares con grandes axiles, cuando tienen poca sección y escasa armadura en horizontal, pueden romper a cortante como se indica en la **figura 4B**.

Las cimentaciones de los muros de contención cuando tienen muy poco canto y reciben grandes axiles de pilares, pueden romper a cortante como se indica en la **figura 4C**. Esto la deja totalmente inutilizada y se producen grandes descensos.

Las roturas comentadas son inusuales en muros de hormigón armado pero conviene conocerlas para no confundirlas con otros tipos de roturas.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
5.4

C) IMPORTANCIA ★/ ★★/ ★★★

La rotura en vertical de cortante en el muro por empuje de las tierras se puede clasificar con ★, la del alzado por axil del pilar con ★★ y la de cortante por rotura de la cimentación con ★★★.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Poca sección del muro.
- Poca sección de la cimentación.
- Mayor axil del previsto.
- Cálculo incompleto.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Analizar todas las solicitudes por las que pasa el muro de contención.

F) POSIBLES REPARACIONES

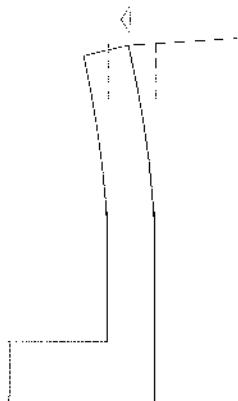
- Aumentar las dimensiones del muro.
- Colocar armadura horizontal al muro.
- Colocar armadura transversal a la cimentación, o aumentar su canto.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

FLECHA

LÁMINA
5.5

A) FIGURA



SECCION.

Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Los muros con insuficiente rigidez flectan, es decir, experimentan una deformación excesiva siendo ocupado el espacio que dejan por las tierras, las cuales quedan más flojas y ocasionan descensos en las edificaciones medianeras.

Cuando el muro flecta, el empuje de las tierras queda reducido durante un tiempo. Este empuje va aumentando hasta adquirir su empuje inicial y cuando sucede encuentra al muro más debilitado.

El fallo comentado sucede con el muro aislado cuando no tiene la rigidez suficiente. Si existe un forjado y este no tiene la resistencia necesaria, al flectar el muro suelen romper las bovedillas por compresión.

No se debe confundir la flecha por falta de rigidez del muro con la deformación que surge cuando la armadura vertical de flexión es insuficiente y se produce su rotura siendo más grave.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

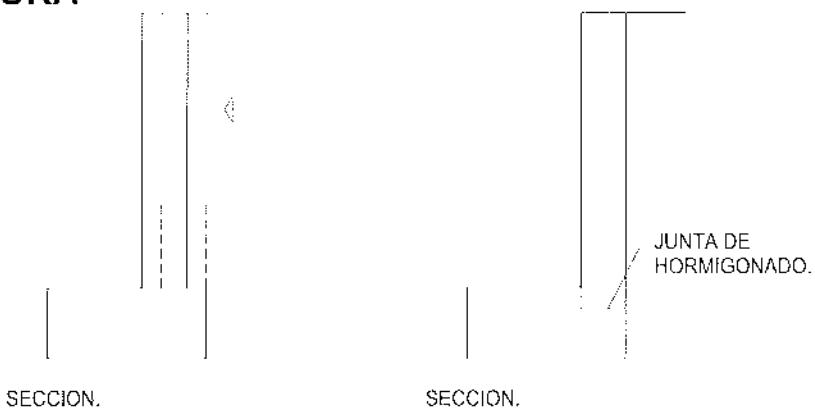
FLECHA	LÁMINA 5.5
C) IMPORTANCIA ★★	
En el muro no aparecen daños si la armadura es correcta, pero sí se lo ocasiona a la edificación medianera. Si aumenta el empuje aumentará la deformación.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Rigididad insuficiente del muro.• Insuficiente armadura vertical de flexión.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Calcular el muro con mayor rigidez en la fase del proyecto.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Dotar al muro de mayor rigidez.• Se puede aumentar el ancho del muro sólo en la mitad de su altura por el intradós.	

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA POR ESFUERZO RASANTE

LÁMINA
5.6

A) FIGURA



SECCION.

SECCION.

FIGURA A.

FIGURA B.

Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura por esfuerzo rasante sucede entre la cimentación y el muro a causa de una unión deficiente entre la junta de hormigonado. Al principio el muro se desconecta de la cimentación y se desplaza como se indica en la **figura 6A**. Cuando queda totalmente desconectado se produce el vuelco.

Esta junta de hormigonado no es adecuada, ya que se interrumpe en la zona de máximos momentos, cortantes y también donde la presión del agua es mayor cuando el nivel freático se encuentra alto.

Si la junta de hormigonado se realiza como se indica en la **figura 6B**, aunque tiene más dificultad para su ejecución, se evita el problema del esfuerzo rasante y el agua existente en el terreno tiene más dificultades para penetrar.

Se facilita el esfuerzo rasante y la entrada de agua cuando existe suciedad entre la unión de los hormigones como pudiera ser la existencia de papeles o cartones. Para evitarlo se deben colocar en la base del encofrado unos huecos llamados gateras, dado que estos facilitan la limpieza del fondo del encofrado antes de hormigonar.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ROTURA POR ESFUERZO RASANTE

LÁMINA
5.6

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Después del esfuerzo rasante, al quedar el muro desconectado, se suele producir el vuelco.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Caída de suciedad entre la unión de la cimentación y el muro.
- Hormigonar en época muy calurosa después de haber transcurrido más de 28 días desde el hormigonado de la cimentación.
- Armadura de anclaje insuficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Procurar que estén limpias las juntas de hormigonado.
- Realizar una junta de hormigonado más correcta como se indica en la figura 6B.
- Regar las juntas antes del hormigonado.
- Colocar juntas hidroexpansivas para evitar la penetración de agua.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Apuntalar si se estima que se puede producir el vuelco.
- Inyectar resina epoxi en las juntas de hormigonado para unir el muro con la cimentación.
- Colocar en la base del muro armadura a 45º en forma de escuadra y hormigonar, de esta forma se aumenta la superficie para el rozamiento, incluso se evita la penetración del agua existente en el terreno.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
5.7

A) FIGURA

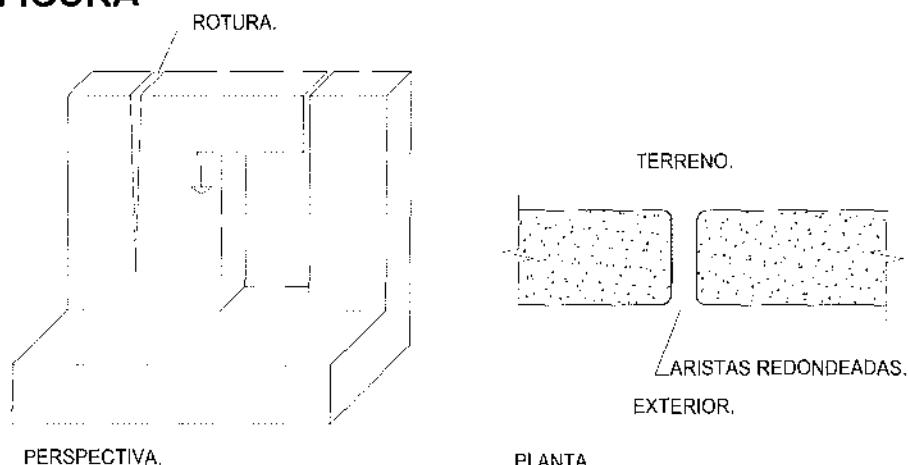


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras de retracción hidráulica son las primeras que surgen en los muros de contención, sobre todo cuando quedan muy coartados por haberse ejecutado primero las esquinas y después la zona central.

La rotura aparece en los primeros días cuando se hormigona en época muy calurosa. La fisura es más abierta en la coronación del muro seccionándolo y se va cerrando a medida que desciende. Al tener el hormigón menor resistencia, no rompe la piedra y sus bordes son más redondeados.

La fisura queda un poco más cerrada en la zona en contacto con las tierras, ya que tiene más humedad y es un poco más abierta por la zona exterior, puesto que queda más caliente por la acción solar. (Ver figura 7).

Cuando existen huecos, al no poder descender el hormigón en la zona del dintel por existir el encofrado y sí poder descender en sus laterales, surge una fisura en horizontal o a 45° a la altura del dintel, que se suele evitar colocando barras a 45° en las esquinas del dintel.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
5.7

C) IMPORTANCIA *

Aunque la rotura es leve, tiene el inconveniente de que a través de ella penetra el agua existente en el terreno.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Hormigonar en época muy calurosa.
- Escasa cuantía de armadura longitudinal.
- Longitud excesiva del muro.
- Muro muy impedido en su retracción.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Esperar que termine la retracción.
- Colocando abundante armadura longitudinal en la coronación del muro se evita el inicio de la fisura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar armadura en la coronación y en el intradós en sentido longitudinal.
- Sellar las fisuras cuando complete la retracción.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
5.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 13



Fotografía 14

En las **fotografías 13 y 14** aparecen dos muros que se han fisurado por retracción hidráulica durante el endurecimiento del hormigón. Esta rotura presenta unos bordes más redondeados y una línea de rotura menos recta que cuando se trata de una retracción térmica con el hormigón ya endurecido. El muro queda totalmente seccionado.

Cuando el nivel freático se encuentra alto, a través de la rotura comentada suele penetrar en los sótanos el agua existente en el terreno.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

FISURAS EN LA BASE DEL MURO POR COACCIÓN INTERNA

LÁMINA
5.8

A) FIGURA

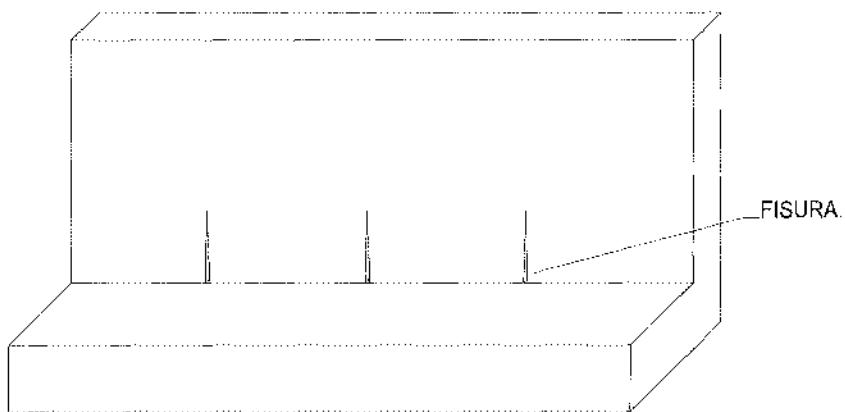


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se hormigona un muro de contención en época muy calurosa y han transcurrido más de 28 días desde la ejecución de la cimentación, el hormigón del muro retrae y se lo impide la cimentación.

En caso de no tener la armadura longitudinal suficiente, aparecen unas fisuras muy finas verticales a distancias periódicas en la base del muro, llamadas de "coacción interna", que suelen pasar desapercibidas y una vez en servicio la edificación suele penetrar por ellas el agua existente en el terreno. Estas fisuras se suelen colmatar con la cal del agua procedente de las tierras.

Las fisuras comentadas surgen igualmente si se enrasa en su zona superior la cimentación, como si se realiza un cajeado en el cimiento para encajar en éste el muro de contención.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

FISURAS EN LA BASE DEL MURO POR COACCIÓN INTERNA

LÁMINA
5.8

C) IMPORTANCIA *

Leve, aunque es posible que la armadura se corroa.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Transcurrir más de 28 días desde la ejecución de la cimentación en época muy calurosa.
- Armadura longitudinal insuficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Procurar que transcurra poco tiempo desde el hormigonado de la cimentación hasta el del muro.
- Colocar suficiente armadura longitudinal para que no se fisure.

F) POSIBLES REPARACIONES

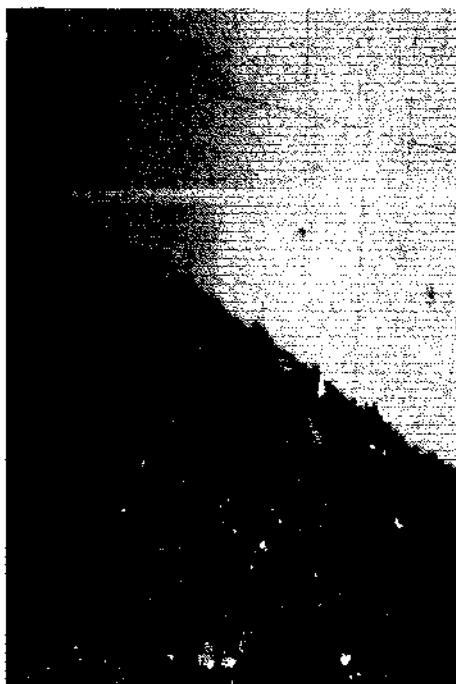
- Sellar las fisuras con resina epoxi líquida a presión.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

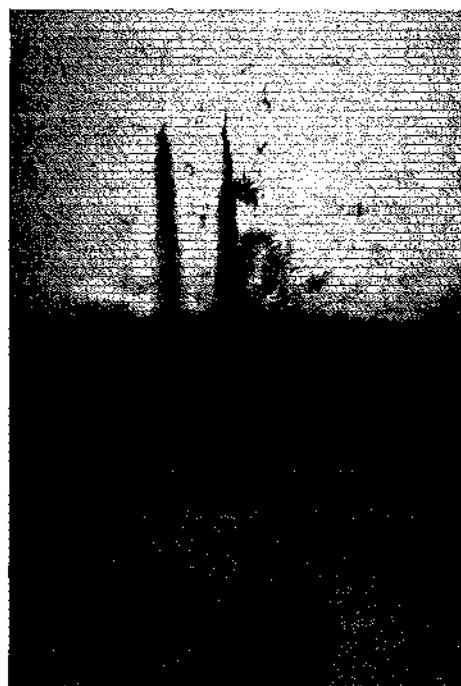
FISURAS EN LA BASE DEL MURO POR COACCIÓN INTERNA

LÁMINA
5.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 15



Fotografía 16

En la **fotografía 15** aparecen fisuras de coacción interna a distancias periódicas en un muro de contención que se han colmatado con la cal que lleva el agua de las tierras, incluso penetra el agua entre la unión del cimiento y el muro.

En la **fotografía 16** aparecen fisuras de coacción interna por las que penetra el agua existente en el terreno, la cual termina corroyendo la armadura con la aparición de óxido.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
5.9

A) FIGURA

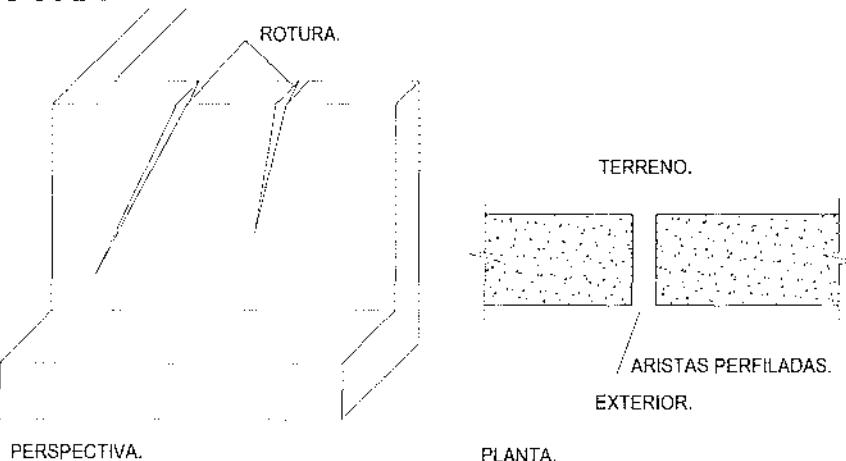


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras de retracción térmica surgen debido a los cambios dimensionales de origen térmico.

La fisura es más abierta en la coronación del muro seccionándolo y se va cerrando a medida que desciende. Al tener el hormigón su resistencia, las fisuras son más rectilíneas con sus bordes más perfilados y hay veces que surgen en discontinuidad.

La fisura queda un poco más cerrada en la zona en contacto con las tierras ya que en ese lado no recibe sol y tiene más humedad, mientras que en la zona exterior, al estar sujeto a mayores cambios térmicos, es un poco más abierta surgiendo con frecuencia en discontinuidad.

Al llegar a las esquinas el muro cambia de trabajar en ménsula a flexión horizontal y la rotura de retracción se ubica próxima a la esquina tomando una inclinación aproximada de 45°.

La fisura comentada, aunque es igual en vertical que la de flexión horizontal, se diferencia en que esta última no corta al muro en su zona superior y que se deforma en horizontal.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
5.9

C) IMPORTANCIA *

Aunque la rotura es leve, a través de ella penetra el agua existente en el terreno.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Muros muy largos o impedidos en su retracción.
- Escasa cuantía de armadura longitudinal.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocando abundante armadura longitudinal en la coronación del muro se evita el inicio de la fisura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Realizar rozas en el intradós del muro y colocarle la armadura longitudinal necesaria.
- Realizar juntas de dilatación.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
5.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 17



Fotografía 18

En las **fotografías 17 y 18** aparecen dos muros de contención con fisuras verticales que han roto por retracción térmica debido a los cambios dimensionales por la acción solar y por no tener la armadura longitudinal suficiente.

Al tratarse de una rotura de retracción térmica, los bordes son muy perfilados y en este caso, incluso se producen discontinuidades.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ENTRADAS DE AGUAS MÁS USUALES

LÁMINA
5.10

A) FIGURA

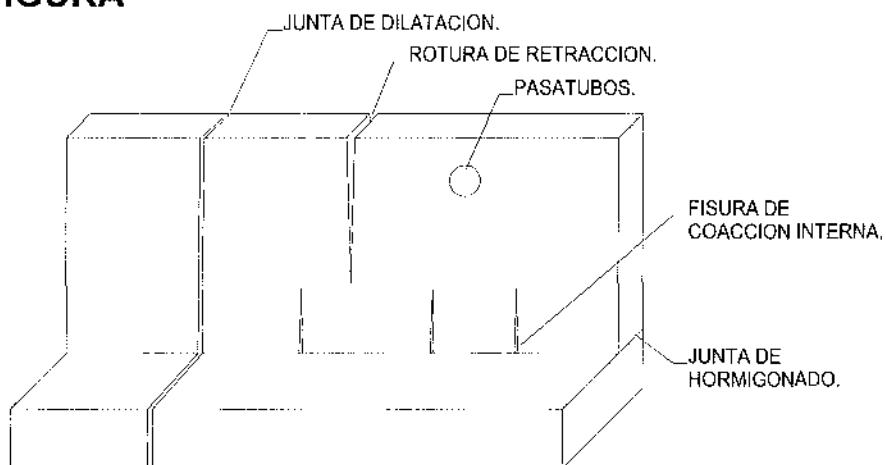


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

En los sótanos de garajes es frecuente la entrada de agua y entre las más usuales se citan las siguientes:

- Entrada de agua entre la unión de la cimentación y el muro de contención. Es la más frecuente y donde se produce mayor entrada de agua, sobre todo cuando existe suciedad en la junta de hormigonado.
- En la unión de la junta de dilatación cuando queda deficiente y no está bien sellada.
- Por las juntas de hormigonado verticales u horizontales deficientes.
- Por las fisuras de retracción hidráulica o térmica.
- Por las fisuras de coacción interna.
- A través de los pasatubos.
- Entre la unión del forjado y el muro.
- Por los latiguillos del encofrado.
- En los fosos de ascensores.
- Por humedades de capilaridad.

La entrada de agua en los sótanos y cámaras de forjados sanitarios poco ventilados termina ocasionando humedades de condensación que suelen corroer la armadura de vigas y viguetas.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ENTRADAS DE AGUAS MÁS USUALES

LÁMINA
5.10

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Depende del daño que ocasiona la entrada de agua, aunque es probable que se pueda corroer la armadura del muro.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Juntas deficientes.
- Roturas del muro de contención.
- Pasatubos mal colocados.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien todas las zonas por donde puede penetrar el agua, especialmente entre la unión de la cimentación y el muro.
- Disponer cordones bentoníticos en las juntas de hormigonado y de dilatación.
- Colocar láminas impermeabilizantes por el exterior del muro antes de su ejecución.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar la entrada de agua donde se produzca. Si no se puede eliminar la entrada de agua, sangrar el muro realizando orificios a distancias periódicas para que salga el agua y recogerla en un canalón.
- La entrada de agua más usual entre el cimiento y el muro se puede reparar fácilmente colocando en la base del muro una malla a 45º en forma de escuadra para evitar fisuras de retracción y a continuación hormigonar.
- Impermeabilizar el muro colocando paneles de bentonita de sodio.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ENTRADAS DE AGUAS MÁS USUALES

LÁMINA
5.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 19



Fotografía 20

En la **fotografía 19** está penetrando agua existente en el terreno a través de la junta de hormigonado de la cimentación con el muro que está ocasionando incluso eflorescencias en la pared, siendo frecuente en los terrenos arcillosos y yesíferos.

En la **fotografía 20** está penetrando el agua entre la unión de la coronación del muro y el forjado.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

ENTRADAS DE AGUAS MÁS USALES

LÁMINA
5.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 21



Fotografía 22

En la **fotografía 21** el agua penetra entre la unión del forjado y el muro y en la **fotografía 22** está penetrando a través de los pasatubos.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

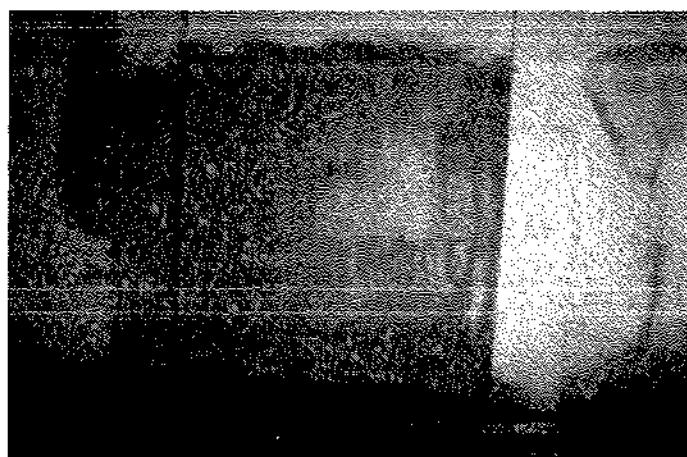
ENTRADAS DE AGUAS MÁS USUALES

LÁMINA
5.10

G) FOTOGRAFÍAS



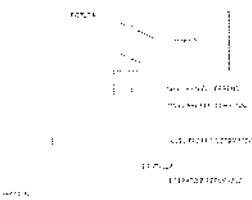
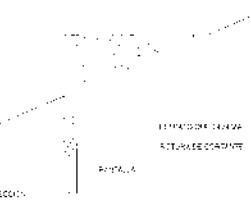
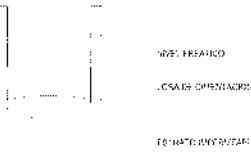
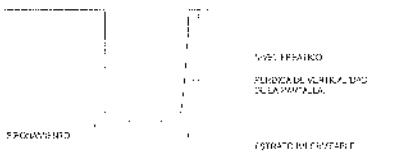
Fotografía 23



Fotografía 24

En las **fotografías 23 y 24** el agua existente en el terreno penetra entre las juntas de hormigonado deficiente de un muro de contención.

6. MUROS PANTALLAS

<p>6.1 DAÑOS A EDIFICACIONES MEDIANERAS</p>  <p>***/****</p> <p>Pág. 156</p>	<p>6.2 DESLIZAMIENTO DE TERRENOS EN LADERAS</p>  <p>***/****</p> <p>Pág. 158</p>
<p>6.3 SUBPRESIÓN EN LOSA DE CIMENTACIÓN</p>  <p>***/****</p> <p>Pág. 160</p>	<p>6.4 INSUFICIENTE RIGIDEZ DE LA PANTALLA</p>  <p>***/****</p> <p>Pág. 162</p>
<p>6.5 SIFONAMIENTO</p>  <p>***/****</p> <p>Pág. 164</p>	

6. MUROS PANTALLAS

Los muros pantallas muy utilizados para la ejecución de varias plantas de sótanos, ofrecen las ventajas siguientes:

- a) Se elimina el riesgo de desprendimiento de tierras durante la excavación al no tener que entibar.
- b) La descompresión del terreno medianero es menor, por lo que se reduce el riesgo de daños en las edificaciones medianeras.
- c) Permite una excavación libre de obstáculos.
- d) Admite realizar excavaciones por debajo del nivel freático.
- e) Facilita la ejecución de mayor número de plantas de sótanos.

Ofrecen los inconvenientes siguientes:

- a) No son recomendables en terrenos muy duros ya que el rendimiento es pequeño y costoso.
- b) Su coste es elevado cuando se emplean en solares muy pequeños inferiores a 400 m², ya que precisa mucho perímetro con poca superficie. Al no poder realizar rampa, hay que sacar las tierras con grúas y también a la máquina excavadora.
- c) La cara vista de la pantalla es irregular dependiendo del estado del terreno y precisando tratamiento para un mejor acabado.
- d) Cuando encuentran cauces de agua, dificulta su ejecución y si lo interrumpe sin crear pasos para el agua, origina un efecto presa que altera el nivel freático afectando a cimentaciones superficiales próximas.
- e) Al ser el espesor de la pantalla constante, se pierde más espacio en los sótanos superiores.
- f) Al precisar muretes guías hay que separarlos como mínimo 20 cm de las medianeras, que es un espacio que se pierde en todos los sótanos. En estos casos se gana espacio ejecutando el primer sótano con muro tradicional desplazándolo sobre la viga de coronación y acercándolo a la medianera.

Se puede citar como ejemplo una excavación de tres sótanos donde el muro pantalla precisa un ancho de 60 cm en toda su altura. En el sótano primero se pierde este espacio más 20 cm que tiene que separarse de la medianera para la ejecución del murete guía.

Si se ejecuta el muro pantalla sólo hasta la altura del segundo sótano y sobre él se le sitúa la viga de coronación con un ancho de 80 cm y sobre esta junto a la medianera se le sitúa un muro de hormigón tradicional de espesor 30 cm, se le gana a un lado del sótano primero el espacio de 50 cm.

- g) Su coste es más elevado que el de un muro de contención tradicional, ya que al tener un espesor constante y mayor profundidad, su volumen de hormigón y armadura es mayor.
- h) El empleo de lodos bentoníticos y de maquinaria supone un mayor coste que el de un muro tradicional.
- i) Cuando se cortan los anclajes que sostienen las pantallas, los forjados de los sótanos comienzan a trabajar a compresión, siendo aconsejable ejecutarlos mediante losa o reticulares.
- j) Precisa una superficie del solar para la instalación del lodo y de los materiales.

6. MUROS PANTALLA

DAÑOS A EDIFICACIONES MEDIANERAS

LÁMINA
6.1

A) FIGURA

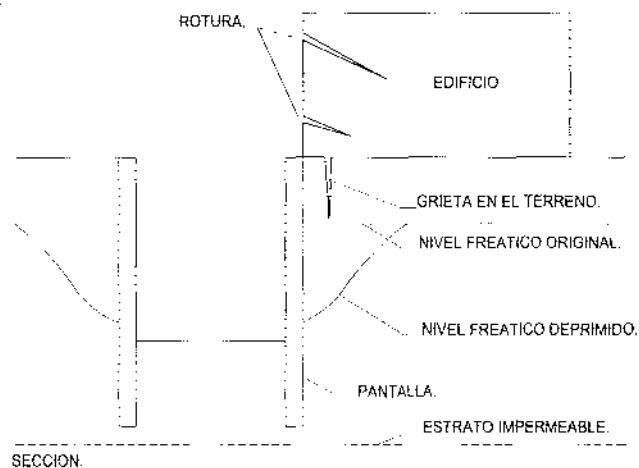


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Durante la ejecución de la pantalla y excavación de las tierras se puede ocasionar daños a las edificaciones medianeras por lo siguiente:

- a) Por descompresión de las tierras, pues al quedar más flojas desciende la cimentación del edificio medianero y le ocasiona daños, incluso hay veces que aparece una grieta longitudinal en el terreno paralela al muro.
- b) En determinados casos el achique de agua hace descender el nivel freático original dejando poros de aire en el lugar del agua retirada y ocasionando descenso en las edificaciones medianeras con cimentación superficial. Esto suele suceder cuando no se llega con el muro a un estrato impermeable y cuando durante la ejecución penetra bastante agua a través del muro y desciende el nivel freático.
- c) Por golpes de las cucharas durante la perforación de la pantalla.
- d) Por desprendimiento del terreno del interior de la excavación debido al empleo de lodos inadecuados.
- e) Por roturas de instalaciones ocultas, como saneamientos, gas y electricidad.
- f) Filtraciones de lodos en sótanos medianeros.
- g) Por retirada prematura de arriostramientos metálicos o anclajes.

6. MUROS PANTALLA

DAÑOS A EDIFICACIONES MEDIANERAS	LÁMINA 6.1
C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★	
La importancia de los daños depende de la magnitud del descenso que se haya producido, ya que pueden romper vigas y pilares e incluso se puede inclinar la edificación medianera.	
El radio de acción del nivel freático deprimido en terrenos arcillosos es menor por ser más impermeable y la pendiente del nivel freático es más acusada, ocasionando mayores daños, mientras que en terrenos arenosos al ser más permeables, tienen un radio de acción mayor y la pendiente es más suave ocasionando menores daños.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Descompresión de las tierras por la ejecución de muros pantallas.• Descenso del nivel freático por achique de agua en solar medianero.• Estructura de arriostramiento superior insuficiente durante la ejecución.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Comprobar mediante topografía los movimientos de las medianeras.• Si han roto las viguetas y vigas apuntalar con urgencia.• Interrumpir la ejecución de la pantalla que está ocasionado daños antes de que estos sean irreparables.• Arriostrar las cabezas de los muros para impedir los giros de éstos.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• En caso de que se estén produciendo deformaciones mayores de las previstas, colocar más puntos de apoyo u otras filas de anclajes.• Consolidar las tierras o esperar que se complete el asiento para poder reparar los daños.	

6. MUROS PANTALLA

DESLIZAMIENTO DE TERRENOS EN LADERAS

LÁMINA
6.2

A) FIGURA

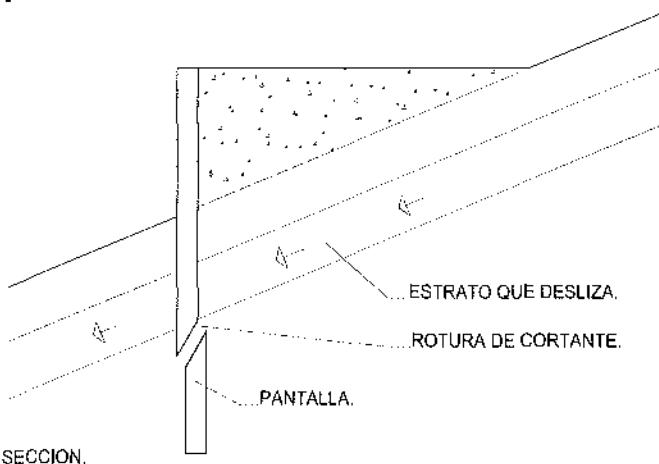


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Los muros pantallas empleados como muros de contención de tierras situados en laderas, deben tener la suficiente rigidez para que no flecten y la armadura necesaria para que trabaje a flexión, pero si el terreno desliza el muro también deslizará. En caso de deslizar sólo un estrato situado por encima de la zona que empotra en el terreno, es probable que pueda romper a la pantalla por cortante como se indica en la **figura 2** y entonces vuelque.

Cuando los muros pantallas interrumpen una corriente de agua que es usual en estratos en laderas pueden ocasionar un efecto presa y al quedar el agua retenida, origina humedad de capilaridad en las edificaciones de esa zona.

El efecto presa hace que el nivel freático se sitúe por encima de lo previsto en los cálculos y empuje a la pantalla hasta llegar a volcarla. Esta situación es una de las más frecuentes en la rotura de pantallas situadas en terrenos en laderas.

6. MUROS PANTALLA

DESLIZAMIENTO DE TERRENOS EN LADERAS

LÁMINA
6.2

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Si el muro queda seccionado por cortante y pierde su estabilidad lo más probable es que vuelque.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Deslizamiento del terreno.
- Empuje mayor del previsto.
- Espesor insuficiente de la pantalla y armadura de cortante.
- Empotramiento insuficiente de la pantalla.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si el muro no ha volcado apuntalarlo o atirantarlo antes de que vuelque.
- Rebajar la presión hidrostática mediante la ejecución de drenajes.

D) POSIBLES REPARACIONES

- Si el muro ha roto y no ha llegado a volcar se puede atirantar o capacitar para hacerlo trabajar como un muro tradicional colocándole puntera o talón.

6. MUROS PANTALLA

SUBPRESIÓN EN LOSA DE CIMENTACIÓN

LÁMINA
6.3

A) FIGURA

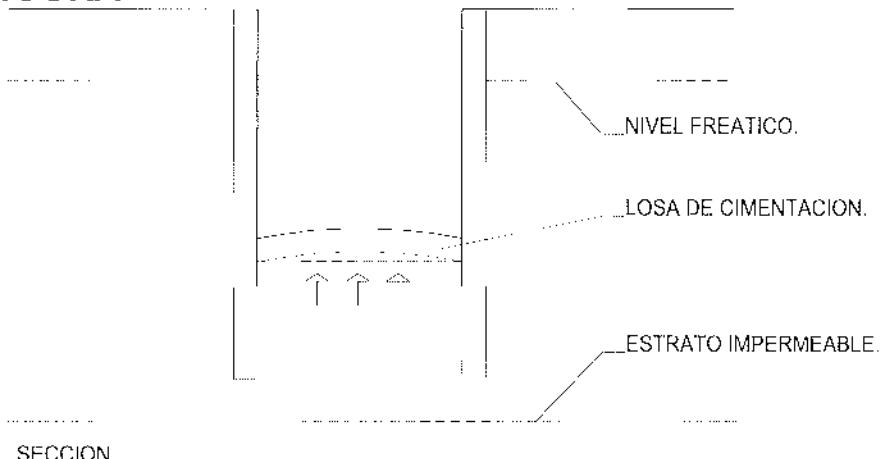


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se realiza la excavación de tierras, éstas experimentan una descompresión, pero si no se ha llegado con la pantalla a un estrato impermeable, el nivel freático queda alto y la losa de cimentación no tiene la rigidez suficiente, aunque quede unida a la pantalla, se puede elevar en su zona central por subpresión debido al empuje hidrostático (**figura 3**).

En estos casos cuando no se coloca una lámina impermeabilizante bajo la losa, es frecuente que el agua penetre por las juntas de hormigonado deficientes, ya que el empuje hidrostático es elevado.

Cuando se trata de un sótano con muro de contención tradicional y losa de cimentación, el empuje hidrostático ocasiona una subpresión que puede provocar que flote durante la ejecución, o cuando el edificio tiene poco peso.

También se puede producir una elevación cuando se inyecta lechadas de cemento sin colocar elementos de retención en los tubos de inyección.

6. MUROS PANTALLA

SUBPRESIÓN EN LOSA DE CIMENTACIÓN

LÁMINA
6.3

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La losa puede romper y elevarse. También puede penetrar por ella el agua existente en el terreno.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Espesor insuficiente de la losa de cimentación.
- No llegar con las pantallas a un estrato impermeable.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar que el muro pantalla empotra en un estrato impermeable.
- En el diseño se debe equilibrar el peso del edificio con la presión hidrostática.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar el canto de la losa por su zona superior.
- Anclar la losa al terreno mediante pilotes a tracción.
- Aumentar el peso de la edificación.

6. MUROS PANTALLA

INSUFICIENTE RIGIDEZ DE LA PANTALLA

LÁMINA
6.4

A) FIGURA

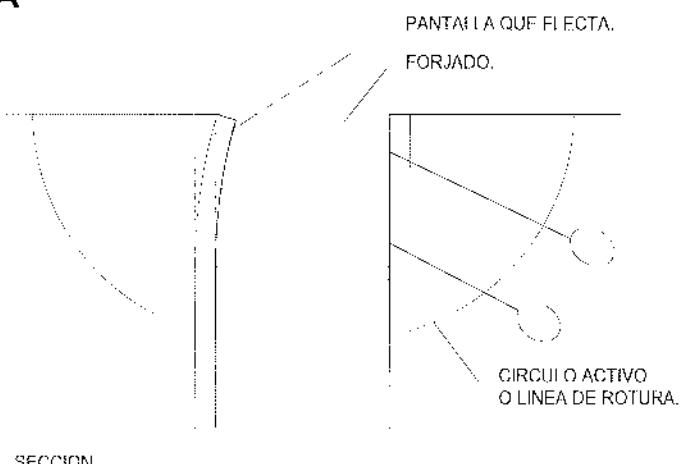


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Durante la ejecución de la pantalla se colocan tensores provisionales anclados fuera del círculo activo y cuando pierden su eficacia la pantalla trabaja a flexión. Al no tener la rigidez suficiente flectaría como se indica en la **figura 4**. Para evitarlo se colocan los forjados que acodalan las pantallas y trabajan a compresión soportando una parte del empuje de las tierras. En estos casos es conveniente colocar forjados de losa o reticulares con una armadura mínima en los nervios formados por 2 barras de $\varnothing 12$ mm tanto inferior como superior o bien unidireccionales con vigas y viguetas perpendiculares a los muros.

En caso de flectar la pantalla, al descomprimirse las tierras y quedar más flojas se producen descensos que suelen ocasionar daños a la edificación de medianeras.

6. MUROS PANTALLA

INSUFICIENTE RIGIDEZ DE LA PANTALLA

LÁMINA
6.4

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Si el muro flecta y el forjado no tiene la resistencia suficiente, éste rompe por compresión.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Forjado con resistencia insuficiente.
- Muro con rigidez insuficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Capacitar el forjado en el cálculo para soportar la solicitud que le va a transmitir la pantalla cuando se reduzca el atirantado.
- Con un estudio geotécnico adecuado, se puede definir la profundidad del estrato impermeable.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reforzar el forjado aumentando su rigidez.

6. MUROS PANTALLA

SIFONAMIENTO

LÁMINA
6.5

A) FIGURA

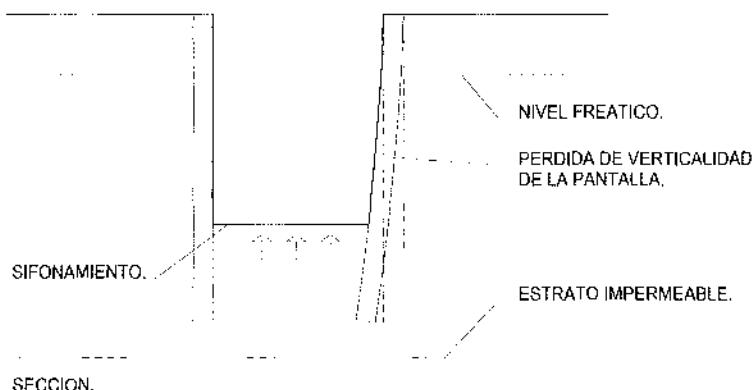


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la base de la pantalla no empotra en un estrato impermeable, al realizar la excavación y achique de agua, se puede producir un sifonamiento brotando el agua del terreno como si fuese un manantial. En terrenos arcillosos, aunque no es usual, el sifonamiento se produce por zonas, mientras que en los arenosos que es más usual se suele producir en toda su superficie, creando una inestabilidad de la pantalla y desplazándose como se indica en la figura 5, ya que se pierde el empuje pasivo que contrarresta el empuje activo de las tierras del trasdós de la pantalla. Éste es uno de los peores daños que le puede suceder a una pantalla.

6. MUROS PANTALLA

SIFONAMIENTO

LÁMINA
6.5

C) IMPORTANCIA ★★★

El sifonamiento con desplazamiento de la pantalla la deja totalmente inutilizada.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No llegar con la pantalla a un estrato impermeable.
- Anclajes insuficientes.

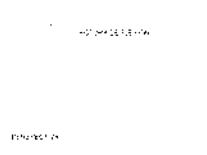
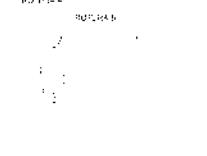
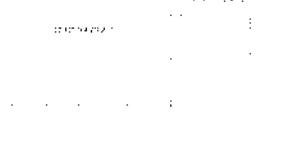
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Interrumpir la excavación si se estima que se puede producir un sifonamiento y autoconsolidar las tierras.
- Colocar mayor número de anclajes para reducir las deformaciones de las pantallas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si el muro no se ha desplomado, consolidar e impermeabilizar las tierras mediante micropilotaje o con inyecciones de cemento.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICAS

<p>7.1 ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN</p>  <p>ALZADO A ALZADO B.</p> <p>★★/★★★</p>	<p>7.2 ASIENTO Y GIRO DE LA CIMENTACIÓN</p>  <p>ALZADO A ALZADO B.</p> <p>★★/★★★</p>
<p>7.3 ASIENTO PROGRESIVO</p>  <p>ALZADO TESTIMONIO</p> <p>★★/★★★</p>	<p>7.4 ROTURA DE COMPRESIÓN</p>  <p>ALZADO A TESTIMONIO</p> <p>★★★</p>
<p>7.5 ROTURA DE FLEXIÓN</p>  <p>TESTIMONIO</p> <p>★★★</p>	<p>7.6 ROTURA DE CORTANTE</p>  <p>ALZADO TESTIMONIO</p> <p>★★/★★★</p>
<p>7.7 RETRACCIÓN HIDRÁULICA O TÉRMICA</p>  <p>ALZADO TESTIMONIO</p> <p>*</p>	<p>7.8 DESAGREGACIÓN DEL MORTERO DE AGARRE</p>  <p>ALZADO TESTIMONIO</p> <p>★★/★★★</p>
<p>7.9 HUMEDAD DE CAPILARIDAD</p>  <p>ALZADO TESTIMONIO</p> <p>*</p>	<p>7.10 APERTURA DE HUECOS</p>  <p>ALZADO TESTIMONIO</p> <p>★★★★</p>

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

Los muros de carga se suelen emplear hasta alturas de tres o cuatro plantas, ya que cuando se trata de mayor número de plantas se ejecutan estructuras hiperestáticas formadas por pilares y pórticos de hormigón armado o metálicas.

La cimentación de los muros se suelen realizar mediante zanjas corridas, aunque se consigue mayor economía y reducción de la excavación si se realiza zanja discontinua.

Cuando es necesario llegar a mayor profundidad o se trata de terrenos expansivos, la cimentación se ejecuta con zapatas, preferentemente de sección circular uniéndolas con vigas sobre la que apoyan los muros.

En los muros es frecuente la existencia de humedad de capilaridad incluso eflorescencias procedentes de la fábrica o del terreno, sobre todo cuando se trata de terrenos que contienen sales como los yesíferos o los arcillosos.

La humedad de capilaridad le afecta a los muros en sus bases desmoronando a los ladrillos con insuficiente cochura, y al deteriorar los morteros, sus juntas quedan más abiertas.

En los descensos de las cimentaciones, los muros rompen fácilmente con grietas inclinadas o formando arco de descarga.

Los edificios con muros de carga quedan más expuestos durante un movimiento sísmico al estar poco capacitados para soportar momentos y cortantes por empujes horizontales.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
7.1

A) FIGURA

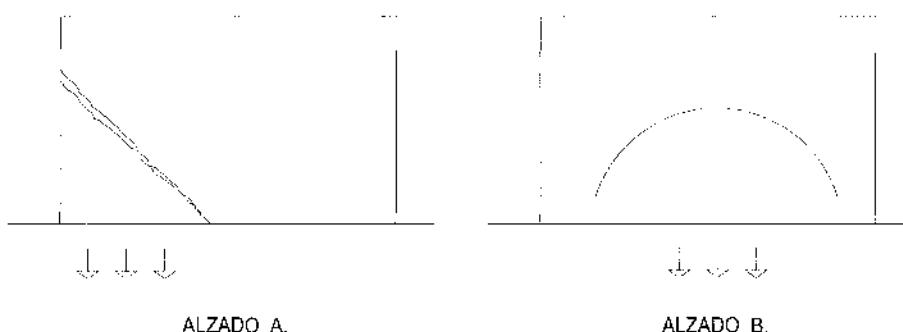


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

En los muros de carga con cimentación de zanjas corridas, se suelen producir dos tipos de asientos:

Al descender un extremo. Las grietas suelen ser inclinadas como se indica en el **alzado A.**

Si el descenso se produce en la zona central de la cimentación, la rotura forma arco de descarga como se indica en el **alzado B.**

Es frecuente que estas cimentaciones precisen de un recalce para llegar a mayor profundidad. Se puede realizar por los laterales de la cimentación, pero si se trata de hormigonar por debajo de la cimentación existente, es muy importante hormigonar en dos fases, pues si se ejecuta sólo de una vez, cuando retraiga el hormigón al fraguar, queda un espacio debajo del cimiento y, por tanto, sin apoyo.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
7.1

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende de la magnitud del descenso. Al tratarse de una estructura isostática, la gravedad siempre es menor que cuando se trata de una estructura hiperestática.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Corrientes de agua.
- Saturación de agua de las tierras. En estos casos suelen surgir humedades de capilaridad.
- Deficiente ejecución de la cimentación.
- Terreno con diferentes capacidades portantes.
- Someter al terreno a una tensión mayor de la admisible.
- Desección de las tierras.
- Excavación de varios sótanos con achique de agua en un solar próximo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar un profundo estudio del terreno y de la cimentación.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Investigar las causas que han ocasionado el descenso y recalzar la cimentación.
Una vez estabilizado el descenso, se deben grapar las grietas para que se transfiera la carga y la zona superior no quede en voladizo.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
7.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparecen fachadas con grietas inclinadas al haber descendido de un extremo.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
7.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

Cuando los descensos son elevados y la edificación es de muros de carga, el arco de descarga es más amplio y toma la forma que aparece en la **fotografía 3** con grietas hacia la derecha, y en la **fotografía 4** con grietas hacia la izquierda, uniéndolas formaría el arco de descarga que indicaría donde se ha producido el mayor descenso.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO Y GIRO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
7.2

A) FIGURA

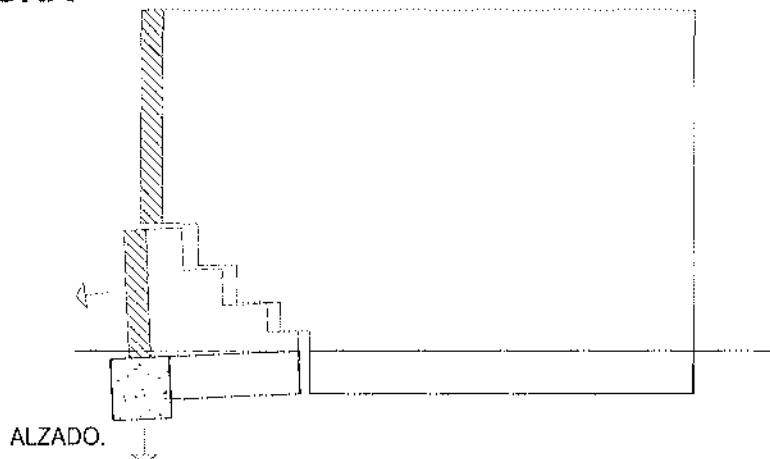


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

En las desecaciones de las tierras se producen descensos que al ser más acentuado en el extremo de la cimentación originan también un giro y el muro de fachada se inclina como se indica en la **figura 2**.

Si el mortero tiene más resistencia que la fábrica la grieta es abierta en su zona superior y se va cerrando a medida que desciende, pero si el mortero tiene menos resistencia que la fábrica la grieta se sitúa en las llagas, quedando abiertas las horizontales por el descenso que se ha producido mientras que las verticales quedan abiertas por el giro. Midiendo la anchura de las grietas se conoce la magnitud del asiento y del giro.

En estos casos las fotografías se deben realizar de frente y de perfil para que se aprecie mejor como la rotura queda en distintos planos.

Cuando se ejecutan muros de carga en fachada y a continuación pórticos, son frecuentes los asientos diferenciales, unas veces por descenso de la zanja corrida del muro de fachada por desecación de las tierras y otras veces por descenso de las zapatas que someten al terreno a mayor tensión que las zanjas corridas del muro de fachada.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO Y GIRO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
7.2

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende de la magnitud de los daños.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar una cimentación muy superficial en un terreno húmedo.
- Las raíces de los árboles próximos a los edificios, al buscar la humedad bajo éstos, desecan las tierras y suelen ocasionar descensos en las cimentaciones superficiales. Los árboles que se han podado o de hojas caducas, precisan mayor cantidad de agua para reponer sus ramas y hojas y son más perjudiciales. También los que tienen las raíces muy superficiales como la higuera, acacia, ficus y castaño.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Ejecutar la cimentación a mayor profundidad y proteger al terreno de la desecación.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la cimentación a mayor profundidad. A continuación reparar los daños.
Conviene en los recalces llegar hasta una profundidad donde las tierras tengan una humedad más constante y al ser posible ejecutarlo en época de sequía, pues si se recalza estando el terreno muy húmedo, y no sé ha llegado a la profundidad adecuada, cuando se deseque es probable que vuelva a descender.
- Se puede evitar que las raíces de los árboles penetren bajo la edificación ejecutando delante de ésta una zanja corrida de aproximadamente 1,80 m de profundidad y 0,40 m de ancha, que se llena de un tercio de sal gruesa y dos tercios de arena gruesa, y como segunda protección se sitúa una lámina de 4 cm de poliestireno expandido.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO Y GIRO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
7.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En la **fotografía 5** se puede ver la grieta de forma escalonada que ha surgido por descenso y giro de una cimentación de zanja corrida muy superficial por desecación de las tierras. En la **fotografía 6** se presenta una vista por el interior de la edificación.

Midiendo el desplome y la abertura de las grietas horizontales en la zona superior de la rotura, se conoce el asiento y giro que se ha producido.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO PROGRESIVO

LÁMINA
7.3

A) FIGURA

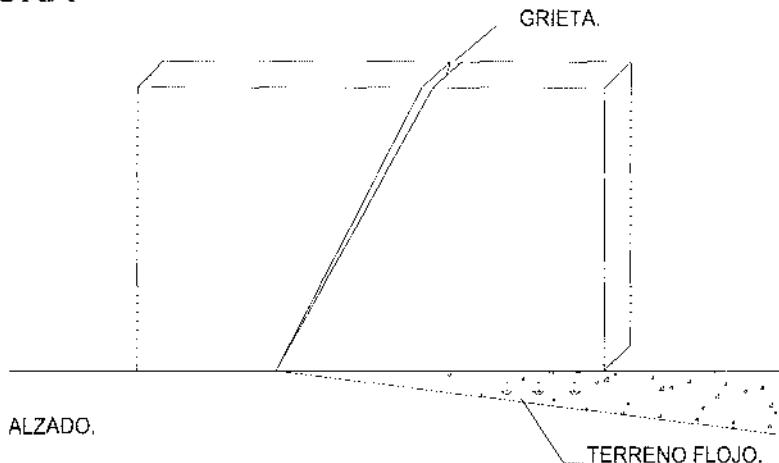


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se trata de un asiento progresivo como puede ser un terraplenado en ladera, que queda insuficientemente compactado, entonces el edificio desciende de un lado de forma progresiva y la grieta que surge lo secciona de forma muy vertical como aparece en la **figura 3**, perdiendo los forjados su horizontalidad. No debe confundirse con una retracción que es muy parecida, y el forjado queda en horizontal.

En los terraplenados en laderas es normal que se produzcan asientos diferenciales. Una forma de conseguir que el descenso sea más uniforme, consiste en realizar una excavación dejando la base horizontal para que todo el terraplenado tenga el mismo espesor.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO PROGRESIVO

**LÁMINA
7.3**

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La gravedad depende de la magnitud del asiento y de los daños surgidos en los forjados.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Terraplenado en triángulo poco consolidado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Compactar muy bien el terraplenado y procurar que no sea en fadera.
- Cuando se trate de terraplenados que tengan que soportar el peso de una edificación, no es conveniente que las capas del terraplenado superen 30 cm.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar testigos y una vez que quede estabilizado el asiento, reparar los daños grapando las grietas.
- Como posible solución, se puede consolidar las tierras bajo el borde exterior de la cimentación.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ASIENTO PROGRESIVO

LÁMINA
7.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparece una grieta muy vertical en un muro por asiento progresivo de la cimentación. Esta grieta corta el edificio.

Hay veces que también surgen giros en la cimentación, debiéndose observar si las grietas quedan en distintos planos.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ROTURA DE COMPRESIÓN

LÁMINA 7.4

A) FIGURA

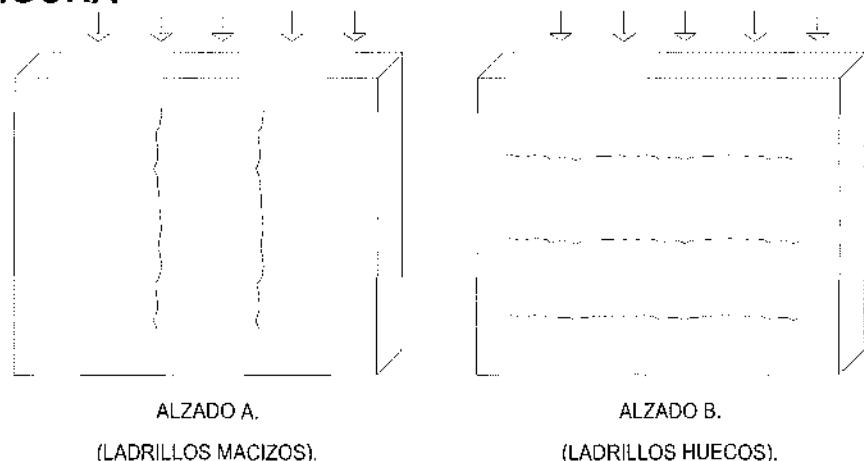


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Los muros de ladrillo macizo cuando no pueden soportar la carga que le llega, rompen con fisuras verticales de compresión como se indica en el alzado A de la **figura 4**. Esto es más usual cuando existe mayor número de plantas con cargas puntuales o cuando el mortero ha reducido sus propiedades y queda con menor resistencia.

Si se trata de muros ejecutados con ladrillos huecos, al aplastarse la rotura sucede en horizontal como se indica en la **figura B**.

En fachadas de muros de carga que se conservan y quedan unidas a una nueva estructura, al entrar en carga es usual que rompan los muros de planta baja por compresión y pandeen los barrotes de las ventanas. En estos casos el asiento de la cimentación de la nueva estructura debe ser mínimo, ello se consigue ejecutando la cimentación mediante pilotes y si no es posible, colocar losa de cimentación.

En caso de emplear zapatas, es conveniente hacer trabajar al terreno a una tensión algo menor con el fin de reducir los asientos diferenciales con el muro de fachada que se conserva.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ROTURA DE COMPRESIÓN

LÁMINA
7.4

C) IMPORTANCIA ★★

El fallo es grave, ya que se puede producir el colapso de la estructura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Mayor carga de la prevista.
- Deterioro del mortero de agarre con el paso del tiempo y también por la humedad de capilaridad que lo deja más poroso.
- Aumento de plantas.
- Apertura de huecos de puertas y ventanas en el muro.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Calcular y ejecutar el muro correctamente.
- Apuntalar los forjados.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar las dimensiones del muro.
- Reducir cargas.
- Descargar la estructura introduciendo pórticos.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

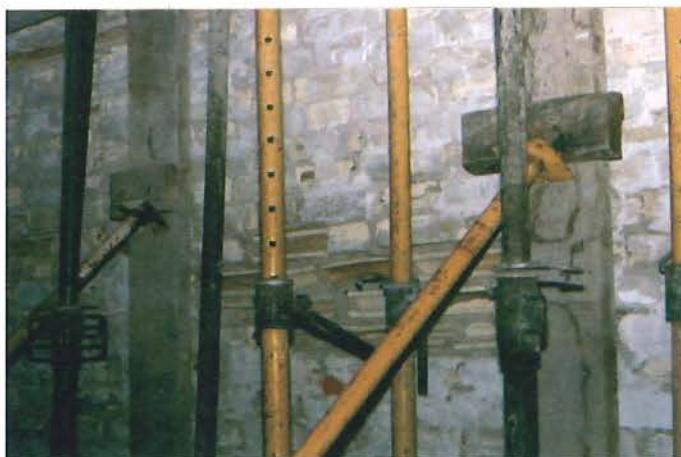
ROTURA DE COMPRESIÓN

LÁMINA
7.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9



Fotografía 10

Cuando un muro de carga se ha ejecutado con ladrillos huecos y no puede soportar el axil, en vez de romper con fisuras verticales de compresión, se produce el fallo aplastándose los ladrillos en horizontal como aparecen en las **fotografías 9 y 10**, siendo muy grave y estando próximo al colapso.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
7.5

A) FIGURA

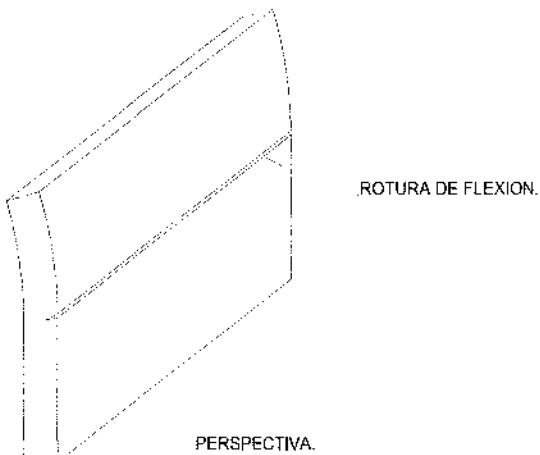


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión por pandeo en un muro no es usual, ya que sucede en muros muy esbeltos y también cuando el forjado le ocasiona un momento flector o durante un movimiento sísmico.

Las fisuras horizontales abiertas en una cara del muro indican que se está produciendo una flexión, no debiéndose confundir con las que aparecen en las dos caras por retracción o por asiento de la cimentación.

Los muros de fábrica tienen escasa resistencia a flexión y cortante, que al no poder soportar los esfuerzos durante un movimiento sísmico, son los primeros en desplomarse.

Los más afectados son los situados perpendicularmente a la dirección del movimiento sísmico, rompiendo a flexión o desplazándose.

Una rotura usual por sismo es la aparición de grietas en forma de aspa que se sitúan entre los dinteles y antepechos de las ventanas.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
7.5

C) IMPORTANCIA ★★

Una rotura por padeo es grave, indicando que se va a producir el desplome del muro.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Muro muy esbelto.
- Empuje horizontal de sismo.
- Momento ocasionado por el forjado que queda unido al muro.
- Empujes de forjados inclinados.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se produzca el desplome.

F) POSIBLES REPARACIONES

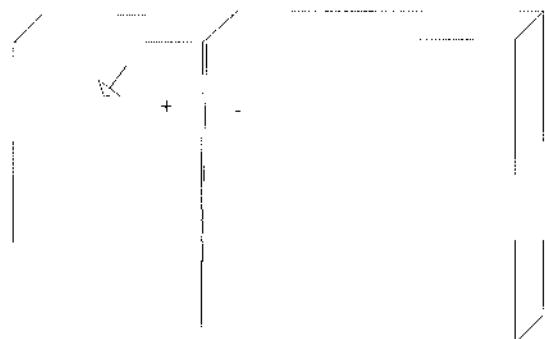
- Aumentar el espesor del muro.
- Colocar mallas de acero en cada cara del muro uniéndolas con barras y aplicar hormigón proyectado. De esta forma el muro queda capacitado para soportar flexiones y cortantes. Esto es muy importante cuando tiene que soportar empujes horizontales por movimientos sísmicos.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
7.6

A) FIGURA



ALZADO.

Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de cortante no es usual en los muros, aunque suele suceder en los asientos de la cimentación con giros de ésta, en los empujes de cubiertas y durante un movimiento sísmico.

La rotura es cerrada en distintos planos como se indica en la **figura 6**.

El fallo comentado es muy frecuente en las vallas de fábrica por asiento y giro de la cimentación y en los muros de contención de fábrica cuando no pueden soportar el empuje de las tierras por tener poco canto.

La fisura comentada no se debe confundir con la de retracción, que es abierta en un mismo plano.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
7.6

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende del desplome que se haya producido, ya que cuando es mayor que la mitad del ancho del muro y este queda suelto, se suele producir el desplome.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Asiento y giro de la cimentación.
- Empuje de forjado de cubierta.
- Empuje horizontal por movimiento sísmico.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar si el desplome es acusado.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar la causa que ocasiona la rotura por cortante.
- Aumentar las dimensiones del muro si se estima necesario y grapar las grietas.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

DESAGREGACIÓN DEL MORTERO DEL AGARRE

LÁMINA
7.8

A) FIGURA

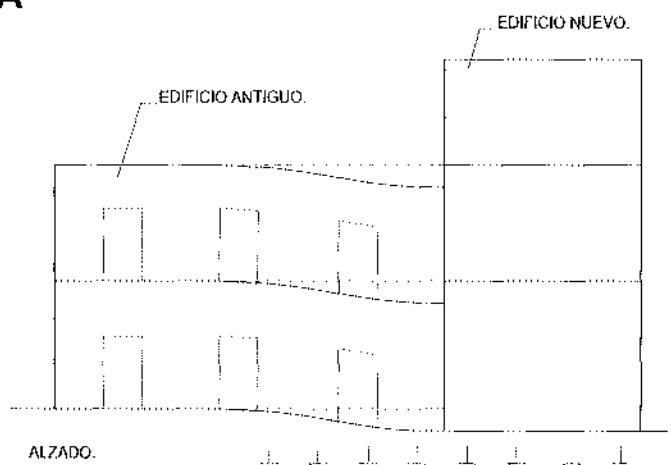


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Los morteros empleados para la ejecución de los muros de carga, cuando ha transcurrido más de un siglo desde su ejecución, comienzan a reducirse sus propiedades y se desagregan quedando con menos resistencia. Si no puede el muro soportar la carga que recibe, aparecen fisuras verticales de compresión. Estos morteros al rozarle con una llave se desprenden, ya que se suelen carbonatar.

Cuando se ejecuta un edificio nuevo al lado de uno existente y le ocasiona un asiento, en vez de producirse una rotura a 45° , el muro se deforma como se indica en la **figura 8** por haberse reducido las propiedades del mortero.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

DESAGREGACIÓN DEL MORTERO DEL AGARRE

**LÁMINA
7.8**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Cuando las grietas en los muros son verticales de compresión, indica que no es capaz de soportar la carga que le llega y por lo tanto es un problema grave. Esto es más acusado cuando existen cargas puntuales o con mayor número de plantas, mientras que si sólo se trata de una deformación por asiento, no implica gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Deterioro del mortero de agarre.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Ejecutar un edificio nuevo que le ocasiona descenso al existente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No emplear dosis muy bajas de cemento.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar una malla a cada lado del muro uniéndolas con barras y aplicar un hormigón proyectado. Esto también capacita al muro para soportar empujes horizontales.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

DESAGREGACIÓN DEL MORTERO DE AGARRE

LÁMINA
7.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 11



Fotografía 12

En las **fotografías 11 y 12** las fachadas se han deformado por descenso de la cimentación, ocasionado por el edificio medianero. Si el mortero hubiera sido más resistente, habría roto con grietas a 45° , pero al no tener la resistencia suficiente, se adapta la fábrica al descenso que se ha producido.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

HUMEDAD DE CAPILARIDAD

LÁMINA
7.9

A) FIGURA

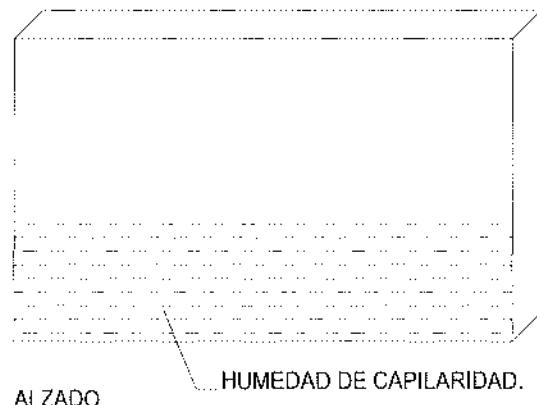


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

La humedad de capilaridad es frecuente en los muros, sobre todo cuando la cimentación se encuentra introducida en agua. En este caso la humedad sube a una cota más alta por el empuje hidrostático. Al existir todo el año se le llama "humedad residente". Al quedar la pared muy húmeda el polvo en suspensión se le adhiere más fácilmente y el paño queda más oscuro.

El continuo paso del agua de capilaridad a través del muro deteriora los morteros dejándolos más porosos y reduciendo su resistencia y aislamiento. También introduce en el interior del recinto bastante agua vaporizada, que si no existe la ventilación suficiente, suele ocasionar humedades de condensación reduciendo el confort y condiciones de salubridad.

Si el terreno contiene sales a través de la humedad asciende y en el nivel de evaporación, suelen surgir manchas pulverulentas de eflorescencias.

La diferencia entre humedad de capilaridad y humedad de capilaridad por empuje hidrostático, es que la primera alcanza poca altura y la segunda, al estar la cimentación sumergida, alcanza más altura y queda la pared más húmeda y oscura.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

HUMEDAD DE CAPILARIDAD

LÁMINA
7.9

C) IMPORTANCIA *

Aunque la gravedad es leve, la humedad deteriora los morteros.

Al ser muy elevada la humedad con existencias de esporas y hongos puede ser la desencadenante de enfermedades alérgicas, reumáticas o asmáticas, el mismo tiempo que reduce el confort y las condiciones de habitabilidad, ya que se reduce su aislamiento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Terreno saturado de agua.
- Nivel freático alto.
- Existencias de bolsas de aguas colgadas.
- Rotura en las redes de saneamiento.
- Efecto presa por ejecutar un muro pantalla cuando interrumpe una corriente de agua.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Impermeabilizar la cimentación.
- Eliminar el agua existente en el terreno.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar arquetas de drenaje para eliminar el agua del terreno.
- Colocar barreras químicas.
- Instalar electroósmosis pasiva o activa.
- Colocar ventilación forzada en la base del muro para que la humedad no ascienda.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

HUMEDAD DE CAPILARIDAD

LÁMINA
7.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 13



Fotografía 14

En las **fotografías 13 y 14** aparecen dos fachadas de muros de carga con humedad de capilaridad muy elevada por encontrarse la cimentación de zanja corrida introducida en agua. Como se puede apreciar, los ladrillos y las llagas quedan deteriorados por el continuo paso del agua.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

APERTURA DE HUECOS

LÁMINA
7.10

A) FIGURA



Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

La apertura de huecos en muros ocasiona graves daños cuando no se tienen en cuenta todos los problemas que pueden surgir, ya que su ejecución presenta riesgos cuando no se toman las suficientes precauciones.

La viga cargadero se calcula con la suficiente rigidez para que no se produzcan deformaciones y se le dota del suficiente apoyo para que no someta a la fábrica a una tensión excesiva. Si es frecuente que al quedar un lado del muro más pequeño, se produzcan descensos en un lateral y surjan grietas como las que se indican en la **figura 10**.

Otra rotura muy grave que se puede producir es por compresión, apareciendo fisuras verticales cuando la zona más pequeña del muro no puede soportar la carga que le llega.

En el caso comentado suele ser necesario aumentar las dimensiones del muro que queda más pequeño y de su cimentación.

7. MUROS DE CARGA DE FÁBRICA

APERTURA DE HUECOS

LÁMINA
7.10

C) IMPORTANCIA ★★★

La rotura vertical de compresión es muy grave sucediendo antes de que se produzca el colapso, por lo que se debe apuntalar con urgencia.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever el aumento de carga que le llega a la zona pequeña del muro y no prever el asiento que se puede producir.
- Otro error consiste en realizar huecos en la base del muro menor para introducir la caja del contador de agua o eléctrico, quedando el muro con menor sección y resistencia.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Tomar todas las precauciones necesarias antes del vaciado y seguir un orden muy riguroso de ejecución.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Apuntalar con urgencia, reforzar la zona pequeña del muro y recalzar la cimentación si se han producido descensos.
- Si hay exceso de compresión en la zona más pequeña del muro, colocar un soporte.

8. PILARES

ROTURAS DE COMPRESIÓN

LÁMINA
8.1

A) FIGURA

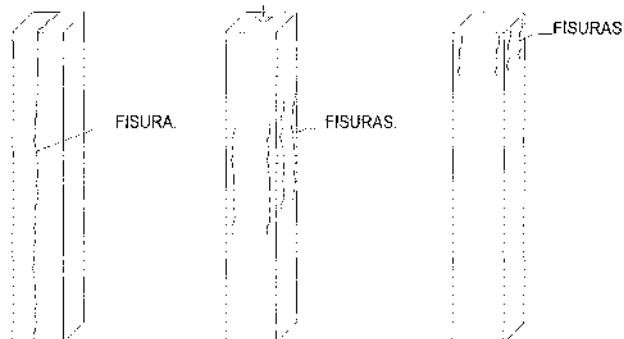


Figura A.

COMPRESION

Figura B.

PANDEO BARRAS
POR COMPRESION

Figura C.

COMPRESION POR
OMISION DE CERCOS

Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura es más rápida cuanto menor sea la cuantía de armadura existente. Se produce al no poder el pilar soportar la carga que le llega.

Las roturas de compresión más usuales suelen ser las siguientes:

FIGURA A

La rotura es en vertical seccionando el pilar, el cual se abre al no poder soportar la carga.

No se debe confundir con las que surgen por retracción del enfoscado que es superficial y sólo aparece en una cara.

FIGURA B

Cuando los cercos quedan muy separados o desaparecen por corrosión, el fallo por compresión se manifiesta con pandeo de las barras, que no se debe confundir con una corrosión de las barras.

FIGURA C

Cuando en la zona alta del pilar no existen cercos porque estaban mal colocados y se han caído durante el hormigonado o vibrado, al entrar en carga, pandean las barras en esa zona.

Las roturas comentadas suelen surgir cuando la edificación entra en servicio. Si el error es muy grande sucede durante la ejecución.

8. PILARES

ROTURAS DE COMPRESIÓN

LÁMINA
8.1

C) IMPORTANCIA ★★★

Es muy grave, ya que en pilares con cuantía mínima de armadura la rotura suele suceder de forma instantánea sin previo aviso y sin aparición de fisuras de prerrotura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Sección insuficiente.
- Armadura insuficiente.
- Cálculo erróneo.
- Hormigón de menor resistencia que la indicada en proyecto.
- Exceso de carga.
- Cercos muy separados.
- Corrosión de los cercos.
- Colocar cercos sin cerrar.
- Empuje de sismo no previsto.
- Aumento del número de plantas.
- Colocar otro pilar con menor resistencia por error.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia colocando dos soportes en sus laterales y también en los pilares de las plantas inferior y superior para evitar el punzonamiento en las vigas por transmisión de la carga del pilar al soporte.
Se ha de tener presente que varios puntales telescópicos colocados alrededor del pilar afectado, no tienen resistencia suficiente equivalente a la del pilar que ha de soportar un número determinado de plantas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar de sección el pilar afectado. Se puede proceder colocando una nueva armadura alrededor del pilar y hormigonando en dos fases. Se debe tener en cuenta como le afecta a las vigas el cambio de rigidez del pilar que hace que aumenten los momentos negativos.
- También se puede empresillar el pilar con angulares, pero si las presillas quedan muy separadas, estas pueden pandear y el hormigón no queda bien confinado.

8. PILARES

ROTURAS DE COMPRESIÓN

LÁMINA
8.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** se presenta una fisura vertical de prerrotura en un pilar donde se ha sacado un testigo, en el que se aprecia que el pilar queda totalmente seccionado con la aparición de la misma fisura en ambas caras.

En la **fotografía 2** aparece un pilar con una rotura de compresión que lo secciona, incluso ha saltado el hormigón de la esquina al intentar pandear la barra.

La rotura es muy grave, ya que el fallo se ha producido durante la ejecución cuando sólo tenía que soportar el peso propio de siete plantas.

8. PILARES

ROTURAS DE COMPRESIÓN

LÁMINA
8.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En la **fotografía 3** aparece un pilar que ha roto a compresión pandeando las barras al no poder soportar el axil al que está sometido. Como medida de urgencia se le ha colocado en sus laterales dos pilastras de ladrillos para evitar el colapso.

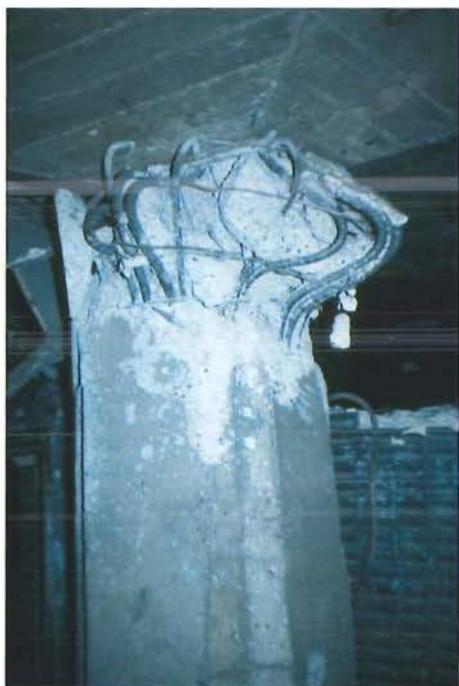
Cuando un pilar queda muy armado y no puede soportar la carga que le llega, el fallo sucede por compresión, el hormigón se destruye y el pilar pandea y se dobla como aparece en la **fotografía 4**.

8. PILARES

ROTURAS DE COMPRESIÓN

LÁMINA
8.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

Al quedar el pilar sometido a una mayor solicitud durante un movimiento sísmico, han pandeado las barras por compresión en su zona superior (**fotografía 5**).

En la **fotografía 6** se aprecia como ha pandeado por compresión la armadura de un pilar de esquina por no quedar confinada por los cercos.

8. PILARES

ROTURAS DE COMPRESIÓN

LÁMINA
8.1

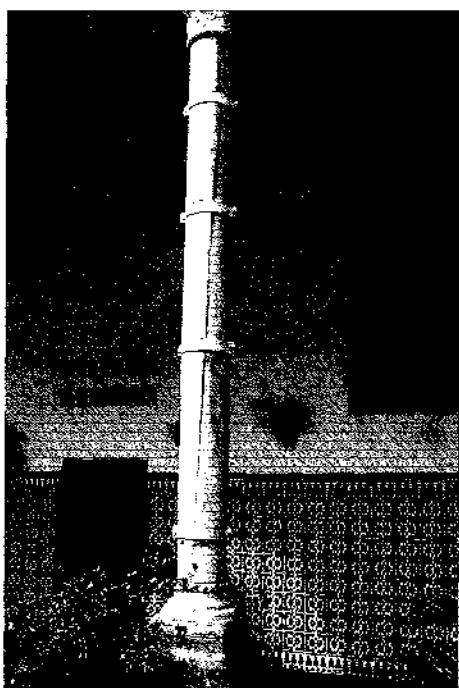
G) FOTOGRAFÍAS



COLUMNA DE MARMOL.

DESPRENDIMIENTO.

Figura 2



Fotografía 7

Un fallo de compresión en una columna de mármol se manifiesta con desprendimiento en forma de lasca como se indica en la **figura 2**. Esto es muy grave, ya que indica que está muy próximo el fallo total, aunque en la mayoría de los casos no hay aviso y el fallo se produce de forma instantánea.

En la **fotografía 7** se presenta una columna de mármol seccionada verticalmente por defecto del material. Se comenta para no confundirla con una rotura de compresión. En este caso el fallo se produciría por pandeo. Para evitarlo se ha empresillado.

8. PILARES

ROTURAS DE CORTANTE

LÁMINA
8.3

A) FIGURA

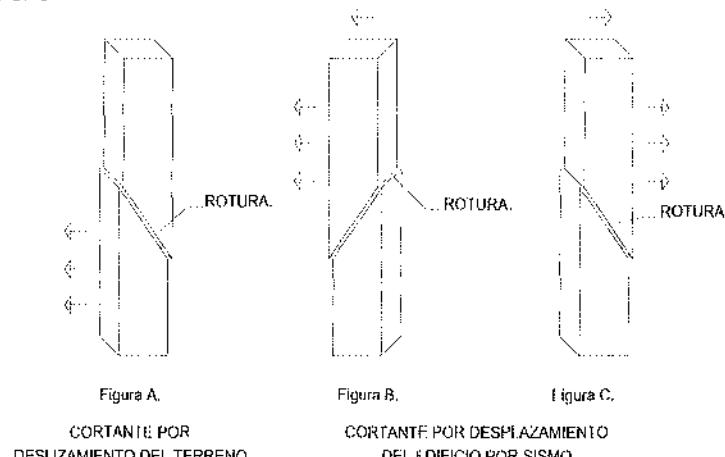


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Aunque la rotura por cortante no es usual, sí se produce en determinados casos. Es muy grave, ya que el pilar queda totalmente seccionado. La rotura es abierta en distintos planos con una inclinación aproximada de 60° . No se debe de confundir con la de compresión truncada que es exactamente igual, con la única diferencia de que la rotura es cerrada y es más grave.

El daño comentado suele suceder en pilares de planta baja cuando se produce un deslizamiento del terreno, desplazándose el pilar en su base y rompiendo como aparece en la **figura A**, mientras que si se desplaza el edificio por un movimiento sísmico, las fisuras aparecen como las representadas en las **figuras B o C**.

Los pilares cautivos, al tener bastante rigidez quedan sometidos a elevados momentos flectores que le ocasionan grandes cortantes hiperestáticos y si están poco estribados se encuentran más expuestos a este tipo de rotura. Los cambios dimensionales de origen térmico en los forjados también le suelen ocasionar este tipo de rotura a los pilares cautivos, (A estos pilares también se les suele llamar pilares enanos o cortos).

Los pilares situados en plantas bajas de los edificios, al oponerse al desplazamiento del edificio durante un movimiento sísmico, quedan muy expuestos a romper por cortantes.

8. PILARES

ROTURAS DE CORTANTE

LÁMINA
8.3

C) IMPORTANCIA ★★★

La rotura es muy rápida y grave, especialmente cuando el pilar está poco estribado, pues su capacidad de aviso antes de romper es menor.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Deslizamiento de terreno.
- Empuje horizontal superior al previsto.
- Sección insuficiente.
- Hormigón deficiente.
- Armadura transversal insuficiente.
- Elevados cortantes en pilares muy rígidos.
- Desplazamiento por movimiento sísmico.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia.
- Colocar dos soportes en los laterales del pilar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar la resistencia del pilar añadiendo barras, cercos y aumentando sección.
Si se aumentan las dimensiones del pilar, es conveniente ejecutar el hormigonado en dos fases, la primera llegando hasta un metro menos de su altura y la segunda hormigonar a través de orificios llamados bebederos realizados en el forjado, siendo aconsejable que el pilar existente se encuentre rugoso y humedecido.

8. PILARES

ROTURAS DE CORTANTE

LÁMINA
8.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 8



Fotografía 9

En la **fotografía 8** aparece un pilar que ha roto por cortante al deslizar hacia la izquierda un terreno en ladera. Si se compara con la **figura 4A** se puede ver que es el mismo tipo de rotura.

En la **fotografía 9** aparece un pilar de un puente que ha roto por cortante durante un movimiento sísmico.

8. PILARES

ROTURAS DE CORTANTE

LÁMINA
8.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 10



Fotografía 11

En las **fotografías 10 y 11** aparecen dos pilares que han roto por cortante al desplazarse el edificio hacia la izquierda por un movimiento sísmico. La rotura tiene las mismas características que la de la **figura 4B**. Aunque la rotura es grave, aún lo sería más durante una réplica del movimiento sísmico, por vibraciones de maquinarias o vehículos pesados.

8. PILARES

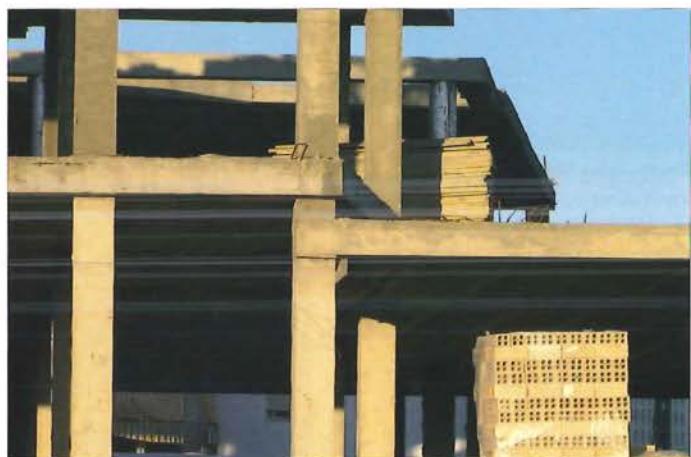
ROTURAS DE CORTANTE

LÁMINA
8.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 12



Fotografía 13

Cuando los pilares tienen cuantías muy elevadas de armadura y el edificio se desplaza, éstos no suelen romper por cortante y sólo se deforman desprendiéndose el hormigón, como le ha sucedido a los que aparecen en la **fotografía 12** al desplazarse el edificio hacia la derecha.

Los pilares cortos llamados cautivos que arrancan desde muros de contención o como los de la **fotografía 13**, uniendo dos forjados muy próximos, son diseños problemáticos y están más expuestos a romper por cortante, bien por cambios dimensionales de origen térmico, por elevados momentos o durante un movimiento sísmico. Debido a ello se le debe prestar más atención y deben quedar más estribados.

8. PILARES

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
8.4

A) FIGURA

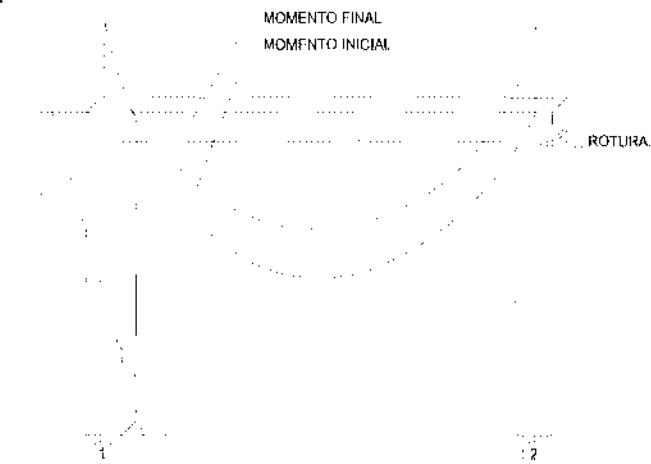


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión en un pilar se produce en la cara de mayor momento cuando la armadura no tiene la resistencia suficiente para soportar la solicitud a la que se encuentra sometida. Cuando sucede, aumenta el momento del vano de la viga y el momento y cortante de la viga sobre el pilar 1 como se indica en la figura 5.

La rotura más usual suele ser en las cabezas de los pilares que es donde se producen los mayores momentos y el hormigón se obtiene con menor resistencia y durabilidad.

La rotura comentada, es más frecuente en los pilares de última planta sometidos a flexión compuesta, es decir, con poca carga y un mayor momento, cuando se olvida colocar patillas, entonces las barras de espera deslizan en el hormigón y aparece la fisura.

Conviene recordar que los pilares circulares están menos capacitados para soportar flexiones que los rectangulares.

Los pilares de planta baja durante un movimiento sísmico al oponerse al desplazamiento del edificio, aumenta considerablemente en ellos el momento flector, y están muy expuestos a que se fisuren por flexión.

8. PILARES

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
8.4

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura de flexión en pilares está considerada como grave, aunque también depende de las causas que la han ocasionado, de la importancia del pilar en el que se ha producido y de como afecta a otros elementos.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura con sección insuficiente.
- Longitud de anclaje insuficiente.
- Aumento del momento por asiento de la cimentación.
- Hormigón deficiente.
- Empuje horizontal no previsto.
- Error de ejecución.
- Error de cálculo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar colocando dos soportes en H a su lado y estudiar la causa que ha ocasionado la rotura y como le afecta a otros elementos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir la armadura que le falta y reforzar las vigas que han quedado afectadas.
Una forma fácil consiste en colocar una nueva armadura alrededor del pilar y aplicarle hormigón proyectado de 4 ó 5 cm de grosor.
- Reforzar aumentando su sección o añadiéndole perfiles metálicos.

8. PILARES

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
8.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 14



Fotografía 15

En las **fotografías 14 y 15** aparecen dos pilares que han roto a flexión al aumentar el momento flector a causa de un descenso de la cimentación y no tener la armadura suficiente para soportar la solicitud. La fisura es abierta en la cara traccionada y se va cerrando a medida que se acerca a la zona comprimida.

8. PILARES

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
8.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 16



Fotografía 17

En la **fotografía 16** aparece un pilar que ha roto a flexión en una cara y en la opuesta a compresión con fisuras perpendiculares a las compresiones.

Los pilares de la **fotografía 17** han flexionado en una cara con fisuras al volcar el edificio por un movimiento sísmico.

8. PILARES

ROTURAS DE TRACCIÓN

LÁMINA
8.5

A) FIGURA

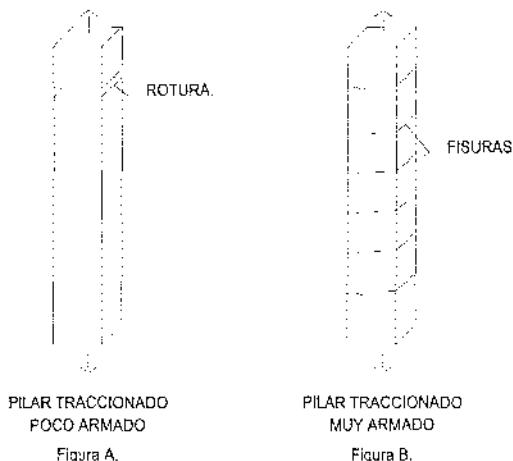


Figura A.

Figura B.

Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Los pilares se calculan para soportar compresiones, flexiones y cortantes, pero en determinados casos pueden quedar trabajando a tracción pura, es decir, quedan totalmente traccionados, función para la que no se han previsto. Puede suceder en caso de un descenso de la cimentación y quedar colgado de la estructura en un movimiento sísmico, e incluso en pórticos muy descompensados pueden quedar trabajando totalmente a tracción.

Se ha de tener en cuenta que cuando se invierte el proceso y comienza a trabajar a tracción un pilar, queda alterado el funcionamiento de la estructura aumentando los momentos en los pilares y vigas que están alrededor del pilar traccionado, ya que el axil que soportaba se traslada a los que están más cerca, aumentando las compresiones y las tensiones en el terreno con la posibilidad de que se produzcan nuevos descensos.

Si el pilar contiene poca armadura, suele aparecer sólo una rotura más abierta en la cabeza que lo secciona transversalmente (**figura 6A**), mientras que si está muy armado, aparecen fisuras muy finas en toda su altura seccionándolo (**figura 6B**). Estas fisuras no se deben confundir con las que aparecen por retracción hidráulica durante el fraguado por estar en encofrado muy caliente por la acción solar.

8. PILARES

ROTURAS DE TRACCIÓN

LÁMINA
8.5

C) IMPORTANCIA ★★

Esta rotura se considera grave, sobre todo por los daños que le ocasiona a todos los elementos estructurales que se encuentran a su alrededor, cambiando o aumentando los esfuerzos que tienen que soportar.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Asiento de la cimentación.
- Omisión de vigas centradoras.
- Excavación en solar medianero.
- Sedimentos en pozos de la cimentación.
- Acortamiento de las cabezas de pilares por fluencia o recriscos defectuosos.
- Arquetas rotas donde se originan fugas de agua y afecta a la capacidad portante del terreno, occasionando descensos a la cimentación.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar o transferir cargas para que no quede colgado el pilar.
- Investigar qué sucede.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la cimentación si es necesario y transferir cargas para que no quede el pilar colgado.
- Comprobar el estado de los elementos estructurales que están alrededor del pilar afectado.
- Si el fallo sucede en pilares de planta alta, comprobar la resistencia de los pilares inferiores, especialmente en las cabezas de los mismos.
- Reforzar el pilar colocando armadura y aplicando hormigón proyectado.

8. PILARES

ROTURAS DE TRACCIÓN

LÁMINA
8.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 18



Fotografía 19

En la **fotografía 18** aparece un pilar que ha roto a tracción en su zona superior a causa del descenso de la cimentación por estar ejecutado sobre un terraplenado. Al contener poca armadura sólo se produce una rotura muy abierta en la cabeza del pilar, que es precisamente donde el hormigón se obtiene con menor resistencia.

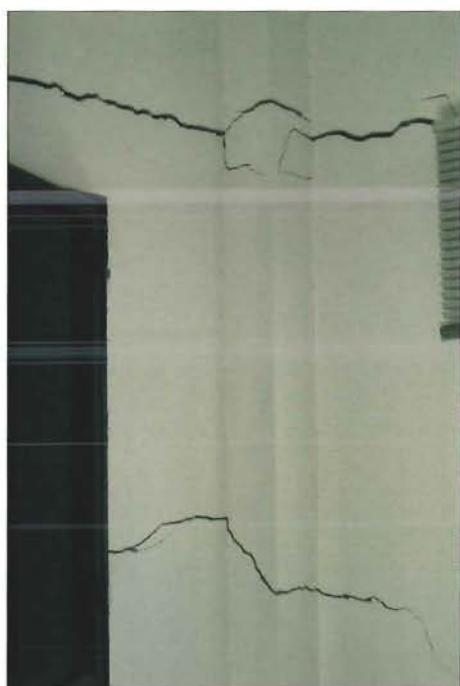
En los pilares con mayor cuantía de armadura suelen aparecer varias fisuras seccionándolos. Para verlas mejor es conveniente aplicarle agua coloreada, ya que al introducirla por las fisuras quedan más marcadas. Este procedimiento se observa en la **fotografía 19** cuyo daño lo ha ocasionado un descenso de la cimentación.

8. PILARES

ROTURAS DE TRACCIÓN

LÁMINA
8.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 20



Fotografía 21

En la **fotografía 20** se presenta un pilar que ha roto a tracción en su zona inferior por descenso de la cimentación. En determinados casos la fisura se sitúa donde termina la armadura de espera de la cimentación.

En la **fotografía 21** aparece la rotura de la zona inferior vista más de cerca, la cual queda abierta por quedar traccionada.

8. PILARES

FLEXIÓN POR PANDEO

LÁMINA
8.6

A) FIGURA

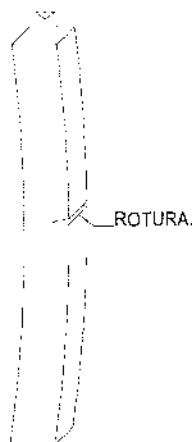


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión por pandeo suelen surgir en la mitad de la altura del pilar, es abierta por una cara y por el lateral se va cerrando a medida que se acerca a la zona más comprimida.

Este daño suele surgir en pilares muy esbeltos con secciones insuficientes para soportar el axil, tales como plantas bajas muy altas o en forjados sanitarios elevados que no quedan unidos a los pilares.

Una vez que aparece la fisura, la rotura motivada por el axil es muy rápida y prácticamente sin capacidad de aviso, de ahí su peligrosidad y de que pocos técnicos las hayan podido observar (**figura 7**).

El fallo por pandeo se debe detectar mediante cálculo antes de que este suceda.

Los soportes metálicos al tener mayor esbeltez, tienen más posibilidad de pandeo, especialmente cuando quedan afectados durante un incendio, o al aumentar el axil durante un movimiento sísmico.

8. PILARES

FLEXIÓN POR PANDEO

LÁMINA
8.6

C) IMPORTANCIA ★★★

Aunque la rotura es muy grave y rápida, hay veces que antes de que suceda salta el recubrimiento del hormigón.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Esbeltez no prevista.
- Sección insuficiente.
- Armadura insuficiente.
- Cálculo erróneo.
- Mayor altura de la considerada en los cálculos.
- Exceso de carga en pilares esbeltos.
- Forjados sanitarios altos que no quedan unidos a los pilares.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar urgentemente.
- Repasar muy bien los cálculos cuando tengan pilares esbeltos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar la sección del pilar, colocando armadura a su alrededor y hormigonar el pilar en dos fases.
- Reducir la solicitud.

8. PILARES

FLEXIÓN POR PANDEO

LÁMINA
8.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 22



Fotografía 23

En la **fotografía 22** aparece en una nave un pilar que ha roto por pandeo al impactar con él un camión. Al dejar de actuar la causa se ha mantenido, pero si el motivo fuese un axil, al continuar se hubiera desplomado.

En la **fotografía 23** la rotura se puede observar con más detalle, ésta es más abierta en una cara y se va cerrando a medida que se acerca a la zona más comprimida que es donde ha recibido el empuje. Es una rotura de flexión, que es lo que sucede en un pandeo y se expone para poder conocerla.

8. PILARES

FLEXIÓN POR PANDEO

LÁMINA
8.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 24



Fotografía 25

Durante un movimiento sísmico, al incrementarse los axiles, los pilares de menor sección también pueden romper por pandeo en su zona central, quedando un lado traccionado, rompiendo a flexión y la cara opuesta con rotura de compresión (**fotografía 24**).

Cuando un edificio se desplaza por un movimiento sísmico, los pilares de planta baja quedan sometidos a elevados momentos y cortantes, ya que tienen que oponerse al desplazamiento del mismo. Si la armadura de los pilares queda solapada a la mitad de su altura, puede salirse del hormigón, como le ha sucedido al de la **fotografía 25** al quedar desplazado. No debe confundirse con un pandeo.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LAS BARRAS

LÁMINA
8.7

A) FIGURA

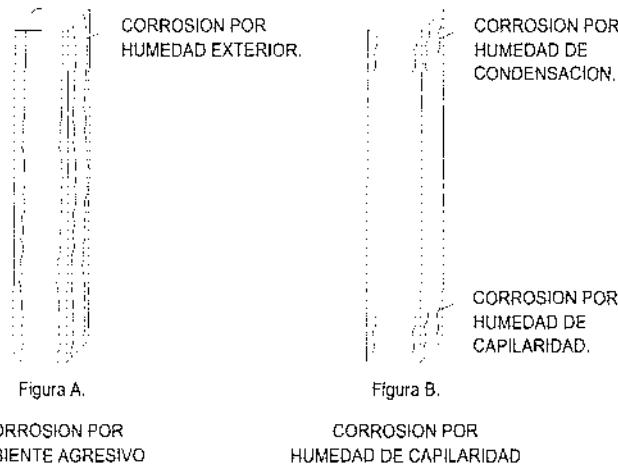


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión de la armadura ocasiona una ruina lenta y progresiva del elemento, reduciendo la sección de las barras y la adherencia con el hormigón, esto termina inutilizándolo.

La corrosión generalizada de las barras sucede cuando es atacada desde el exterior por un ambiente agresivo y no quedan lo suficientemente protegidas.

Las barras más afectadas por la corrosión son las de las esquinas de los pilares porque son atacadas por dos caras y porque el hormigón es más fluido y poroso. Conviene destacar que las barras de mayor diámetro tardan más tiempo en afectarle la corrosión por quedar a mayor profundidad y tener mayor sección.

En la **figura 8A** se representa una corrosión de las barras por una causa exterior.

Cuando se trata de humedad de condensación la corrosión sucede en las cabezas de los pilares.

En la **figura 8B** se presenta una corrosión de las barras en la base del pilar por humedad de capilaridad y en la zona superior por condensación que irá en aumento si no se elimina la causa.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LAS BARRAS	LÁMINA 8.7
C) IMPORTANCIA ★★	
<p>La gravedad depende de lo avanzada que esté la corrosión, de la sección que haya perdido la armadura y de la importancia del elemento, puesto que no supone la misma gravedad en un pilar de cubierta que uno de planta baja donde el fallo sucede por compresión.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Ambiente agresivo como zonas industriales o ambientes marítimos.• Hormigón de baja alcalinidad.• Hormigón más poroso por deficiente vibrado o exceso de agua.• Escaso recubrimiento de la armadura.• Corriente vagabunda por la armadura.• Utilización de agua o áridos contaminados.• Zonas ajardinadas en contacto con los pilares.• Rotura en las redes de saneamiento que ocasionan humedades de capilaridad y a su vez estas ocasionan condensación cuando no existe ventilación suficiente.• Salpicadura de agua en lonjas de pescado.• Orina continuada de perros sobre los pilares.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Si la corrosión está muy avanzada, apuntalar, sobre todo si están corroídos los cercos, pues al no quedar atadas las barras el fallo sucede por compresión.• Apuntalar siempre que se vaya a reparar.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• En primer lugar suprimir la causa que ocasiona la corrosión.• Eliminar el hormigón suelto, limpiar la armadura, aplicar pintura inhibidora de corrosión y reponer el hormigón con mortero epoxi. Si la sección de armadura está reducida se debe suplementar con otra nueva.	

8. PILARES

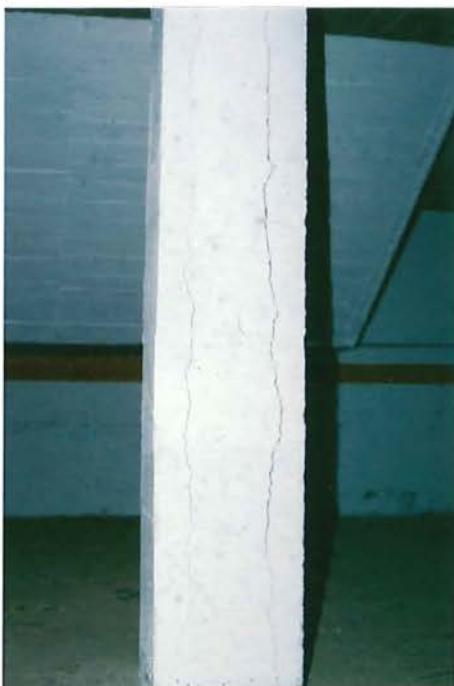
CORROSIÓN DE LAS BARRAS

LÁMINA
8.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 26



Fotografía 27

En las **fotografías 26 y 27** aparecen pilares situados en el interior de un sótano en zona marítima, que debido a la elevada humedad se están corroyendo las barras, han aumentado de volumen y debido a ello, han aparecido fisuras donde están situadas, incluso ya se está desprendiendo el hormigón de las esquinas del pilar.

En hormigones de baja alcalinidad, antes de que aparezcan las fisuras, suelen surgir manchas de óxido en el lugar donde se encuentran situadas las barras.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LAS BARRAS

LÁMINA
8.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 28



Fotografía 29

En la **fotografía 28** aparece un pilar que soporta once plantas con la esquina fisurada por corrosión de capilaridad debido a un terreno húmedo.

En la **fotografía 29** aparece un pilar situado en un sótano donde se está corroyendo la armadura en su base por humedad de capilaridad y al aumentar su volumen se desprende el hormigón.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LAS BARRAS

LÁMINA
8.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 30



Fotografía 31

Los soportes metálicos como el de la **fotografía 30**, formados por 2U, también quedan afectados por la humedad de capilaridad, reduciéndose su sección y apareciendo oquedades.

En la **fotografía 31** aparece un soporte metálico donde la sección de su base ha quedado reducida con aparición de un hueco a causa de la orina continuada de los perros. En el caso de un pilar de hormigón hubiera terminado corroyendo la armadura de su base y erosionando el hormigón de su superficie.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LAS BARRAS

LÁMINA
8.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 32



Fotografía 33

En sótanos con humedad de capilaridad elevada que introduce en su interior agua vaporizada, cuando no existe la ventilación cruzada suficiente, es frecuente que se produzca la corrosión de la armadura en la zona superior de los pilares, como les ha sucedido a los de las **fotografías 32 y 33**, situados en el interior de un sótano que tiene que soportar doce plantas.

En estos casos al desaparecer primero los cercos, el fallo suele suceder por pandeo de las barras en la cabeza del pilar.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LOS CERCOS

LÁMINA
8.8

A) FIGURA

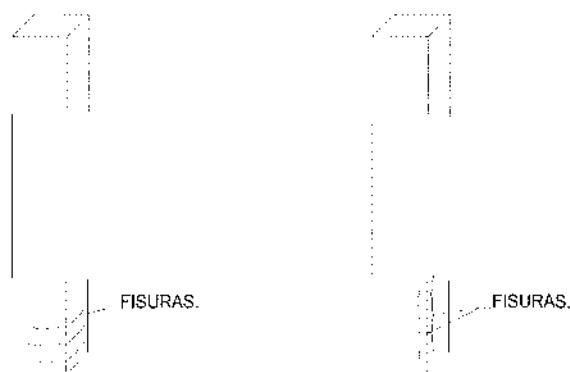


Figura A.

CORROSIÓN DE CERCOS

Figura B.

PANDEO DE BARRA

Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión y desaparición de los cercos implica mayor gravedad que en las barras, pues cuando no quedan atadas pandea la armadura y el fallo se produce por compresión.

Los cercos al quedar más superficiales y tener menor diámetro que las barras desaparecen antes por corrosión cuando se trata de humedad ambiental o de condensación en sótanos.

En terrenos yesíferos húmedos es usual que por humedad de capilaridad se corroan las barras y cercos en las bases de los pilares.

En la **figura 9A** se indican fisuras por corrosión en las esquinas de un pilar que al quedar cortados los cercos, ocasionarían fisuras verticales por pandeo de las barras, como se indica en la **figura 9B**.

En hormigones de más baja alcalinidad o más porosos, especialmente en zonas húmedas, antes de que se fisure el hormigón, suelen aparecer manchas de óxido en el lugar de los cercos y barras.

Los cercos desaparecen antes por humedad ambiental que por humedad de capilaridad.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LOS CERCOS

LÁMINA
8.8

C) IMPORTANCIA ★★★

Una vez que han desaparecido los cercos se corre un grave riesgo, pues al pandear las barra el fallo sucede por compresión.

Se le debe prestar especial atención a los cercos de los pilares situados en ambientes agresivos y en plantas bajas o de sótano, ya que están más expuestos a la corrosión por capilaridad y más aún si se trata de terreno agresivo o existen roturas en las redes de saneamiento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ambiente agresivo como zonas industriales o marítimas.
- Hormigón de baja alcalinidad.
- Hormigón más poroso por deficiente vibrado o exceso de agua.
- Escaso recubrimiento de la armadura.
- Utilización de agua o áridos contaminados.
- Zona ajardinada en contacto con los pilares.
- Roturas en las redes de saneamiento que ocasionan humedades de capilaridad.
- Salpicadura de agua en las lonjas de pescado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si han desaparecido los cercos, apuntalar con urgencia antes de que se produzca el fallo por compresión en pilares con grandes axiles.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar el hormigón suelto y los productos de corrosión, aplicar pintura inhibidora de corrosión, colocar cercos nuevos y cubrir con mortero epoxi.
- Antes de reparar se debe apuntalar, ya que el mayor riesgo se corre durante la reparación.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LOS CERCOS

LÁMINA
8.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 34



Fotografía 35

En la **fotografía 34** aparece un pilar en zona de playa donde la humedad y los cloruros han corroído su armadura. Los cercos, al tener menor diámetro han desaparecido o han quedado cortados. Esto en pilares con grandes axiles es muy grave, ya que al no quedar atadas las barras pandean y el fallo sucede por compresión.

En la **fotografía 35** se aprecia una corrosión muy acentuada en un pilar situado en ambiente marítimo donde se ha desprendido el hormigón que cubre las barras y han desaparecido los cercos de la esquina. Al tratarse de un pilar de última planta que sólo soporta el peso de una pérgola, no implica gravedad y la corrosión puede aumentar considerablemente antes de que se produzca el fallo.

8. PILARES

CORROSIÓN DE LOS CERCOS

LÁMINA
8.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 36



Fotografía 37

Cuando quedan pilares vistos situados a pie de playa con fuertes vientos predominantes del mar, la arena de la playa impulsada por el viento, le ocasiona una erosión al hormigón que no debe confundirse con una desagregación, dejando al descubierto la armadura como se puede apreciar en las **fotografías 36 y 37**.

8. PILARES

DESAGREGACIÓN DEL HORMIGÓN

LÁMINA
8.9

A) FIGURA



Figura A.

DESAGREGACION

Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando un elemento de hormigón se confecciona utilizando áridos contaminados, estos atacan al hormigón y lo desagrega, es decir, lo desmorona, ya que va reduciendo progresivamente su resistencia y durabilidad. Aunque esta destrucción química desde el interior del elemento es la peor, también puede proceder desde el exterior, pues los ambientes agresivos de zonas industriales, al combinarse con la humedad ambiental, se convierten en líquidos ácidos que atacan al hormigón en su superficie deshaciéndolo y corroyendo su armadura.

Los elementos afectados por la desagregación presentan un aspecto poroso con cambio de color, eflorescencias y manchas, pudiéndose catalogar como uno de los daños más perjudiciales que se pueden producir en una estructura, precisando ser sustituidos.

Los elementos más porosos sumergidos también pueden experimentar un entumecimiento o hinchamiento que lo desmorona.

Para mayor información se citan algunos productos químicos que le atacan fuertemente al hormigón.

- La pirita existente en áridos contaminados.
- Los terrenos yesíferos o aguas seleníticas.
- El ácido láctico derivado de la industria láctea.
- La glucosa que casi paraliza el fraguado.
- El azufre. Se encuentra en las aguas residuales.
- La salmuera que se utiliza en la industria de la aceituna.

8. PILARES

DESAGREGACIÓN DEL HORMIGÓN

LÁMINA
8.9

C) IMPORTANCIA ★★★

La desagregación es progresiva y termina inutilizando totalmente al elemento afectado.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Empleo de áridos contaminados.
- Cementar en terrenos yesíferos.
- Corrientes de agua selenítosas.
- Elementos en contacto con aguas residuales.
- Ambientes industriales húmedos muy agresivos.
- Utilización de aditivos incontrolados.
- Entumecimiento o hinchamiento.
- Orina continuada de perros que termina desagregando el hormigón superficial de la base de los pilares.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar dos soportes al lado del pilar antes de que se produzca el fallo total, también en la planta inferior y superior.
- Si la estructura está situada en ambiente agresivo protegerla y evitar fisuras o golpes que dejen a la armadura desprotegida.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Sustituir el elemento afectado por otro en su cometido.
- Si queda afectada toda la estructura es preferible demolerla, ya que cada vez tendrá menos resistencia y durabilidad. Si es posible introducir pórticos intermedios para reducir las solicitudes a que está sometida.
- Si la causa procede del exterior, proteger al elemento y si es posible eliminar la causa.

8. PILARES

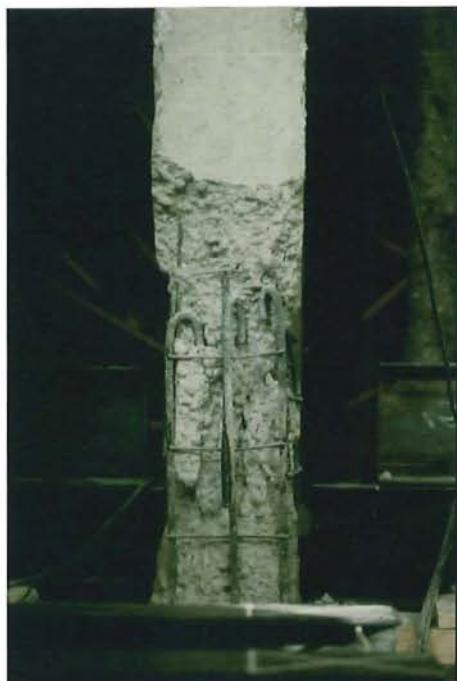
DESAGREGACIÓN DEL HORMIGÓN

LÁMINA
8.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 38



Fotografía 39

En la **fotografía 38** se presenta un pilar con un hormigón deficiente donde la humedad de capilaridad y un terreno agresivo han conseguido que se desagregue, desmoronándose en su base y desapareciendo los cercos al corroerse.

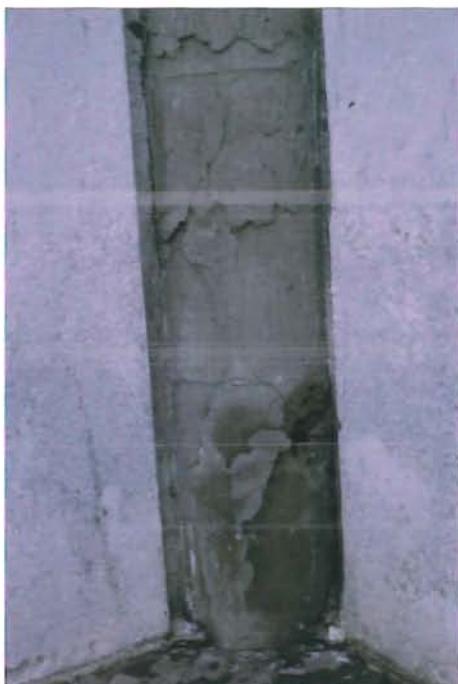
El pilar de la **fotografía 39** situado en planta baja en el interior del edificio, ejecutado con hormigón de baja resistencia y acero ordinario, se está desagregando a causa de la continua humedad de capilaridad procedente de un terreno yesífero.

8. PILARES

DESAGREGACIÓN DEL HORMIGÓN

LÁMINA
8.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 40



Fotografía 41

En las **fotografías 40 y 41** se presentan dos pilares que se están desmoronando en su superficie al perder sus propiedades e incluso el hormigón cambia su color y toma uno terrizo. La causa ha sido quedarse situados cerca de una zona industrial agresiva húmeda, donde los ácidos le atacan más en su superficie.

En el caso tratado, se eliminó el hormigón dañado, se le aplicó una pintura inhibidora a la armadura, se cubrieron los pilares con mortero predosificado y a continuación una pintura exterior protectora.

8. PILARES

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
8.10

A) FIGURA



RETRACCION HIDRAULICA

Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

El hormigón experimenta en las primeras horas de fraguado fuertes retracciones y cuando se emplean encofrados no aislantes (encofrados metálicos), quedando muy caliente en una cara por el fuerte soleamiento, se produce un gradiente térmico entre las caras opuestas del pilar, estando una más fría y la otra más caliente. Si no se riega lo suficiente para enfriarlo, aparecen fisuras de retracción hidráulica durante el fraguado que al desencofrar se aprecian como se indica en la **figura 11**. Son abiertas por la cara más caliente y a medida que se alejan se van cerrando. Estas fisuras se suelen situar en el lugar de los cercos, ya que es ahí donde el hormigón tiene menos recubrimiento y, por tanto, poca profundidad.

Cuando mayor sea la diferencia de temperatura entre ambas caras y mayor las dimensiones del pilar, mayor es la posibilidad de que se fisure.

Las fisuras comentadas que son poco profundas, aunque tienen parecido, no se deben confundir con las de tracción pura que si lo seccionan y suelen suceder en los descensos de las cimentaciones cuando el pilar queda colgado de la estructura.

8. PILARES

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
8.10

C) IMPORTANCIA ★/★★

Afecta de manera negativa a su estética, sin que ello suponga mayor gravedad. Si no se cubren las fisuras penetraría por ellas la humedad con peligro de corrosión para la armadura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Hormigonar al mediodía en época muy calurosa.
- No regar el encofrado para enfriarlo.
- Hormigón con exceso de cemento o áridos con impurezas.
- Utilización de cemento de rápido fraguado.
- Exceso de agua de amasado.
- Cuantía de armadura pequeña.
- Armadura con exceso de recubrimiento.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- En época muy calurosa regar abundantemente el encofrado para que el hormigón no fragüe tan rápidamente por el calor.
- Comprobar si el hormigón tiene la resistencia requerida.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Cubrir con mortero las fisuras.

8. PILARES

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
8.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 42



Fotografía 43

En la **fotografía 42** se presenta un pilar que ha roto por retracción hidráulica en la cara donde el encofrado estaba muy caliente por la acción solar. Al existir un gradiente térmico, las fisuras que se han situado en el lugar de los cercos se van cerrando a medida que se alejan de la cara más caliente.

En la **fotografía 43** aparece un pilar que ha roto en horizontal por retracción hidráulica al adquirir elevada temperatura por la acción solar y no enfriarlo durante su fraguado.

8. PILARES

ASENTAMIENTO PLÁSTICO

LÁMINA
8.11

A) FIGURA



ASENTAMIENTO PLASTICO

Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras finas horizontales en las cabezas de pilares surgen durante el fraguado del hormigón por asentamiento y retracción plástica. El hormigón que está debajo de los cercos desciende por asentamiento plástico y el que está encima no puede bajar, ocasionando daños (figura 12).

Cuanto más alto es el pilar y menos consistencia tiene el hormigón, más cantidad de agua y árido fino se acumula en la cabeza del pilar, facilitando la aparición de fisuras. Las fisuras son más abiertas cuanto mayor es el calor y la duración de vibrado.

El daño comentado presenta los problemas siguientes:

- El hormigón de las cabezas de los pilares suele tener menor resistencia y durabilidad, afectándole más la carbonatación.
- Por las fisuras penetra la humedad y se corroen la armadura, al mismo tiempo que queda menos protegida por ser el hormigón más poroso.
- En pilares con mayores axiles, están más expuestos los tabiques de las plantas superiores a romper por tracción diagonal, por el acortamiento de las cabezas de los pilares, por fluencia o fenómeno de cansancio y por recrecidos defectuosos.
- En la cabeza del pilar es la zona donde se originan los mayores momentos.

8. PILARES

ASENTAMIENTO PLÁSTICO

LÁMINA
8.11

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La importancia depende de si el hormigón tiene su resistencia y de si la edificación queda situada en ambiente agresivo.

El hormigón de la cabeza del pilar tiene menor durabilidad y es más poroso, lo cual facilita la corrosión de la armadura, especialmente si se trata de un ambiente agresivo.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Exceso de agua de amasado.
- Vibrado excesivo.
- Impureza en los áridos.
- Acumulación de árido fino en las cabezas de pilares.
- Hormigonar en época muy calurosa.
- Adición de agua a un hormigón predosificado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar si el hormigón tiene la resistencia requerida.
- Colocar los cercos más unidos en la cabeza del pilar.
- Realizar un hormigonado de 20 cm más alto del pilar y recién vibrado eliminar los 20 cm de hormigón sobrante.

F) POSIBLES REPARACIONES

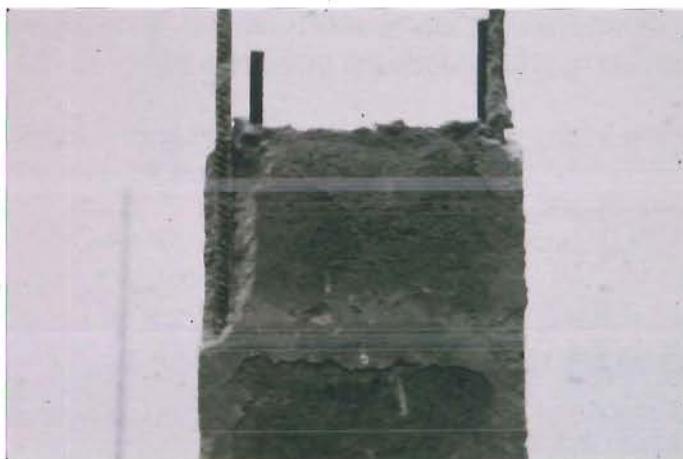
- Sellar las fisuras para que no se corroan las armaduras.
- Si el hormigón de la cabeza del pilar no tiene la resistencia requerida colocarle un collarín metálico.
- Al tratarse de un hormigón más poroso, conviene aplicarle una pintura protectora para que lo proteja de la humedad y no se corra la armadura.

8. PILARES

ASENTAMIENTO PLÁSTICO

LÁMINA
8.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 44



Fotografía 45

En la **fotografía 44** aparece un pilar con fisura horizontal por asentamiento y retracción plástica.

Las barras de este pilar están cortas y no tienen la longitud de anclaje necesaria, le faltan los cercos y aparece una esquina rota por sujetarse a la barra los operarios cuando el hormigón tenía poca resistencia.

En la **fotografía 45** se puede ver como por las fisuras de asentamiento plástico ha penetrado la humedad ambiental y por ellas está comenzando a fluir el óxido por corrosión de la armadura.

8. PILARES

ASENTAMIENTO PLÁSTICO

LÁMINA
8.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 46



Fotografía 47

Para quedar más familiarizados con las fisuras de asentamiento plástico en las cabezas de pilares se presentan las **fotografías 46 y 47**.

8. PILARES

ROTURA EN PILARES CON VIGAS DE EQUILIBRIO

LÁMINA
8.12

A) FIGURA

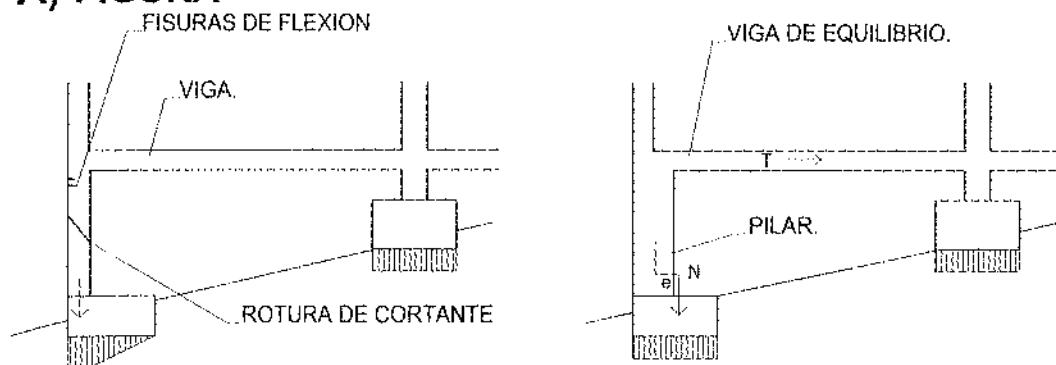


Figura A.

INCORRECTO

Figura B.

CORRECTO

Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando las zapatas medianeras se encuentran a mayor profundidad que las centrales, como la representada en la **figura 13A**, no se les pueden colocar vigas centradoras para unificar las tensiones. Para lograrlo se colocan vigas de equilibrio que actúan de tirante, consiguiendo así equilibrar las cargas y una distribución lineal de tensiones bajo la zapata de medianera, como se indica en la **figura 13B**.

Si se coloca viga de equilibrio y el pilar de la zapata medianera no tiene la armadura suficiente, lo más probable es que rompa a flexión como se indica en la **figura 13A**, ya que tiene que soportar el elevado momento flector $N.e$ que le ocasiona la excentricidad donde está aplicada la carga respecto al centro de la zapata medianera. En caso de estar muy armado y tener poca sección, al tener que soportar un elevado cortante hiperestático, existe bastante posibilidad de que rompa por esta causa.

Cuando el pilar rompe, el terreno queda sometido a mayores tensiones y se suele producir descenso y giro de la cimentación. Dicho descenso se manifiesta con fisuras de tracción diagonal en tabiquería y cerramiento y si el asiento es grande, también rompen las vigas y forjados.

8. PILARES

ROTURA EN PILARES CON VIGAS DE EQUILIBRIO

LÁMINA
8.12

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende de la rotura que tenga el pilar, de la magnitud del descenso y de los elementos estructurales afectados.

Los primeros síntomas se manifiestan con rotura de tabiques, cerramientos y bovedillas. Si el descenso continúa rompe el forjado, vigas y pilares.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Sección y armadura insuficiente del pilar medianero para soportar la solicitud a que está sometido.
- En el caso de sección o estribado insuficiente también puede el pilar romper por cortante.

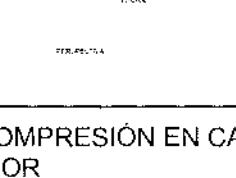
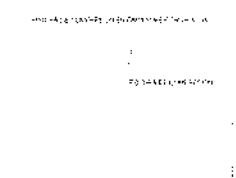
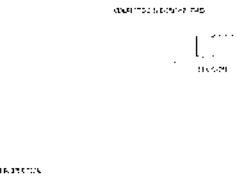
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien los cálculos, ya que este fallo suele pasar desapercibido. Incluso en pilares con mayor rigidez, los cercos no quedan siempre con la separación adecuada y una vez producida la rotura, se tiene poca posibilidad de acceso para observarlos.

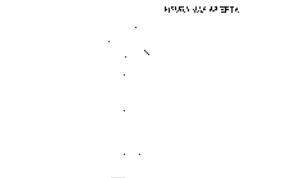
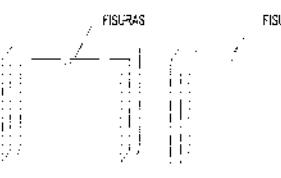
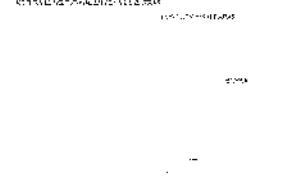
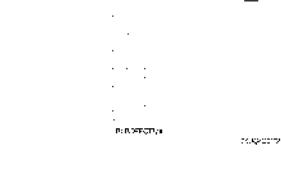
F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar las dimensiones del pilar o ampliar las zapatas para reducir las tensiones del terreno.
- Consolidar el terreno para mejorar su capacidad portante.
- Aumentar el canto de la zapata por su zona superior hasta llegar a la viga de equilibrio y considerarla como viga centradora. Esta solución suele ser muy cómoda y eficaz.

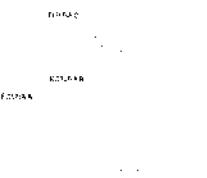
9. VIGAS

<p>9.1 ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA INFERIOR</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★/★★★</p>	<p>9.2 ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA SUPERIOR</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★</p>
<p>9.3 ROTURA POR ESFUERZO RASANTE</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★</p>	<p>9.4 ROTURA DE CORTANTE</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★/★★★</p>
<p>9.5 CORTANTE POR FLEXIÓN LATERAL</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★/★★★</p>	<p>9.6 COMPRESIÓN EN CARA INFERIOR</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★/★★★</p>
<p>9.7 COMPRESIÓN EN CARA SUPERIOR</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★/★★★</p>	<p>9.8 TORSIÓN SECUNDARIA</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★</p>
<p>9.9 TORSIÓN DE EQUILIBRIO</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★</p>	<p>9.10 TRACCIÓN POR TORSIÓN DE EQUILIBRIO</p>  <p>ESTRUCTURA ROTURA</p> <p>★★★/★★★</p>

9. VIGAS

<p>9.11 FLEXIÓN Y CORTANTE</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>*****</p>	<p>9.12 FLEXIÓN Y TORSIÓN</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>*****</p>
<p>9.13 CORTANTE Y LONGITUD DE ANCLAJE INSUFICIENTE</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>*****</p>	<p>9.14 ESCASA LONGITUD DE ANCLAJE EN CARA INFERIOR</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>**/****</p>
<p>9.15 ESCASA LONGITUD DE ANCLAJE EN CARA SUPERIOR</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>**/****</p>	<p>9.16 ROTURA DE RETRACCIÓN PLÁSTICA E HIDRÁULICA</p>  <p>Figura A Figura B Figura C</p> <p>**/**</p>
<p>9.17 ROTURA DE RETRACCIÓN TÉRMICA</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>*/**</p>	<p>9.18 CORROSIÓN GENERALIZADA</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>****/****</p>
<p>9.19 CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>*****</p>	<p>9.20 CORROSIÓN POR PICADURA</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>****/****</p>

9. VIGAS

<p>9.21 CORROSIÓN BAJO TENSIÓN</p>  <p>PERSPECTIVA.</p> <p>*****</p>	<p>9.22 CORROSIÓN DE ESTRIBOS</p>  <p>*****</p> <p>Pág. 311</p>
<p>9.23 ESQUINAS FISURADAS</p>  <p>PERSPECTIVA</p> <p>*/**</p>	<p>9.24 ROTURA DE FLEXIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN</p>  <p>DISYECTA</p> <p>*****/*****</p> <p>Pág. 317</p>
<p>9.25 DAÑOS POR INCENDIO</p>  <p>FUEGO - INCENDIO</p> <p>PERSPECTIVA</p> <p>*/*/*/*/*/*</p>	

9. VIGAS

En este capítulo se expone una amplia variedad de posibles tipos de roturas de vigas que se pueden encontrar, ya que con el suficiente conocimiento puedan diagnosticarse. En cada rotura se detallan las características que tiene, la importancia o gravedad, las causas más usuales que las ocasionan, medidas de precaución a tomar y se orienta sobre posibles reparaciones.

Para quedar más familiarizado con los daños se presentan fotografías de la rotura estudiada.

Se ha de tener presente que al romper un elemento estructural, si no es de forma súbita, antes de que esto suceda como es el caso de una viga, ya han roto los cerramientos y tabiques, los cuales con su tipo de rotura y comprendiéndolas, nos indican lo que sucede.

Siempre que se trate de una rotura en un elemento estructural, se debe apuntalar como seguridad y para evitar mayores daños, ya que más adelante puede ser tarde y se produzca el desplome, incluso con víctimas.

Debemos ser conscientes de que son problemas graves y que nuestra decisión como expertos es muy importante. Ante la duda es preferible apuntalar.

Los fallos más usuales en vigas son debidos a diseños problemáticos a los que no se les presta la suficiente atención y a errores de cálculo donde el usuario de un programa entrega los resultados teóricos que obtiene sin efectuar ninguna revisión.

También existen daños ocasionados por errores de ejecución, ya que si los técnicos que ejecutan la estructura no tienen los suficientes conocimientos y precauciones, se suelen cometer errores graves.

Antes de hormigonar es importante verificar si el ancho de las vigas planas y sus armaduras corresponden con la de los planos de estructura y si han colocado patillas en la armadura superior de extremos de pórticos.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA INFERIOR

LÁMINA
9.1

A) FIGURA

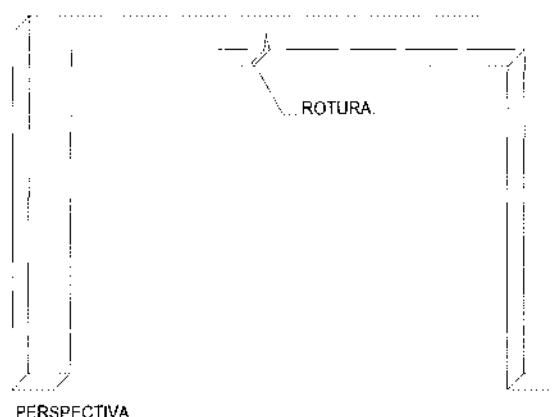


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Se inicia la fisura en la zona de tracción cortando a la viga en su cara inferior, progresiva en vertical hacia la fibra neutra y se curva al alcanzar la cabeza de compresión.

Con mayor cuantía de armadura, las fisuras suelen ser varias y muy finas, mientras que con escasa armadura, sólo suele aparecer una rotura con mayor abertura y el fallo sucede de forma muy rápida con poca capacidad de aviso.

En vigas planas tiene el inconveniente de no poderse observar la rotura por sus laterales a excepción de que se trate de una viga de borde.

La fisura comentada no se debe confundir con las que surgen en las primeras semanas en el centro de la viga en el lugar de los estribos cuando se han omitido los separadores.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA INFERIOR

LÁMINA
9.1

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

- La rotura es grave y se encuentra en un estado más crítico cuando la fisura se curva al alcanzar la zona superior de compresión.
- Con escasa armadura la rotura suele ser rápida de forma frágil. Es lo que se llama una rotura agria.
- En vigas de borde o con brochales, aumenta la gravedad al tener que soportar también torsiones.
- Con mayor cuantía de armadura se obtiene mayor capacidad de aviso y menor peligro. Si la armadura queda anclada en sus extremos, la viga puede trabajar por efecto arco y la rotura sucede por compresión en su zona superior.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura insuficiente, o mal situada.
- Cálculo erróneo.
- Viga con sección insuficiente.
- Mayor solicitudación de la prevista en los cálculos.
- Hormigón de menor resistencia de la requerida.
- Mayor luz de la del cálculo.
- Desencofrado prematuro, o entrar en carga antes de los 28 días.
- Longitud de anclaje insuficiente de la armadura.
- Transmisión de cargas del forjado superior durante el hormigonado o acopio excesivo de materiales.
- Realización de taladros en la viga para paso de canalizaciones.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar.
- Apuntalar con urgencia si la fisura ha llegado a la fibra neutra o si la viga contiene escasa armadura.
- En vigas planas se puede detectar la profundidad de las fisuras mediante ultrasonidos o rompiendo las bovedillas de sus laterales para poder observar hasta donde llega la rotura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir armadura (se pueden colocar platabandas de acero sujetas con resina epoxi o fibra de carbono protegiéndola contra incendio).
- Aumentar la sección para precisar menos armadura.
- Reducir cargas y reparar las fisuras inyectando resina epoxi.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA INFERIOR

LÁMINA
9.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** se presenta una viga con una fisura longitudinal por corrosión que también se ha fisurado transversalmente en su zona inferior por flexión.

En la **fotografía 2** aparece una viga de cuelgue que ha roto a flexión en el centro de la luz, al no tener armadura suficiente por error de obra al invertir su armadura.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA SUPERIOR

LÁMINA
9.2

A) FIGURA



Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Se inicia la fisura en la zona de tracción cerca del apoyo. A medida que desciende se va cerrando hasta alcanzar la zona comprimida. También toma cierta inclinación que es mayor cuanto más elevado es el cortante que tiene que soportar, ya que los mayores cortantes se producen cerca del apoyo.

Cuando la cuantía de armadura es muy elevada no rompe a flexión y sí por compresión en la cara opuesta, es decir, en su zona inferior.

En vigas planas tiene el inconveniente de no poderse observar por sus laterales, a excepción de que se trate de una viga de borde o se descubran sus laterales.

Conviene recordar que cuando aparece una rotura de flexión, la sección de la viga queda reducida y con menos resistencia para soportar los cortantes.

Una de las causas más frecuentes que ocasionan la rotura comentada, es la omisión de patillas en las barras de negativos.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA SUPERIOR

LÁMINA
9.2

C) IMPORTANCIA ★★

- La rotura es grave aumentando la gravedad cuanto más inclinada se encuentre a causa del cortante.
- Con escasa armadura o cuando no trabaja por no quedar anclada, la rotura suele ser rápida aumentando la gravedad.
- En vigas de borde o con brochales aumenta la gravedad al tener que soportar también torsiones. Aún es más grave si la torsión es de equilibrio.
- Con mayores cuantías de armadura se obtiene mayor tiempo de aviso antes de que se produzca el fallo total.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura insuficiente o mal situada.
- Deslizamiento de la armadura por omisión de patillas.
- Sección insuficiente.
- Mayor solicitudación de la prevista en los cálculos.
- Hormigón de menor resistencia de la requerida.
- Mayor luz que la del cálculo.
- Caída de las barras de negativos durante la ejecución.
- Desencofrado prematuro.
- Oquedades en el hormigón por vibrado incorrecto.
- Cálculo erróneo.
- Colocación de menor número de barras o de inferior diámetro.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se produzca la caída, especialmente si permanece la causa que ha ocasionado la rotura. Se ha de tener presente que hay veces que la rotura sucede por varias causas pequeñas que aisladamente no hubieran ocasionado daños. Si no se conocen con certeza la rotura y ante la duda, es preferible apuntalar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir armadura con patillas en sus extremos.
- Aumentar la sección para que precise menos armadura.
- Reducir solicitudes y reparar fisuras con resina epoxi. Si la fisura es muy fina sellarla con inyección de resina epoxi líquida a presión.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA SUPERIOR

LÁMINA
9.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3

En la **fotografía 3** aparece una fisura de flexión en la zona superior de la viga por no tener la armadura suficiente para soportar el momento a que está sometida sólo con el peso propio del forjado.

Se ha de tener presente que cuando se fisura la viga en la zona de negativos, aumenta el momento positivo, es decir, en el centro de la zona inferior de la viga, aumentando las deformaciones. En el otro extremo de la viga aumentan los cortantes hiperestáticos y los momentos negativos en su zona superior. Se puede decir como resumen que queda alterado el funcionamiento de la viga, quedando incluso también afectados los momentos de los pilares de los extremos de la viga.

Cuando una viga plana se fisura y deforma porque no tiene resistencia y rigidez suficiente, una solución que suele ir bien consiste en romper las bovedillas de sus laterales y ensancharla. También se puede colocar bajo ella un perfil unido a collarines sujetos a los pilares, y aunque es una solución más cómoda, resulta muy llamativa.

9. VIGAS

ROTURA POR ESFUERZO RASANTE

LÁMINA
9.3

A) FIGURA

ROTAURA POR ESFUERZO RASANTE.

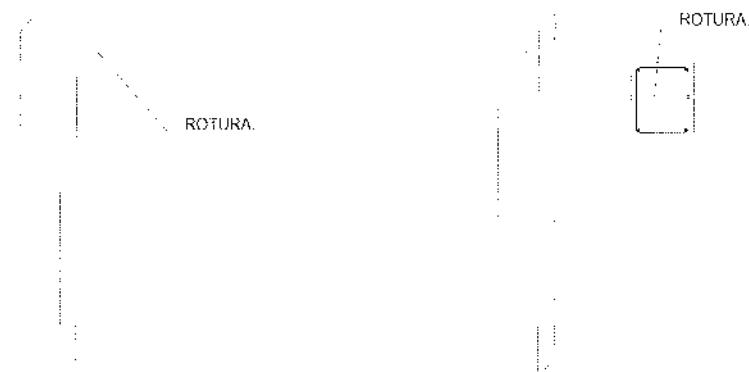


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

El esfuerzo tangencial o rasante se produce entre la unión de hormigones de distintas edades como puede ser entre viguetas prefabricadas y el hormigón "in situ" de la capa de compresión o entre dos elementos que se unen y van a trabajar a flexión o tienen distinto comportamiento térmico.

En vigas invertidas o peraltadas, cuando por comodidad se hormigonan sólo el forjado y después la parte saliente de la viga, se produce en su unión un esfuerzo rasante. Tienen el inconveniente de que dificultan el encofrado y el hormigonado del forjado. También el arranque de los pilares.

Es conveniente que transcurra poco tiempo entre las dos fases de hormigonado, ya que cuando han pasado más de 28 días el hormigón de la zona superior intenta retraer y al quedar impedido por el de la zona inferior, pueden surgir fisuras muy finas verticales a distancias cortas de coacción interna.

Las vigas peraltadas se suelen emplear en plantas de cubierta con luces grandes para evitar que aparezca cuelgue por la zona inferior del forjado. Al tener una carga colgada, ya que el forjado queda situado en su zona inferior, precisa de una armadura de suspensión que le transfiera la carga a su zona superior para que no rompa longitudinalmente la viga a tracción.

9. VIGAS

ROTURA POR ESFUERZO RASANTE

LÁMINA
9.3

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura es grave, ya que el elemento pierde su eficacia. La carga colgada facilita la rotura por rasante.

Se ha de tener presente que las vigas peraltadas dificultan el encofrado, el hormigonado del forjado y también el arranque de los pilares de esa planta.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Unir dos elementos de distintas edades sin prever el esfuerzo rasante.
- No tener en consideración que existe una carga colgada.
- Entre la unión de elementos de diferentes materiales, al tener distintos comportamientos térmicos, también se producen esfuerzos rasantes.
- Estripado insuficiente.
- Hormigonar la viga en dos fases.
- Aplicar resina epoxi antes de hormigonar la segunda fase.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar abundante armadura transversal.
- Colocar armadura de suspensión para la carga colgada.
- Hormigonar la viga de una sola vez, colocando previamente el encofrado lateral sujeto a la armadura de la viga.
- Si la viga se hormigona en dos fases, procurar que entre ellas transcurra el menor tiempo posible.
- Aplicar resina epoxi antes de hormigonar la segunda fase.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Perforar la viga y colocar armadura transversal.
- Inyectar en las fisuras resina epoxi.
- Colocar platabandas de acero en los laterales de la viga, sujetas con espirros o resina epoxi.

9. VIGAS

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
9.4

A) FIGURA

ROTURA DE CORTANTE.

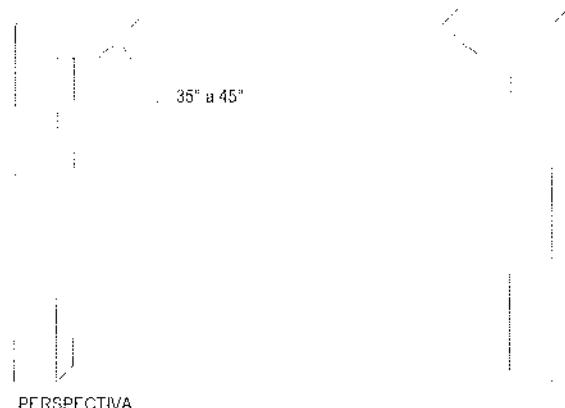


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de cortante en vigas es cerrada y se sitúa cerca de los apoyos con una inclinación comprendida entre 35° y 45° respecto a la base de la viga.

Sucede en vigas con escasa armadura transversal, con cercos muy separados o que no trabajan, como en el caso de que desaparezcan por corrosión en la cara inferior de las vigas. En estos casos la rotura suele ser muy rápida con una inclinación aproximada a los 35° , mientras que si la viga está muy estribada, la rotura se aproxima a los 45° y dentro de la gravedad presenta un mayor tiempo de aviso.

Cuando la viga queda totalmente cortada, su abertura es mayor, se desplaza hacia abajo y queda su cara inferior en distintos planos.

Durante la ejecución se le debe prestar más atención al montaje de los estribos cerca de los apoyos, pues un error que suele suceder con frecuencia en vigas planas con estribos de 4 ramas, es que se olvidan de colocar las 2 ramas centrales y comprobar si el ancho de la viga corresponde con el de los planos.

9. VIGAS

ROTURA DE CORTANTE	LÁMINA 9.4
C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★	
<p>La rotura es grave y suele ser muy rápida cuando los estribos quedan muy separados, no trabajan por no estar cerrados, o han desaparecido en su base por corrosión.</p>	
<p>La rotura es grave y menos rápida cuando los estribos están más unidos a pesar de no tener la sección suficiente para soportar el cortante a que están sometidos.</p>	
<p>Cuando la rotura queda desplazada se encuentra en el momento de máxima gravedad.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Armadura transversal insuficiente.• Estribos corroídos.• Sección insuficiente.• Mayor solicitudación de la prevista.• Cálculo erróneo.• Hormigón de menor resistencia.• Calcular la viga a cortante cuando es muy ancha y lo que se produce es un punzonamiento.• Vibrado deficiente con coqueras en zona de apoyo.• Mayor luz que la de cálculo.• Omisión de estribos o muy separados.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Apuntalar con urgencia, especialmente si la fisura es a 35° y no existen estribos o han desaparecido por corrosión.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Aumentar la sección de la viga, que puede ser por sus laterales.• Colocar armadura transversal. Una forma fácil consiste en realizar taladros, introduciendo en ellos estribos en U impregnados en resina que después se doblan en su zona inferior cerrándolos.• Reducir la solicitudación y sellar fisuras.	

9. VIGAS

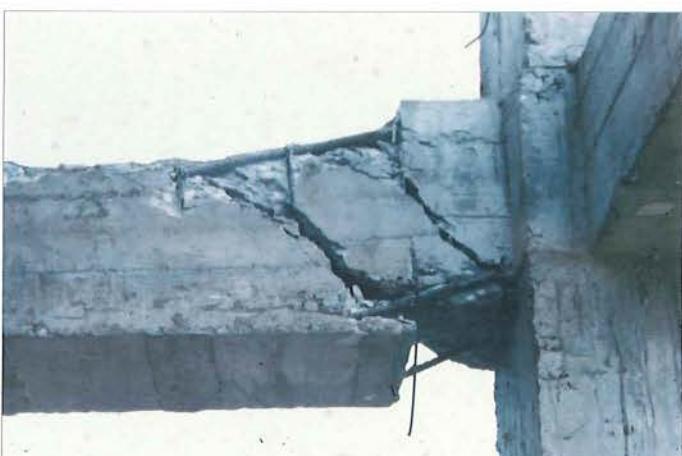
ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
9.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 4



Fotografía 5

En la **fotografía 4** se presenta una viga que se ha fisurado por cortante. Aunque esta rotura es muy grave y es instantánea, cuando existen estribos implica menos gravedad y tiene más tiempo de aviso si está muy estribada, como sucede en este caso.

En la **fotografía 5** aparece una viga que ha roto a 45° por cortante al aplicarle una carga puntual. Al quedar seccionada se desplaza hacia abajo.

9. VIGAS

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
9.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 6



Fotografía 7

En la **fotografía 6** se presenta el ensayo de una viga que ha roto por cortante. Cuando no contienen estribos, quedan muy separados, o con cuantía muy pequeña, la rotura tiende a tomar una inclinación de 35° como aparece en dicha fotografía, o en la **fotografía 7** donde aparece una rotura de cortante en una vigueta, que al no tener estribos la fisura, toma la inclinación comentada.

9. VIGAS

CORTANTE POR FLEXIÓN LATERAL

LÁMINA
9.5

A) FIGURA

CORTANTE POR FLEXIÓN LATERAL.

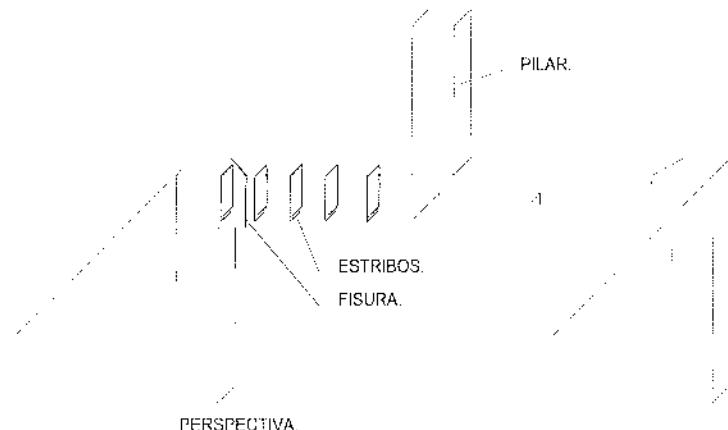


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de cortante por flexión lateral sucede en vigas de canto durante un movimiento sísmico cuando tienen que soportar desplazamientos laterales por empuje del forjado o pilares que nacen desde la viga y los estribos están situados con una separación correcta respecto al canto de la viga, pero transversalmente queda como una viga plana y al estar muy separados, la rotura se sitúa entre los dos estribos cerca del apoyo. Aunque esta rotura es inusual, se ha de tener presente en estructuras situadas en zonas muy sísmicas, donde no es conveniente colocar pilares apeados, ya que las vibraciones verticales también suelen ocasionar a las vigas otros tipos de daños.

Los pilares apeados cuando tienen momentos, si es en la dirección del pórtico, le ocasionan un momento de giro a la viga y si es en sentido transversal al pórtico le ocasionan torsión.

Debido a las solicitudes a que puede quedar sometida la viga, es conveniente que los estribos exteriores queden cerrados a 180° o soldados.

9. VIGAS

CORTANTE POR FLEXIÓN LATERAL

LÁMINA
9.5

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La mayor gravedad se produce durante el movimiento sísmico. Si la viga está totalmente seccionada por cortante, al actuar las cargas que soporta debido al cortante isostático, es probable que termine desplomándose.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Estripos a distancias correctas para los cortantes isostáticos e hiperestáticos, pero muy separados para soportar los cortantes que le ocasiona la flexión lateral por el desplazamiento del pilar que soporta la viga o por el empuje del forjado durante el movimiento sísmico.
- Suele suceder cuando la mayor parte del cortante se ha absorbido con barras inclinadas a 45°.
- Solicitud no prevista en los cálculos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia y reparar antes de que se produzca otro movimiento sísmico.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar nuevos estribos más próximos para que la rotura no se pueda situar entre ellos.
- Aunque otras vigas similares no hayan roto, se deben comprobar y reforzar si se estima conveniente.

9. VIGAS

COMPRESIÓN EN CARA INFERIOR

LÁMINA
9.6

A) FIGURA

ROTURA DE COMPRESIÓN EN CARA INFERIOR DE VIGA.

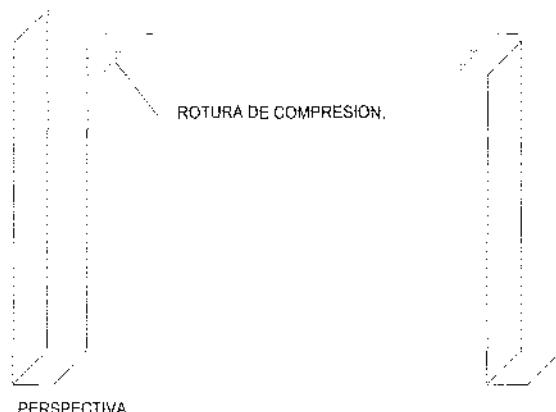


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de compresión en la cara inferior de las vigas cerca del apoyo sucede en vigas con elevados momentos de negativos y cuantías grandes de armadura, ya que al someter al hormigón a una tensión superior a la que puede soportar rompe por compresión, saltando en lascas y pandeando las barras que se encuentran en esa zona.

La rapidez y gravedad de la rotura depende de la cuantía de armadura situada en la zona de compresión, siendo aconsejable como mínimo un tercio de la que precise para soportar el momento positivo.

No es conveniente proyectar vigas tan forzadas, ya que precisan más armadura que las encarecen, dificultan el hormigonado, necesitan estribos muy próximos y se producen mayores deformaciones.

En vigas planas cuando en la zona de negativos se precisa armadura en dos capas, o se colocan barras de diámetro 25 mm porque no hay espacio para un diámetro inferior, esto indica que el dimensionado está muy ajustado y conviene aumentar su sección.

Estas vigas, al tener bastante armadura de negativos, al encontrar las barras de los pilares no pueden pasar y en obra se suelen colocar las barras unidas y por lo tanto quedan con menor adherencia.

COMPRESIÓN EN CARA INFERIOR**C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★**

Aunque tiene apariencia inofensiva, la rotura es grave y puede ser instantánea.

Se agrava el problema al quedar la viga con menor sección para soportar los esfuerzos cortantes que también suelen ser elevados y aumentan las deformaciones.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Mayor solicitudación que la contemplada en los cálculos.
- Armado defectuoso.
- Sección insuficiente.
- Hormigón de menor resistencia.
- Armadura excesiva en zona de flexión superior.
- Mayor luz de la calculada.
- Cálculo erróneo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se desplome.
- No proyectar vigas con dimensiones muy forzadas. Cuando precisa armadura de compresión conviene aumentar su sección.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar las dimensiones de viga. En el caso de vigas planas es muy fácil por sus laterales rompiendo bovedillas.
- Reducir la solicitudación.

9. VIGAS

COMPRESIÓN EN CARA INFERIOR

LÁMINA
9.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 8



Fotografía 9

Al quedar el hormigón de la zona inferior de la viga cerca del pilar sometido a una compresión superior a la que puede soportar, se desconecta y queda la armadura al descubierto (**fotografía 8**).

Cuando las compresiones son excesivas se desprende el hormigón y pandean las barras como le está sucediendo a la viga de la **fotografía 9**. En este caso se está llegando al máximo de gravedad y próximo al fallo total, debiéndose apuntalar y no utilizar esas dependencias. En este caso también existe un error de ejecución, ya que no le han colocado estribos a la viga.

9. VIGAS

COMPRESIÓN EN CARA SUPERIOR

LÁMINA
9.7

A) FIGURA

ROTURA DE COMPRESIÓN EN CARA SUPERIOR DE VIGA.

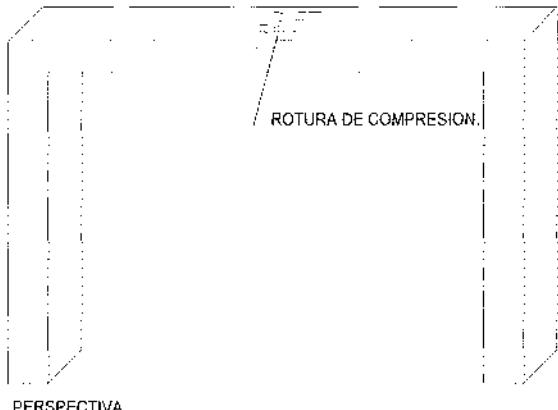


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de compresión en cara superior de viga no es usual en pórticos, ya que los mayores momentos y compresiones se encuentran en los apoyos, aunque si puede suceder por existir escasa armadura en esa zona.

En vigas apoyadas en muros de fábrica o en soportes metálicos donde los momentos negativos en los apoyos son muy pequeños, al ser mayor el momento del vano, somete a mayores compresiones al hormigón de la cara superior del centro de la viga, que si no tiene la suficiente resistencia, rompe por compresión, especialmente cuando la armadura inferior es máxima y mínima la superior de montaje.

Si en los cálculos se obtiene que la viga precisa armadura de compresión, esto indica que el dimensionado está forzado y es conveniente aumentar su sección.

En vigas de cuelgue apoyadas, cuando no existen estribos en su zona central y quedan muy armadas en su zona inferior, es más fácil que se eleve su zona superior por compresión, esto se puede ver fácilmente clavando los extremos de bastantes láminas de madera; al intentar flectarlas, se eleva por compresión su zona central. El eje neutro separa la zona traccionada de la comprimida.

9. VIGAS

COMPRESIÓN EN CARA SUPERIOR

LÁMINA
9.7

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La rotura suele ser muy rápida por agotamiento del hormigón.
Aumentan las deformaciones.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Vigas con dimensiones mínimas que apoyan sobre soportes o muros.
- Mayor solicitudación.
- Sección insuficiente.
- Hormigón de menor resistencia.
- Armadura excesiva en zona de flexión.
- Escasa armadura en zona de compresión.
- Cálculo erróneo.
- Error de ejecución.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Aunque no tiene la gravedad de la rotura en el apoyo, debido al cortante, sí se debe apuntalar con cierta urgencia antes de que aumenten los daños.

F) POSIBLES REPARACIONES

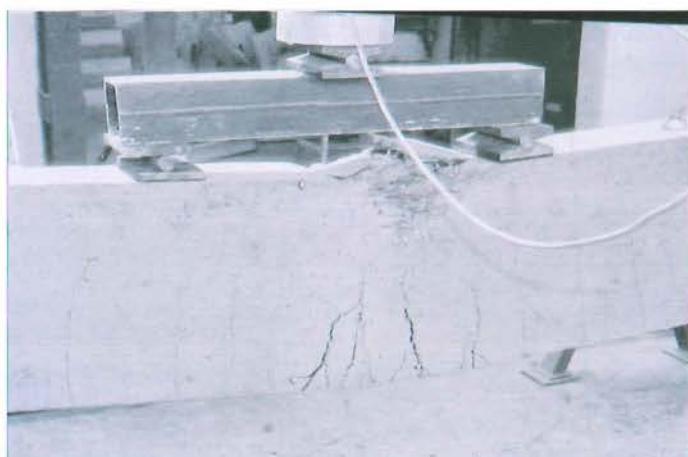
- Aumentar las dimensiones de las vigas con preferencia por sus laterales.
- Reducir cargas.
- Reducir la luz del vano.

9. VIGAS

COMPRESIÓN EN CARA SUPERIOR

LÁMINA
9.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 10



Fotografía 11

En las **fotografías 10 y 11** se presenta en el ensayo de dos vigas la rotura que se produce en su zona superior por compresión. Esta rotura es muy rápida cuando no existe armadura, de ahí la importancia que tiene la armadura de montaje superior que se colocan en las vigas.

Sucede con cuantías de armaduras muy elevadas en zona de flexión.

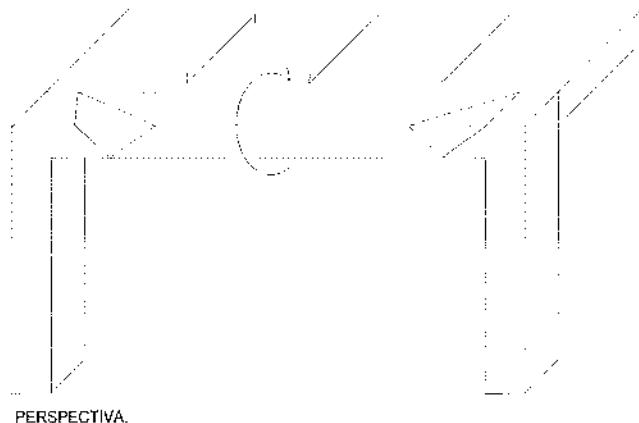
9. VIGAS

TORSIÓN SECUNDARÍA

LÁMINA
9.8

A) FIGURA

ROTURA DE TORSIÓN SECUNDARIA O DE COMPATIBILIDAD.



PERSPECTIVA.

Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

La torsión secundaria o de compatibilidad, suele existir en todas las vigas, incluso en las que reciben dos vanos iguales, ya que durante la fase de alternancia de sobrecarga se produce una leve torsión.

Las vigas sometidas a mayores torsiones son las que soportan brochales, ya que incluso se produce también en ellas un momento de giro y en las situadas en los bordes de forjados, como las de fachadas o situadas en los huecos de patios.

Las fisuras se sitúan cerca del apoyo con una inclinación aproximada de 45° , mientras que en la otra cara la inclinación se aproxima a los 30° . Esta es de tipo helicoidal en sentido inverso a la de cortante y aunque en este caso también secciona a la viga, lo hace bordeándola y tomando distinta inclinación y planos en cada cara de la viga.

En vigas centrales que soportan vanos no se suele producir la rotura comentada.

9. VIGAS

TORSIÓN SECUNDARIA	LÁMINA 9.8
C) IMPORTANCIA ★★	
La gravedad depende del torsor que tenga que soportar. En el supuesto de que la viga soporte a otra que embrochala en ella o a un pilar apeado con momento que le ocasiona torsión, la rotura sería grave, mientras que si se trata de un giro ocasionado por el forjado, sería menos importante, ya que se trata de una torsión de compatibilidad o secundaria.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Torsión no prevista.• Armadura transversal y longitudinal en el perímetro de la viga insuficiente.• Mayor solicitudación de la prevista.• Hormigón deficiente.• Cálculo erróneo.• Estripos con escasa longitud de anclaje.• Estripos muy separados.• Mayor luz de forjado que la contemplada en los cálculos.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Siempre es conveniente apuntalar, pero si se trata de brochales o pilares apeados, se debe apuntalar con urgencia.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Reducir la solicitudación.• Aumentar sección.• Colocar armadura transversal y longitudinal en todo el perímetro de la viga y a continuación sellar las fisuras con resina epoxi.	

9. VIGAS

TORSIÓN DE EQUILIBRIO

LÁMINA
9.9

A) FIGURA

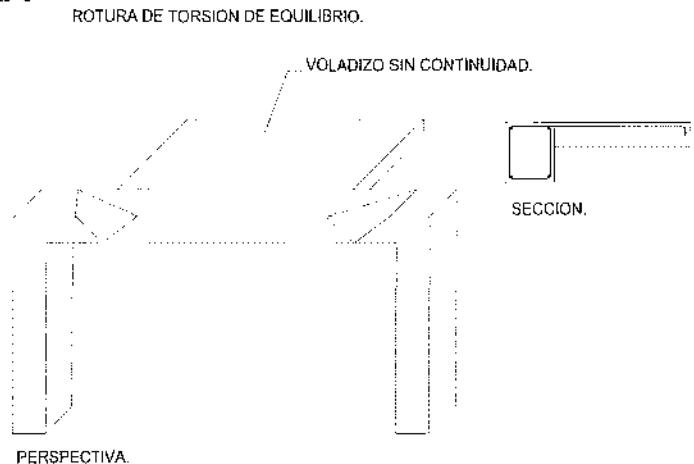


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

La torsión de equilibrio se produce cuando, para mantener la estabilidad del elemento, es imprescindible que la viga sea capaz de soportar las torsiones que le ocasiona otro elemento, como sucede en un voladizo sin continuidad o soportar la torsión que le ocasiona el paso de un puente grúa. En caso contrario rompería al no poder soportar esa solicitud.

Siempre que sea posible, se debe evitar este tipo de solicitud y en caso de ser necesario, se le debe prestar más atención, ya que en una edificación existen muchos puntos problemáticos y éste es uno de ellos.

Aún se le debe prestar más atención a los que no son contemplados en los cálculos.

La torsión la soporta el hormigón, la armadura del perímetro y los estribos. Como es imprescindible que la viga soporte la torsión a la que queda sometida, es importante que la armadura se coloque en toda la longitud de la viga y el estribo exterior se cierre a 180° o se suelde.

9. VIGAS

TORSIÓN DE EQUILIBRIO	LÁMINA 9.9
C) IMPORTANCIA ★★★	
La rotura es muy grave. Cuando sucede lo más probable es que se produzca el desplome del elemento que soporta la viga.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Torsión no prevista.• Armadura transversal y longitudinal insuficiente en el perímetro de la viga.• Mayor solicitudación de la prevista.• Cálculo erróneo.• Estribos con escasa longitud de anclaje o sin cerrar.• Estribos muy separados.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Apuntalar con urgencia antes de que se produzca el desplome.• Procurar que los estribos queden cerrados a 180 ° o soldarlos.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Aumentar la sección del elemento.• Reducir la solicitudación.• Colocar armadura transversal y longitudinal en todo el perímetro de la viga y sellar la rotura con resina epoxi.• Dotar de continuidad al voladizo que ocasiona la torsión.	

9. VIGAS

TORSIÓN DE EQUILIBRIO

LÁMINA
9.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 12



Fotografía 13

En la **fotografía 12** aparece una viga que ha roto por torsión de equilibrio al no poder soportar el paso de un puente grúa. Al girar la viga las fisuras suelen quedar en distintos planos.

La viga de la **fotografía 13** que soporta una escalera en voladizo, queda sometida a torsión de equilibrio, ya que de ella depende la estabilidad de la escalera.

9. VIGAS

TRACCIÓN POR TORSIÓN DE EQUILIBRIO

LÁMINA
9.10

A) FIGURA

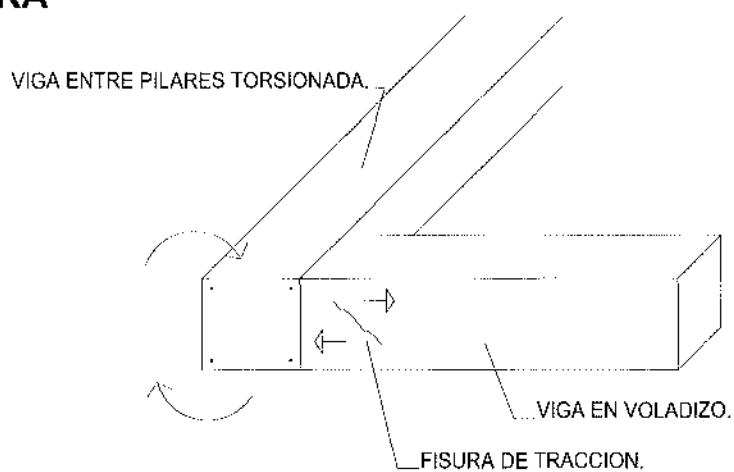


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando una viga entre pilares sin suficiente rigidez a torsión queda sometida a torsión de equilibrio por otra viga en voladizo, al girar puede romper a tracción la viga en voladizo con una fisura a 45° con inclinación en sentido contrario al que se produciría por cortante. Esta rotura secciona a la viga en su zona central y no suele llegar hasta los extremos.

La rotura comentada, aunque no es usual y surge sólo cuando gira la viga torsionada, se ha comentado con el fin de conocerla.

9. VIGAS

TRACCIÓN POR TORSIÓN DE EQUILIBRIO	LÁMINA 9.10
C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★	
La gravedad depende de la capacidad que tenga la viga entre pilares para soportar la torsión que le ocasiona la viga en voladizo.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Insuficiente resistencia a torsión de la viga entre pilares.• Escasa armadura de piel de la viga en voladizo.• Cálculo erróneo.• No prever la torsión a la que están sometidas las vigas.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Calcular la viga para que pueda soportar la torsión a la que va a quedar sometida.• Colocar armadura de piel a la viga en voladizo.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Dotar de continuidad a la viga en voladizo para que no le ocasione torsión a la viga que la soporta.• Colocar armadura longitudinal y transversal a la viga que soporta a la de voladizo.	

9. VIGAS

TRACCIÓN POR TORSIÓN DE EQUILIBRIO

LÁMINA
9.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 14



Fotografía 15

En las **fotografías 14 y 15** se pueden observar vigas en voladizos que someten a torsión a la viga que la soporta.

9. VIGAS

TRACCIÓN POR TORSIÓN DE EQUILIBRIO

LÁMINA
9.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 16



Fotografía 17

En la **fotografía 16** se puede ver como se ha fisurado a tracción la viga en voladizo al girar la viga que la soporta que también se ha fisurado como se puede apreciar en la **fotografía 17**.

Este fallo cuando sucede, suele ser generalizado, afectándole a todas las vigas porque no se ha previsto en el cálculo.

9. VIGAS

FLEXIÓN Y CORTANTE

LÁMINA
9.11

A) FIGURA

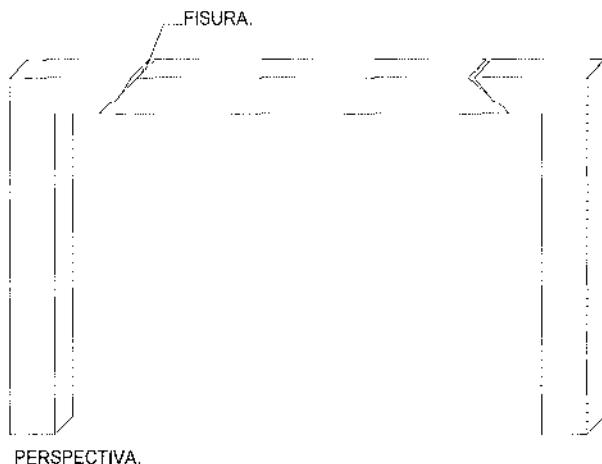


Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando los daños surgen por diferentes tipos de roturas o los han ocasionado distintas causas, se complica bastante, tanto para conocer la rotura como para hallar las causas. En estos casos se debe ser muy observador y realizar fotografías digitales para después verlas ampliadas con detenimiento.

La rotura es abierta en la cara superior de la viga debido a la flexión. Va descendiendo hacia el apoyo de forma inclinada debido al cortante y si éste es muy elevado, incluso se desplaza la viga hacia abajo, quedando totalmente seccionada y presentando distintos planos la cara inferior de la viga.

La rotura comentada suele suceder cuando se le aplican a la viga cargas muy elevadas que no se han previsto en el cálculo, como puede ser el aumento de la solicitud durante un movimiento sísmico.

9. VIGAS

FLEXIÓN Y CORTANTE

LÁMINA
9.11

C) IMPORTANCIA ★★★

La rotura es muy grave, especialmente si la viga ha quedado totalmente seccionada, presentando la cara inferior distintos planos.

Cuando la armadura de flexión y cortante es muy insuficiente, la rotura se suele producir de forma instantánea sin previo aviso.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura de flexión y trasversal insuficiente.
- Cálculo erróneo.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Estriplos muy separados.
- Hormigón de menor resistencia.
- Vibrado deficiente con coqueras en los apoyos.
- Sección insuficiente.
- Omisión de patillas en armadura de negativos.
- Mayor luz que la de cálculo.
- Errores de ejecución.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar armadura de flexión en cara superior de la viga y armadura transversal o aumentar las dimensiones.

9. VIGAS

FLEXIÓN Y TORSIÓN

LÁMINA
9.12

A) FIGURA

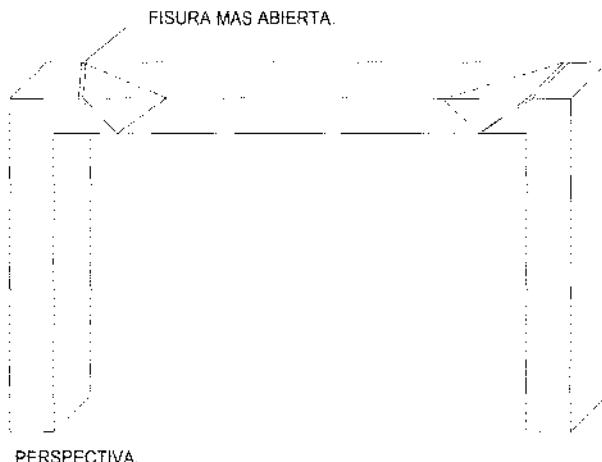


Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión y torsión se suele producir en vigas de borde sometidas a elevados momentos flectores y torsores.

La rotura es la misma que la de torsión, con la diferencia de que al romper también por un momento flector, la fisura es más abierta por la cara superior de la viga, cerrándose a medida que desciende.

El tipo de rotura comentado es más probable que surja en vigas de borde en forjados de nervios, como pueden ser los reticulares o los de nervios "in situ".

Las vigas perimetrales de forjados reticulares que soportan nervios de mayores luces, quedan sometidas a las solicitudes comentadas, en las cuales juega un papel muy importante la armadura longitudinal y los estribos.

9. VIGAS

FLEXIÓN Y TORSIÓN

LÁMINA
9.12

C) IMPORTANCIA ★★★

La rotura es más grave que si fuese sólo por torsión y lo más probable es que se produzca el desplome.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Torsión no prevista.
- Armadura de flexión y torsión insuficiente.
- Mayor solicitación de la prevista.
- Hormigón de muy inferior resistencia.
- Cálculo erróneo.
- Errores de ejecución.
- Luces de nervios mayores de las previstas en los cálculos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se produzca el desplome.

F) POSIBLES REPARACIONES

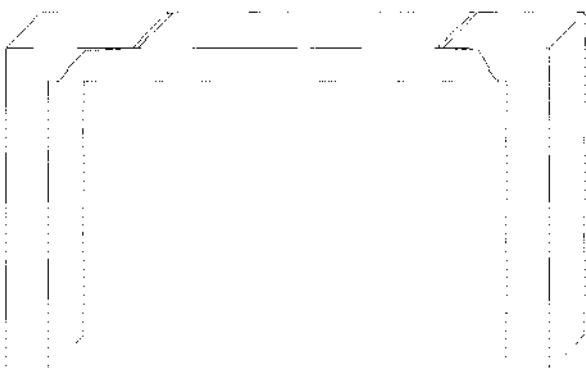
- Aumentar la sección del elemento.
- Reducir la solicitud. Una forma fácil es creando pórticos intermedios y descargando la estructura, es decir, dejando a los pórticos sólo con la mitad de la carga.
- Colocar a la viga armadura de flexión, transversal y longitudinal en el perímetro de la viga y sellar las fisuras con resina epoxi.

9. VIGAS

CORTANTE Y LONGITUD DE ANCLAJE INSUFICIENTE

LÁMINA
9.13

A) FIGURA



PERSPECTIVA.

Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

Este tipo de rotura suele suceder en elementos con cuantías pequeñas de armadura transversal y cuando se ha omitido la longitud de anclaje de la armadura superior de negativos.

La rotura a cortante es cerrada, situándose cerca de los apoyos con una inclinación comprendida entre 35° y 45° , pero al ser muy corta la longitud de los negativos de la viga, la zona superior queda suelta y se desconecta en dos capas cuando se produce la rotura.

Cuando la armadura superior de negativos se coloca fuera de los estribos, es decir, sin envolver por estos, es más probable que la zona superior se desconecte cuando se fisure. También tiene el inconveniente de que suele quedar con menos recubrimiento y en caso de quedar trabajando a compresión porque se invierten los momentos, como puede ser por un asiento pronunciado de la cimentación o durante un movimiento sísmico, es probable que las barras se salgan del hormigón al no quedar envueltas por los estribos.

9. VIGAS

CORTANTE Y LONGITUD DE ANCLAJE INSUFICIENTE

LÁMINA
9.13

C) IMPORTANCIA ★★★

La rotura es grave y muy rápida cuando los estribos son insuficientes y las barras de negativos situadas en la cara superior de la viga tienen una longitud pequeña y no quedan ancladas con su longitud de anclaje.

Cuando la zona central de la viga se desplaza hacia abajo por el cortante quedando en dos niveles, está en el momento de mayor gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura transversal insuficiente.
- Negativos sin longitud de anclaje.
- Sección insuficiente.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Hormigón de menor resistencia.
- Mayor luz de la prevista.
- Vibrado deficiente con coqueras en zona de apoyo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar la sección de la viga.
- Colocar armadura transversal y de negativos. A continuación sellar las fisuras.
- Reducir solicitudes.

9. VIGAS

ESCASA LONGITUD DE ANCLAJE EN CARA INFERIOR

LÁMINA
9.14

A) FIGURA

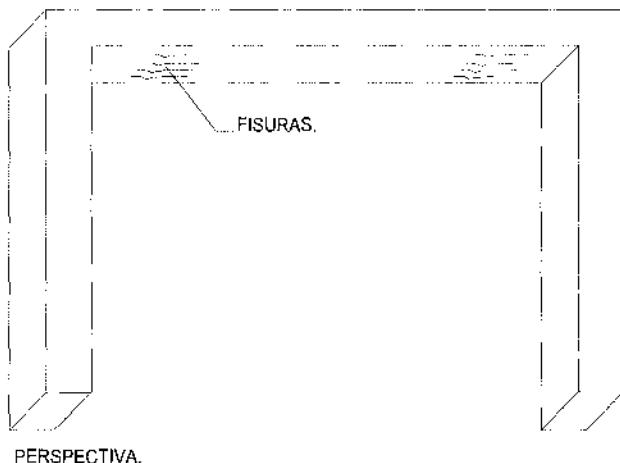


Figura 14

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras por longitud insuficiente de anclaje de la armadura corta inferior de las vigas, surgen en los extremos de las barras al deslizar por falta de adherencia suficiente con el hormigón.

Cuando sucede la armadura que llega de pilar a pilar queda más forzada, y se puede fisurar la viga a flexión, la zona superior de la viga queda más comprimida y suelen aumentar las deformaciones.

Las fisuras comentadas suelen surgir cuando la mayoría de las barras inferiores de las vigas terminan en el punto de inflexión de ésta.

Al estar las fisuras cerca del apoyo, no se deben confundir con una de compresión.

9. VIGAS

ESCASA LONGITUD DE ANCLAJE EN CARA INFERIOR

**LÁMINA
9.14**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La importancia depende de lo corta que se haya colocado la armadura y de la proporción de armadura longitudinal existente entre pilares.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura sin longitud de anclaje.
- Escasa adherencia de las barras por omitir los separadores y no tener el recubrimiento necesario.
- Hormigón de menor resistencia que deja a las barras con menor adherencia.
- Colocar menor armadura de la necesaria.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Es conveniente apuntalar, investigando que es lo que sucede. Puede ser que se trate de varios errores y por lo tanto la solución tiene que cubrir a todos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- La reparación depende del error que se trate. Lo más usual consiste en aumentar la longitud de anclaje soldándole armadura y cubriéndola con mortero epoxi.
- Si se trata sólo de una omisión de separadores, se puede colocar un enfoscado en la zona inferior de la viga con un mortero predosificado o mortero epoxi.

9. VIGAS

ESCASA LONGITUD DE ANCLAJE EN CARA SUPERIOR

LÁMINA
9.15

A) FIGURA

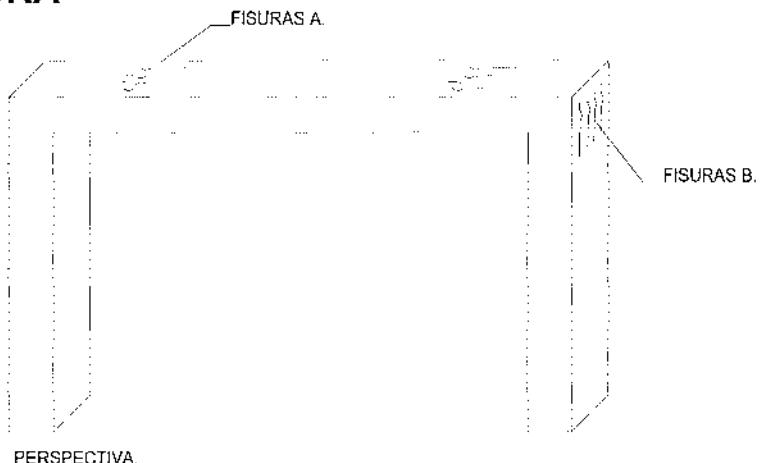


Figura 15

B) CARACTERÍSTICAS

Las **fisuras A** surgen por no tener longitud de anclaje la armadura superior de la viga y deslizar en sus extremos. Cuando esto sucede disminuye el momento negativo y aumenta el momento en la zona inferior de la viga donde la armadura no está capacitada para soportarlo, entonces suelen aumentar las deformaciones y si el error es muy grande, lo más probable es que rompa la viga a flexión, tanto en su zona superior como inferior.

Cuando en el extremo de la viga se precisa doble patilla y sólo se coloca una, al comenzar a trabajar e intentar salirse del hormigón, aparecen las **fisuras B** por falta de adherencia. Esto suele suceder en vigas planas cuando se emplean barras de ø 20 ó 25 mm que suelen precisar doble patilla y sólo se coloca una. También sucede cuando comienza a trabajar la armadura y las patillas quedan muy cortas.

Las **fisuras A**, aunque son parecidas, no se deben confundir con las que aparecen de retracción sobre las barras de negativos cuando se sitúan fuera de los estribos.

9. VIGAS

ESCASA LONGITUD DE ANCLAJE EN CARA SUPERIOR

**LÁMINA
9.15**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La importancia depende del error cometido y de la cantidad de armadura existente.

Si los negativos no trabajan lo suficiente, se suele fisurar la viga a flexión y aumentan las deformaciones.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura sin longitud de anclaje.
- Hormigón muy fluido con escaso vibrado.
- Colocar menor armadura de la necesaria.
- Colocar sólo una patilla cuando precisa doble.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Se debe de apuntalar, averiguar que sucede y aplicar la solución más adecuada.

F) POSIBLES REPARACIONES

- La reparación depende de la causa que ocasiona el daño. La más usual consiste en aumentar la longitud de anclaje soldándole barras y cubriéndolas con mortero epoxi.

9. VIGAS

RETRACCIÓN PLÁSTICA E HIDRÁULICA

LÁMINA
9.16

A) FIGURA

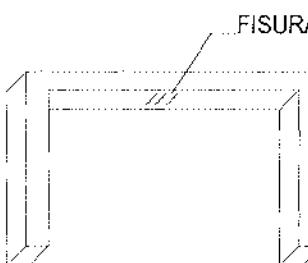


Figura A.

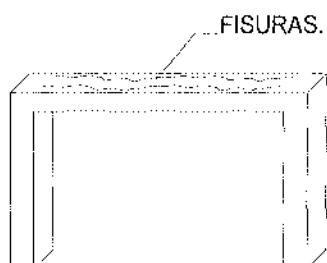


Figura B.

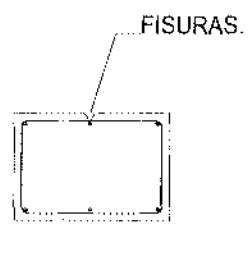


Figura C.

Figura 16

B) CARACTERÍSTICAS

El asentamiento plástico y la retracción plástica se originan en las primeras horas desde el hormigonado, seguido del endurecimiento y asentamiento del hormigón con disminución de volumen por retracción hidráulica. Cuanto más rápida sea la pérdida de agua, mayor es la posibilidad de que se fisure, de ahí la importancia de realizar un correcto curado, especialmente en época muy calurosa para compensar la pérdida de agua por evaporación.

Las mayores retracciones se producen en las primeras 24 horas con un 20% aproximadamente que continúan, alcanzándose un 65% de retracción a los 28 días. Debido a esa subida brusca es por lo que las fisuras surgen en las primeras semanas desde el hormigonado. Las aristas de las fisuras suelen ser algo redondeadas por tener el hormigón menor resistencia.

En la **figura A** aparecen fisuras en la cara inferior de una viga que se sitúa sobre los estribos por haberse omitido los separadores. Estas fisuras son superficiales y no deben confundirse con las de flexión.

En las **figuras B y C** se presentan fisuras abiertas de retracción sobre las barras por haberse hormigonado estando éstas muy calientes por la acción solar.

9. VIGAS

RETRACCIÓN PLÁSTICA E HIDRÁULICA

LÁMINA
9.16

C) IMPORTANCIA ★/★★

- La armadura queda con menor adherencia.
- Por las fisuras puede penetrar la humedad y corroer la armadura.
- Cuando los estribos quedan muy superficiales en la cara inferior de la viga, están más expuestos a la corrosión.
- Cuando se omiten los separadores, la armadura superior queda más baja.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Exceso de agua y árido fino.
- Curado insuficiente.
- Armadura muy caliente por la acción solar.
- Recubrimiento excesivo de la armadura.
- Exceso de cemento.
- Omisión de separadores.
- Encofrados sin estanqueidad.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar si el hormigón tiene su resistencia.
- Prestar mayor atención al curado en época muy calurosa.
- En época muy calurosa conviene hormigonar a última hora de la tarde para que el fraguado inicial se realice de madrugada y no quede el hormigón expuesto al sol en las primeras horas. También el guarda lo debe regar por la noche.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Sellar las fisuras para evitar la corrosión.
- Si la armadura inferior de la viga no tiene el recubrimiento necesario, aplicar sobre ella una capa de mortero epoxi.
- Reforzar la viga si no tiene resistencia suficiente.

9. VIGAS

RETRACCIÓN PLÁSTICA E HIDRÁULICA

LÁMINA
9.16

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 18



Fotografía 19

En la **fotografía 18** se pueden observar las fisuras de retracción hidráulica que han surgido sobre las barras de una viga por hormigonar un viernes en época muy calurosa, estando la armadura muy caliente por la acción solar y no regar el forjado hasta el lunes.

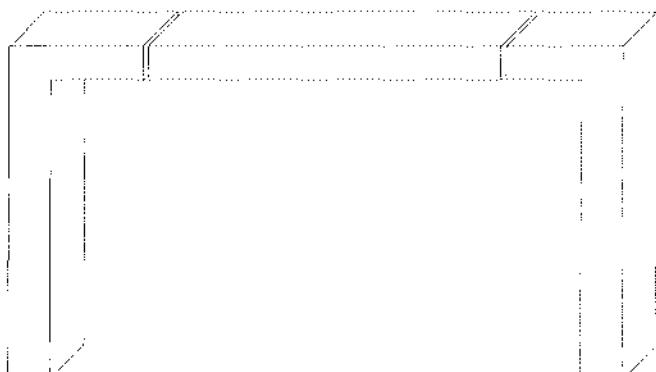
En la **fotografía 19** se pueden apreciar fisuras sobre las barras de una viga por estar muy caliente la armadura durante el hormigonado.

9. VIGAS

ROTURA DE RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
9.17

A) FIGURA



PERSPECTIVA.

Figura 17

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de retracción térmica es en vertical seccionando la viga. Aparece en elementos con escasa cuantía de armadura, como suele ser en zunchos de patios o en viga de mayores dimensiones con cuantías mínimas.

En vigas, las fisuras se suelen situar en los cambios bruscos de sección de la armadura, tanto en la zona superior como en la inferior, con preferencia en el punto de inflexión (suele estar comprendido entre un cuarto y un quinto de la luz de la viga). Estas fisuras también surgen en vigas más armadas cuando se ha ejecutado la estructura en época muy calurosa y quedan muy impedidas en su retracción, como puede ser por muros de contención, pantallas o pilares de gran rigidez.

Al romper a tracción con el hormigón endurecido, hay veces que las fisuras son en discontinuidad y sus bordes son siempre muy perfilados.

En vigas de cuelgue cuando en su interior existe armadura inclinada a 45° para soportar los cortantes, en caso de surgir una rotura de retracción térmica en la zona de las barras, estas impiden que la fisura continúe en vertical y toma la inclinación de las barras, que es en sentido contrario a la rotura que se produce por cortante.

9. VIGAS

ROTURA DE RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
9.17

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La importancia depende de la solicitud que tenga que soportar la viga y de su longitud.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Vigas muy impedidas en su retracción.
- Elementos con cuantías mínimas de armadura.
- Ejecutar la estructura en época muy calurosa.
- Forjados de mayor longitud en planta de cubierta donde se producen grandes saltos térmicos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- En vigas sometidas a elevadas solicitudes, si se considera que puede presentar un peligro, es preferible apuntalar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar la causa siempre que sea posible.
- Si se trata de un forjado de cubierta protegerlo con un pavimento flotante.
- Reparar la fisura para evitar la penetración de humedad y la corrosión de la armadura.
- Realizar rozas y colocar armadura longitudinal, llamada de piel, cubriendola con mortero epoxi.

9. VIGAS

ROTURA DE RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
9.17

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 20



Fotografía 21

En la **fotografía 20** aparece una fisura de retracción térmica en una viga de cuelgue. Al romper con el hormigón endurecido sus bordes son perfilados.

En la **fotografía 21** aparece una viga de cuelgue que ha roto por retracción térmica a distancias periódicas por contener escasa armadura longitudinal.

9. VIGAS

CORROSIÓN GENERALIZADA

LÁMINA
9.18

A) FIGURA

ROTURA LONGITUDINAL EN ZONA DE BARRAS.

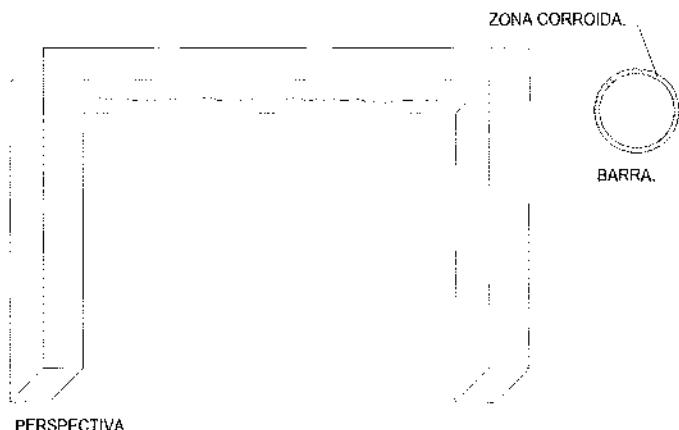


Figura 18

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión generalizada se suele producir en medios agresivos, como zonas marítimas o industriales húmedas, cuando la armadura ha quedado con escaso recubrimiento por omitir los separadores o por tener el hormigón baja alcalinidad.

La armadura inferior de la viga se corroerá en toda su longitud y al aumentar de volumen, somete a tracción al hormigón y lo rompe en las zonas de las barras. En zonas húmedas y en hormigones de inferior resistencia, antes de que rompa, suelen surgir manchas de óxido.

Una vez corroídas las barras y quedar sin adherencia con el hormigón, desliza la armadura y se produce la rotura por flexión en el centro de la viga. Antes de que esto suceda, incluso sin que se aprecie la corrosión, se suele manifestar con un aumento de la deformación.

Cuando la armadura inferior es abundante y queda anclada en sus extremos con patillas, tiene más tiempo de aviso antes de que se produzca la rotura. Al quedar la armadura totalmente traccionada, la viga puede quedar trabajando por efecto arco y el fallo se suele producir por compresión del hormigón de la zona superior de la viga. En estos casos también desaparece la zona inferior de los estribos por corrosión y es posible que suceda primero el fallo por cortante.

9. VIGAS

CORROSIÓN GENERALIZADA

LÁMINA
9.18

C) IMPORTANCIA ★★★/ ★★★★

Aunque la fisura parezca inofensiva, el fallo se puede producir de forma inesperada al deslizar la armadura, cuando la corrosión está muy avanzada y ya se han producido deformaciones.

Esta corrosión es lenta y progresiva y si no se repara terminará desplomándose la viga.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Zonas de cocinas y cuartos de baños en forjados de cubierta donde se producen humedades de condensación.
- Atmósfera agresiva y húmeda.
- Hormigón de inferior resistencia y alcalinidad.
- Penetración de agua por juntas de dilatación deficiente.
- Barras con escaso recubrimiento por omisión de separadores.
- Humedad de condensación en forjados sanitarios sin ventilación cruzada.
- Las vigas de cuelgue situadas en ambientes agresivos quedan más afectadas por la corrosión que las vigas planas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar.
- No esperar que la corrosión esté muy avanzada.
- Se debe tener presente que el acero ordinario es más sensible a la corrosión y que cuanto más avanzada y tensionada se encuentre la armadura, mayor es su velocidad de corrosión y se fragiliza más, es decir, se hace más quebradiza.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar el hormigón suelto.
- Limpiar los productos de corrosión con cepillos de alambre, o chorro de arena a presión.
- Aplicar pintura inhibidora de corrosión.
- Colocar suplemento de armadura si es necesario.
- Reponer la viga con mortero epoxí.
- Aplicar pintura protectora.

9. VIGAS

CORROSIÓN GENERALIZADA

LÁMINA
9.18

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 22



Fotografía 23

En la **fotografía 22** la fisura es a lo largo de las barras por una corrosión generalizada en una viga situada en ambiente marítimo.

En la **fotografía 23** la corrosión aparece en una viga situada bajo un forjado sanitario debido a la humedad de condensación por evaporación de la humedad de las tierras.

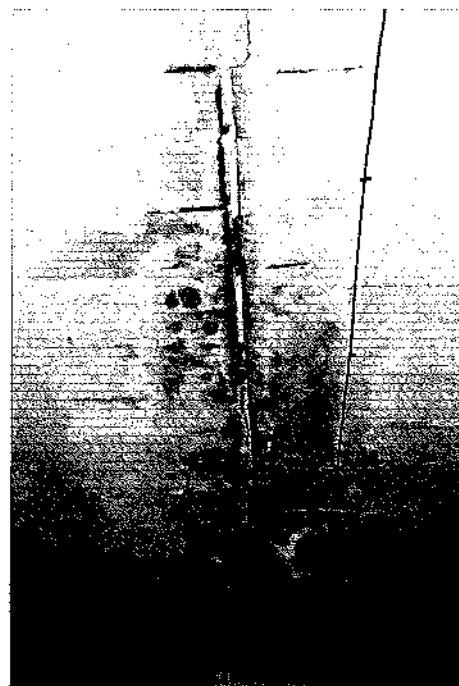
En estos casos se debe colocar ventilación cruzada para evitar la humedad de condensación, ya que si se impermeabiliza el terreno, aumenta la humedad de capilaridad en los cerramientos.

9. VIGAS

CORROSIÓN GENERALIZADA

LÁMINA
9.18

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 24



Fotografía 25

En las **fotografías 24 y 25** se puede apreciar una corrosión generalizada de la armadura de una viga con desprendimiento del hormigón de la capa superficial que cubre las barras. En estas circunstancias suelen aumentar las deformaciones de las vigas, como está sucediendo en este caso.

9. VIGAS

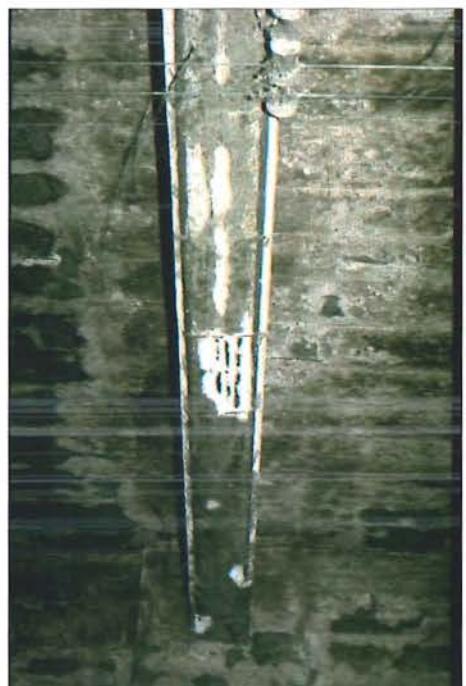
CORROSIÓN GENERALIZADA

LÁMINA
9.18

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 26



Fotografía 27

En la **fotografía 26** aparece una viga situada en un sótano de garaje en la que se han corroído las barras en toda su longitud debido a la continua penetración de agua por las juntas de dilatación deficiente. El fallo se producirá por pérdida de adherencia al deslizar la armadura con el hormigón.

Corrosión generalizada con desprendimiento del hormigón debido a la humedad de condensación en vigas situadas en sótanos de bodegas de vino (**fotografía 27**).

9. VIGAS

CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN

LÁMINA
9.19

A) FIGURA

ROTURA LONGITUDINAL EN ZONA DE BARRAS.

CORROSIÓN EN CAPAS.

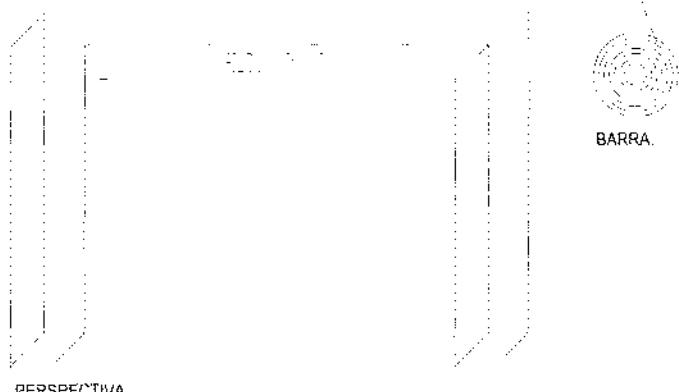


Figura 19

B) CARACTERÍSTICAS

En la corrosión por exfoliación, la armadura se desprende en capas, aumentando aproximadamente de 5 a 6 veces su volumen inicial y quedando totalmente inservible. Suele suceder en elementos sin proteger situados en terrenos o ambientes muy agresivos y cuando se han empleado áridos muy contaminados.

Esta corrosión arruina rápidamente al elemento y ocasiona su caída a excepción de que el elemento no tenga ninguna misión resistente o que la armadura se encuentre muy anclada permaneciendo más tiempo.

En la corrosión por exfoliación al desprenderse el acero en lascas se ha de tener la precaución de no tocar las barras, ya que se incrustan en las manos, lo cual supone un grave riesgo para la salud.

9. VIGAS

CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN

LÁMINA
9.19

C) IMPORTANCIA ★★★

La corrosión es rápida y progresiva, aumentando su rapidez en elementos muy tensionados y según la causa que ocasiona la corrosión.

Si no se toman medidas de urgencia al principio de la corrosión, quedará el elemento totalmente inutilizado.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Emplear áridos muy contaminados.
- Utilizar arena de mar.
- Atmósfera muy agresiva.
- Elemento situado en suelo muy agresivo como los yesíferos que también atacan al hormigón desagregándolo, es decir, desmoronándolo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar lo más rápido posible.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Averiguar la causa que ocasiona la corrosión.
- Si la corrosión está muy avanzada o se ha utilizado árido contaminado, es preferible sustituir el elemento por otro.
- Si la corrosión está al comienzo, eliminar la causa que la origina y proceder como si fuera una corrosión generalizada.
- Sustituir la armadura por otra nueva si la corrosión está muy avanzada.

9. VIGAS

CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN

LÁMINA
9.19

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 28



Fotografía 29

En la corrosión por exfoliación, al aumentar tanto de volumen, el acero se queda sin espacio entre las barras (**fotografía 28**).

Debido a la agresividad y al aumento de volumen de las barras, los estribos terminan rompiendo y desapareciendo por corrosión. En la **fotografía 29** se presenta una corrosión muy elevada en una viga de cuelgue situada en el forjado que cubre un depósito de agua, ya que el cloro facilita la corrosión de la armadura.

9. VIGAS

CORROSIÓN POR PICADURA

LÁMINA
9.20

A) FIGURA

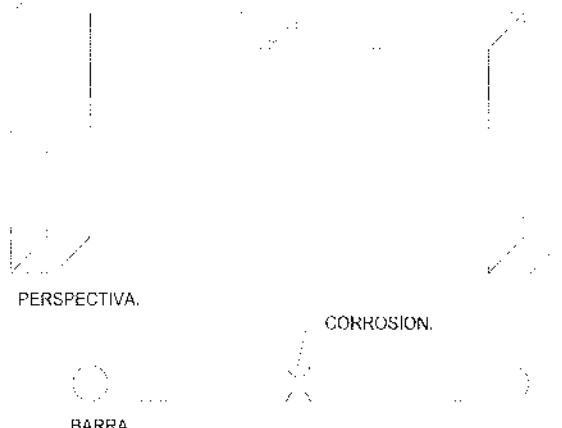


Figura 20

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión por picadura o localizada reduce la sección de las barras sólo en una zona. Sucede en vigas que han recibido golpes y la armadura queda al descubierto o donde existe una fisura y por ella penetra la humedad cuando queda situada en ambiente marítimo, zonas industriales agresivas y húmedas.

La rotura sucede de forma rápida por reducción de la sección de la armadura.

Cuando la estructura queda muy expuesta a la corrosión, se pueden colocar barras tratadas con resina epoxi que se aplica a 160° C de temperatura en fábrica. Aunque durante su colocación las zonas que quedan sin proteger por golpes, doblados o cortes, se les debe aplicar resina o pintura epoxi. Estas barras tratadas tienen el inconveniente de que al reducirse la adherencia con el hormigón, las longitudes de anclaje y solapes, hay que aumentarlas en un 20%, lo cual incrementa más su coste pudiendo llegar a duplicar su valor.

También se pueden colocar barras de acero galvanizado recubiertas con un baño de zinc fundido. Estas no precisan aumentar su longitud de anclaje, pero su coste aumenta aproximadamente en un 50%.

A las zonas deterioradas por cortes, soldaduras o doblados se les debe aplicar una pintura de zinc.

9. VIGAS

CORROSIÓN POR PICADURA

LÁMINA
9.20

C) IMPORTANCIA ★★★/ ★★★★

Aunque la corrosión sucede en una zona pequeña, al quedar la armadura con menor sección y no poder soportar las tensiones a que se encuentra sometida, rompe de forma instantánea.

Esta corrosión es lenta y progresiva. Si no se repara termina, desplomándose.

La gravedad aumenta cuanto más agresivo sea el ambiente, más tensionadas se encuentre la armadura y le afecte a mayor número de barras.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Golpes que saltan el hormigón y deja a la armadura al descubierto.
- Fisuras por las que penetra la humedad en zona de ambiente agresivo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar.
- No esperar que avance la corrosión.
- Cuando las barras han perdido un 25% de su sección, aumenta la gravedad y es más necesario apuntalar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar el hormigón suelto y limpiar los restos de corrosión.
- Aplicar pintura inhibidora de corrosión.
- Colocar un trozo de barra de igual diámetro soldándola a la que está dañada. Si la armadura no es apta para soldar, habría que realizar una roza e introducir otra barra nueva que supla en su cometido a la afectada.
- Reponer la viga con mortero epoxi.

A) FIGURA

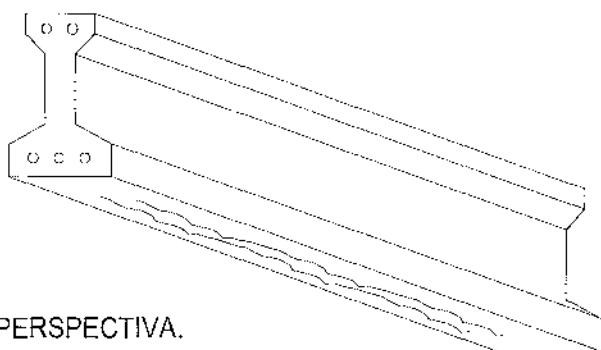


Figura 21

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión bajo tensión se produce en elementos con armadura activa, es decir aquella que se encuentra totalmente tensionada como sucede en vigas y viguetas pretensadas. Esta corrosión es muy grave, ya que una vez comenzada, su velocidad es mayor que en armadura pasiva utilizada en hormigones "in situ".

La gravedad es mayor si el elemento queda a la intemperie en zona muy agresiva, como ambientes marítimos o zonas industriales perjudiciales húmedas.

La corrosión generalizada en estos elementos no suele presentar manchas de óxido por tratarse de un hormigón de calidad, ni tampoco suele romper el hormigón cuando se trata de armadura muy fina, lo cual entraña aún más gravedad, pues al deslizar la armadura en el hormigón se desploman las vigas o viguetas de forma instantánea sin previo aviso.

En caso de incendio, al calentarse la armadura y reducirse el tensado desliza en el hormigón y se produce el desplome, igual que en una corrosión.

9. VIGAS

CORROSIÓN BAJO TENSIÓN	LÁMINA 9.21
C) IMPORTANCIA ★★★	
La corrosión es más rápida y progresiva. Es más grave cuanto más tensionada y extendida esté la corrosión.	
Cuanto más delgada sea la armadura, menos se manifiesta la corrosión y sólo se detecta cuando se ha desplomado el forjado.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Emplear elementos con armadura activa sin proteger ni inspeccionar.• Es usual en elementos confeccionados con cemento aluminoso donde se produce la "conversión" conocida como aluminosis, entonces el hormigón queda más poroso, reduciéndose su resistencia y adherencia con la armadura y facilitando la penetración de la humedad.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Apuntalar con urgencia en caso de corrosión.• Si no está corroída la armadura, protegerla de la humedad con pintura epoxi o similar.• Evitar la colocación de elementos con armadura activa en zonas agresivas, como puede ser en interiores de depósitos o en forjados sanitarios sin ventilación cruzada.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Sustituir los elementos corroidos si es posible o reforzarlos.	

9. VIGAS

CORROSIÓN BAJO TENSIÓN

LÁMINA
9.21

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 30



Fotografía 31

En la **fotografía 30** aparece un forjado de cubierta que cubría una zona de lavado de vehículos que se ha desplomado de forma instantánea durante la noche.

Los cables de acero situados en el interior de las viguetas pretensadas se han ido corroyendo sin ninguna manifestación de óxido hasta deslizar y caer sin previo aviso.

En la **fotografía 31** aparece un forjado ejecutado con viguetas de cemento aluminoso en las que se ha producido la conversión y al corroerse la armadura, ha deslizado desplomándose de forma súbita.

9. VIGAS

CORROSIÓN DE ESTRIBOS

LÁMINA
9.22

A) FIGURA

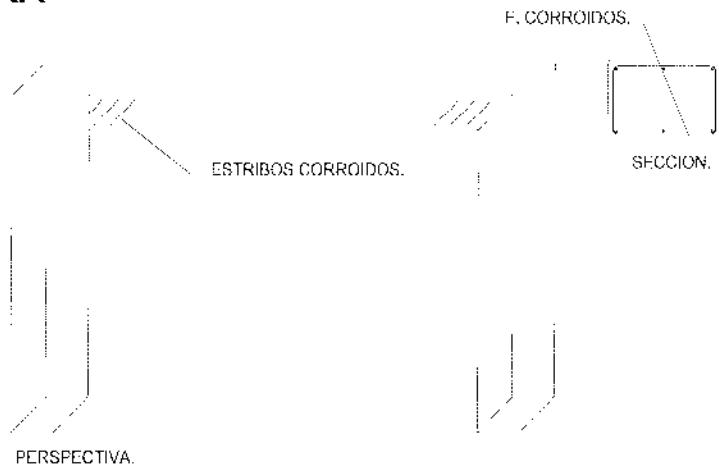


Figura 22

B) CARACTERÍSTICAS

La desaparición de los estribos en su base por corrosión cerca de los apoyos implica un problema grave, ya que los esfuerzos cortantes quedan a cargo sólo del hormigón cuando no existen barras inclinadas. La rotura suele ser muy rápida por cortante con una inclinación aproximada de 35° respecto a la horizontal.

Este daño se suele producir en vigas donde se han omitido los separadores y los estribos quedan sin recubrimiento. También sucede cuando se emplean hormigones de más baja resistencia y menor alcalinidad en ambiente marítimo.

En vigas de cuelgue, al ser también atacadas por sus laterales, los estribos se corroen por las tres caras expuestas. Esto hace que aumente aún más la gravedad, ya que el esfuerzo cortante lo soporta el hormigón y los estribos verticales. No obstante, si desaparecen sólo los estribos de la base de la viga, los verticales pierden su eficacia al quedar sin anclaje.

9. VIGAS

CORROSIÓN DE ESTRIBOS	LÁMINA 9.22
C) IMPORTANCIA ★★★ <p>Aunque la corrosión es lenta y progresiva, cuando han desaparecido los estribos, implica un problema muy grave y no se debe esperar que rompa la viga por cortante, ya que el fallo suele suceder de forma instantánea.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES <ul style="list-style-type: none">• Omisión de separadores en vigas.• Utilizar un hormigón de inferior resistencia y alcalinidad.• Emplear áridos de mar o contaminados.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN <ul style="list-style-type: none">• Apuntalar con urgencia si los estribos han desaparecido o quedan con poca sección.	
F) POSIBLES REPARACIONES <ul style="list-style-type: none">• Eliminar los productos de corrosión, colocar la zona de estribos que ha desaparecido soldándolos a los existentes y cubrir la zona inferior de la viga con mortero epoxi.• En el supuesto de que los estribos existentes no permitan soldaduras, habría que colocar estribos nuevos perforando la viga e introduciéndolos.	

9. VIGAS

CORROSIÓN DE ESTRIBOS

LÁMINA
9.22

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 32



Fotografía 33

En las **fotografías 32 y 33** se puede apreciar como al omitirse los separadores en las vigas y corroerse los estribos, aumentan bastante de volumen, sobresaliendo del hormigón.

La edificación está situada a pie de playa, lo cual le afecta más, con el agravante de que se ha empleado arena de mar, que al contener cloruros corroerá más rápidamente la armadura, aumentando de 3 a 5 veces su volumen inicial, apareciendo fisuras en el sentido longitudinal de las barras y reduciendo su adherencia con el hormigón, que ya la tiene reducida por omitirse los separadores quedando con menos recubrimiento.

En dichas fotografías también se aprecian eflorescencias.

9. VIGAS

CORROSIÓN DE ESTRIBOS

LÁMINA
9.22

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 34



Fotografía 35

En la **fotografía 34** aparece una viga de cuelgue situada en un sótano cerrado sin ventilación donde se han corroído los estribos en su base y laterales por humedad de condensación.

En la **fotografía 35** aparece una viga en la que se han omitido los separadores y se han corroído los estribos.

9. VIGAS

ESQUINAS FISURADAS

LÁMINA
9.23

A) FIGURA

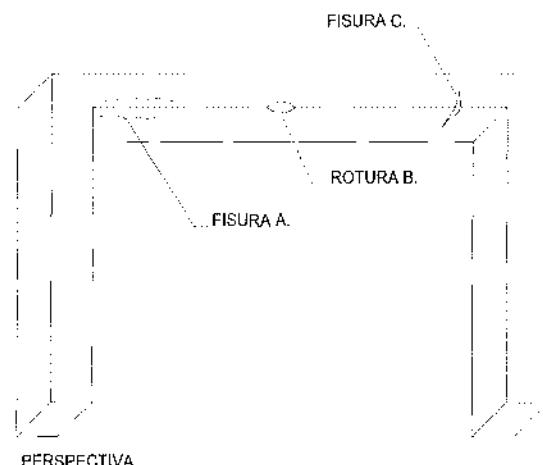


Figura 23

B) CARACTERÍSTICAS

Las esquinas de las vigas se pueden fisurar por muy diferentes causas entre las cuales se citan las más usuales.

FISURA "A"

Aparece la esquina rota en un trayecto largo cuando se ha corroído la barra situada en la esquina.

FISURA "B"

Sucede cuando la viga ha recibido un golpe y salta el hormigón. En caso de no repararse cubriendo la armadura, esta termina corroyéndose por picadura.

FISURA "C"

Esta fisura es de retracción hidráulica y surge durante el fraguado del hormigón cuando los estribos verticales han quedado sin recubrimiento. También quedan más expuestos a la corrosión, especialmente si la viga queda a la intemperie en zona agresiva.

9. VIGAS

ESQUINAS FISURADAS

**LÁMINA
9.23**

C) IMPORTANCIA ★/★★

A medida que pasa el tiempo los daños van en aumento y es mayor la gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Corrosión de la barra de esquina.
- Golpes con desprendimiento de hormigón.
- Omisión de separadores y estribos sin recubrir.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Reparar los daños antes de que aumenten.

F) POSIBLES REPARACIONES

Según sea el tipo de daño precisará distinta solución.

- Si se trata de corrosión (consultar ese tema).
- Si es un golpe, cubrir con mortero epoxi.
- Si los estribos quedan muy superficiales, cubrirlos con mortero.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
9.24

A) FIGURA

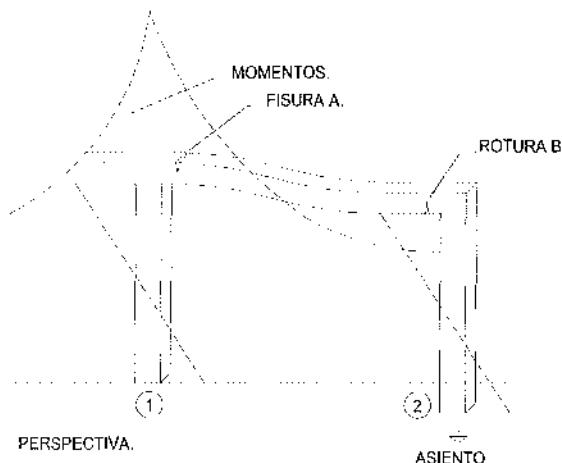


Figura 24

B) CARACTERÍSTICAS

Los descensos en las cimentaciones introducen elevados momentos tanto en las vigas como en los pilares.

En la **figura 24** se ha representado un pórtico donde ha descendido la cimentación del pilar 2. Esto hace que aumente considerablemente el momento de la viga sobre el pilar 1 y al no tener la armadura suficiente rompe a flexión con la **fisura A**.

Cuando el descenso es grande, se invierte el momento negativo de la viga sobre el pilar 2 y queda trabajando a flexión en su cara inferior y si no tiene la armadura suficiente aparece la **rotura B**.

Los descensos de las cimentaciones y dependiendo de la causa que los haya ocasionado, suelen quedar estabilizados durante un tiempo o definitivamente a excepción de cuando se producen descalces de la cimentación por corrientes de agua o desagregación del hormigón por tratarse de un terreno agresivo. En esos casos hay que prestarles bastante atención, ya que el descenso irá en aumento y los daños cada vez serán mayores. Cuando se trata de corrientes de agua también suele existir humedad de capilaridad.

9. VIGAS

ROTURA DE FLEXIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
9.24

C) IMPORTANCIA ★★★/ ★★★

La rotura es grave, aumentando la gravedad cuanto mayor sea el descenso de la cimentación y menor sea la armadura existente.

D) CAUSAS MÁS USUALES

Se trata de un descenso de la cimentación que se puede producir por lo siguiente.

- Corrientes de agua que descalzan a la cimentación.
- Desagregación del hormigón del cimiento.
- Corrosión de la armadura de la cimentación.
- Excavación del terreno medianero.
- Asiento por achiques de agua.
- Asiento por acumularse sedimentos en la excavación de los pozos antes de hormigonar.
- Realización de zapatas en excavaciones en laderas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Investigar la causa que ocasiona el descenso de la cimentación.
- Apuntalar las vigas que han roto.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar la causa para que no continúe el descenso y si es necesario recalzar la cimentación.
- Reparar las vigas que han roto, cuando el asiento quede estabilizado.

9. VIGAS

DAÑOS POR INCENDIO

LÁMINA
9.25

A) FIGURA

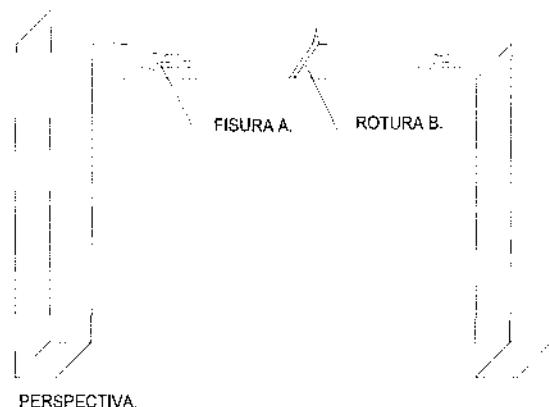


Figura 25

B) CARACTERÍSTICAS

Los daños por incendios son difíciles de precisar, ya que dependen del tiempo de duración que ha estado expuesto el elemento al fuego y de la potencia calorífica.

Se trata de destacar que las vigas de cuelgue quedan más expuestas que las planas, ya que son afectadas por tres lados.

Al recibir el calor del fuego, la armadura inferior de la viga dilata y al enfriarse retrae, reduciéndose la adherencia con el hormigón y deslizando la armadura. Esto hace que la viga experimente una mayor deformación, apareciendo las **fisuras A** en los extremos de las barras cortas por falta de adherencia y a continuación la **rotura B** de flexión.

En una estructura sometida a un intenso incendio, no es conveniente penetrar en ella hasta que hayan transcurrido como mínimo tres días y se haya enfriado, pues aunque presente buena apariencia, en la fase de enfriamiento es cuando suele desplomarse al ir deslizando la armadura en el hormigón.

Al dilatar los forjados durante el incendio, pueden romper cerramientos y pilares más alejados que no están siendo en ese momento afectados por el incendio.

9. VIGAS

DAÑOS POR INCENDIO	LÁMINA 9.25
C) IMPORTANCIA ★/ ★★/ ★★★/ ★★★★	<p>La gravedad depende de cómo esté afectada la viga. Como orientación se indica el color que toma el hormigón afectado.</p> <ul style="list-style-type: none">- Hasta 200°C permanece gris y no experimenta cambios importantes.- De 300°C a 500°C el color cambia a rosa.- De 500°C a 600°C adquiere color rojo y puede perder hasta el 50% de su resistencia.- De 600°C a 900°C el color cambia a un segundo gris con partículas rojas que indican alta succión de agua y reducción de resistencia.- A partir de 1000°C el color cambia a un amarillo anaranjado perdiendo su resistencia y volviéndose blando.
D) CAUSAS MÁS USUALES	<ul style="list-style-type: none">• Un incendio.• En los movimientos sísmicos con aparición de grietas, es frecuente que se produzcan cortocircuitos y se produzcan incendios.
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Proteger los elementos estructurales.• Apuntalar si se estima conveniente.• No penetrar en el edificio después de un intenso incendio.• Tener presente que las vigas o viguetas con armadura activa quedan más afectadas en un incendio. Al calentarse la armadura se reduce el pretensado y se desploma.
F) POSIBLES REPARACIONES	<ul style="list-style-type: none">• Reforzar las vigas que se estiman con resistencia insuficiente.• Si no se desea reforzar, descargar la estructura introduciendo pórticos intermedios.• Si se tienen dudas de si las vigas han quedado con resistencia suficiente, solicitar una prueba de carga, o sacar probetas testigos para conocer la resistencia del hormigón.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

<p>10.1 RETRACCIÓN HIDRÁULICA</p> <p>* Pág. 323</p>	<p>10.2 RETRACCIÓN TÉRMICA</p> <p>* Pág. 326</p>
<p>10.3 DILATACIÓN TÉRMICA</p> <p>* Pág. 328</p>	<p>10.4 ROTURA DE FLEXIÓN</p> <p>* Pág. 330</p>
<p>10.5 ROTURA DE CORTANTE</p> <p>PERPÉCTUA *****/***** Pág. 333</p>	<p>10.6 ROTURA DE TORSIÓN</p> <p>ZUNCHO FIGURA A FIGURA B *****/***** Pág. 335</p>
<p>10.7 ZUNCHOS DE PUNTA</p> <p>FIGURA DE FLECHA FIGURA DE RETRACCIÓN ZUNCHO DE PUNTA PLANTA SECCIÓN Pág. 337</p>	<p>10.8 ZUNCHO UNIFICA DEFORMACIONES</p> <p>HACIENDO DE HORMIGÓN. BOVEDILLAS. AS. 2012 HACIENDO DE HORMIGÓN VIGUETAS. PLANTA Pág. 339</p>

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

Los zunchos de forjados considerados como elementos secundarios, juegan un papel muy importante en las estructuras. Entre la amplitud de las finalidades que cumplen, se pueden citar las siguientes:

- Trabajan a flexión, cortante y en determinados casos también a torsión.
- Colaboran en los cambios dimensionales de origen térmico.
- Trabajan a flexión y cortante durante un movimiento sísmico, soportando también flexiones laterales.
- Ante un asiento de la cimentación colaboran reduciendo los descensos.
- Atan los pilares haciendo la estructura más monolítica y trabajando en un conjunto.
- Los zunchos de punta en extremos de voladizos, evitan fisuras térmicas, por deformaciones y la penetración de humedad a través de las bovedillas.
- Colaboran en los descensos por fluencia o por recrecidos defectuosos de las cabezas de los pilares.
- Cuando soportan un voladizo con viguetas que no tienen continuidad, también trabajan como vigas.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
10.1

A) FIGURA

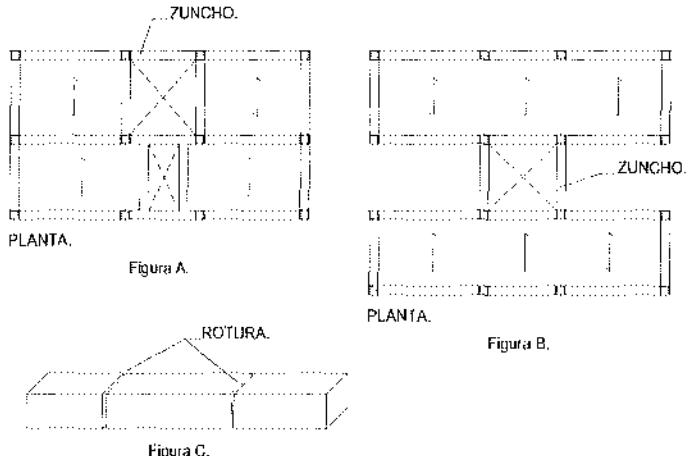


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Los zunchos situados en zonas de patios “**Figura A**” o los situados en bloques en H “**Figura B**”, cuando tienen cuantías mínimas de armadura, están más expuestos a romper por retracción hidráulica durante el fraguado del hormigón como se indica en la “**Figura C**”, especialmente si se trata de época muy calurosa y se emplea hormigón con alto contenido de cemento.

Las fisuras son abiertas cortando el zuncho transversalmente y sus bordes son más redondeados, bordeando la piedra, ya que rompe el hormigón cuando está adquiriendo resistencia.

El daño comentado es más usual cuando los forjados se encuentran impedidos en su retracción por muros de contención o pilares de gran rigidez.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
10.1

C) IMPORTANCIA *

Aunque no tiene peligrosidad, afea el conjunto. Por las fisuras penetra la humedad, se produce una corrosión de la armadura apareciendo manchas de óxido y después desprendimiento del hormigón.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cantidad pequeña de armadura en zunchos muy impedidos en su retracción hormigonados en época muy calurosa.
- Hormigones con altos contenidos de cemento.
- Estructura de mayor longitud.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Aumentar la cantidad de armadura.
- No emplear hormigones con altos contenidos de cemento.
- No hormigonar en época muy calurosa y si es necesario hormigonar a última hora de la tarde para que el fraguado inicial suceda durante la madrugada.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar cuando haya finalizado la retracción hidráulica, aunque lo más probable es que después aumente la fisura por retracción térmica.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
10.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1

En hormigones de más baja consistencia cuando se hormigona en época muy calurosa y la armadura está caliente por la acción solar, las fisuras de retracción hidráulica se sitúan sobre las barras y los estribos de la zona superior del forjado, como se puede apreciar en la **fotografía 1**.

Cuando el hormigón tiene una proporción elevada de cemento y es más fluido, hay veces que aparecen manchas blancas en las fisuras al fluir por ellas el cemento.

Se ha de tener presente que los hormigones muy fluidos experimentan mayor retracción, quedan con mayor porosidad y se carbonatan antes. Debido a ello, la armadura se corroen más fácilmente y tienen menor durabilidad.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
10.2

A) FIGURA

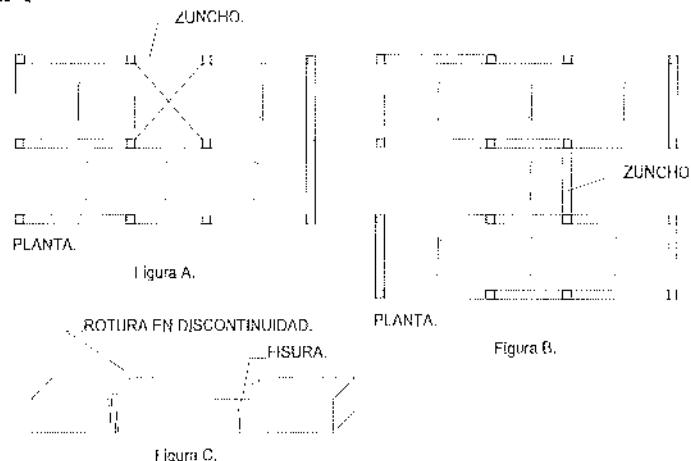


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Los zunchos situados en zonas de patios y en especial los del forjado de cubierta "**Figura A**", o los situados en bloques en H "**Figura B**", cuando se hormigonan en época calurosa y las cuantías de armadura son pequeñas y quedan muy coartados, están más expuestos a romper por retracción térmica al retraer la estructura en época fría. Otro factor negativo es la existencia de grandes saltos térmicos de temperatura entre el día y la noche.

Las fisuras son muy rectilíneas con bordes muy perfilados, ya que rompe el hormigón estando endurecido y en determinados casos la fisura aparece en discontinuidad (**figura C**).

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

RETRACCIÓN TÉRMICA	LÁMINA 10.2
C) IMPORTANCIA *	
Aunque no tiene peligrosidad, inquieta a los propietarios de las viviendas. Por las fisuras penetra la humedad ocasionando una corrosión de la armadura por picadura, apareciendo manchas de óxido y desprendiéndose el hormigón.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Cuantías pequeñas de armadura en estructuras ejecutadas en épocas muy calurosas, que al retraer en época fría rompen.• Estructura sometida a elevados saltos térmicos.• Estructura de mayor longitud.• Estructura muy impedida en su retracción.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Aumentar la cuantía de armadura.• No hormigonar en época muy calurosa.• Si se trata de estructura de mayor longitud, hormigonar la planta de forjado en dos fases.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Colocar un pavimento flotante también llamado suelo técnico en el forjado de cubierta, para que lo proteja del calor y del frío.• Reparar los daños para evitar la corrosión de la armadura.	

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

DILATACIÓN TÉRMICA

LÁMINA
10.3

A) FIGURA

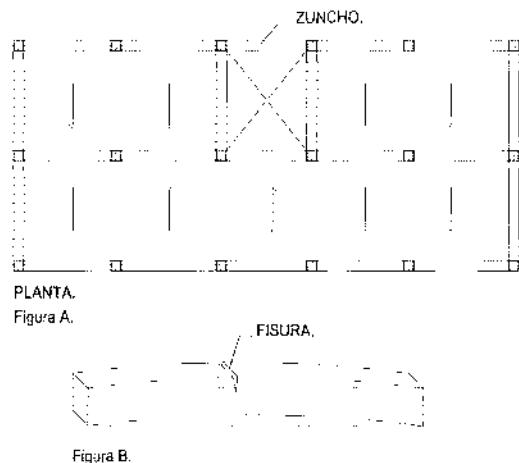


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Los zunchos situados en patios de planta de cubierta de mayores dimensiones que se han ejecutado en época fría, al llegar la época calurosa aumentan de dimensiones, quedando el zuncho comprimido y elevado, llegando incluso a fisurarse por pandeo. De madrugada la estructura retrae y el zuncho vuelve a su estado inicial, no pudiéndose observar a primera hora de la mañana ninguna anomalía.

Los zunchos vistos situados en los patios, al quedar a la intemperie se carbonata más el hormigón reduciéndose su alcalinidad, esto hace que la armadura quede menos protegida y más expuesta a la corrosión.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

DILATACIÓN TÉRMICA

LÁMINA
10.3

C) IMPORTANCIA *

En caso de rotura se debe reparar para evitar la corrosión de la armadura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Sección insuficiente.
- Estructura de mayor longitud ejecutada en época muy fría.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Aumentar la sección de elemento.
- No hormigonar en época muy fría.
- Hormigonar el forjado en dos fases.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar en el forjado de cubierta un pavimento flotante.
- Reparar los daños para evitar la corrosión de la armadura.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA 10.4

A) FIGURA

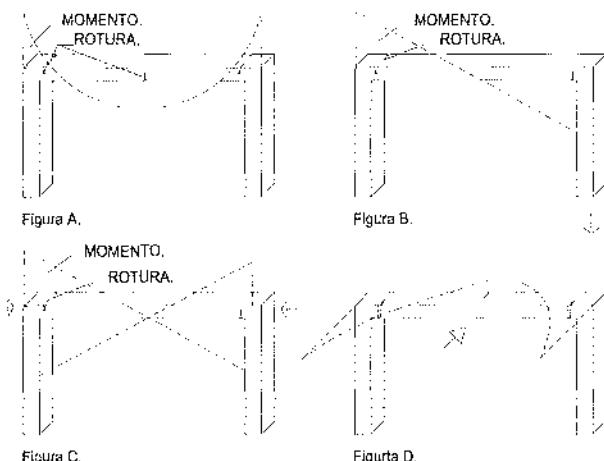


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

FIGURA "A"

Los zunchos que soportan cerramientos y el peso del forjado de media bovedilla que le llega, quedan trabajando a flexión por cargas gravitatorias y rompen como se indica en la **figura A**.

FIGURA "B"

Cuando se produce un descenso de la cimentación, los zunchos trabajan a flexión en su zona inferior y superior como se indica en la **figura B**.

FIGURA "C"

En los empujes horizontales de sismo o viento trabajan a flexión como se representa en la **figura C**.

FIGURA "D"

En empujes horizontales de sismo o viento transversal al zuncho trabajan a flexión lateral como se indica en la **figura D**.

Los zunchos se suelen armar con la misma armadura en su zona inferior que en la superior, pero se ha de tener en cuenta que cuando soportan cargas gravitatorias como cerramientos y también solicitudes por empujes horizontales, van a precisar más armadura de negativos en su zona superior, ya que también están trabajando como vigas.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
10.4

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Aunque los zunchos hacen más estables a las estructuras, su rotura no tiene la misma peligrosidad que en una viga y su gravedad es mayor cuando tienen que soportar cargas gravitatorias.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Las causas más usuales de la rotura suelen ser por quedar sometidos a mayores solicitudes de las establecidas en los cálculos. Sigue suceder en los zunchos del forjado primero, ya que les llega mayor carga de la prevista por transmisión de las superiores, incluso no se ha considerado la carga que reciben de media bovedilla del forjado. Estos zunchos suelen tener mayor deformación al tener unas cargas permanentes, acusándolo más cuando su longitud supera los cinco metros.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prestarle más atención a los zunchos de mayor longitud que tienen que soportar cerramientos.
- Prestarle especial atención a los zunchos en voladizos que no tienen continuidad.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Apuntalar si se estima conveniente o ante las dudas de si existe gravedad.
- Reparar la rotura.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ROTURA DE FLEXIÓN

**LÁMINA
10.4**

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 2



Fotografía 3

Los zunchos de borde situados en voladizos que soportan el peso del cerramiento, como aparece en la **fotografía 2**, quedan sometidos a flexión y cuando no tienen la rigidez suficiente, se fisuran los cerramientos formando arco de descarga.

En la **fotografía 3** aparece una rotura en un cerramiento al flectar la pérgola que lo soporta por no tener la rigidez suficiente.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
10.5

A) FIGURA

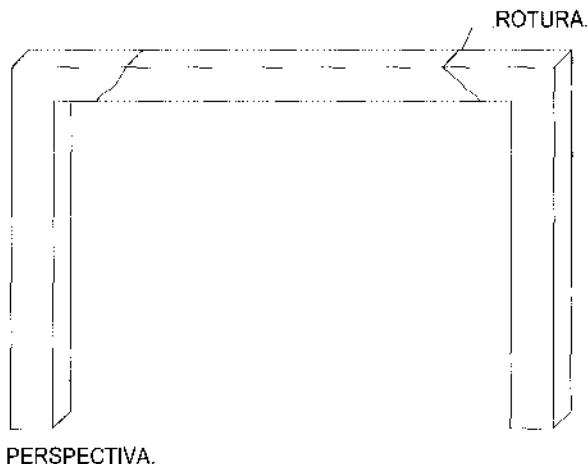


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de cortante no es usual en zunchos de forjados, ya que soportan poca carga.

En zunchos de planta primera de mayores luces que soportan el peso de cerramientos, el que le transmiten los forjados superiores a través de los cerramientos y el peso del forjado de media bovedilla que está junto a él, puede romper por cortante como se indica en la **figura 5** cuando los estribos quedan a una separación mayor a su canto útil, no se han cerrado, o han desaparecido en su zona inferior por corrosión.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ROTURA DE CORTANTE	LÁMINA 10.5
C) IMPORTANCIA ★★★/ ★★★★	
La rotura de cortante siempre es grave ya que está indicando que el elemento no es capaz de soportar la carga que le llega, aunque también puede romper durante un movimiento sísmico.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Armadura transversal insuficiente.• Estripos muy separados o sin cerrar.• Estripos corroídos.• Sección insuficiente.• Mayor solicitudación de la prevista.• Mayor luz de la de cálculo.• Aumento del cortante por un movimiento sísmico.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Apuntalar con urgencia.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Aumentar la sección.• Colocar armadura transversal.• Reducir la solicitudación descargando la estructura, que puede ser introduciendo pórticos intermedios, o reduciendo cargas.• Sellar las fisuras una vez eliminada la causa.	

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ROTURA DE TORSIÓN

LÁMINA
10.6

A) FIGURA

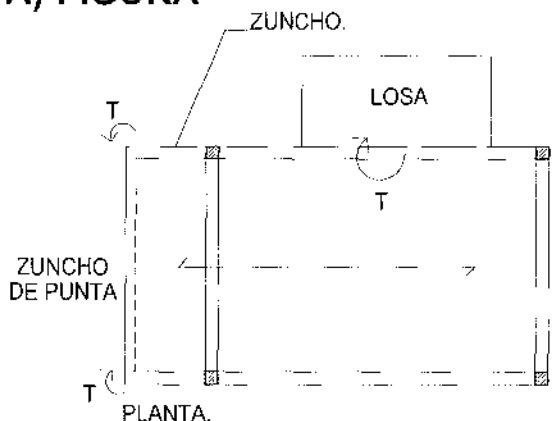


Figura A.

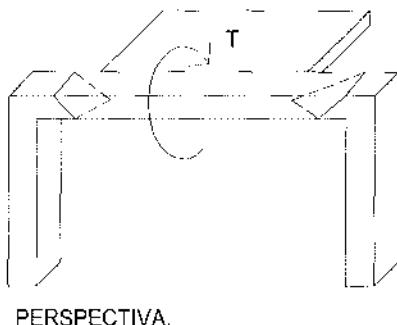


Figura B.

Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de torsión no es usual en los zunchos de forjado, aunque en determinados casos si puede suceder.

Cuando existen voladizos sin continuidad, someten al zuncho que lo soporta (que en este caso también actúa de viga) a torsión de equilibrio y si no está capacitado, rompe a torsión, volcando el voladizo.

Suele suceder cuando la armadura de negativos del voladizo no tiene continuidad y se ancla en el zuncho, en estos casos la torsión que se origina se le denomina de equilibrio.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ROTURA DE TORSIÓN

**LÁMINA
10.6**

C) IMPORTANCIA ★★★/ ★★★

La rotura es más grave si es por torsión de equilibrio, ya que la estabilidad del voladizo depende exclusivamente del zuncho que lo soporta.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Olvidar la armadura de negativo de las viguetas.
- Torsión no prevista.
- Cálculo erróneo.
- Estripos muy separados o sin cerrar.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se produzca el desplome.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar la sección del elemento.
- Reducir la solicitud.
- Dotar de continuidad al voladizo.
- Colocar armadura transversal y longitudinal.
- Sellar fisuras una vez eliminada la causa.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ZUNCHOS DE PUNTA

LÁMINA
10.7

A) FIGURA

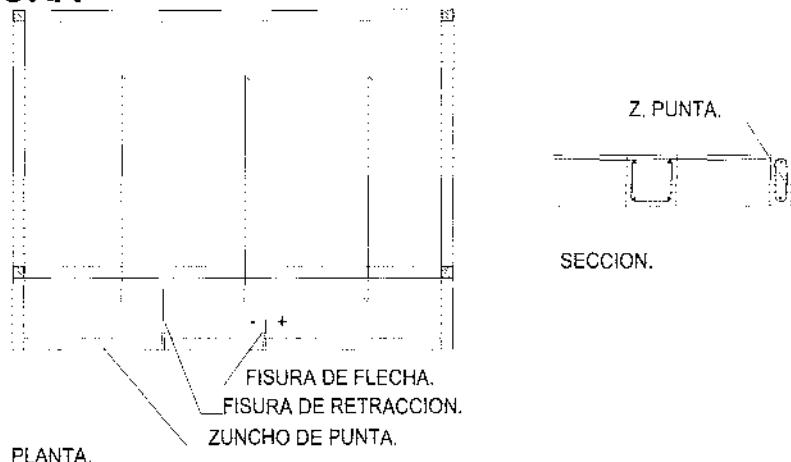


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Los zunchos de punta que se colocan en los extremos de las viguetas en voladizos atándolas, suelen tener un ancho de 10 cm, el canto del forjado y una armadura formada por 2 barras de ø12 mm. Tienen las finalidades siguientes:

- Evitar fisuras de retracción que se sitúan a distancias periódicas. Estas son abiertas en el extremo del voladizo y se van cerrando a medida que se acercan a la viga que soporta el voladizo.
- Unifican las deformaciones y evitan fisuras de flecha cuando una viga flecta más que otra. Estas fisuras son cerradas en distintos planos y se van nivelando a medida que se acercan a la viga que soporta el voladizo.
- El zuncho de punta evita la entrada de humedad a través de las bovedillas. Su armadura inferior se suele corroer cuando no se le coloca goteón para que gotee el agua de lluvia.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ZUNCHOS DE PUNTA

LÁMINA
10.7

C) IMPORTANCIA *

Ninguna de las fisuras revisten gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de zuncho de punta por no estar indicado en los planos o en obras no controladas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar la estructura antes de hormigonar y comprobar si han colocado la armadura del zuncho de punta.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si no está hormigonado el forjado colocar el zuncho.
- Si ya está hormigonado el forjado, picar el lateral y añadir el zuncho de punta.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ZUNCHO UNIFICA DEFORMACIONES

LÁMINA
10.8

A) FIGURA

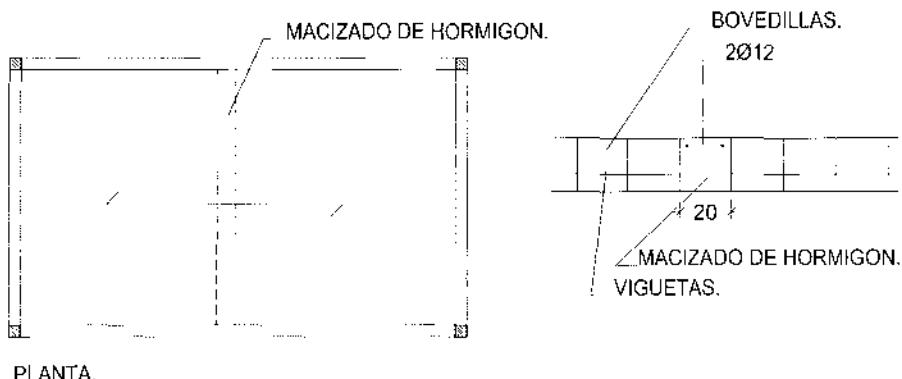


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando en un forjado existen viguetas de mayores luces, hay quien maciza de hormigón la zona de bovedillas situadas en el centro de las luces y le coloca armadura, llamándole "Zuncho reduce flecha".

Se ha de señalar que no reduce la flecha de las viguetas, pero sí tiene las finalidades siguientes:

- Evita fisuras de retracción paralelas a las viguetas de origen térmico.
- Unifica las deformaciones entre viguetas, evitando fisuras por diferentes flechas.
- Facilita el apoyo de los cerramientos que apoyan en el forjado.

En determinados casos, como en plantas de ático retranqueados donde el forjado último apoya en el cerramiento y éste en las viguetas que se suelen colocar dobles para obtener mayor rigidez y resistencia a cortante, es aconsejable que apoye el cerramiento en una zona macizada de hormigón o como mínimo colocar bovedillas rebajadas. No hay que olvidar que las bovedillas de los laterales deben quedar cegadas para que no penetre el hormigón en los huecos.

10. ZUNCHOS DE FORJADOS

ZUNCHO UNIFICA DEFORMACIONES	LÁMINA 10.8
C) IMPORTANCIA *	
<p>Es aconsejable la colocación de zunchos para un mejor funcionamiento y evitar posibles daños, aunque cuando existe armadura de reparto en la capa de compresión del forjado, no es necesario.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• No estar previsto.• Omisión en obra.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Colocar zuncho si se considera conveniente.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• En caso de omisión y si se estima adecuado, se puede colocar una malla de acero más tupida en la zona del forjado donde apoya el cerramiento.	

11. MÉNSULAS

11.1 FLEXIÓN <small>ESTRUCTURAS ESTÁTICAS Y DISEÑO</small> ****/***** <small>EXPLICATIVA</small> Pág. 343	11.2 COMPRESIÓN <small>ESTRUCTURAS ESTÁTICAS Y DISEÑO</small> ****/***** <small>EXPLICATIVA</small> Pág. 345
11.3 CORTANTE <small>ESTRUCTURAS ESTÁTICAS Y DISEÑO</small> ****/***** <small>EXPLICATIVA</small> Pág. 347	11.4 RETRACCIÓN TÉRMICA <small>ESTRUCTURAS ESTÁTICAS Y DISEÑO</small> ** <small>EXPLICATIVA</small> Pág. 349
11.5 CORROSIÓN DE LA ARMADURA <small>ESTRUCTURAS ESTÁTICAS Y DISEÑO</small> */**/*** <small>EXPLICATIVA</small> Pág. 352	

11. MÉNSULAS

En este capítulo se exponen los tipos de roturas que se pueden producir en ménsulas cortas. Se emplean generalmente para no duplicar pilares, pero se deben evitar siempre que sea posible, pues su rotura es grave y rápida, ya que el elemento que soporta depende de ella, al mismo tiempo que presenta los inconvenientes siguientes.

- Introduce una carga descentrada en los pilares ocasionándoles momentos flectores que hacen que aumente su armadura.
- Durante un movimiento sísmico pueden desplomarse los forjados que apoyan en ellas.
- Quedan más afectadas en un incendio o por corrosión.
- Son muy sensibles a la excentricidad de la carga que reciben.
- En las juntas de dilatación deficientes penetra el agua de lluvia, quedando retenida sobre las ménsulas.
- Aparece el cuelgue de las ménsulas.
- Cuando no están correctamente calculadas o ejecutadas, por ser un elemento más delicado, es probable que se produzca su rotura.

En determinados casos para obtener una mayor superficie de apoyo y no quedar concentrada la carga o para que el cuelgue sea más pequeño, en vez de ménsulas se suelen colocar vigas en L.

En viviendas con forjados planos no se suelen colocar ménsulas por lo poco estético que resulta el cuelgue.

11. MÉNSULAS

FLEXIÓN

LÁMINA 11.1

A) FIGURA

ROTURA DE FLEXIÓN EN CARA SUPERIOR DE MÉNSULA.



PERSPECTIVA.

Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Se inicia la fisura en la zona de tracción cerca del apoyo. A medida que desciende se va cerrando hasta alcanzar la zona comprimida. También toma cierta inclinación, que es mayor cuanto más elevado es el cortante a que está sometida.

Cuando la cuantía de armadura es muy elevada, antes de romper a flexión rompe por compresión en su zona inferior.

Al tratarse de una rotura grave y rápida suele tener poca capacidad de aviso, lo cual dificulta poder obtener fotografías de este tipo de rotura.

11. MÉNSULAS

FLEXIÓN

LÁMINA 11.1

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La rotura es grave, aumentando la gravedad cuanto más inclinada se encuentre la rotura por cortante.

A menor cuantía de armadura aumenta la gravedad y la rotura es más rápida, mientras que con mayor cuantía de armadura se obtiene más tiempo de aviso antes de que se produzca el fallo.

Las cargas descentradas le ocasionan torsiones y un mayor daño.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura insuficiente o mal situada.
- Sección insuficiente.
- Mayor solicitud de la prevista en los cálculos.
- Cálculo erróneo.
- Colocación de menor número de barras o de inferior diámetro.
- Escasa longitud de anclaje.
- Ejecución defectuosa.
- Hormigón de inferior resistencia.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se produzca la caída y detectar la causa que ha ocasionado la rotura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Una vez conocida la causa que ha ocasionado la rotura, añadir la armadura necesaria o aumentar la sección de la ménsula por sus laterales.
- Si no se desea reforzar, se pueden reducir cargas y reparar los daños.

11. MÉNSULAS

COMPRESIÓN

LÁMINA
11.2

A) FIGURA

ROTURA POR COMPRESIÓN.



PERSPECTIVA.

Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de compresión es muy grave. Surge cuando la armadura de flexión es muy elevada y la sección es insuficiente para soportar la carga que le llega.

La rapidez y gravedad de la rotura depende de la cantidad de armadura situada en la zona de compresión, no siendo aconsejable proyectar ménsulas tan forzadas. En caso de desear un menor cuelgue y que el elemento quede menos forzado, se pueden proyectar vigas en L en vez de ménsulas.

11. MÉNSULAS

COMPRESIÓN

LÁMINA
11.2

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Aunque tiene apariencia inofensiva, el desplome puede ser instantáneo.

Se agrava el problema cuando la carga está descentrada y la ménsula queda sometida también a torsión.

Durante un movimiento sísmico se agrava la situación y puede perder apoyo el forjado que descansa en la ménsula.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Mayor solicitud de la contemplada en los cálculos.
- Sección insuficiente.
- Cálculo erróneo.
- Hormigón de menor resistencia.
- Montaje incorrecto de la armadura.
- Armadura excesiva en zona de tracción.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se desplome e investigar la causa que ha ocasionado la rotura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- En estos casos es necesario aumentar la sección de la ménsula o reducir la solicitud a que está sometida y reparar las fisuras. A éstas, al ser muy finas, se les puede inyectar resina epoxi líquida a presión.

11. MÉNSULAS

CORTANTE

LÁMINA
11.3

A) FIGURA

ROTURA DE CORTANTE.



PERSPECTIVA.

Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras a 45° de cortante son muy graves y seccionan el elemento.

La rapidez de la rotura depende de la cantidad de armadura horizontal colocada. En las vigas la precisa en vertical, mientras que en ménsulas la necesita en horizontal, ya que la isostática de tracción sigue una dirección prácticamente horizontal.

En las ménsulas es conveniente colocar sobre ellas dos láminas de neopreno para que el apoyo del forjado sea menos rápido y la carga no se concentre en su extremo. También facilita los movimientos del forjado ocasionado por los cambios dimensionales de origen térmico.

11. MÉNSULAS

CORTANTE

LÁMINA
11.3

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La rapidez de la rotura depende de la cantidad de armadura colocada para soportar el cortante. A menor armadura, la rotura es más frágil y rápida.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Sección insuficiente.
- Armadura horizontal insuficiente para soportar el cortante.
- Montaje erróneo de la armadura.
- Cálculo erróneo.
- Mayor solicitudación de la prevista.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia.
- Investigar la causa de la rotura.
- El hormigonado de las ménsulas se debe realizar al mismo tiempo que el de los pilares.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir armadura para soportar el cortante.
- Aumentar sección.
- Reducir la solicitudación.

11. MÉNSULAS

RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
11.4

A) FIGURA

ROTURA DE RETRACCIÓN EN ZONA SUPERIOR DE MÉNSULA.

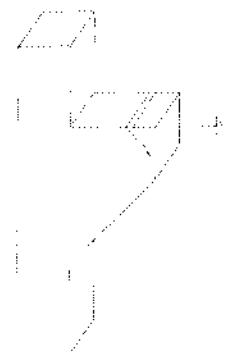


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura por retracción térmica suele surgir cuando no funciona correctamente la junta de dilatación por quedar unida la viga o el forjado a la ménsula. Al retraer el forjado arrastra consigo a la ménsula y la rompe en su esquina superior. Este daño es más acusado cuando existe un deficiente anclaje de la armadura en su extremo y el apoyo del forjado queda situado en el borde de la ménsula.

La fisura es abierta. A medida que desciende se dirige hacia el exterior y es un tipo de rotura usual, no debiéndose confundir con la de flexión que es parecida, con inclinación hacia el interior.

Se ha de tener presente que las ménsulas por sus características suelen quedar más afectadas en un incendio.

11. MÉNSULAS

RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
11.4

C) IMPORTANCIA ★★

No suele implicar gravedad, pero a través de la fisura penetra la humedad y termina corroyendo la armadura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Deficiente anclaje de la armadura en el extremo de la ménsula.
- Forjado muy adherido a la ménsula.
- Apoyo incorrecto del forjado en el borde de la ménsula.
- El error cometido suele ser generalizado en todas las ménsulas.
- Colocar barras de diámetro grueso con un mayor radio de curvatura.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Reparar los daños antes de que aumenten o se corroa la armadura.
- Colocar dos láminas de neopreno sobre la ménsula para que apoye en ella el forjado y facilite los movimientos por cambios dimensionales de origen térmico.
- No colocar barras de diámetro mayor de 16 mm para que el radio de curvatura sea menor y llegue más a su extremo.
- Las ménsulas se deben hormigonar al mismo tiempo que los pilares.
- Colocar correctamente la armadura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Formar la junta para que el forjado retraija libremente y reparar la fisura con resina epoxi.

11. MÉNSULAS

RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
11.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** se presentan ménsulas que han roto al retraer el forjado que apoya en ellas y no tener un anclaje correcto de su armadura. Si se hubiesen colocado sobre la ménsula dos láminas de neopreno, el forjado tendría menos adherencia con la ménsula y se habría evitado este tipo de rotura.

11. MÉNSULAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
11.5

A) FIGURA

FISURAS POR CORROSIÓN DE LA ARMADURA.



PERSPECTIVA.

Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras por corrosión de la armadura, se suelen producir en forjados de cubierta cuando penetra el agua por las juntas de dilatación y queda retenida sobre la ménsula. Al estar sometida a ciclos de humedad y sequedad, se produce la corrosión de la armadura muy lentamente en su zona superior, sin poderse apreciar hasta que se origina la rotura.

También se suele corroer la armadura de sus laterales al deslizar el agua de lluvia que penetra por las juntas o cuando se trata de sótanos con escasa ventilación, donde surgen humedades de condensación.

11. MÉNSULAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
11.5

C) IMPORTANCIA ★/ ★★/ ★★★

La gravedad depende del estado de corrosión y de lo avanzada que se encuentre. A medida que aumenta la corrosión, aumenta la gravedad y el fallo se suele producir por falta de adherencia por ser generalizada o bien por disminución de la sección de la armadura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Entrada de agua frecuente por juntas de dilatación defectuosas.
- Humedad de condensación.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Eliminar la entrada de agua o la humedad de condensación.
- Si la corrosión es grande y puede producirse el fallo, apuntalar antes de que suceda.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Limpiar, reponer y proteger la armadura.

11. MÉNSULAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
11.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3

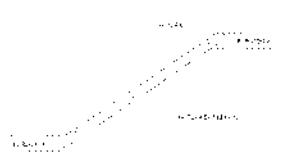
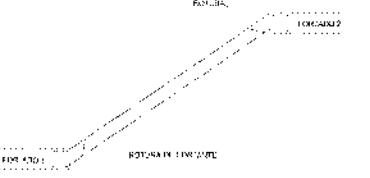
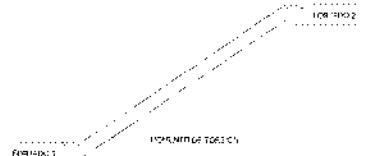
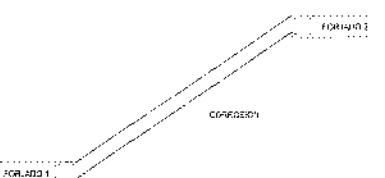


Fotografía 4

En las juntas de dilatación deficientes o cuando se deterioran, es frecuente la penetración de agua de lluvia, como se puede apreciar en las **fotografías 3 y 4**.

Al ser muy persistente la entrada de agua de lluvia y quedar retenida en la zona superior de la ménsula, es probable que se pueda producir la corrosión de la armadura.

12. LOSAS DE ESCALERAS

12.1 ROTURA DE FLEXIÓN  *** Pág. 357	12.2 ROTURA DE CORTANTE  **** Pág. 359
12.3 ROTURA DE TORSIÓN  **/** Pág. 361	12.4 CORROSIÓN DE LA ARMADURA  **/** Pág. 363

12. LOSAS DE ESCALERAS

Los diseños de las losas de escaleras de hormigón armado pueden ser muy variados.

Las escaleras circulares voladas o con un sólo apoyo requieren de un cálculo específico, y los problemas que pueden presentar dependen de sus diseños.

En viviendas se suele emplear uno o dos tramos entre plantas. Los dos tramos, al ser más pequeños no suelen presentar problemas, mientras que el de sólo un tramo si puede presentar algunas anomalías que se comentan en este capítulo.

En los proyectos se debe entregar el desarrollo de las losas de escaleras de todos los tramos, ya que si se entrega sólo un detalle genérico de uno de sus tramos, es frecuente que sucedan errores de ejecución, puesto que el técnico suele ejecutarla con su mejor criterio y es posible que no sea el más adecuado.

12. LOSAS DE ESCALERAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
12.1

A) FIGURA

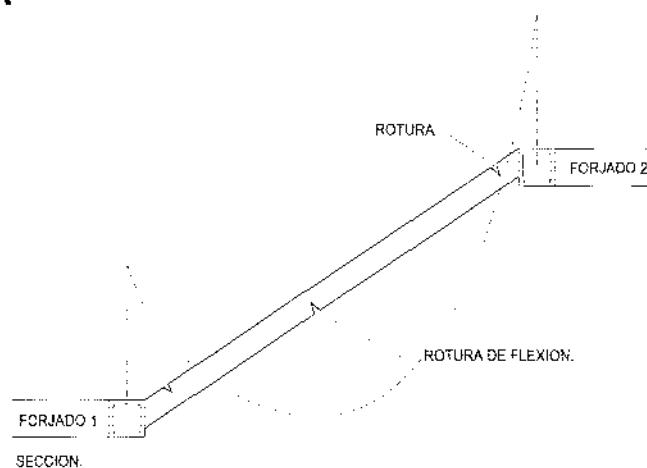


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Los tramos de mayor longitud con armadura insuficiente o mal situada, pueden romper a flexión como se indica en la **figura 1**.

Estas las losas, al no tener la suficiente rigidez flectan y suelen romper las barandas cuando son de fábrica, pudiendo incluso llegar a apreciarse vibraciones durante su utilización.

Se le puede dotar de mayor rigidez aumentando el canto de la losa o colocando armadura en su sentido transversal que quede unida al paso con un pilar. De esta forma, al tener un punto de apoyo en su zona central, se reducen las vibraciones.

12. LOSAS DE ESCALERAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
12.1

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura es más grave cuanto menor sea la armadura existente. Con mayor cuantía de armadura se tiene más tiempo de aviso antes de que se produzca el fallo total.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Insuficiente armadura longitudinal por error de cálculo.
- Error de ejecución.
- Hormigón de menor resistencia.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien los cálculos y la ejecución.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir la armadura longitudinal que le falta y si es necesario, aumentar su rigidez.

12. LOSAS DE ESCALERAS

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
12.2

A) FIGURA

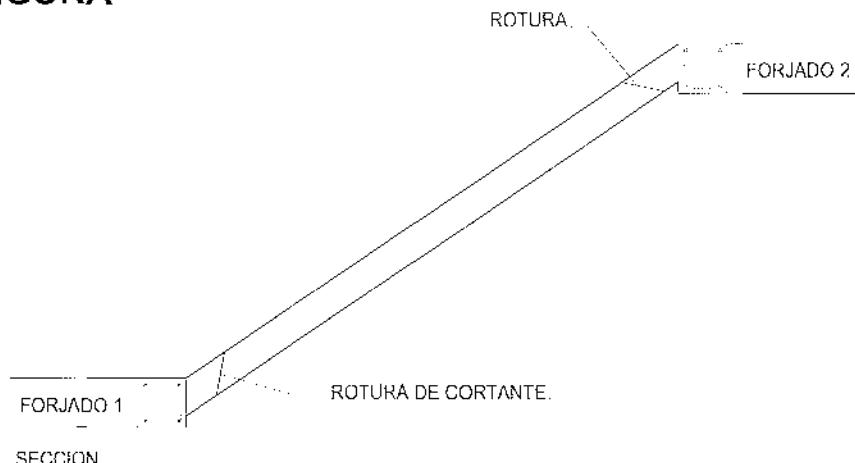


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Las losas de escalera de mayor longitud, cuando tienen poco canto y no se ha colocado armadura transversal, pueden romper por cortante como se indica en la **figura 2**. Estas escaleras también suelen presentar problemas de falta de rigidez y es un error generalizado, ya que sucede en las escaleras de todas las plantas.

En las losas de escaleras, al no tener armadura transversal y no quedar sujetas la armadura inferior con la superior, en caso de incendio, corrosión, o de compresiones excesivas, se desconecta más fácilmente la armadura inferior.

12. LOSAS DE ESCALERAS

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
12.2

C) IMPORTANCIA ★★★

La rotura es muy grave, ya que al no tener armadura transversal, cuando se produce el fallo sucede de forma súbita.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Canto insuficiente.
- Omisión de armadura transversal
- Hormigón de menor resistencia.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar los cálculos para comprobar que la losa de escalera tiene resistencia suficiente a cortante y rigidez.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar armadura transversal, aunque lo más probable es que también precise aumentar el canto por falta de rigidez y en este caso también se aumentaría la resistencia a cortante.

12. LOSAS DE ESCALERAS

ROTURA DE TORSIÓN

LÁMINA
12.3

A) FIGURA

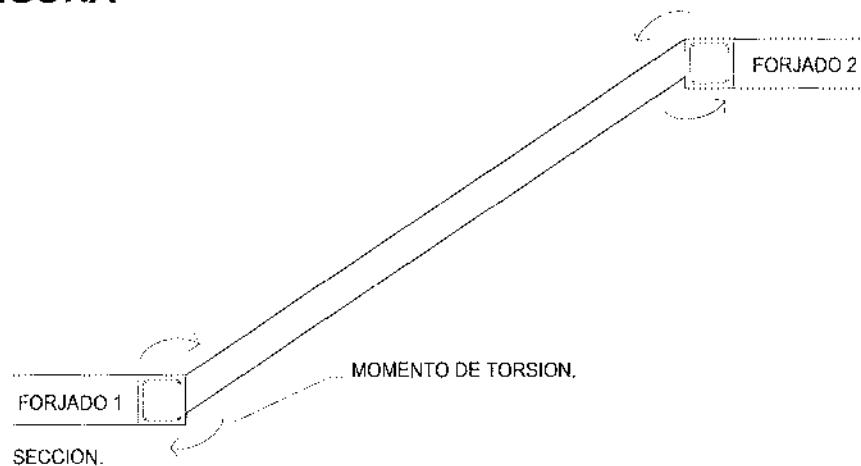


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Las losas de escaleras de mayor longitud someten a las vigas en las que apoyan a torsión, como se indica en la **figura 3**. Si las vigas no tienen suficiente resistencia se pueden fisurar. Cuando esto ocurre aumentan la deformación de la losa y también el momento flector en el centro de la misma, pudiendo quedar insuficiente su armadura.

La armadura longitudinal y transversal de las vigas juega un papel muy importante para el buen funcionamiento de la losa de escalera.

12. LOSAS DE ESCALERAS

ROTURA DE TORSIÓN

LÁMINA
12.3

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La importancia depende de la rotura que se produzca por torsión y de como le afecta a la losa de escalera.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Sección y armadura longitudinal y transversal insuficiente de la viga que soporta la losa de escalera.
- También influye si se obtiene un hormigón de inferior resistencia.
- No quedar los estribos de la viga bien cerrados para soportar torsiones.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien los cálculos y ejecución.
- Es conveniente que la armadura superior de la losa tenga mayor longitud y penetre en el forjado. De esta forma se reduce la torsión en la viga que la soporta.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar la viga añadiendo armadura longitudinal y transversal para soportar la torsión.
- Prolongar la armadura superior de la losa introduciéndola en el forjado. De esta forma también se reduce la deformación de la losa.

12. LOSAS DE ESCALERAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
12.4

A) FIGURA

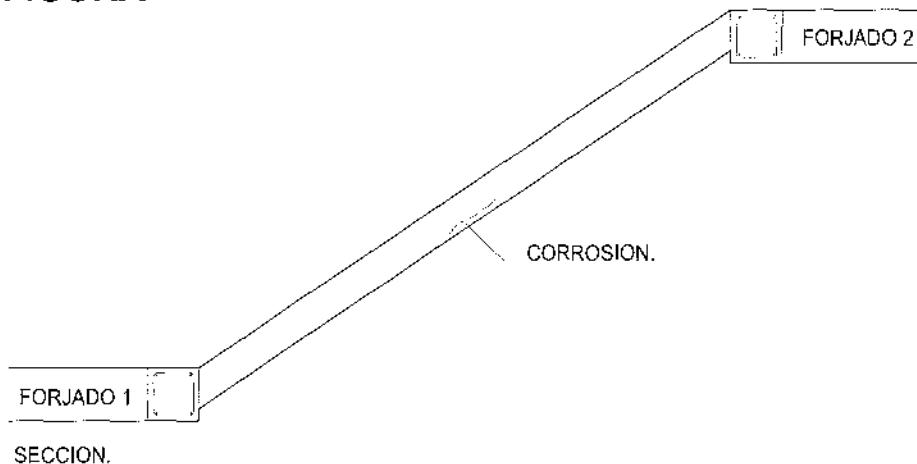


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

En las losas de escaleras si se omiten los separadores la armadura queda muy superficial y con el enlucido de yeso de los techos termina corroyéndose. Esto es más acentuado cuando quedan situadas en zonas húmedas agresivas como las marítimas.

Cuando se corroee la armadura inferior, al no quedar unida con estribos a la superior, se desconecta más fácilmente en las zonas de compresión.

12. LOSAS DE ESCALERAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

**LÁMINA
12.4**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende de lo avanzada que se encuentre la corrosión, pero antes de que se produzca la caída por falta de adherencia, suelen aumentar las deformaciones.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de separadores.
- Quedar situada en un ambiente muy agresivo.
- Hormigón con baja alcalinidad.

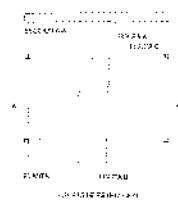
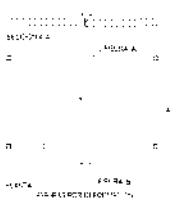
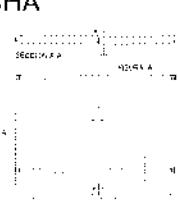
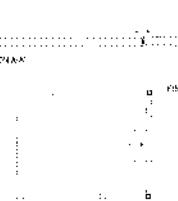
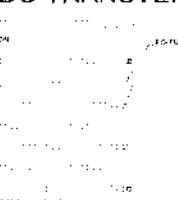
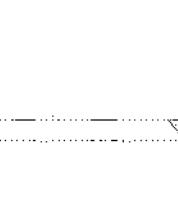
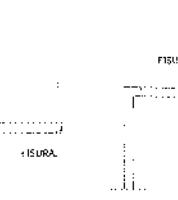
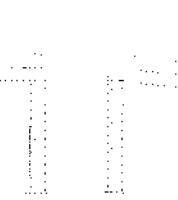
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar que se han colocado separadores.

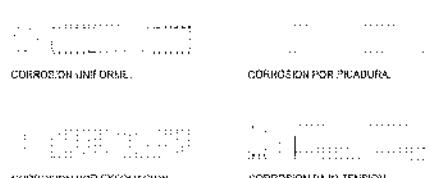
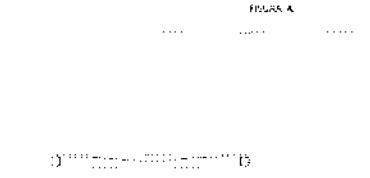
F) POSIBLES REPARACIONES

- Despues de apuntalar, limpiar la armadura de corrosión, aplicar una pintura inhibidora de corrosión y cubrir con mortero predosificado.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

<p>13.1 FISURAS DE RETRACCIÓN TÉRMICA</p>  <p>★ Pág. 369</p>	<p>13.2 FISURAS POR DEFORMACIÓN</p>  <p>★ Pág. 373</p>
<p>13.3 FISURAS DE RETRACCIÓN Y FLECHA</p>  <p>★ Pág. 376</p>	<p>13.4 INICIO DEL VUELCO</p>  <p>★★★ Pág. 378</p>
<p>13.5 FISURAS POR TORSIÓN DE LA VIGA</p>  <p>★ Pág. 380</p>	<p>13.6 FISURAS DE RETRACCIÓN EN SENTIDO TRANSVERSAL</p>  <p>★ Pág. 382</p>
<p>13.7 COMPRESIÓN EN APOYO</p>  <p>★★ /★★★ Pág. 385</p>	<p>13.8 ROTURA DE CORTANTE</p>  <p>★★★★ Pág. 388</p>
<p>13.9 ROTURA DE FLEXIÓN</p>  <p>★★ /★★★ Pág. 391</p>	<p>13.10 ESFUERZO RASANTE</p>  <p>★★ /★★★ Pág. 394</p>

13. FORJADOS DE VIGUETAS

<p>13.11 CORROSIÓN DE LA ARMADURA</p>  <p>CORROSIÓN UNIFORME. CORROSIÓN POR PICADURA. CORROSIÓN POR EXPOSICIÓN. CORROSIÓN BAJO TENSIÓN.</p> <p>★★★ /★★★</p>	<p>13.12 CONVERSIÓN O ALUMINOSIS</p>  <p>Pág. 397</p>	<p>★★★</p> <p>Pág. 401</p>
<p>13.13 FISURAS EN ZONAS DE NEGATIVOS</p>  <p>FIGURA A</p> <p>FISURA ZONA DE NEGATIVO ARMADURA FUNDACIÓN</p> <p>★★/★★★</p>	<p>13.14 FISURA DE RETRACCIÓN EN CAPA DE COMPRESIÓN</p>  <p>FIGURA A</p> <p>FISURA DE RETRACCIÓN EN CAPA DE COMPRESIÓN ARMADURA DE REPARO.</p> <p>Pág. 404</p>	<p>★</p> <p>Pág. 406</p>

13. FORJADOS DE VIGUETAS

Los forjados de viguetas pueden presentar una gran variedad de daños, como suelen ser retracciones, deformaciones, cortantes etc.

Entre las anomalías más usuales durante la ejecución se pueden citar las siguientes:

- Colocación de viguetas dañadas.
- Situación de viguetas en discontinuidad en voladizos.
- Introducir las viguetas en vigas planas.
- Desmochar las viguetas que vienen largas a golpes.
- Colocar viguetas con menor momento.
- Colocar viguetas de menor longitud.
- No colocar patillas en los negativos de viguetas situadas en los extremos.
- Omitir la armadura de conexión con las vigas.
- No colocar armadura de suspensión cuando se ejecutan vigas invertidas o peraltadas.
- No macizar de hormigón las bovedillas que preceden a los voladizos o viguetas sin continuidad.
- Omitir los zunchos de punta en extremos de voladizos.
- Situar baja la armadura de reparto y de negativos.
- Realizar taladros en zonas de vigas y viguetas.

Se indican algunas observaciones que convienen tener en consideración en los forjados unidireccionales de viguetas.

- Es conveniente colocar dobles viguetas entre separaciones de viviendas, especialmente en el forjado primero.
- Las viguetas deben quedar en continuidad, sobre todo cuando se trate de voladizos.

- Sujetar los negativos de viguetas a la armadura de montaje de las vigas y apoyar sus extremos en separadores.
- Colocar armadura de conexión en las viguetas, o introducir su armadura en las vigas.
- Si las armaduras de las vigas y las viguetas están muy calientes por la acción solar, se deben regar con agua a presión para enfriarlas.
- Prestar atención al vibrado de las zonas de negativos de las vigas donde el espacio entre barras es menor.

A continuación se indican los forjados que se suelen reforzar.

- Aquellos donde se obtiene un hormigón de menor resistencia.
- Con cálculo erróneo.
- Con errores de ejecución.
- Cuando tienen excesivas deformaciones.
- Forjados de planta baja que se destinan a otro uso y tienen que soportar mayor carga.
- Forjados antiguos que se reforman.
- Forjados con armaduras corroídas.
- Forjados con resistencia insuficiente a cortante.
- Forjados de viguetas donde se ha producido la conversión conocida como "aluminosis".
- Forjados antiguos con viguetas de madera.
- Forjados que han quedado afectados por un incendio.

Se ha de tener presente que la rehabilitación de estructuras suele ser costosa y a veces incómoda.

El mayor beneficio se obtiene realizando un profundo estudio y aplicando las soluciones más adecuadas.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
13.1

A) FIGURA

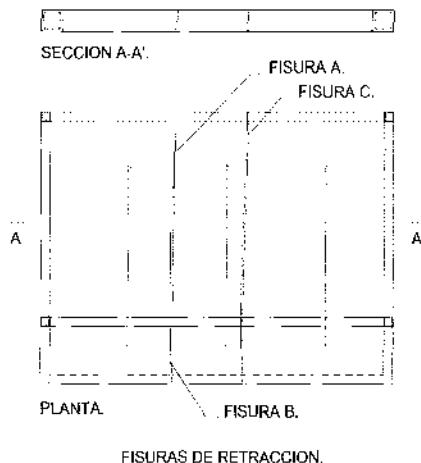


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras de retracción hidráulica o térmica paralelas a las viguetas son usuales cuando se ha omitido la armadura de reparto y se ha hormigonado en época muy calurosa.

En forjados embebidos la fisura es más abierta en el centro de la luz y se va cerrando a medida que se acerca a la viga, pudiendo llegar a cortarla si contiene muy poca armadura (**fisura A**). En voladizos cuando se omite el zuncho de punta, es frecuente la aparición de una fisura de retracción que aparece más abierta en el extremo del voladizo y se va cerrando a medida que se acerca a la viga que lo soporta (**fisura B**).

Cuando las viguetas apoyan en vigas, al ser muy pequeña la cuantía de armadura de la capa de compresión para oponerse a los cambios dimensionales, suele romper como se indica en la **fisura C**, que tiene la misma abertura en toda su longitud. Esto es usual que suceda durante la ejecución en forjados sanitarios apoyados en época calurosa, los cuales rompen por retracción hidráulica, mientras que los forjados de cubiertas suelen romper por retracción térmica en los cambios dimensionales, a esta fisura se le llama activa o viva.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
13.1

C) IMPORTANCIA *

Leve si no corta a la viga.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión o escasa armadura de reparto.
- Colocar forjados apoyados en vigas o muros.
- Exceso de agua o árido muy fino.
- Forjado muy coartado, es decir, impedido en su retracción.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar armadura de reparto.
- No hormigonar en época muy calurosa, especialmente en forjados muy impedidos en su retracción o de mayor longitud.
- En forjados apoyados, aumentar la armadura longitudinal de reparto de la capa de compresión.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Picar la capa de compresión, colocar la armadura necesaria y hormigonar con árido muy pequeño.
- Si el edificio está terminado se le puede colocar por la zona inferior del forjado en sentido transversal a las viguetas platabandas de acero cada 70 cm, sujetas a las viguetas con resina epoxi, que suele ser suficiente con dimensiones de 50 x 5 mm.
- Colocar zuncho de punta si se trata de un voladizo.
- Cuando la fisura se encuentra abierta, se le puede aplicar una pintura muy plástica y cuando se cierre aparecerá en su lugar una rugosidad. Esto es una mejora y no una solución.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
13.1

G) FOTOGRAFÍAS

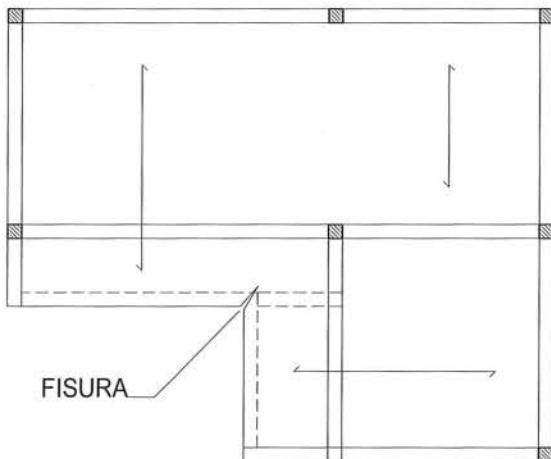


Figura 2



Fotografía 1

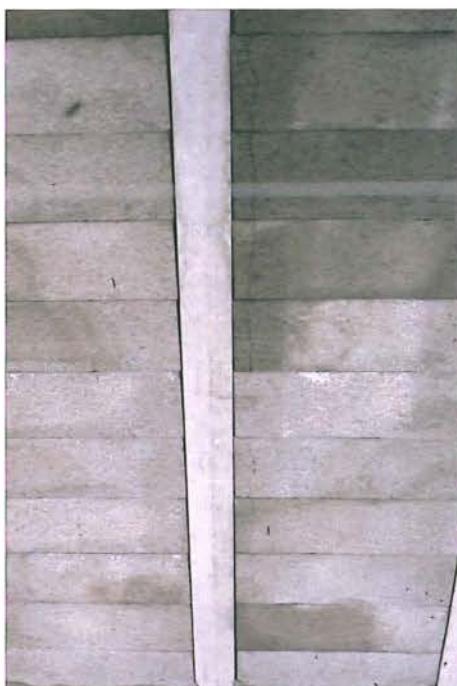
En los entrantes de los voladizos cuando no se coloca armadura a 45° , es frecuente la aparición de fisuras que lo seccionan, como se indica en la **figura 2** y en la **fotografía 1**.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
13.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 2



Fotografía 3

En la **fotografía 2** aparece una fisura de retracción paralela a las viguetas y en la **fotografía 3** otra de mayor abertura. Esta grieta es abierta en un mismo plano y se va cerrando a medida que se acerca a la viga donde empotran las viguetas.

Con bovedillas de poliestereno expandido es más probable que aparezcan fisuras entre la unión de las bovedillas y las viguetas por diferente comportamiento térmico.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS POR DEFORMACIÓN

LÁMINA
13.2

A) FIGURA

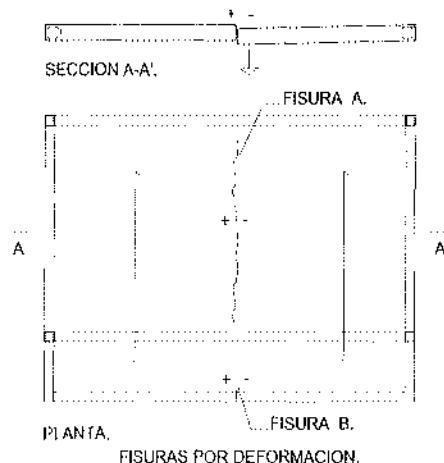


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras por deformaciones o flechas son usuales cuando la vigueta recibe una carga lineal y se ha omitido la armadura de reparto de la capa de compresión.

La fisura es cerrada en distintos niveles y se va igualando a medida que se acerca a los apoyos sin llegar nunca a estos (**fisura A**).

En los voladizos, la zona más baja que desciende se ha indicado con el signo menos y se va nivelando a medida que se acerca al apoyo (**fisura B**).

Es muy importante no confundir una fisura de flecha paralela a las viguetas, con una de inicio de vuelco en un voladizo donde las viguetas no tienen continuidad.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS POR DEFORMACIÓN

LÁMINA
13.2

C) IMPORTANCIA *

Leve.

Las viguetas armadas cuando quedan afectadas por un incendio, al calentarse se originan mayores deformaciones y se desprenden las bovedillas en el centro de su luz. Si no se ha desplomado el forjado, al enfriarse la armadura desliza en el hormigón y es cuando se puede producir su desplome, que al caer sobre el inferior sucedería en cadena en todas las plantas.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de armadura de reparto.
- Omisión de zuncho de punta en voladizos.
- Existencia de carga lineal sobre una viga no prevista.
- Corrosión de la armadura que le ocasiona deformación a la viga.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar en obra que se ha colocado la armadura de reparto en la capa de compresión y el zuncho de punta en voladizo.

F) POSIBLES REPARACIONES

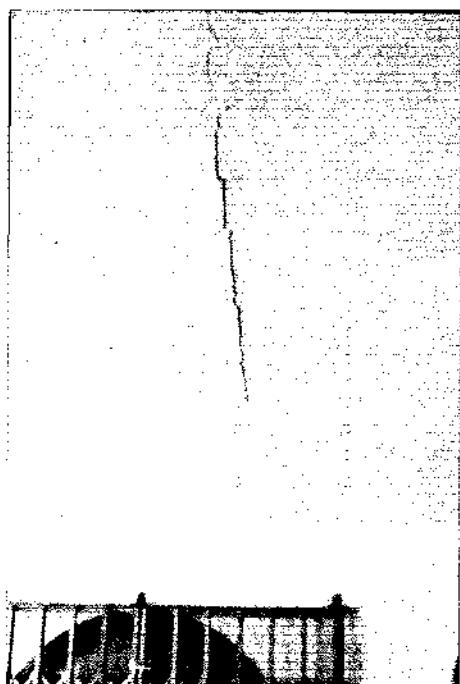
- Picar la capa de compresión, colocar la armadura necesaria y hormigonar con árido muy pequeño.
- Colocar zuncho de punta.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS POR DEFORMACIÓN

LÁMINA
13.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 4



Fotografía 5

En las **fotografías 4 y 5** aparecen fisuras cerradas y en distintos planos por flechas. Esto es usual cuando no existe armadura de reparto en capa de compresión y se ha colocado una carga lineal sobre las viguetas. Dichas fisuras se van nivelando y no llegan nunca al apoyo.

Estas fisuras también suelen surgir entre la unión de los zunchos y las viguetas por tener éstas menor rigidez que el zuncho.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN Y FLECHA

LÁMINA
13.3

A) FIGURA

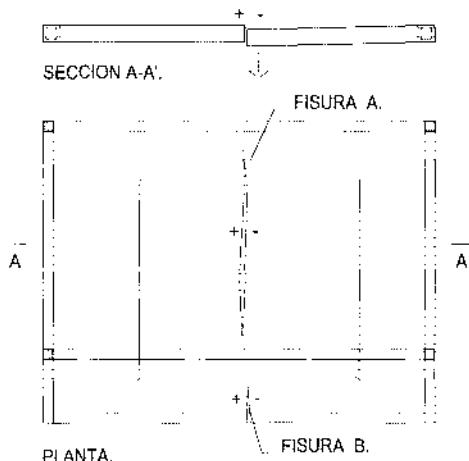


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

En determinados casos los daños aparecen por varias causas como los debidos a una retracción y a una deformación. En estos casos la **fisura A** aparece abierta debido a la retracción y en distintos planos debido a la deformación. Esta fisura se va cerrando y nivelando a medida que se acerca a la viga, pudiendo incluso cortarla si contiene poca armadura.

La **fisura B** de las viguetas en voladizo también es abierta en distintos planos y se va cerrando y nivelando a medida que se acerca a la viga que soporta el voladizo.

La rotura de retracción es más usual en vanos de luces pequeñas de vigas, ya que normalmente tienen menor cuantía de armadura e incluso con frecuencia se fisura la viga seccionándola.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN Y FLECHA

LÁMINA
13.3

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión o escasa armadura de reparto.
- Omisión de zuncho de punta en voladizo.
- Existencia de una carga lineal no prevista.
- Forjado muy coartado.
- Exceso de agua o árido fino.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar en obra que se ha colocado la armadura de reparto en la capa de compresión y el zuncho de punta en el voladizo.
- No hormigonar en época muy calurosa, sobre todo si el forjado queda muy impedido en su retracción o tiene bastante longitud.
- Regar abundantemente en época muy calurosa antes de hormigonar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Picar la capa de compresión, colocar la armadura necesaria y hormigonar con árido muy pequeño.
- Si el edificio está terminado, se le pueden colocar por la cara inferior del forjado platabandas de acero cada 70 cm sujetas a las viguetas con resina epoxi.
- Colocar zunchos de punta.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

INICIO DE VUELCO

LÁMINA 13.4

A) FIGURA

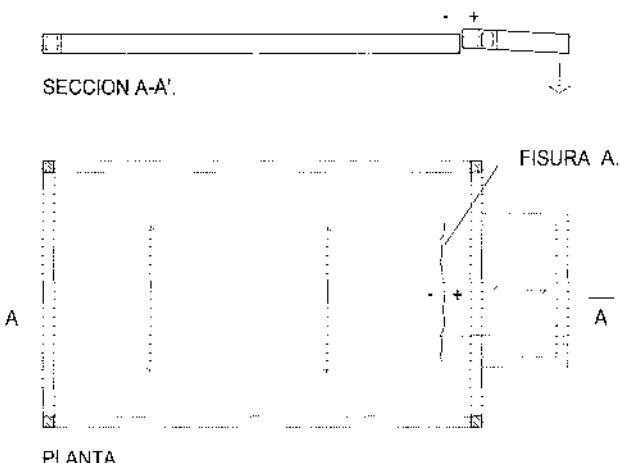


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Las bovedillas que preceden a las viguetas en voladizos sin continuidad se deben macizar de hormigón para que no rompan a compresión su base. La armadura de negativo del voladizo es conveniente que tenga una prolongación como mínimo de 1.5 veces el vuelo. De no ser así, es probable que aparezca la **fisura A** paralela a las viguetas precediendo al voladizo. Esta es cerrada en distintos planos a causa de un inicio de vuelco, que debido a su gravedad no se debe confundir con las de flechas, ya que tienen las mismas características.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

INICIO DE VUELCO

LÁMINA
13.4

C) IMPORTANCIA ★★

La fisura es grave. Indica que se va a producir el giro del voladizo.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No tener continuidad el voladizo.
- Omisión de armadura negativa del voladizo.
- No macizar de hormigón las bovedillas de la última calle que preceden a las viguetas en voladizo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar el voladizo antes de que se produzca el desplome.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar la armadura necesaria y macizar de hormigón las bovedillas que preceden a las viguetas en voladizos. Una forma fácil de añadir armadura sobre el voladizo, consiste en picar la capa de compresión del forjado, colocar la armadura necesaria y aplicar una capa de 4 ó 5 cm de hormigón de árido pequeño.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS POR TORSIÓN DE LA VIGA

LÁMINA
13.5

A) FIGURA

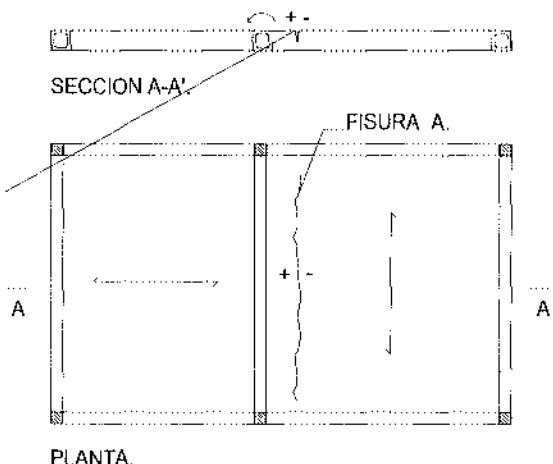


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Las bovedillas que preceden a las viguetas de los paños sin continuidad se deben macizar de hormigón para que no rompan a compresión en su zona inferior. También se debe prolongar la armadura de negativos de las viguetas. Cuando la viga no tiene la suficiente rigidez, gira por torsión y aparece la **fisura A**, que es cerrada en distintos niveles, pudiéndose confundir con las de flechas.

Cuanto mayor es la luz de las viguetas sin continuidad y menor la rigidez de la viga, mayor es la posibilidad de que aparezca la fisura comentada.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS POR TORSIÓN DE LA VIGA

**LÁMINA
13.5**

C) IMPORTANCIA *

La rotura es leve, ya que es debido a una torsión secundaria o de compatibilidad de la viga.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Escasa rigidez a torsión de la viga que soporta las viguetas del vano sin continuidad.
- No prologar la armadura negativa de las viguetas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Proyectar la viga con mayor rigidez.
- Macizar de hormigón las bovedillas que preceden a las viguetas.
- Prolongar la armadura negativa de las viguetas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar la armadura de negativos que le falta.
- Dotar a la viga de mayor rigidez.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

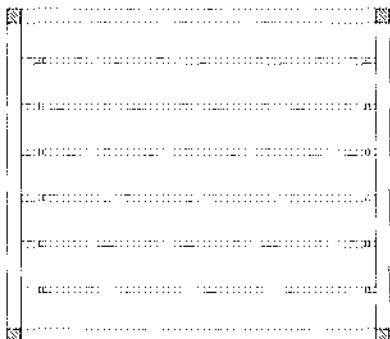
FISURAS DE RETRACCIÓN EN SENTIDO TRANSVERSAL

LÁMINA
13.6

A) FIGURA

..... 10

SECCION.



PLANTA (Vista cara inferior).

Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la armadura inferior de las viguetas no penetra en las vigas, o no se le coloca armadura de conexión, durante la fase de fraguado del hormigón, las vigas más anchas al retraer transversalmente someten a tracción a las viguetas y las de luces más pequeñas que contienen menos armadura están expuestas a que rompan transversalmente cerca del apoyo. Esta rotura sucede en los primeros meses en época calurosa cuando sólo existe el peso propio del forjado, pero como es una zona de compresión, cuando el forjado entre en carga, se terminará cerrando.

Estas fisuras son abiertas en un mismo plano y por estar cerca del apoyo no se deben confundir con las de cortante que son cerradas e inclinadas a 45° , ya que las fisuras de cortante surgen con luces grandes y estando el forjado a plena carga.

Tampoco se deben confundir con las que aparecen por descenso de la cimentación, que aunque son iguales y también quedan abiertas, en este caso los forjados se inclinan y en los tabiques surgen fisuras inclinadas de tracción diagonal.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN EN SENTIDO TRANSVERSAL

**LÁMINA
13.6**

C) IMPORTANCIA *

No tiene gravedad porque sucede en viguetas de luces pequeñas, pero si fuese en viguetas de luces grandes, que no es usual, el problema, se agravaría, ya que la sección queda reducida y con menos resistencia para soportar los esfuerzos cortantes.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No introducir la armadura inferior de las viguetas en las vigas.
- No colocar armadura de conexión.
- Forjado de mayor longitud impedido en su retracción.
- Cambio brusco de sección entre la unión de las viguetas con las vigas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No hormigonar en época muy calurosa cuando se coloquen vigas anchas y forjados de mayor longitud en sentido transversal a las vigas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Sellar las fisuras con inyección de resina epoxi líquida a presión.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN EN SENTIDO TRANSVERSAL

LÁMINA
13.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 6



Fotografía 7

En las **fotografías 6 y 7** aparecen dos viguetas que han roto a retracción cerca del apoyo. En estos casos también es frecuente que rompan las bovedillas.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

COMPRESIÓN EN APOYO

LÁMINA
13.7

A) FIGURA

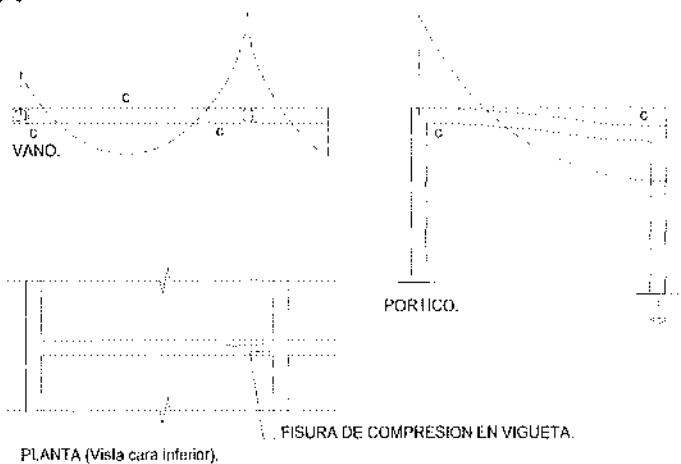


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Las viguetas de mayores luces en la zona inferior cerca de los apoyos quedan sometidas a compresión. Cuando no son capaces de soportar la compresión rompe con fisuras en el sentido de las viguetas.

Si se produce el descenso de un pilar, en el otro extremo aumenta el momento en la zona superior de las viguetas y en la zona inferior aumentan las compresiones indicadas con la letra C, provocando la rotura por compresión. Esto deja con menos resistencia a las viguetas para soportar los cortantes y aumentan las deformaciones.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

COMPRESIÓN EN APOYO

LÁMINA
13.7

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La gravedad depende del número de viguetas afectadas. Aunque aumentan las deformaciones, el mayor riesgo es que la sección para soportar los esfuerzos cortantes queda reducida.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Excesiva luz con poca sección de viga.
- Descenso de la cimentación.
- Aumento de la solicitud por un movimiento sísmico.
- Desmochar las cabezas de las viguetas que vienen con mayor longitud con golpes y dejar fisuradas las cabezas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar las compresiones que puede soportar.
- Cuando las viguetas vienen largas, cortarlas con sierra de disco y no desmocharlas con golpes, pues cuando comienzan a trabajar se fisuran sus extremos por compresión.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar la sección de la viga.
- Inyectar por las fisuras resina epoxi líquida a presión.
- Reponer la zona afectada.
- Macizar de hormigón las bovedillas cerca del empotramiento de las viguetas, es decir, en unión con las vigas.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

COMPRESIÓN EN APOYO

LÁMINA
13.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 8



Fotografía 9

En las **fotografías 8 y 9** aparecen viguetas que han roto a compresión en su zona inferior cerca del apoyo. La causa ha sido que la han suministrado de mayor longitud y la han cortado a golpes, quedando dañadas. Las fisuras son paralelas a las viguetas.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
13.8

A) FIGURA

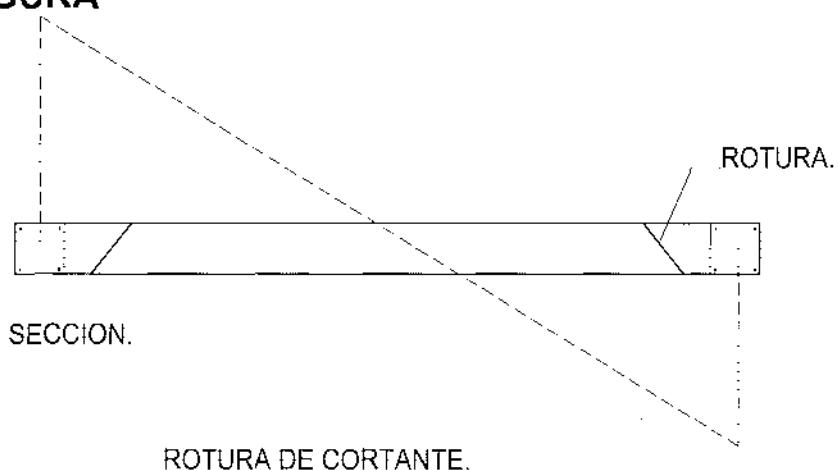


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de cortante en viguetas se suele producir en aquellas sometidas a cargas elevadas o en las de grandes luces cuando no contienen armadura transversal. La rotura es muy rápida si no existe armadura transversal, ya que al hundirse el forjado y caer sobre el inferior, se suele producir un desplome en cadena.

Por la zona inferior del forjado sólo se aprecia cerca del apoyo una fisura cerrada en distintos planos en sentido transversal a las viguetas, que no se debe confundir con una de retracción que es abierta en un mismo plano.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

ROTURA DE CORTANTE

**LÁMINA
13.8**

C) IMPORTANCIA ****

La rotura es muy rápida y grave, ya que no suele presentar señales de aviso.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever ese tipo de rotura.
- Mayor solicitudación de la prevista, como puede ser agrupar muchas personas en un salón, en una azotea para un baile o al acumularse agua de lluvia en una azotea perdida por haberse obstruido el sumidero.
- Mayor carga por apuntalamiento de otras plantas superiores durante su ejecución.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prever ese tipo de rotura y el posible aumento de la solicitudación.
- En petos de cubierta realizar orificios o aliviaderos como prevención por si alguna vez se obstruyen los sumideros que no se acumule el agua sobre el forjado de cubierta.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si no se ha desplomado el forjado, sería necesario aumentar la sección o colocar armadura transversal.
- Colocando bovedillas rebajadas o macizando de hormigón las bovedillas en contacto con las vigas, se aumenta la resistencia a cortante.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

ROTURA DE CORTANTE

LÁMINA
13.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 10



Fotografía 11

En la **fotografía 10** aparece un forjado de cubierta que se ha desplomado por cortante.

Durante la ejecución de los forjados también se produce acumulación de carga que hace que se produzca su rotura a cortante, como le ha sucedido al de la **fotografía 11**.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
13.9

A) FIGURA

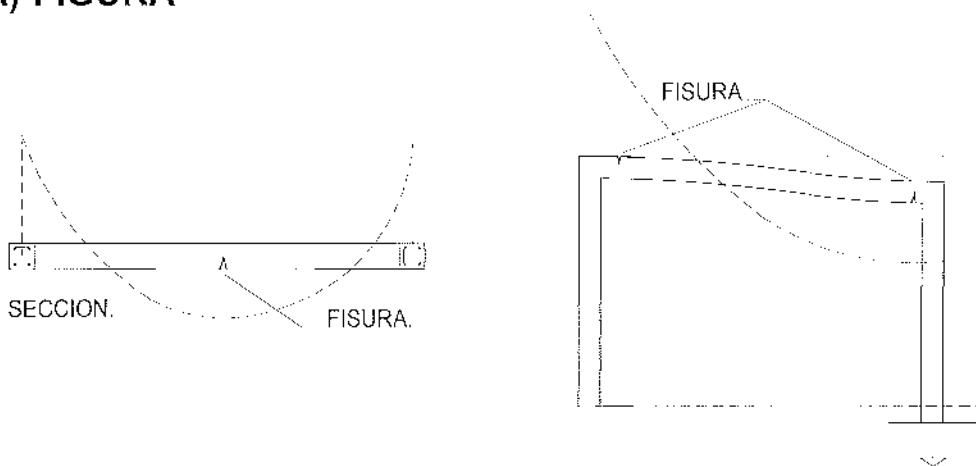


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

Las fisuras de flexión en el centro de la luz no son usuales, ya que al tener un mayor momento negativo en los extremos, se reduce el del vano y antes de que aparezcan las fisuras suelen deformarse y romper las bovedillas. En caso de corrosión de la armadura sí suelen fisurarse y romper las bases de las bovedillas en el centro de la luz.

En caso de descenso elevado de un pilar, la zona de compresión cerca del apoyo queda trabajando a flexión y las viguetas rompen transversalmente a flexión, que no se debe confundir con una retracción.

Cuando en una estructura las viguetas, vigas y pilares son insuficientes, como puede ser por obtener un hormigón de muy inferior resistencia, o querer dotar al forjado para poder soportar mayor carga, en vez de reforzarlo es preferible introducir pórticos intermedios, dividiendo las luces de las viguetas con el fin de descargar la estructura, de esta forma se reducen las cargas a la mitad en vigas, pilares y cimentación.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

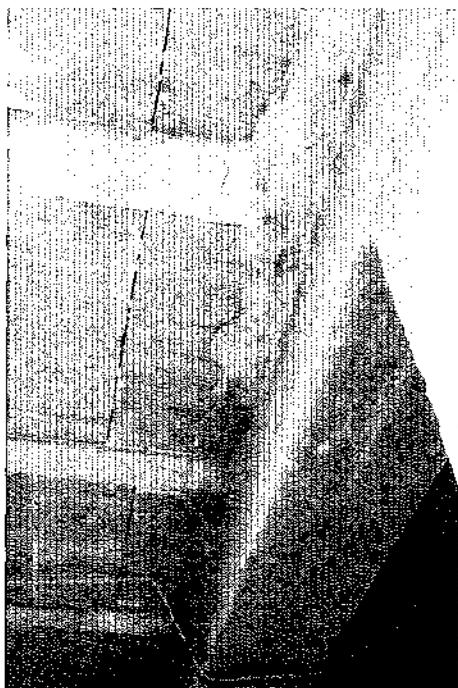
ROTURA DE FLEXIÓN	LÁMINA 13.9
C) IMPORTANCIA ★/★★ <p>La gravedad depende del número de viguetas afectadas.</p> <p>La rotura de flexión en el apoyo deja a la vigueta con menos sección para soportar los cortantes. Esto es más grave cuanto mayor sea esa solicitud.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES <ul style="list-style-type: none">• Mayor solicitud de la prevista.• Colocar por error viguetas con menos armadura.• Corrosión de la armadura.• Descenso de pilares.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN <ul style="list-style-type: none">• Revisar bien los cálculos y la colocación correcta de las viguetas.	
F) POSIBLES REPARACIONES <ul style="list-style-type: none">• Si sólo se trata de falta de armadura en la zona inferior, colocarles platabandas de acero o fibra de carbono sujetas con resina epoxi. Éstas se deben proteger contra incendios, ya que al ser afectadas, la resina pierde su eficacia.	

13. FORJADOS DE VIGUETAS

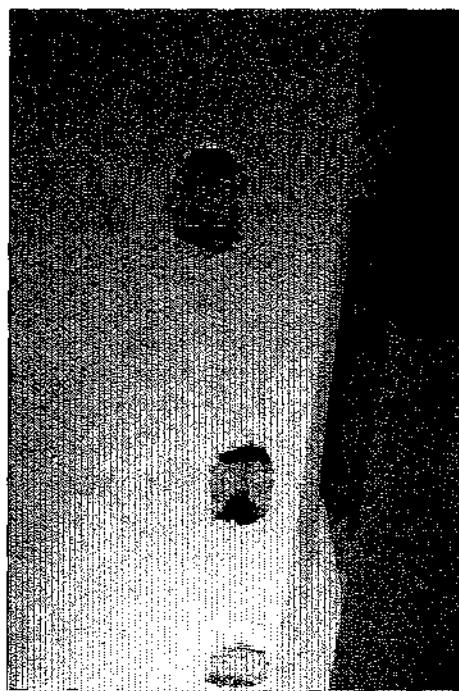
ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
13.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 12



Fotografía 13

En las **fotografías 12 y 13** aparecen viguetas que han roto a flexión cerca del apoyo a causa de un descenso de la cimentación. Esto se aprecia claramente en el desnivel que adquiere el forjado. En caso de dudas, se puede depositar un vaso de agua en el suelo que se desplazará hacia el lugar del descenso.

En el caso que se expone, el descenso de la cimentación se ha producido por una subsidencia ocasionada por la reducción de un estrato en ladera situado a mayor profundidad y afectado por una corriente de agua.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

ESFUERZO RASANTE

LÁMINA
13.10

A) FIGURA

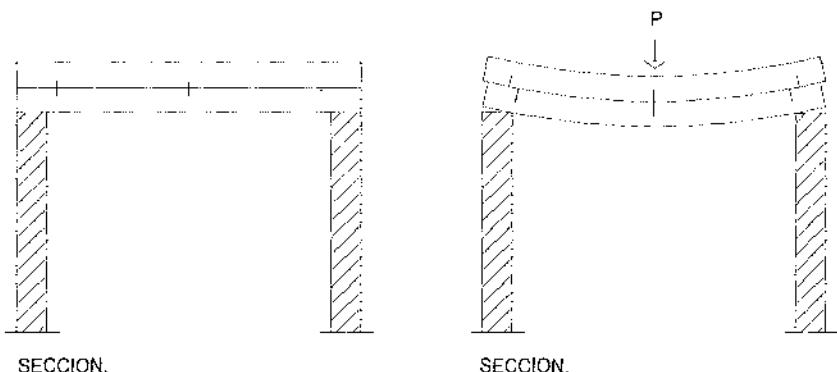


Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

Entre el hormigón de las viguetas y el "in situ", al ser de distintas edades, se produce un esfuerzo rasante al retraer, especialmente cuando existe suciedad en las viguetas o están muy calientes por la acción solar.

También sucede con viguetas en T pretensadas con estrecho cuello entre éstas y las bovedillas, dificultando el paso del hormigón "in situ".

Si se colocan dos tablas apoyadas, se le marcan unas señales y a continuación se le aplica una carga hasta deformarlas, se puede ver como la señal del centro permanece intacta, mientras que las de los extremos se han desplazado al deslizar entre sí las tablas. Con esto se puede ver que sucede igual que con los esfuerzos cortantes cuando la vigueta tiene una carga uniforme, es decir, el esfuerzo rasante es nulo en el centro de la luz y máximo en los extremos.

Cuando se trata de elementos donde el esfuerzo rasante es elevado como en vigas hormigonadas en dos fases, o que se recrécen en su zona superior, en estos casos suele ser necesario aplicar resina epoxi entre los hormigones en los extremos de las vigas en un cuarto de su luz que es donde los esfuerzos rasantes son mayores. También se pueden colocar conectores.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

ESFUERZO RASANTE

**LÁMINA
13.10**

C) IMPORTANCIA ★/★★

La gravedad depende del número de viguetas afectadas, que cuando sucede suele ser de forma generalizada. Aparecen fisuras horizontales en los extremos de las viguetas entre la unión de los hormigones.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Hormigonar estando muy calientes las viguetas por la acción solar o con existencia de suciedad que impide la unión de los hormigones.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Regar las viguetas con agua a presión para limpiarlas y enfriarlas antes de hormigonar.
- Regar bastante después del endurecido del hormigón.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Unir el hormigón de la capa de compresión con el de las viguetas mediante conectores o tacos químicos.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

ESFUERZO RASANTE

LÁMINA
13.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 14



Fotografía 15

En la **fotografía 14** se presenta como sucede una rotura por esfuerzo rasante entre el alma y la zona inferior de una viguela.

En la **fotografía 15** se puede apreciar como se desprenden las viguetas al no quedar unidas con el hormigón “in situ” de la capa de compresión.

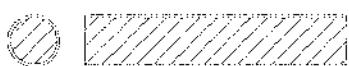
En este caso las viguetas no tenían armadura de conexión con las vigas y al quedar muy calientes por la acción solar, no quedaban unidas con el hormigón “in situ” y lo mismo se desprendían las viguetas de mayores luces que las de luces pequeñas.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
13.11

A) FIGURA



CORROSION UNIFORME.



CORROSION POR PICADURA.



CORROSION POR EXFOLIACION.



CORROSION BAJO TENSION.

Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

Las corrosiones más usuales en viguetas suelen ser:

Uniforme. Sigue cuando las barras se corroen de forma uniforme en toda la longitud de la viga. Es frecuente en zonas muy húmedas como en sótanos, forjados sanitarios, de cubierta, o zona marítima. El fallo sucede por pérdida de adherencia y se manifiesta aumentando las deformaciones y rompiendo las bovedillas en el centro de las luces de las viguetas de mayores longitudes.

Por picadura. Aparece donde existen fisuras o la armadura queda al descubierto por un golpe. Al perder sección la armadura en una zona localizada, el fallo sucede por tracción de forma rápida.

Por exfoliación. La armadura se desprende en capas. Antes de que suceda, las viguetas se habrán desplomado, a excepción de que la corrosión sólo suceda en una viga o que no estén trabajando.

Bajo tensión. Sigue en armadura activa que está tensionada. La rotura sucede de forma rápida sin previo aviso. Su velocidad de corrosión es mayor.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

**LÁMINA
13.11**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende del estado de la corrosión. Esta suele ser lenta pero progresiva, inutilizando totalmente al elemento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Escaso recubrimiento de la armadura.
- Hormigón de baja alcalinidad o carbonatado.
- Zonas muy húmedas como ambientes marítimos o sótanos sin ventilación, o forjados de cubiertas.
- Las viguetas con armadura activa se desploman antes cuando quedan afectadas por corrosión al deslizar la armadura, o en un incendio al perder el pretensado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Puede tener apariencia inofensiva y estar en un estado peligroso, debido a ello se debe siempre apuntalar.
- No es conveniente realizar pruebas de carga, ya que podría desplomarse sin avisar.
- Apuntalar siempre antes de reparar una armadura que se ha corroído.
- Ventilar los sótanos y las cámaras de los forjados sanitarios.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Limpiar la armadura, aplicarle una pintura inhibidora de corrosión y cubrir con mortero epoxi o predosificado.
- Si ha perdido sección, suplementar la armadura que le falta colocando barras nuevas, platabandas de acero o fibra de carbono sujetas con resina epoxi.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
13.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 16



Fotografía 17

En la **fotografía 16** aparecen fisuras en el lugar de las barras al aumentar de volumen el acero y en la **fotografía 17** se ha desprendido el hormigón que cubría la armadura. En este caso aumentan las deformaciones y el fallo se produce por pérdida de adherencia.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
13.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 18



Fotografía 19

En la **fotografía 18** aparece una laminación de la armadura inferior de las viguetas y en la **fotografía 19** aparecen fisuras en el lugar de las barras que se han corroído en una viga.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

CONVERSIÓN O ALUMINOSIS

LÁMINA
13.12

B) CARACTERÍSTICAS

La conversión conocida como “aluminosis” ocasiona un cambio estructural en el hormigón, cambiando sus propiedades y aumentando su porosidad. Este proceso va acompañado de una disminución considerable de su resistencia y es menos resistente a las agresiones de tipo químico.

La conversión se suele producir en elementos confeccionados con cemento de aluminato cárlico situados en un ambiente continuado de humedad y temperaturas superiores a los 25°, como pueden ser las zonas de costas cálidas donde los cloruros aceleran el proceso de corrosión de la armadura.

Las zonas más usuales donde se origina la conversión suelen ser cuartos de baños y cocinas de forjados de cubiertas, forjados sanitarios sin ventilación, depósitos y bodegas. Normalmente son más afectadas las zonas en contacto con el hormigón de la estructura, porque el cemento portland puede provocar y activar el inicio de una hidrólisis alcalina en el de aluminato de calcio, especialmente cuando el portland es rico en álcalis.

La conversión ocasiona problemas de corrosión por aumento de la porosidad, disminución de resistencia a cortante, problemas de flexión y de compresión.

La “aluminosis” no suele suceder en elementos “in situ” como pilares, vigas y zapatas, ya que éste cemento al tener un mayor coste y un endurecimiento rápido dificulta su ejecución. Esto no significa que no se haya podido utilizar en alguna estructura de forma aislada. Se empleaba principalmente en prefabricados para tener un endurecimiento rápido y mayor rendimiento.

Las viguetas al contener armadura de diámetro fino y no aparecer manchas ni fisuras, no se puede detectar a simple vista la corrosión y al tratarse de una armadura activa donde su velocidad de corrosión es mayor, el fallo es más grave.

Estos forjados suelen desplomarse de forma muy rápida por falta de adherencia al corroerse su armadura, o por cortante al reducirse la resistencia del hormigón.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

CONVERSIÓN O ALUMINOSIS

LÁMINA
13.12

C) IMPORTANCIA ★★

La corrosión de la armadura en un forjado donde se ha producido la conversión indica problemas graves porque termina desplomándose.

Se ha de tener en consideración que al tratarse de una armadura activa muy tensionada con un recubrimiento pequeño, en caso de incendio queda muy afectada, pues al calentarse se reduce el pretensado produciéndose el desplome durante el incendio. Al caer el forjado sobre inferior, es posible que se origine un desplome en cadena de todas las plantas.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Empleo de cemento aluminoso, también conocido como cemento fundido.
- Clima húmedo y templado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con celeridad.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Lo correcto sería sustituir el forjado, pero como no siempre es posible, se suele proteger a las viguetas y dividir sus luces apoyándolas en vigas intermedias.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

CONVERSIÓN O ALUMINOSIS

LÁMINA
13.12

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 20



Fotografía 21

En la **fotografía 20** se presenta un forjado de viguetas con cemento de aluminato de calcio que se ha desplomado y en la **fotografía 21** se puede ver en una vigueta el color marrón oscuro que toma el hormigón.

El desplome de estos forjados sucede de forma súbita, por lo que en cuanto se detecte el fallo se debe apuntalar sin demora.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS EN ZONAS DE NEGATIVOS

LÁMINA
13.13

A) FIGURA

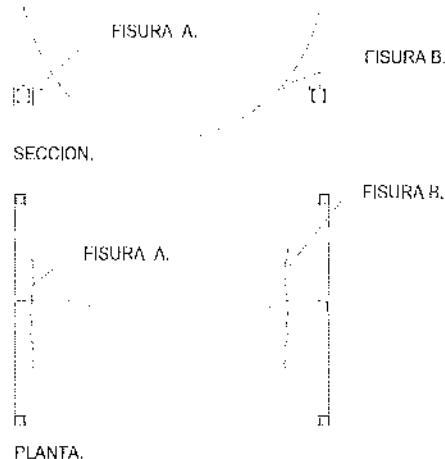


Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se omiten las patillas de la armadura de negativos, al comenzar a trabajar deslizan las barras y aparece la **fisura A** de flexión, entonces aumenta el momento y las deformaciones en el centro de la luz de las viguetas y se reduce la sección para soportar los esfuerzos cortantes.

En caso de existir un cambio muy brusco de sección de armadura, puede surgir la **fisura B** por retracción en la superficie del forjado donde terminan las barras.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS EN ZONAS DE NEGATIVOS

LÁMINA
13.13

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La gravedad depende del número de viguetas fisuradas y del cortante a soportar.

Si la fisura es de retracción, es leve y no implica gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de armadura negativa.
- Omisión de patillas.
- Colocar baja la armadura.
- Cambio muy brusco de sección de armadura.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si el cortante es elevado, apuntalar.
- Comprobar antes de hormigonar que la armadura es correcta.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar la armadura que le falta.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN EN CAPA DE COMPRESIÓN

LÁMINA
13.14

A) FIGURA

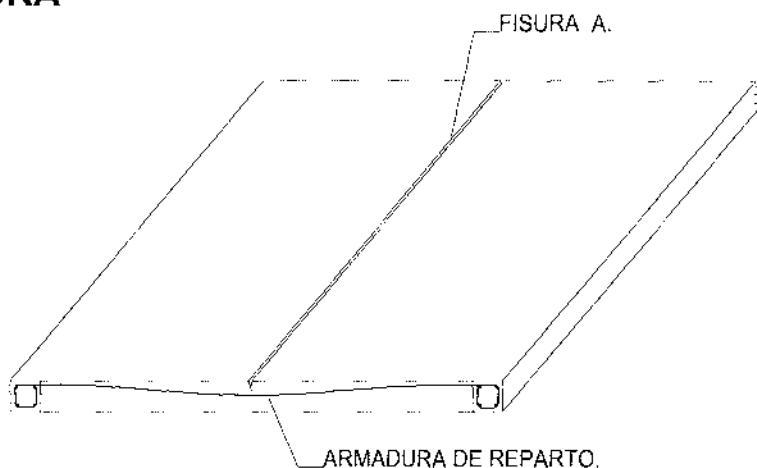


Figura 14

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la armadura de reparto de la capa de compresión queda baja por omisión de separadores y se trata de época muy calurosa, es probable que surja una fisura de retracción hidráulica en la capa de compresión en sentido transversal a las viguetas, como se indica en la figura 14.

Es más frecuente en luces de viguetas que superan los 4.50 m.

La fisura al quedar situada en zona de compresión, termina cerrándose al entrar en carga el forjado.

13. FORJADOS DE VIGUETAS

FISURAS DE RETRACCIÓN EN CAPA DE COMPRESIÓN

**LÁMINA
13.14**

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de separadores de la armadura de reparto de la capa de compresión y hormigonar en época muy calurosa.

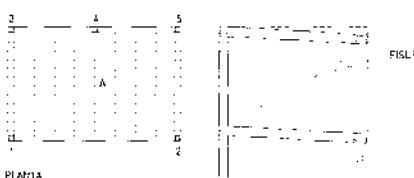
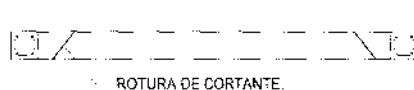
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar separadores en la armadura de reparto de la capa de compresión.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Sellar la fisura con mortero.

14. FORJADOS DE NERVIOS “IN SITU”

<p>14.1 DEFORMACIÓN EXCESIVA</p>  <p>ALZADO</p> <p>★ Pág. 411</p>	<p>14.2 DEFORMACIÓN DIFERENCIAL</p>  <p>PIANIA</p> <p>SECCION</p> <p>NERVIO A</p> <p>★ Pág. 413</p>
<p>14.3 ROTURA DE CORTANTE</p>  <p>ROTURA DE CORTANTE.</p> <p>SECCION.</p> <p>★★★ Pág. 415</p>	<p>14.4 RETRACCIÓN HIDRÁULICA</p>  <p>SECCION</p> <p>FISURA</p> <p>★★★ Pág. 417</p>
<p>14.5 CORROSIÓN GENERALIZADA DE LA ARMADURA</p>  <p>PERSPECTIVA.</p> <p>CORROSION</p> <p>★★★★ Pág. 419</p>	

14. FORJADOS DE NERVIOS “IN SITU”

Los forjados unidireccionales de nervios ejecutados “in situ” quedan más solidarios con las estructuras. Se puede colocar el ancho deseado de nervios permitiendo estos cubrir mayores luces y mayor resistencia a cortante.

Si se desea un mejor funcionamiento, se puede convertir en bidireccional colocando nervios en dos sentidos.

En estos forjados no es aconsejable colocar una armadura base mínima, ya que precisa más barras de refuerzo y existe mayor posibilidad de aparición de fisuras de origen térmico.

Una de las ventajas que tienen los nervios “in situ”, es que no precisan macizar 10 cm de hormigón en los laterales de las vigas como sucede con las viguetas.

Se evitan los esfuerzos rasantes entre hormigones de diferentes edades.

Al quedar más solidarios con las vigas no precisan armadura de conexión.

Se elimina el problema de que puedan venir de fabricación cortas o largas las viguetas.

En este capítulo se exponen los daños más usuales que pueden surgir en los forjados unidireccionales de nervios “in situ”.

La obligación por las normas de forjados de tener que encofrar toda la planta por razones de seguridad, no tener que adquirir viguetas y no tener que macizar 10 cm de hormigón los laterales de las vigas, está haciendo que este tipo de forjado sea cada vez más utilizado.

Comparándolo con el forjado reticular ofrece la ventaja de un menor peso y el inconveniente de no trabajar bidireccionalmente.

14. FORJADOS DE NERVIOS "IN SITU"

DEFORMACIÓN EXCESIVA

LÁMINA
14.1

A) FIGURA

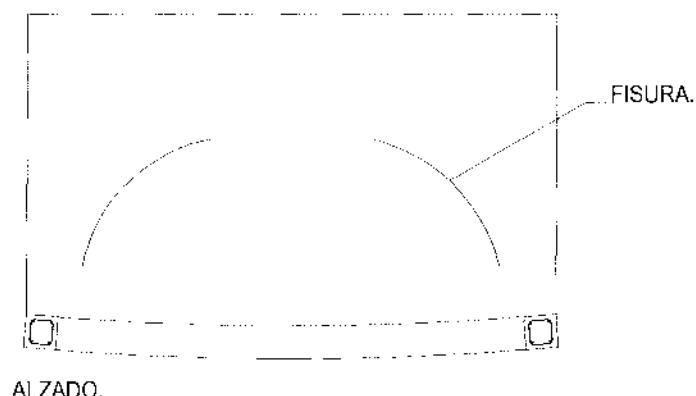


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

En los nervios de mayores luces con insuficiente rigidez al flectar, suelen aparecer fisuras en la tabiquería formando arco de descarga como se indica en la **figura 1**. Esto es más usual en crujías de borde en el forjado primero, ya que recibe más carga de los superiores al transmitirse a través de la tabiquería y la planta inferior quedar diáfana.

Cuando no existen errores de cálculo o de ejecución, los daños por deformaciones suelen quedar estacionarios entre los 5 y 7 años. Estos quedan antes estabilizados si se trata de ambiente húmedo.

Una de las ventajas de los nervios "in situ" es que se puede colocar el ancho deseado para obtener más rigidez y conseguir mayores luces, y en caso de ser necesario se pueden colocar en dos direcciones y hacerlos trabajar bidireccionalmente, reduciendo todavía más sus deformaciones.

Se ha de tener presente que cuanto más longitud tengan los nervios, mayor es la torsión que le ocasiona a la viga que los soporta, afectándole más a las de borde.

14. FORJADOS DE NERVIOS “IN SITU”

DEFORMACIÓN EXCESIVA

LÁMINA
14.1

C) IMPORTANCIA *

Es leve siempre que no existan errores de cálculo o de ejecución.
Afecta a la estabilidad, más que a la seguridad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Insuficiente rigidez de los nervios.
- Transmisión de carga de los forjados superiores.
- Errores de ejecución.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar de mayor rigidez a los nervios con mayores luces.
- Calcular el forjado primero previendo la carga que le puede transmitir los forjados superiores.
- No retacar los tabiques con el forjado.
- Colocar bajo el tabique una lámina de neopreno, para que se manifieste menos la deformación.
- Con acero B 400S se reducen las deformaciones entre un 4 y un 7% respecto al acero B 500S.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar la transmisión de carga desconectando la zona superior del tabique del forjado. Si ha entrado en carga, al deformarse el forjado superior le puede ocasionar daños a su tabiquería.
- Dotar los nervios de mayor rigidez, que puede ser aumentándolos unos 4 ó 5 por su zona superior.
- Después de desconectar la fábrica del forjado, reparar sucesivamente los daños hasta que la deformación de los nervios quede estabilizada.

14. FORJADOS DE NERVIOS "IN SITU"

DEFORMACIÓN DIFERENCIAL

LÁMINA
14.2

A) FIGURA

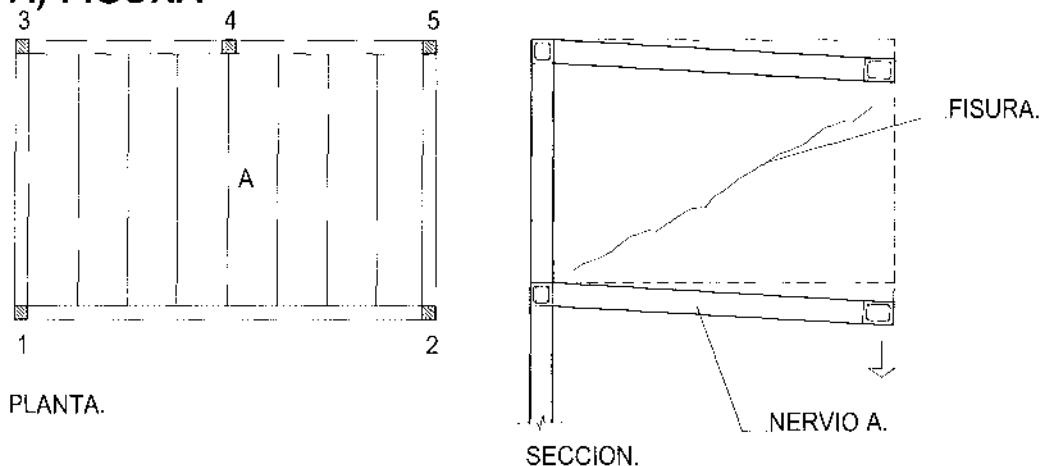


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando el extremo de un nervio termina en un pilar y el otro en el centro de una viga, se produce una deformación diferencial al descender el extremo del nervio situado en el centro de la viga y suele aparecer una fisura inclinada de tracción diagonal. Si el mortero tiene menos resistencia que la fábrica, la rotura se sitúa en las llagas del ladrillo de forma escalonada.

Si la rotura sucede de forma instantánea, se suele escuchar un chasquido. Se diferencia una rotura nueva de una antigua en que en esta última suele existir suciedad en sus bordes.

El daño comentado es frecuente en el forjado primero cuando los pilares no quedan enfrentados.

La fisura comentada no se debe confundir con la que surge por descenso de un pilar que es la misma, pero en sentido contrario.

14. FORJADOS DE NERVIOS “IN SITU”

DEFORMACIÓN DIFERENCIAL

**LÁMINA
14.2**

C) IMPORTANCIA *

Si no existen errores de cálculo o de ejecución, se pueden clasificar los daños como leves.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Insuficiente rigidez de la viga que queda enfrentada con el pilar.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Cuando los pilares no quedan enfrentados, se debe dotar a las vigas de mayor rigidez para que su deformación sea mínima.

F) POSIBLES REPARACIONES

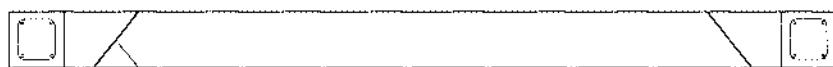
- A la viga que no está enfrentada con el pilar dotarla de mayor rigidez.
- Reparar sucesivamente los daños hasta que la deformación de la viga quede estabilizada.

14. FORJADOS DE NERVIOS “IN SITU”

ROTURA DE CORTANTE

**LÁMINA
14.3**

A) FIGURA



SECCION.

Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Las roturas de cortante suelen surgir en los nervios que no tienen armadura transversal, tienen mayores luces o quedan sometidos a cargas elevadas.

La rotura es inclinada con tendencia a 45° como se indica en la figura 3.

Una de las ventajas de los nervios es que se le puede colocar armadura transversal, o ejecutarlos más anchos para que puedan soportar mayores cortantes y tengan más rigidez.

14. FORJADOS DE NERVIOS "IN SITU"

ROTURA DE CORTANTE

**LÁMINA
14.3**

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura es grave, sobre todo si sucede en varios nervios y no contienen armadura transversal, ya que entonces la rotura sucede de forma más rápida y sin previo aviso.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Luces excesivas.
- Cargas excesivas.
- No prever el cortante al que van a quedar sometidos los nervios.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar si han colocado armadura transversal, si está prevista.
- Revisar el cortante en los nervios de mayores luces.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Ensanchar los nervios cerca del apoyo o colocar armadura transversal, taladrando los nervios, introduciendo estribos impregnados de resina.

14. FORJADOS DE NERVIOS "IN SITU"

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

**LÁMINA
14.4**

A) FIGURA

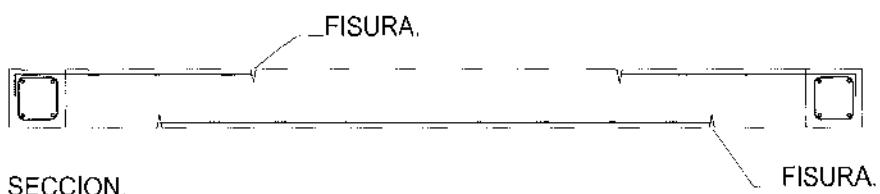


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

La retracción hidráulica suele suceder en nervios con escasa armadura base situados en forjados de mayor longitud o cuando quedan impedidos en su retracción por muro de contención.

Las fisuras son verticales y se suelen situar aproximadamente en un cuarto de la luz del nervio donde termina la armadura negativa superior o en la zona inferior donde termina la armadura corta de refuerzo.

Las fisuras comentadas surgen normalmente en los primeros meses, donde existen cambios bruscos de sección de armadura.

14. FORJADOS DE NERVIOS “IN SITU”

RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
14.4

C) IMPORTANCIA *

Aunque es leve, por las fisuras puede penetrar la humedad y ocasionar corrosión de la armadura por picadura, en especial si la estructura es vista y queda situada en zona marítima.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No cumplir con la armadura base mínima.
- Forjado muy impedido en su retracción.
- Forjado de gran longitud.
- Escaso tiempo de curado.
- Exceso de agua de amasado.
- Regado insuficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar una armadura base mínima y evitar cambios bruscos de sección de la armadura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Suplementar la armadura base y reparar las fisuras con resina epoxi.

14. FORJADOS DE NERVIOS "IN SITU"

CORROSIÓN GENERALIZADA DE LA ARMADURA

LÁMINA
14.5

A) FIGURA

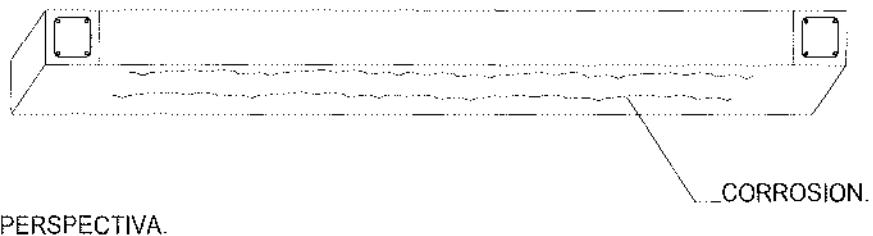


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se omiten los separadores y los nervios quedan situados en ambiente agresivo, al no quedar la armadura con el recubrimiento adecuado, se suele producir una corrosión generalizada de las barras en toda su longitud y el fallo sucede por pérdida de adherencia al deslizar la armadura. Antes de que suceda suelen aparecer fisuras en el lugar de las barras y aumentan las deformaciones.

En climas muy húmedos con hormigones de baja alcalinidad, suelen surgir manchas de óxido en el lugar de las barras antes de que aparezcan fisuras sobre ellas.

Al tratarse de una armadura pasiva, la velocidad de corrosión es inferior a la de una armadura activa, y tiene más tiempo de aviso antes de que se produzca el fallo.

Si la armadura inferior no queda atada a la superior con estribos, en caso de corrosión generalizada, o quedar afectada en un incendio, se desprende antes.

14. FORJADOS DE NERVIOS "IN SITU"

CORROSIÓN GENERALIZADA DE LA ARMADURA

LÁMINA
14.5

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La corrosión se produce de forma lenta y progresiva hasta dejar inutilizado el elemento.

La gravedad depende del estado en que se encuentre la corrosión.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de separadores.
- Hormigón de baja alcalinidad.
- Ambiente muy agresivo o muy húmedo.

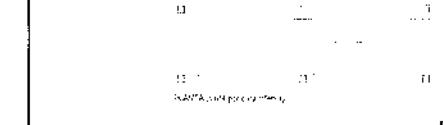
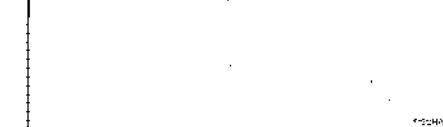
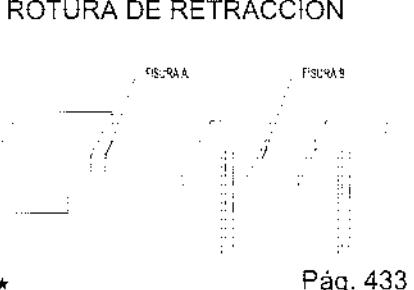
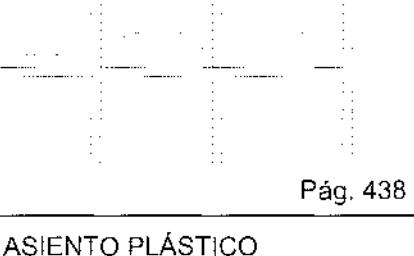
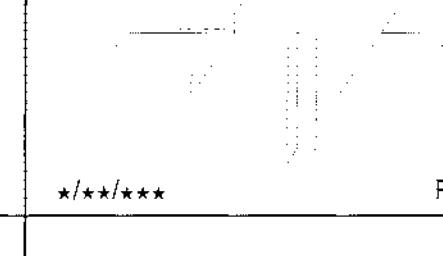
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar y comprobar que la armadura no ha quedado baja por omisión de separadores.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Apuntalar, eliminar el hormigón suelto, limpiar la armadura, aplicarle pintura inhibidora de corrosión y aplicar un mortero predosificado.
- Si la armadura ha perdido más de un 10% de su sección, se le debe añadir barras nuevas.

15. FORJADOS RETICULARES

<p>15.1 ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR</p> 	<p>15.2 ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR</p> 
<p>*** Pág. 423</p>	<p>*** Pág. 425</p>
<p>15.3 ROTURA DE PUNZONAMIENTO</p> 	<p>15.4 ROTURA DE CORTANTE EN NERVIOS</p> 
<p>PLANTA. SECCION. Pág. 428</p>	<p>PERPECTIVA Pág. 431</p>
<p>15.5 ROTURA DE RETRACCIÓN</p> 	<p>15.6 ROTURA DE TORSIÓN DE COMPATIBILIDAD</p> 
<p>★★★★ Pág. 433</p>	<p>★★★★ Pág. 436</p>
<p>15.7 DEFORMACIÓN EXCESIVA</p> 	<p>15.8 CORROSIÓN DE LA ARMADURA</p> 
<p>* Pág. 438</p>	<p>★★★★ Pág. 440</p>
<p>15.9 ASIENTO PLÁSTICO</p> 	
<p>* Pág. 442</p>	

15. FORJADOS RETICULARES

Se trata de un forjado bidireccional donde se colocan ábacos, nervios y vigas perimetrales.

Los nervios tienen distintos armados y a medida que se van acercando a la línea de ejes de pilares, van necesitando mayor cuantía de armadura, mayor mano de obra y al mismo tiempo, más cualificada por ser más laborioso y existir mayor posibilidad de que se produzcan errores de ejecución.

Al cruzarse las barras de los nervios, quedan a distintos niveles, siendo conveniente que no tengan más de dos capas para no reducir su canto útil y por lo tanto su eficacia.

Se utilizan para obtener mayores luces y menor número de pilares. También cuando no existen pórticos virtuales, para proyectar estructuras con un mínimo esfuerzo y obtener voladizos en continuidad en dos direcciones.

Los empujes horizontales de sismo se transmiten de forma más indirecta a los soportes que cuando se trata de vigas y la estructura queda menos capacitada para soportar esa solicitud. Precisa de un cálculo más exhaustivo donde es muy importante la comprobación a punzonamiento en los ábacos, el cortante en los nervios que arrancan desde los ábacos y la torsión en las vigas perimetrales.

Aunque el forjado reticular es de mejor calidad que el unidireccional permitiendo proyectar estructuras más complicadas, presenta el inconveniente de ser más laborioso y suele resultar más caro con luces inferiores a 5 metros, ya que al pesar más le llegan mayores cargas a los pilares y a la cimentación encareciéndolo. También le ocasiona una flexión esviada a la mayoría de los pilares.

Si se compara con el forjado de losa maciza, supone un ahorro de hormigón, acero y peso. Al ser menores los axiles, se reducen las dimensiones de los pilares y de la cimentación.

La colocación de los huecos de "shunt" encuentra un mayor obstáculo alrededor de los pilares por existir ábacos y en otras zonas la posibilidad de encontrar nervios en alguna de las dos direcciones, es más frecuente que cuando se trata de un forjado unidireccional.

La obligación por las normas de forjados de tener que encofrar toda la planta por seguridad, la facilidad para proyectar la estructura, conseguir diseños más complicados y no tener que adquirir viguetas, está haciendo que este tipo de forjado sea cada vez más utilizado.

En caso de existir algún error de cálculo o de ejecución, lo manifiesta menos que cuando se trata de un forjado unidireccional.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR

LÁMINA
15.1

A) FIGURA

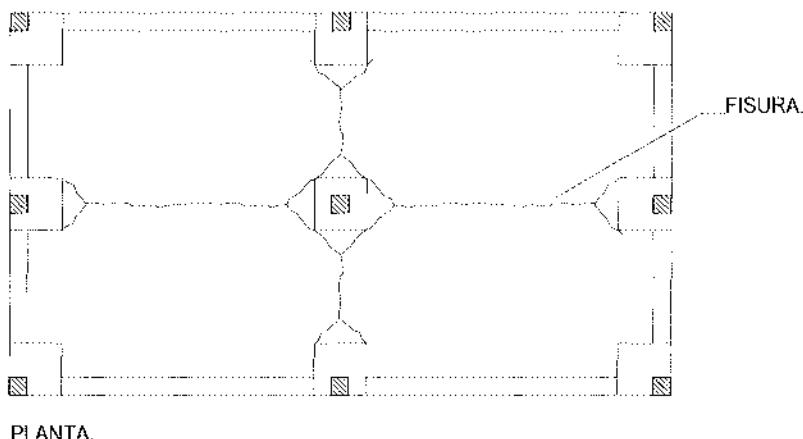


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión en la cara superior del forjado se sitúa en la línea de eje de pilares y bifurca rodeando los ábacos como se indica en la figura 1. Esta fisura es abierta en su zona superior y se va cerrando a medida que desciende hasta alcanzar la zona comprimida.

Los mayores momentos negativos del forjado se sitúan en sentido transversal a las líneas de ejes de pilares y al llegar a los ábacos, mientras que los mayores momentos positivos en los nervios se producen en el centro de las luces entre pilares, de ahí que si la armadura superior es insuficiente, aparezcan las fisuras que se han indicado.

Cuando se fisura el forjado, aumenta el momento positivo, también las deformaciones y suelen surgir fisuras en los tabiques.

Están más expuestos a este tipo de rotura los forjados de planta primera cuando la planta baja es diáfana, ya que suelen recibir más carga de los forjados superiores a través de la tabiquería, debido a ello es conveniente calcular este forjado con más carga.

En los voladizos inferiores a un metro es aconsejable que el ábaco llegue a los bordes, y si el vuelo es mayor, es conveniente que el ábaco vuele como mínimo la misma dimensión que por la parte interior de la luz.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR

LÁMINA
15.1

C) IMPORTANCIA ★★

Esta rotura es grave. La rapidez depende de la cantidad de armadura existente, ya que a menor cuantía, la rotura es más rápida.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo erróneo.
- Mal montaje de la armadura.
- Colocar menor número de barras.
- Obtención de hormigón de muy inferior resistencia.
- Colocar menor canto de forjado del previsto en proyecto.
- Aplicar mayor carga de la prevista.
- Aumento de la solicitud por un movimiento sísmico.
- Transmisión de carga de los forjados superiores a través de los puntales durante el hormigonado.
- Errores de ejecución.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar sin demora.
- No reparar hasta conocer las causas que han ocasionado la rotura.

F) POSIBLES REPARACIONES

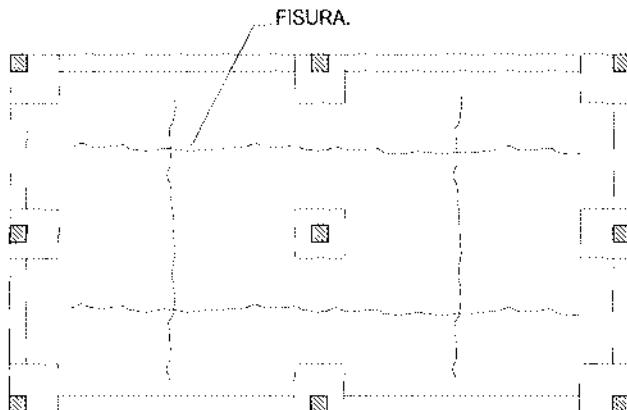
- Estudiar las causas que han ocasionado la rotura y colocarle la armadura necesaria.
- Si se tienen dudas de las causas que han ocasionado la rotura, seguir un sistema de eliminación para encontrar las causas.
- Añadir la armadura que le falta por la zona superior del forjado.
- Se puede reforzar el forjado colocando armaduras en las bandas de ejes de pilares y macizando de hormigón esas zonas.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR

LÁMINA
15.2

A) FIGURA



PLANTA (Vista por cara inferior).

Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión en la cara inferior del forjado se sitúa en el centro de las luces como se indica en la **figura 2**. Esta fisura es abierta en su zona inferior y se va cerrando a medida que asciende hasta alcanzar la zona comprimida.

Los mayores momentos positivos se producen en el centro de las luces entre ejes de pilares.

Cuando se fisuran los nervios por flexión, suele flectar el forjado y los tabiques que se encuentran sobre él, rompiendo. También tiene el inconveniente de que por las fisuras suele penetrar la humedad y ocasionar la corrosión de la armadura por picadura. Cuando se reduce la sección de las barras en más de un 25% aumenta bastante su gravedad, ya que las fisuras han surgido por tener armadura insuficiente.

Las deformaciones se pueden reducir:

- Aumentando el canto del forjado.
- Ensanchando los nervios.
- Aumentando las dimensiones de los pilares.
- Agrandando los ábacos.
- Empleando un hormigón de mayor resistencia.
- Utilizando acero B 400S en vez de acero B 500S.
- Aumentando la rigidez de las vigas de borde.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR

LÁMINA
15.2

C) IMPORTANCIA ★★

Esta rotura es grave. La rapidez depende de la cantidad de armadura existente, ya que a menor cuantía la rotura es más rápida.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo erróneo.
- Mal montaje de la armadura.
- Colocar menor número de barras.
- Utilizar hormigón de inferior resistencia.
- Colocar menor canto del forjado.
- Aplicar mayor carga de la prevista.
- Transmisión de carga de los forjados superiores a través de los puntales durante el hormigonado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar sin demora.
- No reparar hasta conocer las causas que han ocasionado los daños.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Como posible solución se le pueden colocar platabandas de acero o fibra de carbono adherida con resina epoxi, protegiéndola contra incendios.
- Estudiar las causas que han ocasionado la rotura y si se tienen dudas seguir un sistema de eliminación para encontrar las causas.
- Aumentando las dimensiones de los pilares se reduce el momento positivo del vano, y entonces la armadura puede ser válida.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR

LÁMINA
15.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparece una fisura de flexión en la zona inferior del forjado en el centro de la luz. A menor cuantía de armadura la fisura es más abierta y mayor su peligrosidad, sin embargo, a mayor cuantía de armadura es menor la gravedad y se tiene más tiempo de aviso antes de que se produzca el fallo total.

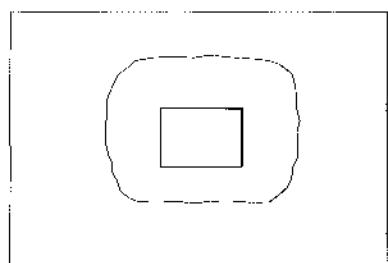
En ambientes agresivos suele penetrar la humedad por las fisuras y ocasionar una corrosión por picadura.

15. FORJADOS RETICULARES

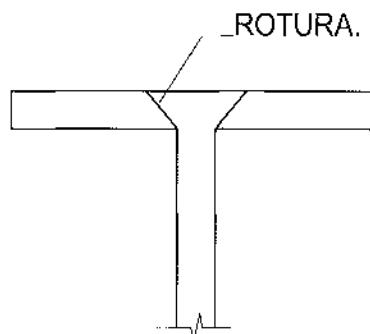
ROTURA DE PUNZONAMIENTO

LÁMINA
15.3

A) FIGURA



PLANTA.



SECCION.

Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

El punzonamiento es un esfuerzo tangencial en el forjado que se origina alrededor de los pilares. Es uno de los tipos de rotura más grave porque la caída puede ser instantánea. La rapidez de la rotura depende de la cuantía de la armadura transversal existente. Si el forjado no contiene ninguna armadura transversal, la rotura es instantánea cuando se supera la resistencia a cortante del hormigón, mientras que si es abundante aparecen daños y al tener mayor tiempo de aviso se puede apuntalar y reforzar.

La realización de huecos en los ábacos junto a los pilares no previstos en el cálculo como puede ser de shunt, especialmente si se cortan las crucetas para el punzonamiento, pone en serio peligro su estabilidad, sobre todo durante un movimiento sísmico, ya que durante ese tiempo aumentan las solicitudes. También aumentan las deformaciones surgiendo fisuras en la tabiquería.

Todo técnico conoce la gravedad de este tipo de rotura y la importancia de la armadura transversal en crucetas, por ello le suelen prestar especial atención para que no se olvide en obra. La armadura vertical de éstas debe quedar con una separación no mayor de 0,5 d.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE PUNZONAMIENTO

LÁMINA
15.3

C) IMPORTANCIA ★★★

Esta rotura es muy grave. Cuando sucede, el forjado se desploma, quedando erguidos los pilares. La rotura es instantánea cuando no existe armadura transversal. Al caer el forjado sobre el interior, se suele producir un desplome en cadena.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo erróneo o deficiente.
- Omisión en proyecto o en obra de la armadura transversal.
- Hormigón de menor resistencia que la especificada en proyecto.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Transmisión de carga de las plantas superiores.
- Apertura de huecos en ábacos.
- Construcción de forjados con menor canto del considerado en los cálculos.
- Movimiento sísmico.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se produzca el desplome del forjado.
- No realizar huecos en las zonas de las crucetas.
- Comprobar en obra que han colocado la armadura en cruceta para el punzonamiento.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar armadura transversal impregnada de resina epoxi, realizando previamente taladros para introducirla.
- Reducir las solicitudes.
- Colocar crucetas metálicas bajo el forjado para aumentar la superficie de punzonamiento.
- Aumentar las dimensiones del pilar para obtener un mayor perímetro de punzonamiento.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE PUNZONAMIENTO

LÁMINA
15.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En la **fotografía 3** se presenta un pilar que ha quedado erguido al desplomarse el forjado por punzonamiento.

En la **fotografía 4** aparece un forjado que se ha desplomado por punzonamiento donde se aprecian los pilares que quedan salientes. En este caso el fallo se ha producido durante un movimiento sísmico al aumentar las solicitudes.

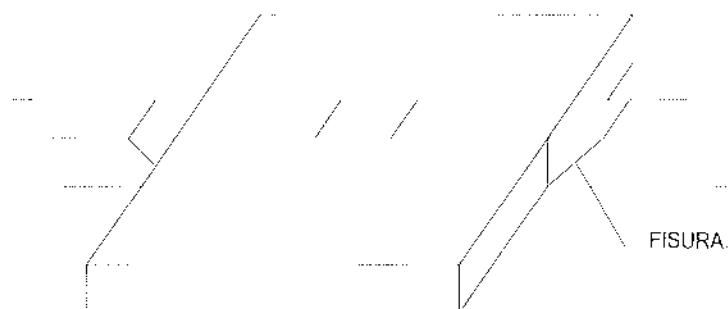
15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE CORTANTE EN NERVIOS

LÁMINA
15.4

A) FIGURA

ROTURA DE CORTANTE EN LOS NERVIOS ALREDEDOR DE LOS ABACOS.



PERSPECTIVA.

Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

La realización de taladros cortando los nervios es aún más perjudicial cuando se sitúan en las esquinas de los ábacos donde convergen los nervios, dado que es mayor el cortante y se cortan dos nervios.

Sucede en los nervios alrededor de los ábacos que no tienen armadura transversal y quedan sometidos a mayores cortantes por tener que soportar el peso del resto del forjado.

En los cálculos la mayoría de los nervios situados alrededor de los ábacos suelen precisar armadura transversal porque la solicitud a la que quedan sometidos supera la resistencia del hormigón a cortante. También se aumenta la resistencia a cortante ensanchando los nervios alrededor de los ábacos.

Conviene no confundir esta rotura con una de retracción que aparece en esa zona cuando termina de forma brusca la armadura superior de negativos y los nervios contienen muy poca armadura superior de montaje.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE CORTANTE EN NERVIOS

**LÁMINA
15.4**

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura es grave, especialmente si los nervios no contienen armadura transversal. En estos casos el desplome del forjado suele ser instantáneo cuando se supera la resistencia a cortante en todos los nervios situados alrededor del ábaco.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo erróneo.
- Omisión en proyecto o en obra de la armadura transversal.
- Hormigón de baja resistencia.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Transmisión de carga de las plantas superiores.
- Apertura de huecos cortando los nervios.
- Ejecutar los nervios con menor ancho o canto.
- Movimiento sísmico.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar y estudiar las causas que han ocasionado la rotura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Ensanchar los nervios alrededor del ábaco.
- Taladrar los nervios y colocar armadura transversal impregnada de resina epoxi.
- Reducir la solicitudación.
- Aumentar las dimensiones de los ábacos.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE RETRACCIÓN

LÁMINA
15.5

A) FIGURA

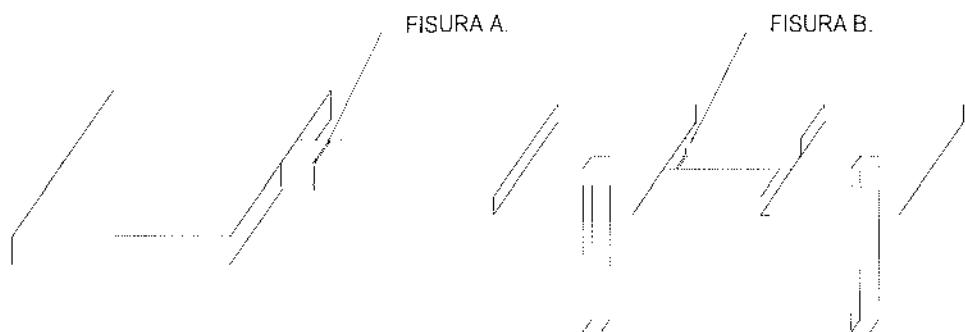


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Los nervios sin armadura superior de montaje, sobre todo si están muy impedidos en su retracción por muros de contención o pilares de gran rigidez, rompen fácilmente por retracción hidráulica o térmica en su zona superior en unión con los ábacos o donde termina la armadura negativa como se indica en la **figura 5** con la **fisura A**. Esta fisura es en vertical, más abierta en su zona superior y se va cerrando a medida que desciende.

Tiene las mismas características que una de flexión. Al cortar el nervio lo deja con menos resistencia para soportar el esfuerzo cortante.

Existe otra rotura por retracción térmica que se sitúa en la cara inferior de los nervios como se indica en la **figura 5** con la **fisura B**. Esta rotura sucede cuando los ábacos quedan muy próximos y se produce un cambio brusco de rigidez. Tiene menos importancia que la anterior, pero tiene el inconveniente de que al penetrar por ella la humedad, corroa la armadura.

En los forjados reticulares no es conveniente colocar armadura base con cuantías muy pequeñas, ya que se fisuran más fácilmente por retracción y precisan mayor cantidad de armadura de refuerzos, estos lo acusan más cuando los forjados quedan unidos a muros de contención, o pantallas.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE RETRACCIÓN	LÁMINA 15.5
C) IMPORTANCIA ★/ ★★ <p>La gravedad depende del esfuerzo cortante al que están sometidos los nervios.</p> <p>Los nervios con casetones recuperables, para que cumplan con la resistencia de fuego de 120 minutos, precisan un ancho mínimo de 16 cm. Si se trata de casetones perdidos con bovedillas de hormigón, sería suficiente un ancho mínimo de 12 cm más 2 cm de bovedillas por sus laterales. Se considera un ancho total de 16 cm.</p> <p>El forjado reticular se comporta en un incendio mejor que el unidireccional, y si la armadura inferior queda sujetada con estribos a la superior, tiene mayor dificultad para desprenderse.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES <ul style="list-style-type: none">• Forjado muy impedido en su retracción como los que quedan unidos a muros de contención, o pantallas.• No colocar armadura superior de montaje en los nervios.• No realizar juntas de dilatación.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN <ul style="list-style-type: none">• Analizar si es grave la rotura, porque al reducirse la sección, queda con menos resistencia a cortante.	
F) POSIBLES REPARACIONES <ul style="list-style-type: none">• Si no es grave reparar la rotura con resina epoxi y si es muy fina la fisura sellarla con inyección de resina epoxi líquida a presión.• Añadir armadura longitudinal.	

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE RETRACCIÓN

LÁMINA
15.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En la **fotografía 5** aparece una fisura de retracción que secciona los nervios por su zona superior y también la capa de compresión del forjado.

En la **fotografía 6** aparece una fisura de retracción térmica que secciona el nervio por su zona inferior, cerrándose a medida que asciende.

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE TORSIÓN DE COMPATIBILIDAD

LÁMINA
15.6

A) FIGURA

TORSION DE COMPATIBILIDAD.

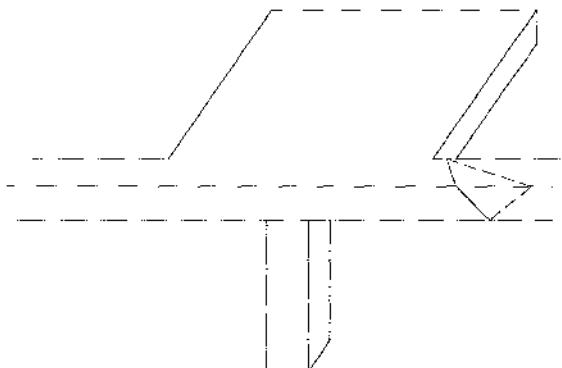


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Las vigas perimetrales en los forjados reticulares juegan un papel muy importante, ya que soportan los nervios que le llegan y los cerramientos. Estas vigas tienen que soportar un momento flector y un cortante, pero los nervios también le ocasionan una torsión, que es mayor cuando tienen más longitud.

La rotura de torsión bordea a la viga y es en sentido contrario a la de cortante.

En estas vigas se produce un cambio brusco de rigidez con el ábaco y cuando contienen muy poca armadura como sucede en las luces pequeñas, están más expuestas a que rompan a retracción en su unión, apareciendo fisuras verticales que las seccionan, debido a ello no conviene que tenga escasa armadura de montaje.

Estas vigas, después del punzonamiento en los ábacos, es el elemento que hay que prestarle mayor atención. Su ancho debe ser igual o mayor al del canto del forjado.

Cuando a las vigas perimetrales le lleguen nervios de mayores luces y le occasionen elevadas torsiones, es conveniente que la armadura longitudinal en todo su perímetro llegue de pilar a pilar y los estribos queden cerrados a 180° .

15. FORJADOS RETICULARES

ROTURA DE TORSIÓN DE COMPATIBILIDAD

LÁMINA
15.6

C) IMPORTANCIA ★★/★★★

A menor cantidad de armadura transversal y longitudinal en el perímetro de la viga, la rotura de torsión es más rápida. Suele suceder en vigas perimetrales de mayores luces que le llegan nervios de luces grandes.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever la torsión.
- Cálculo insuficiente.
- Error de ejecución.
- Mayor luz de la prevista.
- Hormigón de baja resistencia.
- Mayor solicitud de la prevista.
- Nervios de grandes luces.
- Escasa armadura transversal y perimetral.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar y estudiar las causas que han ocasionado la rotura.
- Prestar atención al armado de las vigas perimetrales sometidas a mayores torsiones.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar las dimensiones de la viga o colocar armadura transversal y longitudinal en el perímetro de la viga.

15. FORJADOS RETICULARES

DEFORMACIÓN EXCESIVA

LÁMINA
15.7

A) FIGURA

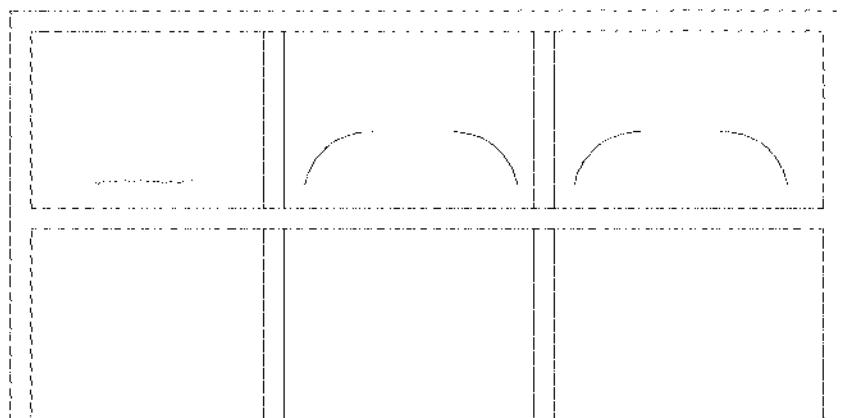


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

En los forjados reticulares por tener mayores luces y descompensadas, con pilares distribuidos arbitrariamente, es frecuente la aparición de fisuras en tabiquería por deformaciones, especialmente en el forjado primero cuando la planta baja es diáfana, ya que este forjado suele recibir mayor carga de la considerada en los cálculos a través de la tabiquería por deformación de los forjados superiores.

Los daños comentados se acentúan más cuando los pilares no quedan enfrentados y se realizan taladros para el paso de canalizaciones, seccionando los nervios, perforando los ábacos y cortando las crucetas. En estas circunstancias el mayor peligro se alcanza durante un movimiento sísmico.

La realización de taladros en los forjados durante la ejecución suelen pasar desapercibidos, pero cuando la edificación entra en servicio se manifiesta aumentando las deformaciones.

Para reducir las deformaciones, es conveniente que el canto del forjado sea $\geq L/20$ y como máximo $L/24$ si no existe tabiquería, aunque el cálculo ya nos indicará las deformaciones.

En voladizos con cerramientos es aconsejable que el vuelo no supere 8.5 veces el canto del forjado.

15. FORJADOS RETICULARES

DEFORMACIÓN EXCESIVA	LÁMINA 15.7
C) IMPORTANCIA *	<p>Se considera leve siempre que no existan errores de cálculo o de ejecución.</p>
D) CAUSAS MÁS USUALES	<ul style="list-style-type: none">• No prever la transmisión de carga que le llega de los forjados superiores.• Canto insuficiente del forjado.
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Calcular el forjado primero con mayor carga y dotarlo de mayor rigidez.• Colocar bajo los tabiques una lámina de neopreno con el fin de reducir la transmisión de cargas, o no retacar el tabique en su zona superior.• Aumentar el canto del forjado.• Situar primero la solería y después la tabiquería.• Los desapuntalados prematuros originan un aumento de las deformaciones del forjado.• Con pilares no enfrentados se originan mayores daños en tabiquería por deformaciones diferenciales.• Aumentando en más de lo necesario la armadura de flexión y de compresión en el centro de la luz, se reducen las deformaciones.• Aumentando la rigidez de las vigas de borde se reduce la deformación en la primera crujía.
F) POSIBLES REPARACIONES	<ul style="list-style-type: none">• Esperar a que se complete la deformación para reparar los daños en tabiquería.• Desconectar los tabiques en su zona superior del forjado para que no reciban cargas.

15. FORJADOS RETICULARES

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
15.8

A) FIGURA

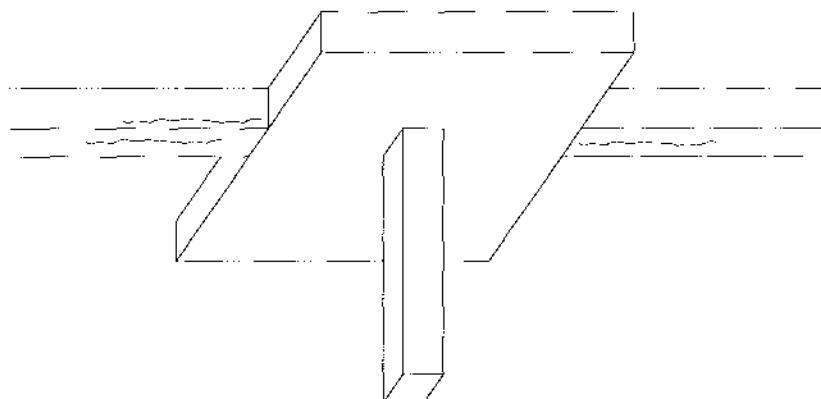


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión de la armadura en forjados reticulares suele ser generalizada y le afecta a los nervios por su cara inferior. Si se trata de casetones recuperables le afecta también en sus laterales.

La corrosión suele suceder en hormigones que han reducido su alcalinidad al carbonatarse, siendo más frecuente en zonas húmedas como en sótanos o estructuras situadas en exteriores, ya que es en zonas marítimas donde la humedad y los cloruros hacen que se corroa más fácilmente la armadura.

Una forma de manifestarse la corrosión es que los forjados experimentan deformaciones con roturas de tabiquería después de muchos años desde su ejecución.

Como la armadura inferior no suele quedar unida a la superior con estribos, en caso de corrosión generalizada, o quedar afectada en un incendio, se desprende antes.

15. FORJADOS RETICULARES

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
15.8

C) IMPORTANCIA ★/ ★★/ ★★★

La gravedad depende del estado de corrosión y de la deformación que haya experimentado el forjado.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No estar protegida la estructura.
- No realizar un mantenimiento de la estructura.
- Ambiente agresivo para la estructura.
- Omisión de separadores.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar a la armadura con el recubrimiento necesario y protegerla mediante pinturas o resinas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Limpiar la armadura y aplicarle pintura pasivante. A continuación cubrirla con mortero predosificado.

Si las barras han perdido más de un 10% de su sección, se le debe añadir armadura.

15. FORJADOS RETICULARES

ASENTO PLÁSTICO

LÁMINA
15.9

A) FIGURA

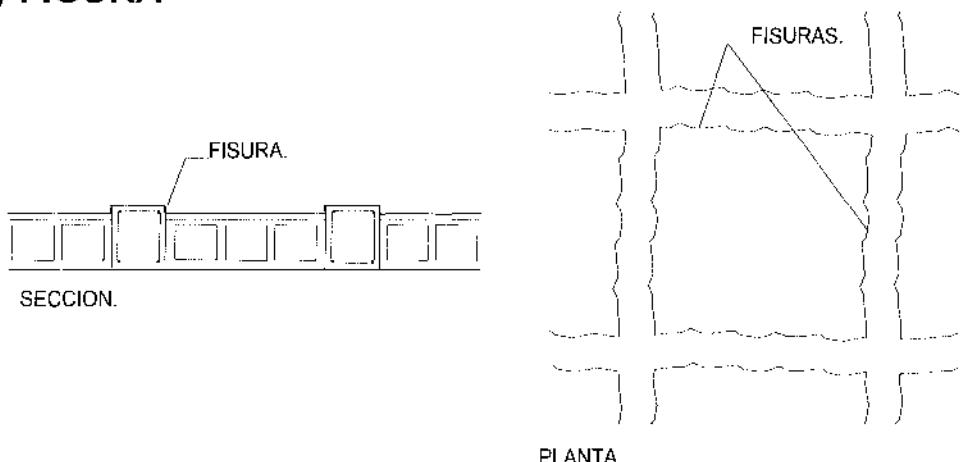


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

En forjados reticulares cuando se omite la armadura de reparto en la capa de compresión o se sitúa baja sobre los bloques, el hormigón desciende en las zonas de los bloques, especialmente si queda más fluido, tiene mayor espesor la capa de compresión y se ha vibrado excesivamente, entonces surge una fisura en la unión con los nervios, donde no desciende por existir armadura. Si se trata de época muy calurosa, la fisura también quedaría abierta por retracción.

Cuando existe exceso de cemento, es probable que aparezcan manchas blancas en el lugar de las fisuras al fluir éste por ellas.

En los forjados con canto ≥ 40 cm es posible que se produzca el asentamiento plástico en las zonas de los nervios donde existe un cambio brusco de sección de hormigón, sucediendo lo contrario, las zonas de las piezas aligeradas perdidas quedarían a un nivel más alto. En estos casos es conveniente que la armadura de reparto de la capa de compresión quede más tupida, como puede ser $\phi 6$ mm cada 20 cm.

En los cantos de forjados de 45 cm con piezas aligeradas de hormigón de canto 40 cm, si en obra se cambian por dos piezas de canto 20 cm, se ha de tener presente que esto incrementa el peso del forjado y aumentan las deformaciones.

15. FORJADOS RETICULARES

ASENTO PLÁSTICO

**LÁMINA
15.9**

C) IMPORTANCIA *

Las fisuras son leves y no implican ninguna gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de armadura de reparto.
- Colocar baja la armadura de reparto.
- Emplear un hormigón fluido en época muy calurosa.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar la armadura de reparto en la zona más superior del forjado.
- En época muy calurosa, hormigonar a última hora de la tarde para que el fraguado inicial se realice de madrugada.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Picar la capa de compresión, colocar la armadura de reparto y hormigonar un espesor de 3 cm con árido pequeño.

15. FORJADOS RETICULARES

ASENTO PLÁSTICO

LÁMINA
15.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7

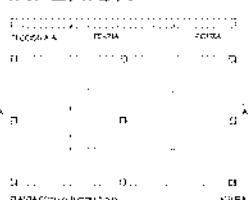
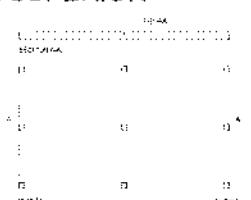
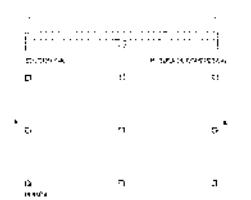
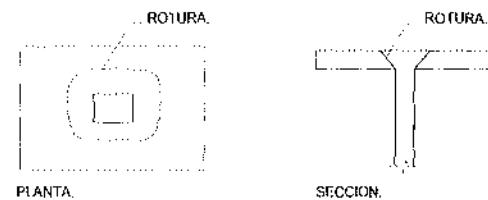
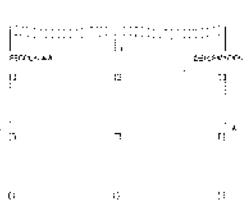
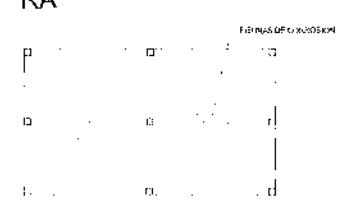


Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparecen fisuras de retracción y descenso plástico en la zona superior de un forjado reticular por no existir armadura de reparto en su zona superior.

Las fisuras se sitúan en unión con los nervios, donde el hormigón no desciende por existir armadura.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

16.1 ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR  *** Pág. 447	16.2 ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR  *** Pág. 449
16.3 ROTURA DE COMPRESIÓN  ****/***** Pág. 451	16.4 ROTURA DE PUNZONAMIENTO  **** Pág. 454
16.5 DEFORMACIÓN EXCESIVA  ★ Pág. 456	16.6 CORROSIÓN DE LA ARMADURA  ** Pág. 458

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

Los forjados de losas macizas trabajan multidireccionalmente y se suelen emplear hasta luces de 6 y 7 m, ya que con luces mayores aumenta considerablemente su peso y precisa armadura en las zonas de pilares para evitar el punzonamiento.

Estos forjados se arman bidireccionalmente con una armadura de reparto en dos direcciones, colocando armadura de refuerzo en las bandas de pilares.

Al no quedar atada la armadura inferior con la superior mediante estribos, la armadura inferior se desprende antes del hormigón en caso de incendio, corrosión o compresiones excesivas durante un movimiento sísmico.

No es conveniente colocar huecos junto a los pilares, ya que reduce el perímetro de punzonamiento, ni en las bandas de ejes de pilares, que es la zona más armada y donde se producen los mayores momentos.

Se emplean como facilidad de ejecución para no tener que adquirir víguetas y piezas aligeradas. También cuando no existen pórticos virtuales para proyectar estructuras con un mínimo esfuerzo y cuando existen cargas puntuales elevadas.

Los empujes horizontales se transmiten a los pilares de forma más indirecta que cuando se trata de vigas y la estructura queda menos capacitada para soportar esa solicitud.

Al tener poco canto, es conveniente colocar la armadura de reparto en el eje X, después los refuerzos y a continuación lo mismo en el eje Y para que sólo existan dos capas de armadura y no se reduzca el canto útil, ni su eficacia.

La armadura inferior se debe solapar en la zona de pilares y la armadura superior en el centro de las luces, que suelen ser las zonas donde trabajan a compresiones.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR

LÁMINA
16.1

A) FIGURA

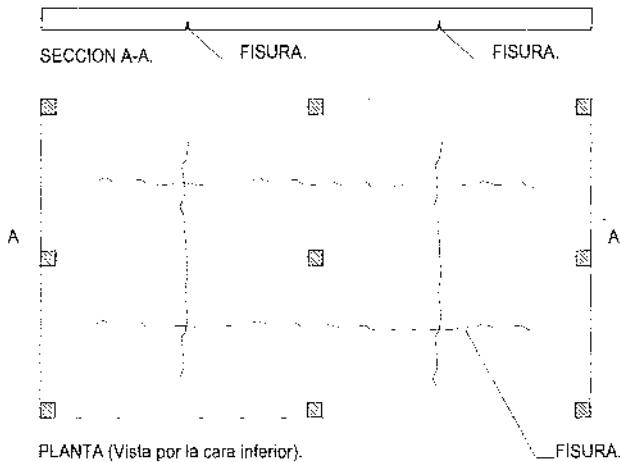


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión por la zona inferior de las losas de forjados se produce cuando la armadura colocada es insuficiente para soportar las flexiones a que se encuentra sometida.

Algunas de las causas más usuales suelen ser solapar la armadura en zona inferior de tracción, colocar menor armadura, que ésta no funcione correctamente por haber montado las barras formando cuatro capas o por apuntalamiento defectuoso.

Por las fisuras comentadas puede penetrar la humedad y ocasionar una corrosión por picadura, lo cual aumenta aún más su gravedad.

En las losas de forjados, al tener poco canto, es muy importante indicar un orden riguroso de ejecución para que el montaje de la armadura, tanto la inferior como la superior, tengan sólo dos capas, no se reduzca su canto útil, facilite su ejecución y se eviten errores.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA INFERIOR

LÁMINA
16.1

C) IMPORTANCIA ★★

La gravedad depende de la cuantía de armadura colocada, ya que cuando es muy escasa, la rotura es más rápida y grave.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo erróneo.
- Mayores luces de las previstas en los cálculos.
- Colocación en obra de menor armadura que la indicada en los planos.
- Solapes incorrectos en zona de tracción, es decir, en el centro de la luz.
- Mayores cargas de las previstas durante la ejecución.
- Hormigón de menor resistencia.
- Apuntalado deficiente.
- Montar las barras formando cuatro capas y quedar con menos canto útil, lo cual reduce su resistencia.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar antes de que se produzca el fallo total.
- Investigar la causa que ha ocasionado la rotura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir la armadura que le falta, uniéndola con resina epoxi.
- Si también existen problemas de rigidez, aumentar el canto de la losa por su zona superior.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR

LÁMINA
16.2

A) FIGURA

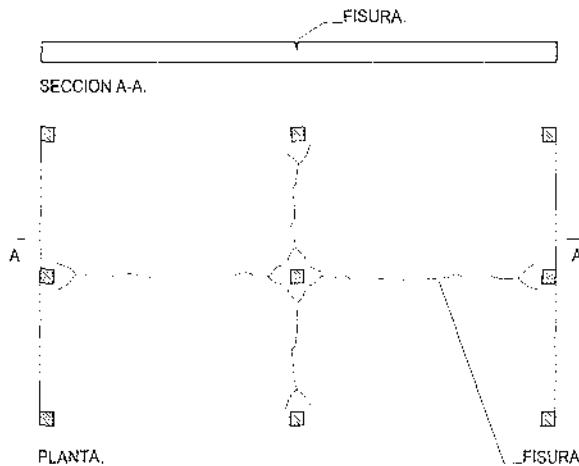


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión en la zona superior se produce cuando la armadura colocada es insuficiente para soportar las flexiones a las que queda sometida.

Algunas de las causas más usuales suelen ser solapar la armadura en zona de tracción, apuntalado defectuoso o recibir mayores cargas durante la ejecución.

Cuando se fisura el forjado, aumentan las deformaciones y suele romper la tabiquería.

Se han dado casos de losas ejecutadas con armadura uniforme sin refuerzos en la línea de ejes de pilares, que después se han fisurado por no tener la armadura suficiente en esa zona, debido a ello se debe vigilar en obra para que se coloque siempre armadura de refuerzo en esa zona.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE FLEXIÓN EN ZONA SUPERIOR

LÁMINA
16.2

C) IMPORTANCIA ★★

La rapidez y gravedad dependen de la cuantía de armadura colocada.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo erróneo.
- Colocar baja la armadura por omisión de separadores.
- Colocación en obra de menor armadura de la indicada en los planos.
- Solape incorrecto en zona de tracción, es decir, en eje de pilares.
- Mayores cargas de las previstas durante la ejecución.
- Hormigón de menor resistencia.
- Mayores luces de las previstas en los cálculos.
- Montar las barras formando cuatro capas.
- Apuntalado deficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar antes de que se produzca el fallo total.
- Investigar la causa que ha ocasionado la rotura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir la armadura que le falta.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE COMPRESIÓN

LÁMINA
16.3

A) FIGURA

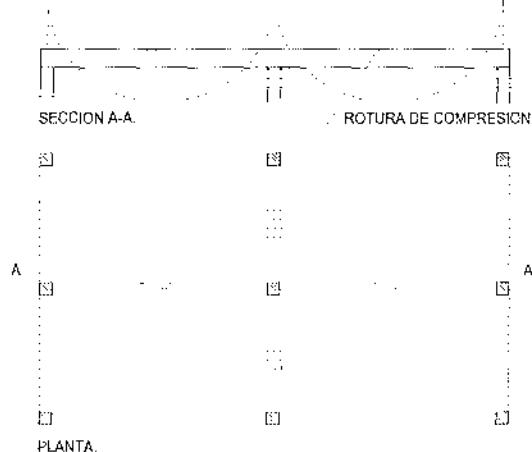


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de compresión sucede en losas con excesiva armadura de flexión que someten al hormigón a compresiones superiores de las que es capaz de soportar. Aparece el fallo en la zona superior del centro de la luz y en la zona inferior junto a los pilares. Cuando esto sucede también suele flectar el forjado, ya que este tipo de rotura es usual con losa de poco canto y muy armada cuando queda sometida a elevados momentos, como pueden ser a causa de un movimiento sísmico o una mayor solicitudación de la prevista.

Al no quedar atada la armadura superior con la inferior con cercos, las barras suelen pandear y salirse del hormigón.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE COMPRESIÓN

LÁMINA
16.3

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La rotura cerca de los pilares es más grave, ya que la sección para soporta el punzonamiento queda reducida, esto aumenta la gravedad debiéndose apuntalar con urgencia, ya que se está muy cerca de que se produzca el fallo por punzonamiento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Hormigón de inferior resistencia que la especificada en proyecto.
- Menor canto del considerado en los cálculos.
- Mayor carga de la prevista.
- Aumento de la solicitud por un movimiento sísmico.
- Excesiva armadura de flexión.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar y estudiar la causa que ha ocasionado la rotura.
- Si se precisa armadura de compresión, es preferible aumentar el canto de la losa.

F) POSIBLES REPARACIONES

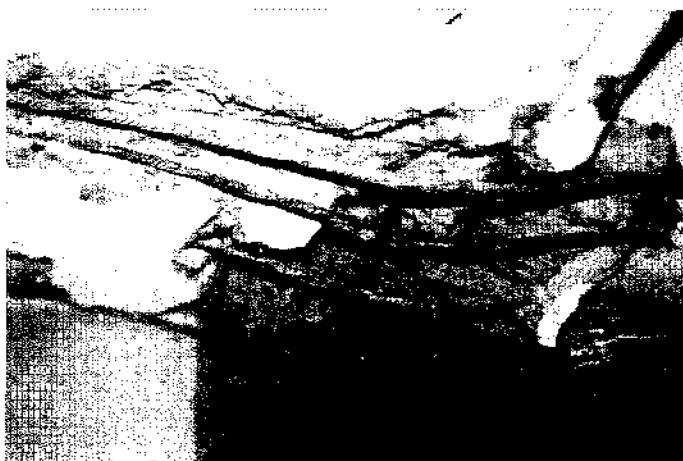
- Colocar armadura de compresión.
- Aumentar el canto de la losa.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE COMPRESIÓN

LÁMINA
16.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1

En la **fotografía 1** se presenta un fallo de compresión de una losa cerca del apoyo, dado que la armadura inferior no queda unida mediante estribos con la superior como sucede en las vigas, siendo más fácil que se pueda desprender la armadura de compresión en una corrosión o por un incendio.

Cuando se produce el fallo comentado, también suelen aumentar las deformaciones. Este suele suceder en predimensionados muy ajustados con armadura excesiva de flexión en zona de negativos. Las losas también suelen presentar problemas de insuficiente rigidez y de punzonamiento en las zonas de pilares.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE PUNZONAMIENTO

LÁMINA
16.4

A) FIGURA

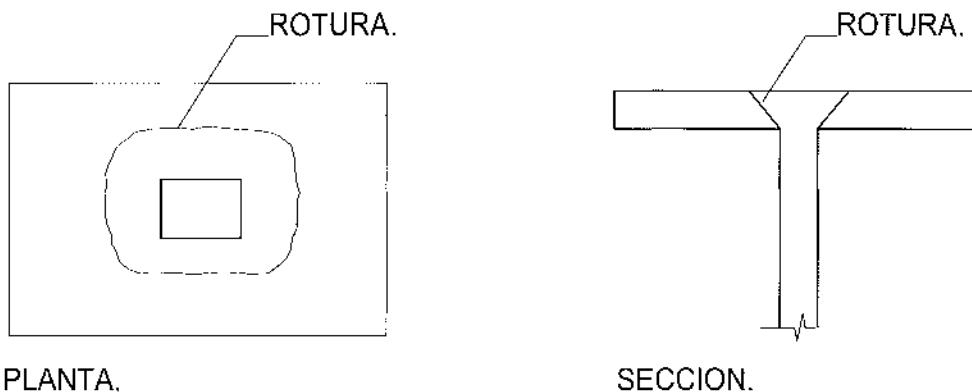


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de punzonamiento sucede alrededor de los pilares con fisuras muy finas cerradas con apariencia inofensiva. Es uno de los tipos de rotura más grave porque el desplome del forjado puede ser instantáneo, dependiendo la rapidez de la rotura de la cantidad de armadura transversal existente. Si no existe ninguna armadura transversal, en caso de rotura la caída es instantánea, mientras que si es abundante aparecen daños y al tener mayor tiempo de aviso, se puede apuntalar y reforzar.

La realización de huecos junto a los pilares que no se han previsto en el cálculo, sobre todo si cortan la armadura transversal de las crucetas para el punzonamiento, hace que aumenten las deformaciones y pone en serio peligro su estabilidad durante un movimiento sísmico, ya que durante ese tiempo aumentan las solicitudes.

Cuando los soportes son metálicos es imprescindible colocar una placa sobre él con el fin de ampliar la superficie de punzonamiento. Al tener poco canto la losa suele precisar armadura transversal para soportar el punzonamiento.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

ROTURA DE PUNZONAMIENTO

LÁMINA
16.4

C) IMPORTANCIA ★★★

Esta rotura es muy grave, cuando el forjado se desploma, al caer unos sobre otros, es probable que se produzca un desplome en cadena.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo erróneo o deficiente.
- Omisión en obra de la armadura transversal.
- Hormigón de inferior resistencia.
- Mayor solicitudación de la prevista.
- Transmisión de carga de los forjados superiores.
- Apertura de huecos junto a pilares.
- Movimiento sísmico.
- Construir la losa con menor canto del considerado en los cálculos.
- No colocar placa en las cabezas de soportes metálicos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia antes de que se produzca el desplome del forjado.
- Comprobar en obra que han colocado la armadura transversal para el punzonamiento.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar armadura transversal realizando taladros en el forjado en los que se introducen estribos impregnados de resina.
- Reducir las solicitudes.
- Aumentar el canto de la losa alrededor del pilar.
- Aumentar las dimensiones del pilar para obtener un mayor perímetro de punzonamiento.
- Colocar crucetas metálicas bajo el forjado.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

DEFORMACIÓN EXCESIVA

LÁMINA
16.5

A) FIGURA

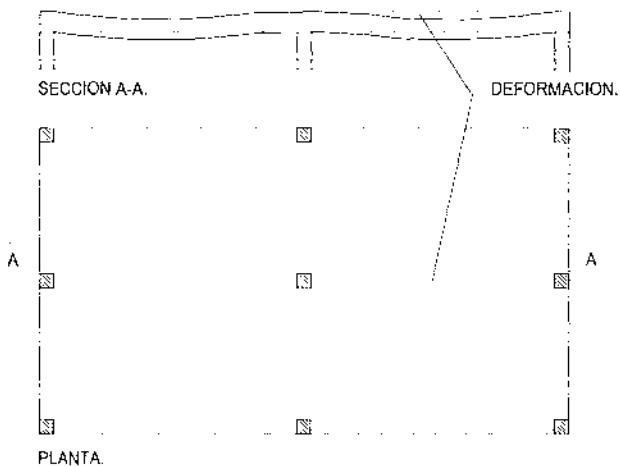


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados de losas macizas tienen mucho peso y al tener bastante resistencia precisan menos canto. Esto hace que su perímetro para soportar el punzonamiento sea menor y también al tener menor rigidez, aumentan las deformaciones a medida que son mayores las luces, haciendo que el forjado se deforme como se indica en la **figura 5** y termine fisurándose la tabiquería.

Cuando un forjado experimenta una deformación después de muchos años sin haber aumentado su peso, lo más probable es que sea debido a una corrosión generalizada de la armadura.

Cuando se trata de forjados de mayores luces que tienen que soportar cargas elevadas, como pueden ser almacenes, una forma de conseguir que la losa tenga menos canto, armadura, más rigidez y facilidad de ejecución, consiste en colocar vigas de cuelgue en dos direcciones unidas a los pilares, a continuación se coloca la losa enrasada con las vigas en su zona superior.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

DEFORMACIÓN EXCESIVA

LÁMINA
16.5

C) IMPORTANCIA *

Es leve siempre que la losa tenga la resistencia requerida y no existan errores de cálculo o de ejecución.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Escasa rigidez de la losa.
- La armadura inferior de las losas al no quedar atada con estribos a la superior, al calentarse y dilatar en un incendio, se desprende y aumentan las deformaciones.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Esperar que se complete la deformación y después reparar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar los daños que han surgido en la tabiquería una vez estabilizada la deformación.
- Aumentar la rigidez de la losa, que puede ser aumentando su canto en las bandas de pilares

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
16.6

A) FIGURA

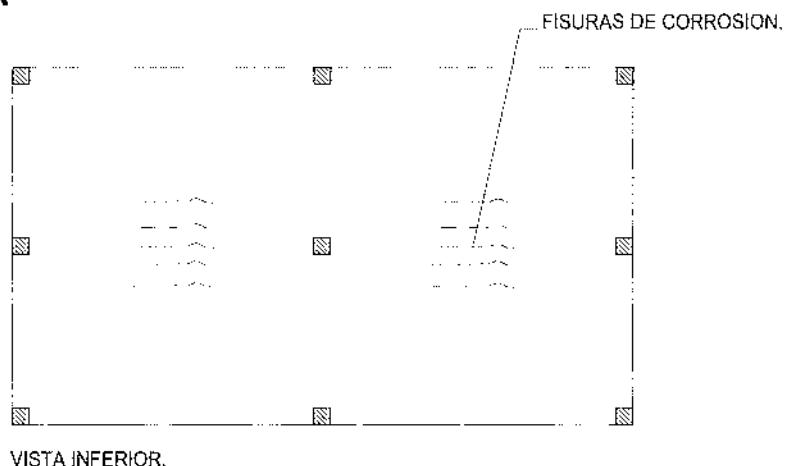


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

La corrosión de la armadura inferior de una losa de forjado suele ser generalizada, siendo una de las causas más usuales que la armadura se encuentre baja por omisión de separadores. La corrosión sucede en forjados de sótano donde existe bastante humedad de condensación. También en los forjados de cubierta en las zonas de cuarto de baño y en los forjados de interiores de depósitos, ya que el cloro del agua favorece la corrosión.

Suele corroerse la armadura cuando queda en contacto con el yeso que se aplica en la cara inferior del forjado.

Cuando se trate de cuartos de baños situados bajo forjados de cubierta y existan falsos techos de escayolas, se deben descubrir para observar si la armadura se ha podido corroer por humedad de condensación.

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA	LÁMINA 16.6
C) IMPORTANCIA ★★	
<p>La corrosión es lenta y progresiva. El fallo sucede por pérdida de adherencia, pero antes de que se produzca, aparecen deformaciones en el forjado.</p>	
<p>En las corrosiones generalizadas por exfoliación, la armadura inferior al no quedar unida a la superior con estribos, se desprende al desconectarse del hormigón.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Armadura baja por omisión de separadores.• Humedad de condensación elevada.• Armadura en contacto con el yeso.• Hormigón de baja alcalinidad.• Hormigón muy poroso poco compacto.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Si se trata de ambientes agresivos, proteger la estructura mediante pinturas o enlucidos.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Eliminar la humedad de condensación.• Eliminar la corrosión, aplicar una pintura pasivante y cubrir con mortero predosificado.• Reponer la sección de armadura que ha desaparecido.	

16. FORJADOS DE LOSAS MACIZAS

CORROSIÓN DE LA ARMADURA

LÁMINA
16.6

G) FOTOGRAFÍAS



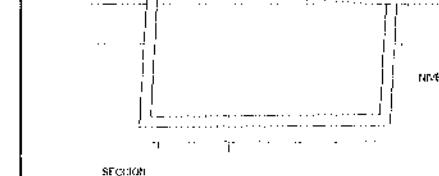
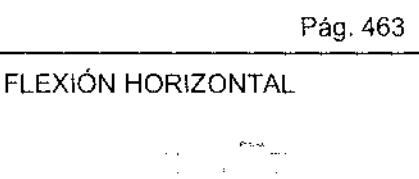
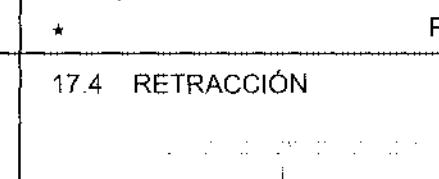
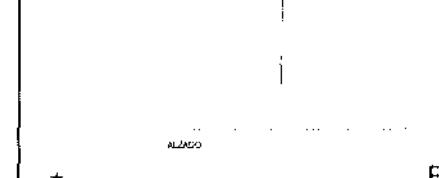
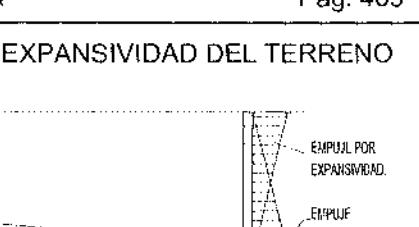
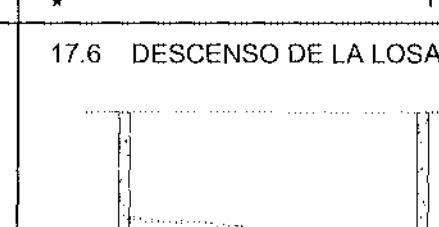
Fotografía 2



Fotografía 3

En las **fotografías 2 y 3** aparece la armadura inferior de una losa que se está corroyendo por humedad de condensación y por haberse omitido los separadores.

17. PISCINAS

<p>17.1 ASIENTO DE UN LATERAL O DE UNA ESQUINA</p>  <p>FIGURA 17.1-1</p> <p>PARA ESTRUCTURA SUELA PARA ESTRUCTURA SUELA</p> <p>**</p>	<p>17.2 SUBPRESIÓN</p>  <p>FIGURA 17.2-1</p> <p>NIVEL FREÁTICO.</p> <p>SECCION</p> <p>★</p>
<p>17.3 FLEXIÓN HORIZONTAL</p>  <p>FIGURA 17.3-1</p> <p>PARA ESTRUCTURA SUELA</p> <p>★★/★★★</p>	<p>17.4 RETRACCIÓN</p>  <p>FIGURA 17.4-1</p> <p>ALARGO</p> <p>★</p>
<p>17.5 EXPANSIVIDAD DEL TERRENO</p>  <p>FIGURA 17.5-1</p> <p>PARA ESTRUCTURA SUELA</p> <p>★★/★★★</p>	<p>17.6 DESCENSO DE LA LOSA</p>  <p>FIGURA 17.6-1</p> <p>ALARGO</p> <p>★</p>
<p>17.7 DESPLAZAMIENTO DE LA LOSA</p>  <p>FIGURA 17.7-1</p> <p>PARA ESTRUCTURA SUELA</p> <p>SECCION</p> <p>★</p>	<p>17.8 ROTURA DE LA LOSA</p>  <p>FIGURA 17.8-1</p> <p>PARA ESTRUCTURA SUELA</p> <p>SECCION</p> <p>★★/★★★</p>

17. PISCINAS

Las piscinas son recipientes para contener líquido y se suelen construir enterradas o elevadas en las terrazas de un edificio.

Los muros de las piscinas trabajan en ménsula y a flexión horizontal, tanto por el empuje de las tierras como por el del agua.

Cuando la piscina se sitúa elevada, sólo tiene que soportar el empuje del agua, pero la losa al tener que soportar el peso del agua, queda sometida a flexiones y elevados esfuerzos cortantes.

Hay que prestarle especial atención a las piscinas elevadas situadas en zonas muy sísmicas, ya que el mayor problema es el desplazamiento que se puede producir durante un movimiento sísmico.

Se pueden diseñar de formas muy variadas, pero hay que tener en consideración que las formas curvas trabajan mejor, aunque suelen ser más costosas, ya que el encofrado y la ferralla son más laboriosos, mientras que las de paredes rectangulares son más fáciles de ejecutar.

En las piscinas se pueden presentar fallos que aunque no revistan la misma gravedad que en una edificación, sí las pueden dejar fuera de servicio, como puede ser una rotura o junta de hormigonado deficiente por donde se produzca la pérdida de agua.

Es importante conocer los problemas que se pueden presentar cuando una piscina se va a situar en terreno expansivo, o terraplenado en ladera que termina inclinándose, si pueden existir deslizamientos del terreno, o queda su base situada por debajo del nivel freático y existe empuje hidrostático.

17. PISCINAS

ASIENTO DE UN LATERAL O DE UNA ESQUINA

LÁMINA
17.1

A) FIGURA

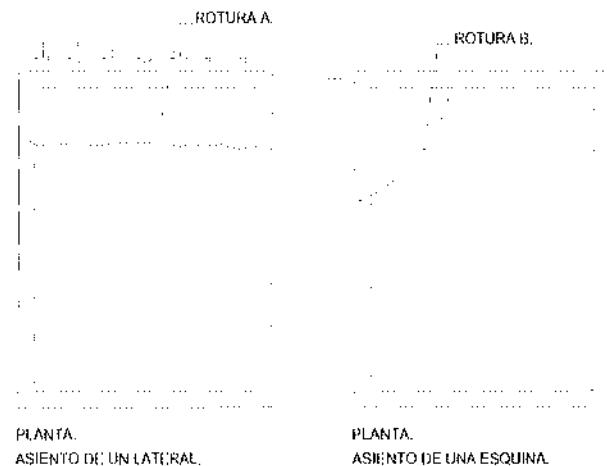


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

El descenso de un lateral o de una esquina sucede con cierta frecuencia en las piscinas. Las causas más usuales suelen ser la fuga continuada de agua que reblandece las tierras o la desecación y contracción del terreno, dejando en voladizo a esa zona.

La **rotura A** es la más usual por descenso de un lateral, a excepción de que la piscina sea muy rígida, entonces no rompería y sólo se inclinaría hacia un lado.

La **rotura B** es la que se produce por el descenso de una esquina y si es muy rígida y no rompe se inclina en diagonal.

Al inclinarse la piscina el agua rebosa por la zona que ha descendido.

En estos casos suele ir bien recrecer los bordes de la piscina dejándolos paralelos al agua y recalzando con hormigón hasta llegar a mayor profundidad la zona que ha descendido, sin olvidar que el hormigonado se debe ejecutar en dos fases.

17. PISCINAS

ASIENTO DE UN LATERAL O DE UNA ESQUINA

LÁMINA
17.1

C) IMPORTANCIA ★★

No implica gravedad de estabilidad, pero la rotura al seccionar el muro si ocasiona la fuga de agua por las fisuras.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Desecación de las tierras.
- Fuga de agua en terreno sin compactar.
- Terreno menos resistente en esa zona.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar un estudio geotécnico del terreno para prever fallos.
- Realizar una cata para ver que sucede.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la cimentación en la zona que ha descendido y reparar los daños.
- Eliminar la causa que ocasiona el fallo.
- Reparar los daños.

17. PISCINAS

ASENTO DE UN LATERAL O DE UNA ESQUINA

LÁMINA
17.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** se presenta una piscina que ha descendido de una esquina. Al tener bastante rigidez no ha roto, pero los bordes no quedan paralelos con el agua.

En la **fotografía 2** aparece una piscina que ha descendido 40 cm de un extremo al quedar situada sobre un terreno en ladera insuficientemente compactado, donde se producen descensos.

17. PISCINAS

SUBPRESIÓN

LÁMINA
17.2

A) FIGURA

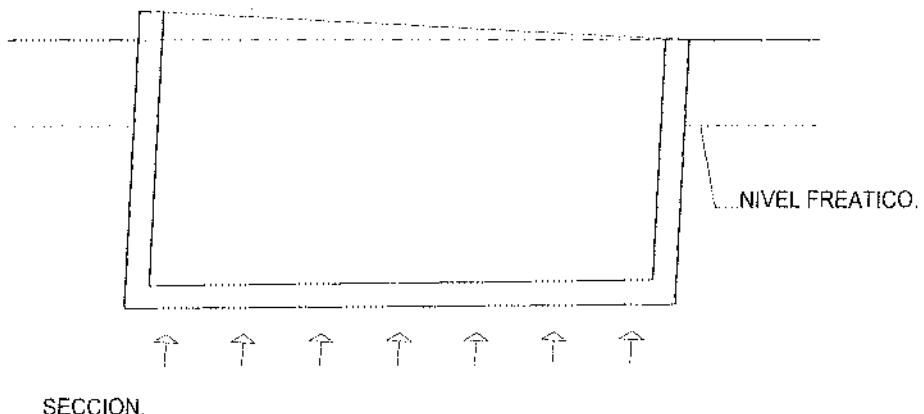


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

La subpresión o empuje hidrostático se produce cuando la piscina se encuentra vacía, el nivel freático se encuentra alto o se satura de agua las tierras por cualquier causa.

En la **figura 2** se presenta una piscina que se eleva por subpresión al quedar el terreno inundado de agua. Esta elevación se produce primero en la zona más profunda, al ser mayor el empuje hidrostático.

Unas de las causas más usuales por la que suele flotar una piscina en terrenos expansivos y que suele pasar desapercibida durante su ejecución, es cuando existen estratos impermeables y se forman bolsas de aguas colgadas.

17. PISCINAS

SUBPRESIÓN

LÁMINA
17.2

C) IMPORTANCIA *

Aunque no se producen roturas, la piscina puede quedar inutilizada.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Subida del nivel freático.
- Bolsas de aguas colgadas.
- Acumulación de agua en el trasdós de un muro de contención.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar voladizos en la losa para evitar la subpresión.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzarla, ya que si se intenta que descienda es probable que rompa.

17. PISCINAS

SUBPRESIÓN

LÁMINA
17.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** aparece una piscina ejecutada con hormigón proyectado en un terreno en ladera que se ha terraplenado. Al saturarse las tierras de agua por la lluvia y quedar retenida detrás de un muro de contención en el que no han colocado drenaje, la piscina ha flotado y se ha elevado sobre el terreno.

17. PISCINAS

FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
17.3

A) FIGURA

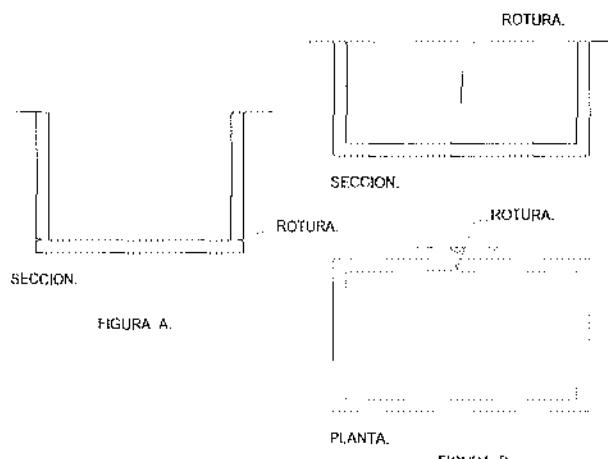


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura de flexión por trabajar las paredes en ménsula y no tener armadura vertical suficiente para soportar el empuje de las tierras como aparece en la **figura 3A**. No se puede observar y sólo se percibe que la pared se inclina y se desploma.

Cuando se produce el empuje de tierras, los muros también pueden trabajar a flexión horizontal y si no contienen la armadura horizontal suficiente en la cara interior de la piscina, rompen como se indica en la **figura 3B**. Esta fisura no secciona el muro y por lo tanto no se producen fugas de agua. No se debe confundir con la de retracción, que aunque es igual en vertical, sí secciona el muro y se produce pérdida de agua.

En las piscinas de mayores dimensiones, aunque se calculen los muros en ménsulas, se ha de tener en consideración, que al llegar a las esquinas cambia su diagrama y trabajan en horizontal.

En las piscinas pequeñas, su forma de trabajar depende de la relación entre sus lados y su profundidad, pudiendo llegar a trabajar todos sus muros en horizontal.

17. PISCINAS

FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
17.3

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La rotura del muro por trabajar en ménsula puede ocasionar el desplome de la pared.

La rotura en vertical por flexión horizontal sólo fisura al muro por la cara exterior.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armadura insuficiente o mal solapada.
- No prever la flexión horizontal.
- Empuje mayor del previsto.
- Aumento del empuje por saturación de agua o por expansividad.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien el armado antes del hormigonado.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Realizar excavación y colocar la armadura vertical necesaria en el trasdós o ensanchar el muro en su zona inferior para que precise menor armadura.
- Si se trata de una flexión horizontal, se puede realizar rozas horizontales por la cara interior de la piscina, introducir barras y cubrirlas con mortero epoxi.

17. PISCINAS

FLEXIÓN HORIZONTAL

LÁMINA
17.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

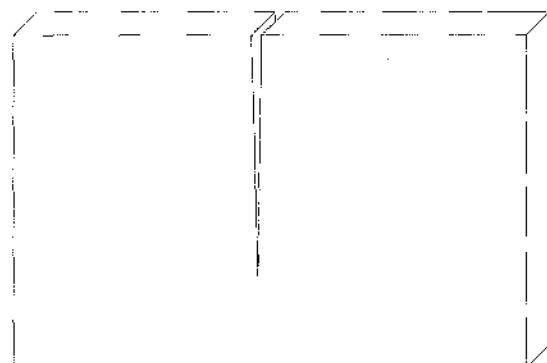
En las **fotografías 5 y 6** aparece el muro de una piscina que se ha deformado por flexión horizontal, incluso se puede apreciar el espacio que ha quedado entre el muro y las tierras al deformarse.

17. PISCINAS

RETRACCIÓN

LÁMINA
17.4

A) FIGURA



ALZADO.

Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

La rotura por retracción hidráulica sucede durante el endurecimiento del hormigón. Esta tiene los bordes más redondeados, ya que el hormigón tiene menos resistencia y a medida que desciende se va cerrando (**figura 4**).

La rotura de retracción térmica es igual que la de retracción hidráulica, con la diferencia de que sus bordes son más perfilados, ya que sucede cuando el hormigón ha alcanzado su resistencia, incluso hay veces que aparece en discontinuidad. En los dos casos sucede por tener el muro insuficiente armadura en horizontal y encontrarse impedido en su retracción.

Por la rotura comentada se produce fuga de agua, que altera el terreno y puede ocasionar descensos.

17. PISCINAS

RETRACCIÓN

LÁMINA
17.4

C) IMPORTANCIA *

Aunque la rotura es leve, presenta el inconveniente de la fuga de agua.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Escasa cuantía de armadura longitudinal.
- Muro muy impedido en su retracción.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si se trata de una retracción hidráulica, esperar a que termine la retracción.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar armadura longitudinal en la coronación, en el lateral de la pared y sellar las fisuras.
- Si se trata de una retracción térmica y si sólo se tapa la fisura, volverá a surgir.

17. PISCINAS

RETRACCIÓN

LÁMINA
17.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** se presenta una rotura de retracción térmica, la cual ha sido reparada, pero como no han eliminado la causa, ha vuelto a surgir.

17. PISCINAS

EXPANSIVIDAD DEL TERRENO

LÁMINA
17.5

A) FIGURA

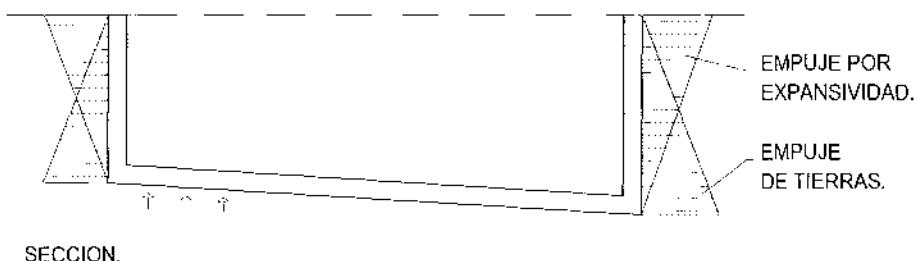


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Los muros de las piscinas situadas en terrenos expansivos tienen que soportar el empuje de las tierras más el de la expansividad, que es mayor en la zona superior de los muros. Si se ejecuta estando el terreno seco, al humedecerse se hincha y es probable que la eleve en la zona menos profunda, como se indica en la **figura 5**.

Esta anomalía no es grave si la piscina tiene suficiente resistencia y sólo ocasiona que la zona superior del muro no quede paralela al agua.

Las piscinas poco profundas como las infantiles, el empuje de las tierras que tienen que soportar los muros es pequeño, mientras que el empuje por la expansividad de las tierras es elevado, ya que la mayor expansividad se manifiesta en la zona más superficial del terreno.

Estas piscinas al ser muy superficiales están más expuestas a que se eleven por expansividad de las tierras.

17. PISCINAS

EXPANSIVIDAD DEL TERRENO

LÁMINA
17.5

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar la piscina poco profunda en un terreno expansivo en estado seco.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Ejecutar la piscina en un estado intermedio de humedad.
- Ejecutar la piscina a mayor profundidad.

F) POSIBLES REPARACIONES

- En caso de rotura repararla.
- Colocando una amplia acera alrededor de la piscina, se protege al terreno y se reduce el empuje por expansividad.

17. PISCINAS

EXPANSIVIDAD DEL TERRENO

LÁMINA
17.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9

En la **fotografía 9** se presenta una piscina ejecutada en terreno expansivo en estado seco y que al humedecerse la ha elevado de un extremo. Al tener bastante resistencia no ha roto, pero el agua no queda nivelada con los bordes de la piscina.

En estos casos es conveniente colocar bajo la losa una capa de grava gruesa de igual diámetro, para que la expansividad de las tierras le llegue con menos fuerza a la losa y no eleve la piscina.

La colocación de una amplia acera alrededor de la piscina, hace que el terreno tenga una humedad más constante y le afecte menos la expansividad a la piscina.

17. PISCINAS

DESCENSO DE LA LOSA

LÁMINA
17.6

A) FIGURA

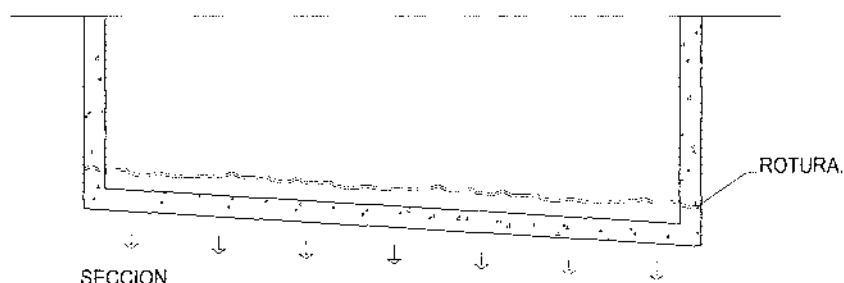


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando una piscina se ejecuta sobre un terreno expansivo húmedo, al desecarse se contrae y queda un espacio entre el terreno y la losa. Si en este estado se llena la piscina de agua, la losa intenta descender y los muros quedan sometidos en su zona inferior a tracción por el peso de la losa y del agua, que en caso de no tener la resistencia suficiente rompería, como se indica en la **figura 6**. Lo comentado suele suceder cuando los muros tienen escasa armadura y rompen fácilmente a tracción.

Cuanto más superficial se ejecute la piscina y más húmeda se encuentren las tierras, mayor es la posibilidad de que se produzca la rotura comentada.

17. PISCINAS

DESCENSO DE LA LOSA

LÁMINA
17.6

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La piscina ha quedado inservible, ya que el agua se sale por la rotura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar la losa en un terreno expansivo estando húmedo.
- Insuficiente solape de la armadura de espera vertical con la del muro.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prever los problemas que presentan los terrenos expansivos.
- La expansividad de las tierras le afecta menos a la piscina si se coloca a su alrededor una amplia acera.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Cuando el descenso quede estabilizado se puede grapar las grietas con barras de acero y sellar la rotura.

17. PISCINAS

EXPANSIVIDAD DEL TERRENO

LÁMINA
17.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 10

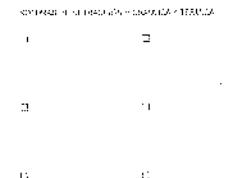
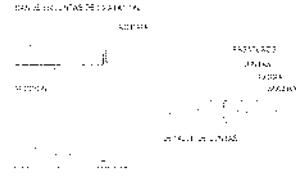
En la **fotografía 10** se presenta una piscina ejecutada con hormigón proyectado en un terreno expansivo húmedo. Al desecarse ha quedado un espacio entre las tierras y la losa y al llenarse la piscina de agua ha descendido rompiendo a tracción en todo su perímetro entre la unión de la losa y el muro.

En este caso la piscina queda inutilizada con grandes pérdidas de agua.

En terrenos expansivos no están indicadas las piscinas ejecutadas con muros de fábrica de ladrillos, ni de hormigón proyectado, ya que rompen fácilmente.

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

18. SOLERAS

18.1 ROTURA DE FLEXIÓN  * Pág. 483	18.2 RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y TÉRMICA  * Pág. 485
18.3 JUNTAS DE DILATACIÓN  * Pág. 488	18.4 DESCENSO DE SOLERAS  * Pág. 490

18. SOLERAS

Las soleras deben cumplir una serie de requisitos para que no se fisuren y no ocasionen daños a la tabiquería que apoya sobre ellas.

Cuando se omite la armadura superior, que es la más necesaria o no se sitúa en su lugar correcto, se fisuran rápidamente por retracción o por descensos.

Cuando la solera se ejecuta enrasada con las riostras, en su unión suelen surgir fisuras de retracción por cambio brusco de sección del hormigón.

Cuando existen zonas de rellenos de tierras, se deben prever los descensos que se pueden producir. Es conveniente consolidar las tierras y colocar armadura en las dos caras de la solera.

Cuando existe empuje hidrostático por quedar la solera a una cota inferior a la del nivel freático, o no se desea colocar vigas centradora y riostra, se suele ejecutar una solera arriostrante. Consiste en una pequeña losa de unos 25 ó 30 cm de espesor con armadura en su zona inferior y superior que queda enrasada con la zona superior de las zapatas atándolas.

Estas soleras arriostrantes se fisuran menos y son más cómodas de ejecutar que una solera normal con riostras, sin olvidar que se precisa aumentar la armadura superior, donde deberían existir vigas centradoras.

Las raíces superficiales de los árboles próximos a las edificaciones cuando se han podado o son de hojas caduca tienen que reponerlas, precisando absorber más agua de las tierras, especialmente en época de sequía buscan la humedad bajo las soleras rompiéndolas y elevándolas. Esto se puede evitar realizando una zanja entre la edificación y los árboles que se llena con dos tercios de arena gruesa y un tercio de sal gruesa. Como segunda protección se coloca una lámina de poliestireno expandido, que al llegar a ella las raíces y no encontrar nutrientes se vuelven.

18. SOLERAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
18.1

A) FIGURA

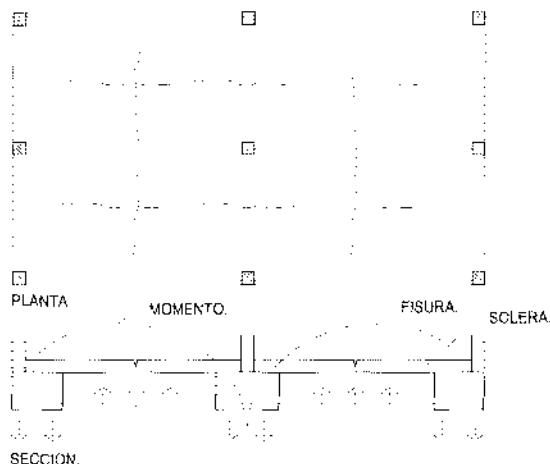


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

En los terrenos blandos donde se producen mayores asientos de consolidación de forma uniforme, al descender la cimentación la solera recibe un empuje ascendente y cuando no tiene la armadura superior suficiente, rompe a flexión en su zona central. Esto también sucede en los terrenos expansivos cuando están secos y se hinchan al humedecerse, en las excavaciones de sótanos al descomprimirse las tierras y en los empujes hidrostáticos por subpresión. Si se deposita sobre la solera un vaso de agua, se podrá apreciar que ésta se desplaza hacia la zona de los pilares.

En la figura 1 se representan las fisuras de flexión que suelen surgir en las soleras por empuje del terreno ocasionado por el descenso de la cimentación.

En los descensos de la cimentación por asiento de consolidación, también es frecuente que los tabiques de planta baja al quedar comprimidos contra el forjado rompan con fisuras verticales de compresión.

18. SOLERAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
18.1

C) IMPORTANCIA *

La rotura sucede en la zona superior de la solera, es leve y no implica gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Descenso del cimiento por consolidación de las tierras.
- Omisión de armadura en la zona superior de la solera o ser insuficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

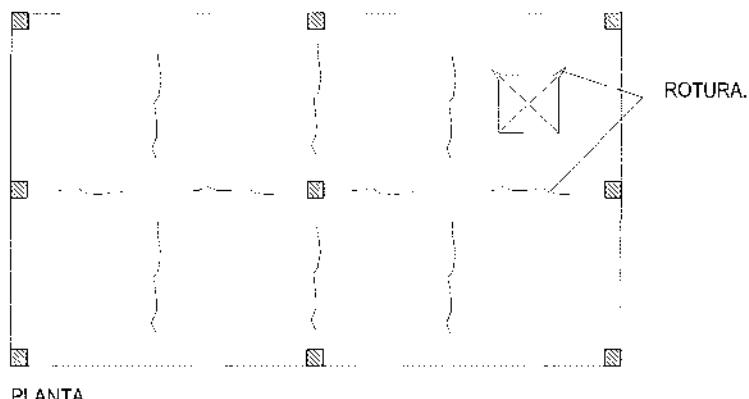
- Colocar armadura en la zona superior de la solera.
- Prever el asiento de consolidación.
- Colocar en vez de solera, una solera arriostrante.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar la armadura necesaria.
- Esperar que se estabilice el descenso y reparar las fisuras.

A) FIGURA

ROTURAS DE RETRACCION HIDRAULICA Y TERMICA.

**Figura 2****B) CARACTERÍSTICAS**

La rotura de retracción hidráulica y térmica en soleras surge cuando la cuantía de armadura es muy pequeña o no existe.

Cuando las mallas no se atan entre ellas con su correspondiente solape, aparecen fisuras de retracción a distancias periódicas.

Cuando la armadura queda situada en la zona inferior de la solera, también se fisura por retracción a distancias equidistantes.

En caso de colocar la armadura en su zona inferior y una vez vertido el hormigón, si se eleva la armadura con ganchos, quedando de forma irregular, también aparecen fisuras donde la armadura ha quedado más baja.

En los paños muy largos sin juntas de dilatación hormigonados en época muy calurosa a pleno sol, es frecuente la aparición de fisuras por retracción hidráulica.

Cuando la solera queda enrasada con los zunchos o zapatas, también surgen fisuras entre su unión por cambio brusco de rigidez.

En las esquinas de los huecos se producen tensiones y si no se coloca armadura a 45° , suelen surgir fisuras inclinadas.

18. SOLERAS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y TÉRMICA

LÁMINA
18.2

C) IMPORTANCIA *

Los daños son leves.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de armadura en la zona superior de la solera.
- Colocar la armadura en la mitad del canto de la solera o en su zona inferior.
- Cuantía de armadura muy pequeña.
- Elevar la armadura con ganchos y quedar de forma irregular.
- Hormigonar en época muy calurosa con fuerte sol.
- No colocar armadura a 45° en las esquinas de los huecos.
- No realizar suficientes juntas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Ejecutar la solera correctamente y colocar como mínimo armadura en su zona superior. Si existen rellenos de tierras y se prevén descensos o va a existir paso de vehículos, es conveniente colocar también armadura en su zona inferior.
- Colocar armadura a 45° en las esquinas de los huecos en la solera de forma transversal a las diagonales.
- Realizar juntas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Esperar que se complete la retracción y reparar los daños.
- Picar la zona superior de la solera, colocar la armadura necesaria y a continuación aplicar un hormigón que cubra la armadura.

18. SOLERAS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y TÉRMICA

LÁMINA
18.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** se presenta una rotura de retracción en las esquinas de huecos. Esto sucede cuando no se coloca armadura a 45° en las esquinas.

En las esquinas de los huecos de las soleras, se originan tensiones que las fisuran seccionándolas aunque existan mallas.

18. SOLERAS

JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
18.3

A) FIGURA

DAÑOS EN JUNTAS DE DILATACION.

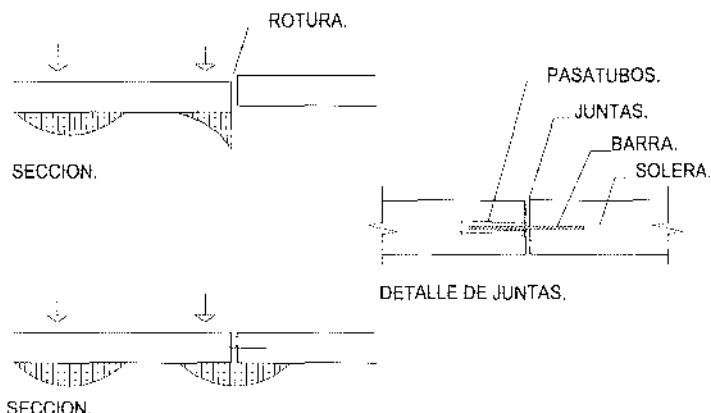


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la solera tenga que soportar el paso de camiones, se debe tener presente que las ruedas le transmiten cargas puntuales y ocasionan mayores puntas de presiones, especialmente en los extremos donde forman las juntas de dilatación, ocasionando el descenso de uno de los bordes de la solera, que al formar un escalón y pasar los vehículos terminan rompiéndola.

Se puede tomar como solución colocar pasatubos a distancias equidistantes a media altura en un sólo lado de las juntas de dilatación, donde se dejan introducidas barras que deben quedar ajustadas para impedir el desplazamiento vertical del extremo de la solera y permitan el libre movimiento horizontal de dilatación y retracción.

En la **figura 3** se representa el diagrama de tensiones al que queda sometido el terreno cuando no existe armadura en las juntas de dilatación y como queda reducido cuando quedan unidas las juntas con armadura pasante.

18. SOLERAS

JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
18.3

C) IMPORTANCIA *

Los daños son leves.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever los descensos que se suelen producir en las juntas de dilatación.
- No colocar una armadura pasante que impida el desplazamiento vertical.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar armadura que impida el desplazamiento vertical. Estas barras conviene protegerlas con pinturas para evitar su corrosión.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Cortar y colocar armadura pasante para evitar diferentes descensos en las juntas.

18. SOLERAS

DESCENSO DE SOLERAS

LÁMINA
18.4

A) FIGURA

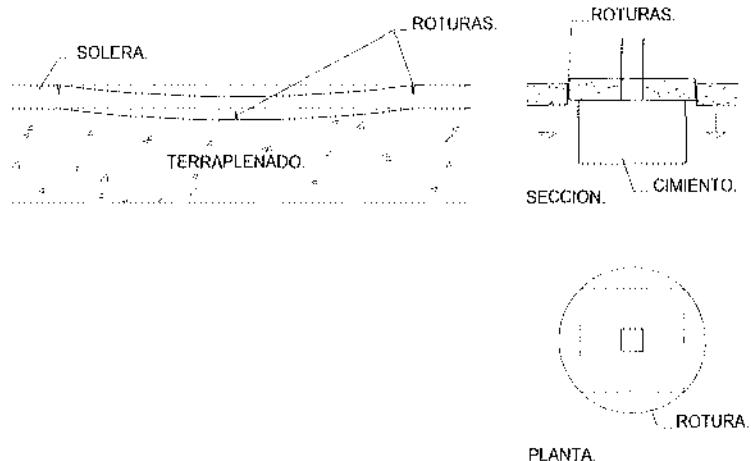


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando existen terraplenados de tierra y no quedan lo suficientemente compactados, o se saturan de agua, lo más probable es que se produzcan descensos y rompa a flexión como se ilustra en la figura 4, lo que justifica que deba existir armadura en ambas caras de la solera, con la diferencia de que la rotura se aprecia en la cara superior y no en la inferior.

Para reducir los daños, conviene compactar las tierras lo mejor posible, colocar una tongada de zahorra de unos 20 cm (una parte de arena y dos de grava) y dotar a la solera de un canto mínimo de 15 cm, colocando armadura en ambas caras.

Cuando la solera no contiene armadura, al descender, es frecuente una rotura de cortante de forma circular alrededor de la cimentación. En este caso la rotura queda a distintos niveles.

Cuando las tierras bajo la solera se desecan y contraen en una superficie pequeña, si ésta no desciende, queda un espacio vacío hueco que se detecta por vibraciones al pasar por esa zona.

18. SOLERAS

DESCENSO DE SOLERAS

**LÁMINA
18.4**

C) IMPORTANCIA *

Leve estructuralmente, pero puede representar un problema para el correcto funcionamiento de la nave.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Terraplenado con compactación insuficiente.
- Saturación de agua de las tierras.
- Desección del terraplenado.

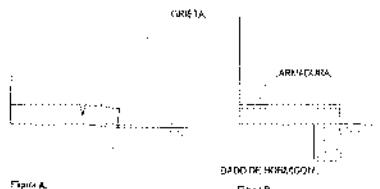
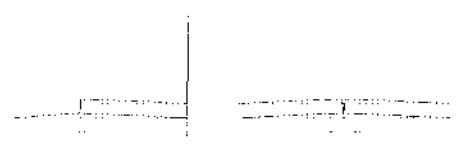
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Compactar correctamente las tierras y si se estima necesario consolidar el terreno.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Consolidar el terreno o esperar a que se estabilicen los descensos.

19. ACERAS

<p>19.1 EFECTO DE BORDE Y DESCENSO DE LA ACERA</p>  <p>Figura A</p> <p>Pág. 495</p>	<p>19.2 RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y TÉRMICA</p>  <p>Pág. 498</p>
<p>19.3 ELEVACIÓN POR EXPANSIVIDAD</p>  <p>Figura A</p> <p>Figura B</p> <p>Pág. 500</p>	

19. ACERAS

Se colocan en el contorno de la edificación y tienen las finalidades siguientes:

- a) Cuando son anchas protegen al terreno de la humedad y sequedad excesiva. Si la cimentación es muy superficial, se reducen en ella los descensos por desecación de las tierras o por saturación de agua.
- b) Mantienen una humedad más constante en los terrenos expansivos, lo cual hace que las retracciones por desecación o expansividad le afecten menos a las cimentaciones superficiales y le ocasionen menos daños a la edificación.
- c) En caso de lluvia o de riego, al quedar la edificación rodeada de aceras, se mancha menos la zona inferior de la fachada e incluso tiene ésta menos humedad de capilaridad por absorción de agua del terreno.
- d) Evita o reduce la corrosión de la armadura inferior de los pilares exteriores de planta baja, pues cuando no existen aceras se produce en ellos una absorción de agua del terreno por capilaridad y a continuación una evaporación, ocasionando la corrosión de la armadura en su base.

Es conveniente ejecutar las aceras cuando el terreno no esté desecado ni saturado de agua, siendo primordial en terrenos expansivos donde hay que extremar las precauciones.

19. ACERAS

EFECTO DE BORDE Y DESCENSO DE LA ACERA

LÁMINA
19.1

A) FIGURA

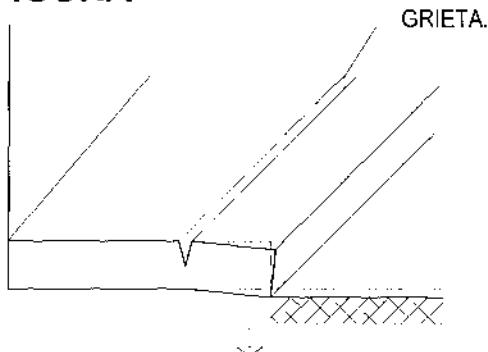


Figura A.

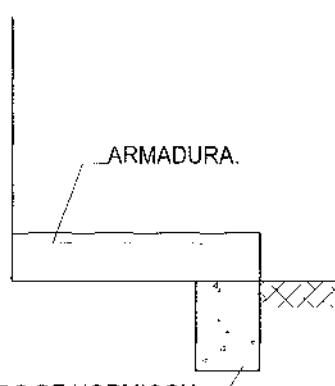


Figura B.

Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Al ejecutarse muy superficialmente, quedan muy afectadas por los cambios de humedad de las tierras.

Cuando se han ejecutado estando el terreno muy húmedo, al desecarse y contraerse, el borde de la acera trabaja en voladizo y al descender rompe con una grieta a todo el largo de la acera que recibe el nombre de "efecto de borde" **figura A**.

El problema comentado se evita colocando armadura transversal en su zona superior y realizando una cimentación en su extremo con pequeños pozos a distancias periódicas para que apoyen sus bordes en un terreno más estable **figura B**.

En época de sequía, las raíces de los árboles próximas buscan la humedad existente bajo las aceras, lo cual ocasiona mayor desecación a las tierras e incluso le origina un empuje ascendente que las rompe o eleva.

Cuando todo el terreno está muy húmedo y se deseca la acera, desciende de forma más uniforme.

19. ACERAS

EFECTO DE BORDE Y DESCENSO DE LA ACERA

LÁMINA
19.1

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Desecación de las tierras.
- No apoyar la acera a mayor profundidad mediante una cimentación.
- No colocar armadura transversal en su cara superior.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Proyectar la acera apoyándola en sus bordes y colocar armadura transversal en su zona superior.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la acera.
- Consolidar las tierras.

19. ACERAS

EFECTO DE BORDE Y DESCENSO DE LA ACERA

LÁMINA
19.1

G) FOTOGRAFÍAS



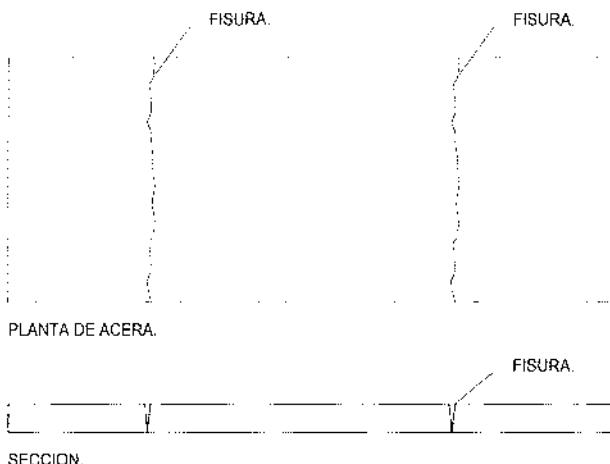
Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** aparece una rotura longitudinal por descender el borde de la acera.

En la **fotografía 2** aparece la señal en la pared donde estaba situada la acera antes de descender por desecación de las tierras.

A) FIGURA**Figura 2****B) CARACTERÍSTICAS**

En las aceras, cuando no contienen armadura o quedan mal situadas, suelen aparecer fisuras a distancias periódicas que las seccionan. En un principio aparecen por retracción hidráulica al tomar resistencia el hormigón y más adelante se acentúan en los cambios dimensionales por retracción térmica. Los daños son más acentuados cuando se hormigonan a primera hora del día en época muy calurosa. Conviene recordar que cuanto menor sea la cuantía de armadura de la solera de la acera y más longitud tenga, mayor es la posibilidad de que rompa por retracción.

En las aceras la armadura más importante es la longitudinal, que se debe situar en su zona superior. Su principal finalidad es evitar fisuras de retracción en su sentido transversal.

19. ACERAS

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y TÉRMICA

LÁMINA
19.2

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de armadura superior.
- Cuantías mínimas de armadura.
- Situar la armadura en la cara inferior de la acera.
- Omisión de juntas de dilatación.
- Colocar la armadura baja y subirla con ganchos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar la armadura necesaria en la zona superior de la acera.
- No hormigonar en época muy calurosa.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar armadura en su zona superior.

19. ACERAS

ELEVACIÓN POR EXPANSIVIDAD

LÁMINA
19.3

A) FIGURA

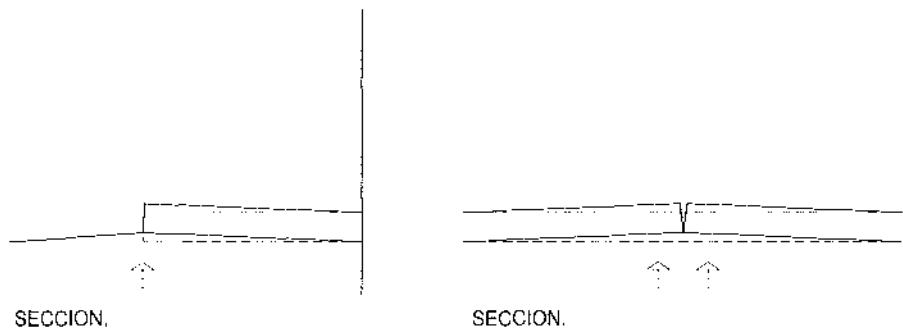


Figura A.

Figura B.

Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Las aceras quedan muy afectadas en terrenos expansivos cuando se ejecutan estando las tierras desecadas, ya que al humedecerse las tierras elevan sus bordes como se representa en la **figura A**. También la puede elevar en su zona central y romperla a flexión como se indica en la **figura B**.

Si al hormigonar la acera el terreno estuviese húmedo, en vez de una elevación, al desecarse lo que le ocasionaría sería un descenso.

Las aceras en terrenos muy expansivos conviene diseñarlas como losas en voladizos sin apoyar en el terreno. Éstas pueden quedar sujetas a muros de contención o a pozo de cimentación cuando son aisladas.

19. ACERAS

ELEVACIÓN POR EXPANSIVIDAD

LÁMINA
19.3

C) IMPORTANCIA *

Los daños no implican gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar la acera en terreno expansivo desecado.
- Saturación de agua en un terreno que estaba desecado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Ejecutando la acera en un terreno con un estado intermedio de humedad, los daños son menores.
- Ejecutar la acera en voladizo sin que apoye en el terreno.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Habría que ejecutar una acera nueva diseñada para terreno expansivo y apoyarla sobre un cimiento situado a mayor profundidad. La cota a cimentar depende de la profundidad activa o nivel isohidrático.
- Si existe muro de contención, ejecutar la losa como un voladizo, sujetado al muro.

19. ACERAS

ELEVACIÓN POR EXPANSIVIDAD

LÁMINA
19.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3

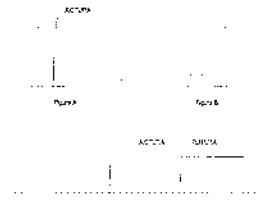
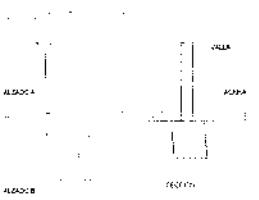
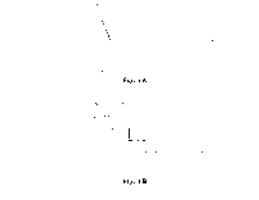
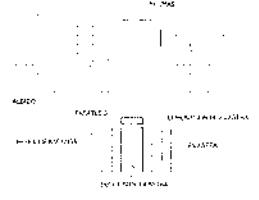


Fotografía 4

En la **fotografía 3** aparece el borde de una acera que se ha elevado por expansividad al saturarse de agua las tierras, motivado por el desbordamiento de un arroyo.

En la **fotografía 4** se ha elevado la acera en la zona del pozo de registro por existir mayor humedad.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

20.1 ROTURA DE RETRACCIÓN  ★ Pág. 505	20.2 ASIENTO Y GIRO DE LA CLEMENTACIÓN  ★/★★ Pág. 508
20.3 ASIENTO DE UNA ESQUINA  ★ Pág. 511	20.4 DILATACIÓN TÉRMICA DE LA CERRAJERÍA  ★ Pág. 514

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

Las vallas de fábrica se suelen ejecutar sobre una cimentación muy superficial de zanja corrida. Esto hace que el mayor número de problemas sea debido a causa del terreno, ya que cuanto más deficiente sea éste mayores serán los daños y hará que aparezcan asientos y giros por causas de descensos y movimientos.

Una forma de construir vallas y que presente menos problemas de terreno, consiste en realizar pozos profundos para la cimentación a distancias entre cuatro y cinco metros. Sobre ellos se coloca un zuncho que actúa de viga, en el que descasará la valla de fábrica.

En caso de tratarse de terreno expansivo, se debe dejar un espacio entre el zuncho y las tierras, para que cuando éstas se expandan no lo eleve.

Otro de los problemas más usuales en vallas de fábrica es la rotura que sucede en vertical seccionándola de origen térmico.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ROTURA DE RETRACCIÓN

LÁMINA
20.1

A) FIGURA

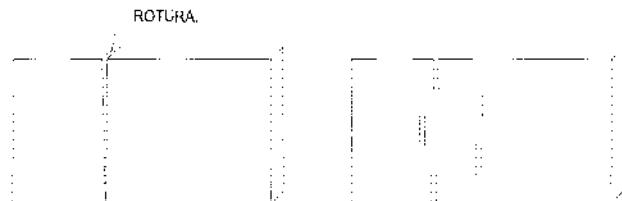


Figura A.

Figura B.



Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Durante la ejecución no suelen surgir problemas, excepto cuando el mortero es muy rico en cemento, muy plástico o la arena contiene bastante impurezas. Es en estos casos suelen aparecer fisuras verticales de retracción durante el fraguado del mortero que seccionan la valla. Este daño es más acentuado en época calurosa y en los paños grandes que quedan sometidos a fuerte soleamiento.

Cuando las vallas no tienen juntas de dilatación con la edificación, lo normal es que rompan en esta unión. Una de las causas es el distinto asiento que se produce entre la cimentación de la valla con el de la edificación y la retracción que se produce por cambio de rigidez, rompiendo con grietas rectilíneas que con bastante frecuencia quedan en discontinuidad (**figura A**).

Cuando el mortero tienen menos resistencia que la fábrica, al retraer la valla rompe como se indica en la **figura B**. Las fisuras verticales son abiertas y las horizontales cerradas.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ROTURA DE RETRACCIÓN

LÁMINA
20.1

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Mortero muy rico en cemento.
- Impureza en la arena.
- Mortero muy plástico.
- Ejecutar el paño en época muy calurosa con acción fuerte de viento.
- Cambio brusco de rigidez.
- Asiento diferencial con la edificación.
- Excesiva longitud de valla.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Emplear un mortero adecuado.
- Realizar juntas de dilatación en la valla con la edificación y a distancias periódicas.
- Que no quede coartada la valla.
- Colocar armadura longitudinal en las llagas cada 4 ó 5 hiladas de ladrillo.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Realizar juntas donde se ha producido la rotura.
- Colocar armadura longitudinal introducida en rozas cada 25 cm.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ROTURA DE RETRACCIÓN

LÁMINA
20.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparecen dos vallas que han roto por retracción térmica. Si el mortero hubiese tenido menos resistencia que los bloques, la rotura se hubiera situado en las llagas.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ASIENTO Y GIRO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
20.2

A) FIGURA

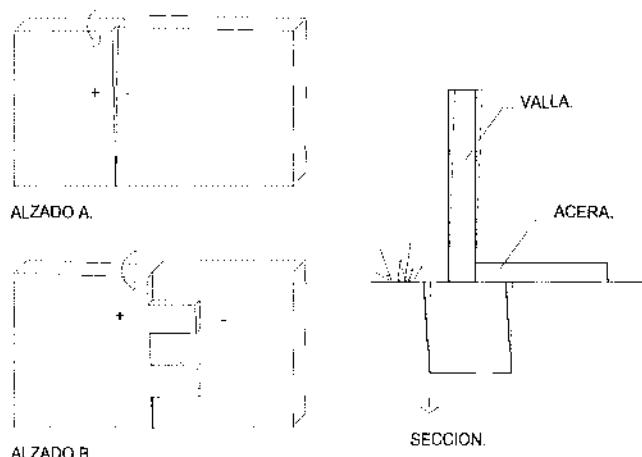


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Las vallas de fábrica con cimentación muy superficial de zanja corrida, cuando se realizan con terreno en estado húmedo o saturado de agua y un lado tiene acera y el otro se encuentra terrizo, suelen tener mayor asiento hacia el lado terrizo por desecación y contracción del terreno. Esto repercute en un giro de la valla con pérdida de verticalidad.

La rotura que se produce es por cortante. Cuando el mortero tiene más resistencia que la fábrica la rotura es en vertical como aparece en el **alzado A**, pero si el mortero tiene menos resistencia que la fábrica, la rotura se sitúa en las llagas del ladrillo como aparece en el **alzado B**. Esta fisura es cerrada en distintos planos.

Colocando una amplia acera en los laterales de las vallas, hace que el terreno tenga una humedad más constante y reduce los problemas de asientos en las vallas con cimentación muy superficial.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ASENTO Y GIRO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
20.2

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Al principio es leve, pero si el descenso de un lado del cimiento es elevado, la valla se va inclinando y si la pérdida de verticalidad es superior a la mitad de su anchura, un lado comienza a trabajar a flexión como en un voladizo y lo más probable es que vuelque.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cimentación poco profunda con pérdida de apoyo en el terreno por desecación de las tierras.
- Puede contribuir el empuje de las raíces de los árboles próximos a la valla.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar una cimentación más profunda donde le afecte menos la desecación de las tierras.
- No ejecutar la cimentación estando el terreno muy húmedo.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar la cimentación mediante pozos, llegando a mayor profundidad.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ASENTO Y GIRO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
20.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** aparecen vallas con fisuras cerradas y en distintos planos que han roto al producirse un asiento y giro de la cimentación.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ASENTO DE UNA ESQUINA

LÁMINA
20.3

A) FIGURA

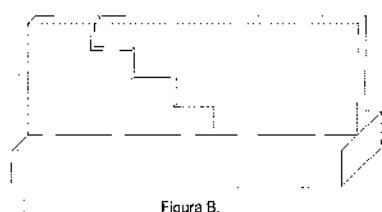
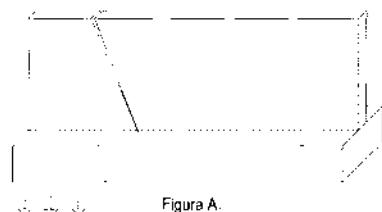


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

En las vallas al tener una cimentación superficial, al desecarse el terreno y perder apoyo la cimentación, es frecuente el descenso de los extremos.

La rotura que se produce en la fábrica es a tracción. Si el mortero tiene más resistencia que la fábrica la rotura es inclinada, como aparece en la **figura A**, pero si el mortero de agarre tiene menos resistencia que la fábrica, la rotura se sitúa en las llagas del ladrillo quedando escalonada en forma de peldaños de escalera **figura B**.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ASENTO DE UNA ESQUINA

LÁMINA
20.3

C) IMPORTANCIA *

Aunque no implica gravedad, si el descenso continúa, los daños cada vez serán mayores.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cimentación poco profunda con pérdida de apoyo en el terreno de una esquina por desecación de las tierras.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Realizar una cimentación más profunda.
- No ejecutar la cimentación estando el terreno muy húmedo.
- Ejecutar la cimentación con zanja discontinua o mayor profundidad.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Recalzar el extremo de la cimentación llegando a mayor profundidad. Es muy importante realizar el hormigonado del recalce en dos fases, ya que si se realiza en una sola, al retrair queda un espacio con la cimentación existente y el recalce es ineficaz.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

ASENTO DE UNA ESQUINA

LÁMINA
20.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En los descensos de las cimentaciones de las vallas, cuando el mortero de agarre tiene menos resistencia que los bloques, la rotura sucede de forma escalonada, situándose en las llagas como aparece en las **fotografías 5 y 6**. En este caso, al descender de una zona, las grietas horizontales son abiertas y las verticales cerradas.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

DILATACIÓN TÉRMICA DE LA CERRAJERÍA

LÁMINA
20.4

A) FIGURA

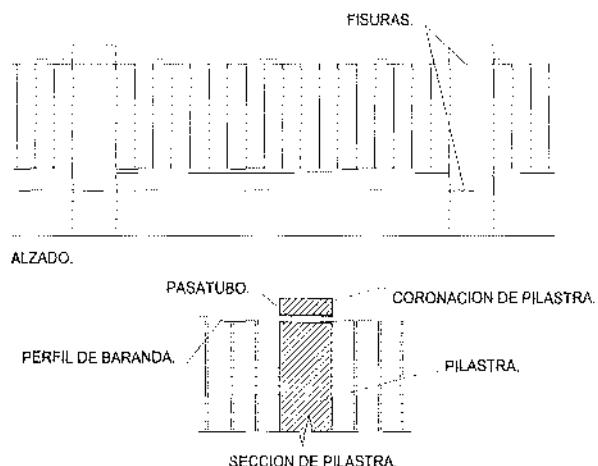


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se trate de vallas formadas por pilas de fábricas y barandas metálicas, se ha de tener presente, que al dilatar los perfiles metálicos por la acción solar, someten a las pilas a empujes horizontales partiéndose horizontalmente en la parte superior y en las zonas donde se produce un cambio de rigidez como se indica en el alzado de la **figura 4**.

Para evitar la rotura comentada, es conveniente que los perfiles queden dentro de pasatubos como se indica en el detalle de la **figura 4**, con la finalidad de que permitan la libre dilatación.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

DILATACIÓN TÉRMICA DE LA CERRAJERÍA

**LÁMINA
20.4**

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No introducir la entrega de los perfiles en un pasatubos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar pasatubos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar colocando pasatubos.
- Otra opción consiste en colocar unos anclajes en la pilastra y sobre ellos realizar una entrega libre y atornillada a la reja, para que se pueda mover libremente por dilatación.

20. VALLAS Y PILASTRAS DE FÁBRICA

DILATACIÓN TÉRMICA DE LA CERRAJERÍA

LÁMINA
20.4

G) FOTOGRAFÍAS



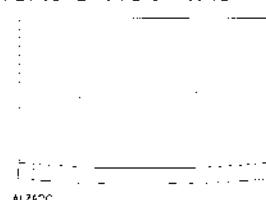
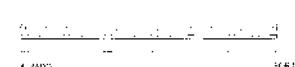
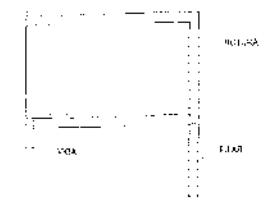
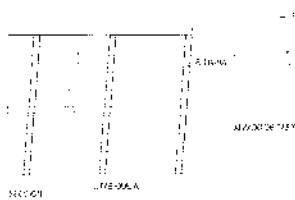
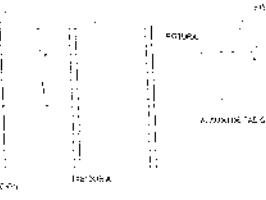
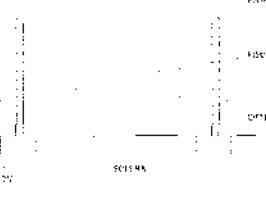
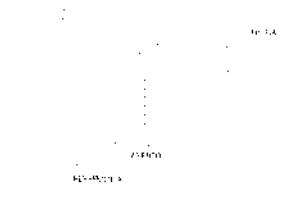
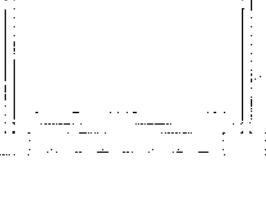
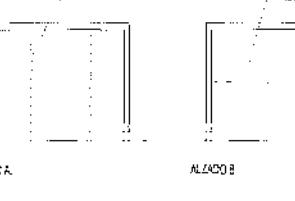
Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparecen dos pilas que han roto al dilatar la cerrajería por la acción solar. Esta rotura se hubiera evitado si la entrega de la cerrajería fuese de apoyo libre.

21. TABIQUES

<p>21.1 FLECHA EN TABIQUES SOBRE VIGAS O VIGUETAS</p>  <p>★ Pág. 519</p>	<p>21.2 TABIQUES SITUADOS EN SENTIDO TRANSVERSAL A LAS VIGUETAS</p>  <p>★ Pág. 522</p>
<p>21.3 DEFORMACIÓN DIFERENCIAL</p>  <p>★ Pág. 525</p>	<p>21.4 ROTURA POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA</p>  <p>★ Pág. 528</p>
<p>21.5 ROTURA POR RETRACCIÓN DE LA ESTRUCTURA</p>  <p>★ Pág. 531</p>	<p>21.6 ROTURA DE COMPRESIÓN POR DEFORMACIÓN DEL FORJADO</p>  <p>★ Pág. 534</p>
<p>21.7 ROTURA DE COMPRESIÓN POR ASIENTO DE CONSOLIDACIÓN</p>  <p>★ Pág. 537</p>	<p>21.8 ROTURA POR DESCENSO DE UNA ZAPATA</p>  <p>★★/★★★ Pág. 539</p>
<p>21.9 ROTURA POR DESCENSO DE LA SOLERA</p>  <p>★ Pág. 541</p>	<p>21.10 ROTURA DE RETRACCIÓN HIDRÁULICA</p>  <p>★ Pág. 544</p>

21. TABIQUES

Los tabiques de fábrica son de los elementos más frágiles que existen en una edificación y rompen con el más mínimo movimiento que se produzca. Con su rotura nos indica qué está sucediendo ante un funcionamiento incorrecto. Las causas pueden ser de distintas índoles y muy variadas, estudiando en este capítulo las más usuales. Se ha tener en consideración que cuanto más frágil sea la tabiquería, más rígida debe ser la estructura para que presente menos deformaciones o no conectar la tabiquería con la estructura para que no acuse los movimientos de ésta. Las estructuras metálicas al ser más flexibles, suelen surgir mayores daños en la tabiquería.

Los cambios dimensionales de origen térmico son otra de las causas más usuales que suelen ocasionar la rotura de los tabiques, siendo más frecuente su rotura en los situados en los extremos de la planta más alta.

Las grietas en tabiques y cerramientos por descensos de la cimentación suceden en planta baja y se van reduciendo a medida que se sube de planta. Los asientos diferenciales elevados suelen ocasionar daños graves, afectándole también a la estructura.

Las fisuras por deformaciones en tabiques se originan desde la planta primera, reduciéndose a medida que se sube de planta. Si los daños continúan y no se estabilizan, esto suele indicar que existen errores de cálculo o de ejecución, y también le suele afectar a la estructura.

Las fisuras en tabiques por cambios dimensionales de origen térmico del forjado de cubierta, son más acusadas en la planta alta y se van reduciendo a medida que se desciende de planta.

Aunque los daños de origen térmico son de los más extendidos, se puede decir que la mayoría no implican problemas graves para las estructuras, aunque si pueden serlo para las personas, como sucede en las caídas de aplacados en fachadas por cambios dimensionales de origen térmico.

21. TABIQUES

FLECHA EN TABIQUES SOBRE VIGAS O VIGUETAS

LÁMINA
21.1

A) FIGURA

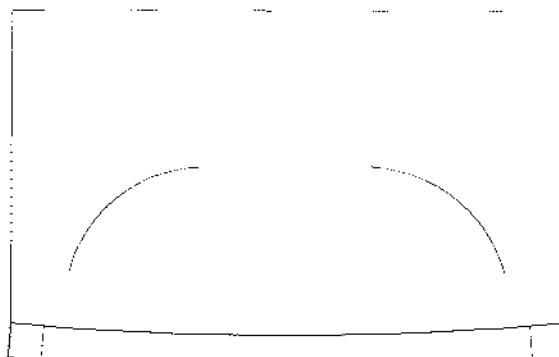


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

En los tabiques de fábrica que apoyan sobre vigas o forjados, cuando éstas flectan por tener insuficiente rigidez, suele aparecer una fisura formando arco de descarga como se indica en la **figura 1**.

Cuando existen errores de cálculo o de ejecución, la flecha no queda estabilizada y aumentan las deformaciones, pudiendo fisurarse la viga o las viguetas.

El tipo de rotura comentado es frecuente en los forjados de mayores luces y es más usual en planta primera cuando la planta baja queda diáfana; ya que este forjado suele recibir carga de las plantas superiores a través de la tabiquería, siendo conveniente calcularlo con mayor carga, o separar la zona superior de los tabiques de los techos para que cada planta soporte sólo su tabiquería.

En los forjados con viguetas apoyadas, se originan mayores deformaciones. Una solución que va muy bien para reducirlas, consiste en colocarle armadura de negativos y darle continuidad.

21. TABIQUES

FLECHA EN TABIQUES SOBRE VIGAS O VIGUETAS

**LÁMINA
21.1**

C) IMPORTANCIA *

Se considera leve estructuralmente siempre que no existan errores de cálculo o de ejecución, aunque presentan problemas estéticos y de habitabilidad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Rigididad insuficiente de la viga o viguetas.
- Errores de cálculo o de ejecución.
- Esta rotura es usual en tabiques de planta primera al recibir el forjado primero más carga de los forjados superiores a través de la tabiquería.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar que el forjado tiene la rigidez y resistencia suficiente.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Dotar al forjado de mayor rigidez o colocar bajo el tabique una lámina de neopreno para que acuse menos la deformación.
- Desacoplar el tabique del techo hace que quede con mayor carga el forjado superior, y al aumentar su deformación, se pueden fisurar sus tabiques.

21. TABIQUES

FLECHA EN TABIQUES SOBRE VIGAS O VIGUETAS

LÁMINA
21.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** se presenta la rotura que ha surgido en tabiques de planta primera por deformación del forjado ejecutado con viguetas apoyadas en vigas metálicas.

Se ha de tener presente que los forjados de viguetas apoyados o sin continuidad, experimentan mayores deformaciones que los empotrados con viguetas en continuidad.

21. TABIQUES

TABIQUES SITUADOS EN SENTIDO TRANSVERSAL A LAS VIGUETAS

LÁMINA
21.2

A) FIGURA



Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando un tabique queda situado en sentido transversal a las viguetas en el centro de sus luces y todas flectan por igual, el tabique desciende uniformemente, pero si queda adherido al forjado superior, rompe con una fisura horizontal de tracción como se indica en la **figura 2**.

La rotura comentada también surge en los forjados unidireccionales de nervios "in situ" y en las soleras cuando descienden uniformemente.

Conviene no confundir la rotura comentada con la que suele surgir de retracción cuando el tabique se ejecuta en dos fases en época muy calurosa, o se realizan rozas para introducir las instalaciones.

La fisura comentada también suele surgir en los tabiques situados paralelos a las paredes de medianeras cuando se origina un descenso de las zapatas de medianeras por realizar extracción de tierras hasta una profundidad superior a la base de la cimentación del edificio afectado.

21. TABIQUES

TABIQUES SITUADOS EN SENTIDO TRANSVERSAL A LAS VIGUETAS

LÁMINA
21.2

C) IMPORTANCIA *

Leve siempre que se trate de una simple deformación de las viguetas o de los nervios.

Si la rotura sucede por excavación en el solar medianero y el descenso continúa, esto indica problemas graves.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Insuficiente rigidez de las viguetas o de los nervios.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar al forjado de mayor rigidez.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Como mejora se puede desconectar el tabique del forjado superior y reparar los daños.

21. TABIQUES

TABIQUES SITUADOS EN SENTIDO TRANSVER-
SAL A LAS VIGUETAS

LÁMINA
21.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** se presentan dos tabiques situados en sentido transversal a las viguetas que han roto al flectar éstas y quedan adheridos al forjado superior.

21. TABIQUES

DEFORMACIÓN DIFERENCIAL

LÁMINA
21.3

A) FIGURA

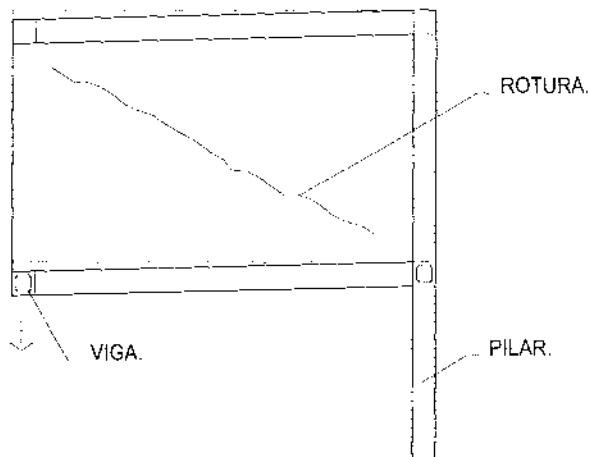


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Los tabiques situados sobre viguetas, donde un extremo termina en un pilar y el otro extremo en el centro de una viga, al flectar ésta y no descender el otro extremo, se produce una deformación diferencial y se fisura el tabique en diagonal como se indica en la **figura 3**. Si el mortero de agarre tiene menos resistencia que la fábrica, la rotura es escalonada, situándose en las llagas del ladrillo. En este caso las fisuras verticales son cerradas y las horizontales abiertas.

Cuando la rotura en diagonal se produce de forma muy rápida, al romper a tracción, se suele escuchar un chasquido. Suele suceder cuando existen errores graves de cálculo o de ejecución.

La rotura comentada es frecuente en planta primera cuando se proyectan estructuras con pórticos y pilares no enfrentados.

21. TABIQUES

DEFORMACIÓN DIFERENCIAL

LÁMINA
21.3

C) IMPORTANCIA *

Leve siempre que no existan problemas estructurales.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Insuficiente rigidez de la viga en la que descansan las viguetas.
- Proyectar pilares no enfrentados.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar a la viga de mayor rigidez.
- Proyectar pilares enfrentados.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar los daños sucesivamente hasta que la deformación quede estabilizada.
- Aumentar la rigidez de la viga.

21. TABIQUES

DEFORMACIÓN DIFERENCIAL

LÁMINA
21.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En las **fotografías 5 y 6** aparecen roturas de tracción diagonal por deformación diferencial.

La aparición de grietas en los tabiques indica que existen errores de cálculo o de ejecución, y también suelen romper las instalaciones existentes en el interior de los tabiques.

21. TABIQUES

ROTURA POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA

LÁMINA
21.4

A) FIGURA

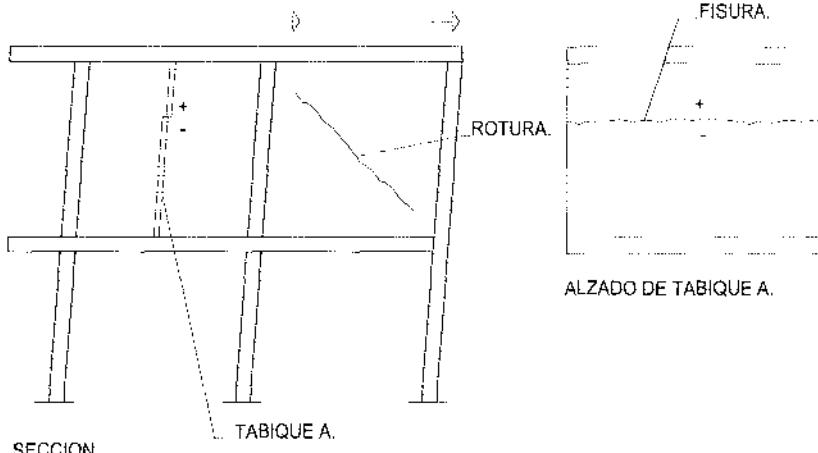


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Las estructuras de mayor longitud ejecutadas en época fría, al llegar la época calurosa dilatan y al aumentar sus dimensiones, los tabiques de última planta situados en los extremos rompen con fisuras de tracción diagonal como se indica en la **figura 4**, mientras que los tabiques situados en sentido transversal al quedar adheridos al forjado y dilatar éste, rompen con una fisura en horizontal cerrada en distintos planos como se indica en el alzado del **tabique A.**

Cuando el mortero de agarre tiene menos resistencia que la fábrica, la grieta diagonal surge escalonada, situándose en las llagas del ladrillo. En este caso las fisuras verticales quedan abiertas y las horizontales cerradas.

Se ha tener presente que cuanto mayor longitud tenga la estructura, mayor es la posibilidad de que surja la rotura comentada.

21. TABIQUES

ROTURA POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA

LÁMINA
21.4

C) IMPORTANCIA *

Aunque es leve, al tratarse de una fisura activa o viva, volverá a surgir cuando se repare sin eliminar la causa que la ocasiona.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Estructura de mayor longitud ejecutada en época muy fría y quedar muy adheridos los tabiques extremos al forjado y a la estructura.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No ejecutar la estructura en época muy fría.
- No unir solidariamente el tabique extremo al forjado y a la estructura.
- Dejar un espacio de 2 mm entre los aplacados en cuartos de baños y cocinas para que no rompan al dilatar la estructura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Desconectar el tabique del forjado de sus laterales y reparar los daños.
- Colocar un pavimento flotante en el forjado de cubierta para reducir los cambios dimensionales.

21. TABIQUES

ROTURA POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA

LÁMINA
21.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En la **fotografía 7** aparece una rotura de tracción diagonal por dilatación del forjado de cubierta.

En la **fotografía 8** la rotura es cerrada en distintos planos por quedar el tabique situado en sentido transversal a la mayor longitud del edificio.

21. TABIQUES

ROTURA POR RETRACCIÓN DE LA ESTRUCTURA

LÁMINA
21.5

A) FIGURA

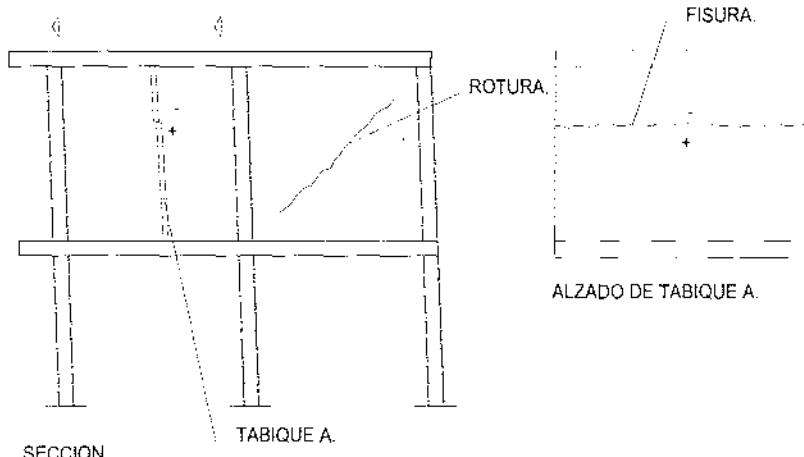


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Las estructuras de mayor longitud ejecutadas en época muy calurosa, al llegar la época fría retrae y al reducirse sus dimensiones, los tabiques de última planta situados en los extremos rompen con fisuras de tracción diagonal como se indica en la **figura 5**, mientras que los tabiques situados en sentido transversal, al quedar adheridos al forjado y retraer éste, rompen con una fisura en horizontal cerrada en distintos planos, como se indica en el alzado del **tabique A**.

En edificios de mayores dimensiones en la planta última, es conveniente que los tabiques situados en los pórticos extremos no queden muy adheridos a la estructura para que admitan mayor movimientos, y a ser posible, distanciar su colocación el máximo tiempo posible desde la ejecución de la estructura.

21. TABIQUES

ROTURA POR RETRACCIÓN DE LA ESTRUCTURA	LÁMINA 21.5
C) IMPORTANCIA *	
Al tratarse de una fisura activa o viva, volverá a surgir mientras no se elimine la causa que la origina.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">Estructura de mayor longitud ejecutada en época muy calurosa y quedar muy adheridos los tabiques extremos al forjado y a la estructura.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">No ejecutar la estructura en época muy calurosa.No unir solidariamente el tabique extremo al forjado y a la estructura.Dejar 2 mm de separación entre los aplacados situados en el tabique del extremo con el fin de reducir los daños.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">Desconectar el tabique del forjado de sus laterales y reparar los daños.Colocar un pavimento flotante, también llamado suelo técnico, en el forjado de cubierta.	

21. TABIQUES

ROTURA POR RETRACCIÓN DE LA ESTRUCTURA

LÁMINA
21.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9



Fotografía 10

En la **fotografía 9** aparece un tabique situado en planta segunda y última que ha roto por retracción en sentido diagonal y se ha desplazado en el otro sentido, haciendo que quede en distintos planos.

En el tabique de la **fotografía 10**, al quedar situado en sentido transversal y retraer la estructura, rompe en horizontal con fisura cerrada en distintos planos.

21. TABIQUES

ROTURA DE COMPRESIÓN POR DEFORMACIÓN DEL FORJADO

LÁMINA
21.6

A) FIGURA

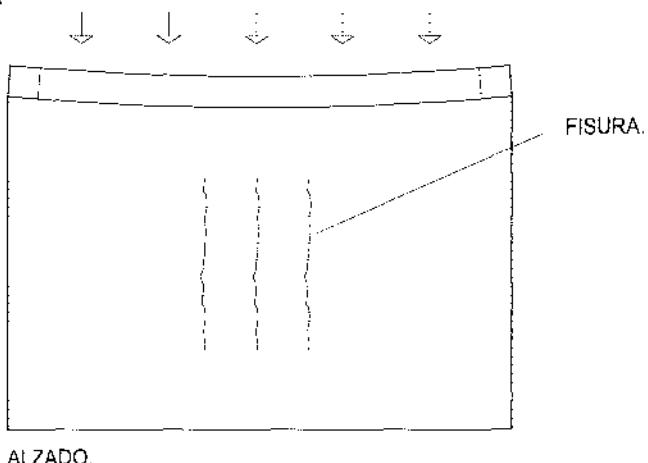


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados de planta primera suelen experimentar mayores deformaciones al recibir cargas de los superiores a través de la tabiquería. Esto hace que el tabique de planta baja quede sometido a mayor compresión entre el forjado primero y la solera, por lo que terminan apareciendo fisuras verticales de compresión en el centro de la luz como se indica en la **figura 6** y si existen aplacados, terminan desprendiéndose.

La rotura comentada no se debe confundir con la que surge por asiento de consolidación cuando desciende la cimentación y queda comprimido el tabique entre la solera y el forjado, donde aparecen fisuras en toda la longitud del tabique como aparece en la lámina 21.7.

En tabiques altos la rotura de compresión sucede en horizontal al pandear el tabique.

21. TABIQUES

ROTURA DE COMPRESIÓN POR DEFORMACIÓN DEL FORJADO	LÁMINA 21.6
C) IMPORTANCIA *	
Aunque no reviste gravedad, ocasiona la rotura de los tabiques y desprendimiento de aplacados.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Deformación excesiva del forjado que somete a compresión al tabique de planta baja.• Cuanta menor edad tenga un forjado, mayor es la deformación que experimenta si se carga.• La realización de taladros en vigas hace que aumente su deformación.• La colocación de soportes metálicos, al tener menor rigidez, aumentan las deformaciones en pórticos extremos.• Los desapuntalados prematuros originan un aumento de la deformación del forjado.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Dotar al forjado de mayor rigidez y prever la transmisión de cargas.• Colocar primero la solería y después la tabiquería reduce los daños por deformaciones.• Colocando acero B 400S se reducen las deformaciones entre un 4 y 7% respecto al acero B 500 S.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Desconectar el tabique de planta baja del forjado para que no reciba carga y reparar los daños ocasionados.	

21. TABIQUES

ROTURA DE COMPRESIÓN POR DEFORMACIÓN DEL FORJADO

**LÁMINA
21.6**

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 11



Fotografía 12

En las **fotografías 11 y 12** aparece un aplacado que se desprende al quedar comprimido el tabique por el forjado que se ha deformado al recibir carga de los superiores a través de la tabiquería.

Lo comentado suele suceder en plantas bajas en forjados con mayores luces cuando no tienen la rigidez suficiente y fletan.

21. TABIQUES

ROTURA DE COMPRESIÓN POR ASIENTO DE CONSOLIDACIÓN

LÁMINA
21.7

A) FIGURA

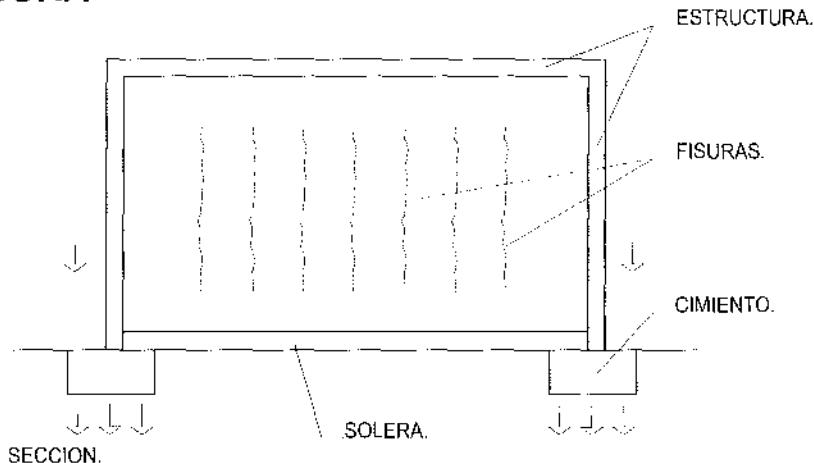


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando a un terreno de menor resistencia que no ha tenido una carga previa se le aplica el peso de la edificación, se produce un descenso inicial llamado "asiento de consolidación". Al descender el cimiento de forma uniforme también desciende la estructura y el forjado primero comprime los tabiques contra la solera, ocasionándoles fisuras verticales de compresión y desprendimientos de aplacados como se indica en la figura 7. No se deben confundir los daños con los que se producen por deformación del forjado que suceden en el centro de la luz, mientras que en este caso los daños se producen en toda la longitud del tabique.

El asiento de consolidación en terrenos arenosos sucede al aplicarle el peso de la edificación, mientras que en los terrenos arcillosos, al ser más impermeables, suelen tardar de uno a dos años, ya que tienen que expulsar el aire y el agua existente en él.

21. TABIQUES

ROTURA DE COMPRESIÓN POR ASIENTO DE CONSOLIDACIÓN

LÁMINA
21.7

C) IMPORTANCIA *

No es grave pero ocasiona la rotura de tabiques y desprendimientos de alicatados.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Asiento excesivo de la cimentación que ocasiona la rotura de los tabiques de planta baja al quedar comprimido con el forjado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Someter al terreno a menor tensión para que el asiento de consolidación sea mínimo.
- No ejecutar los tabiques de planta baja hasta que se haya producido el asiento de consolidación. En caso de que se ejecuten, no colocar la última hilada de ladrillos hasta después del asiento, tomándola con yeso.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar los daños una vez completado el asiento de consolidación.

21. TABIQUES

ROTURA POR DESCENSO DE UNA ZAPATA

LÁMINA
21.8

A) FIGURA

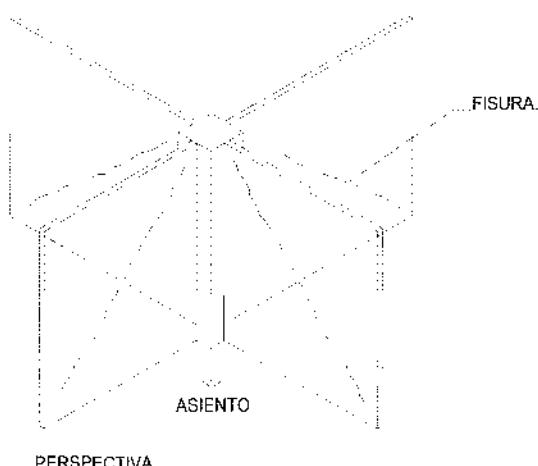


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

El descenso de una zapata introduce elevados momentos en pilares y vigas que incluso puede ocasionar su rotura. Los tabiques que llegan al pilar donde se ha producido el descenso, rompen con grietas de tracción diagonal que se alejan de forma descendente como se indica en la **figura 8**. Para reparar los daños, primero hay que conocer la causa que ocasiona el descenso.

El tipo de rotura comentado también sucede en las plantas altas cuando se produce el acortamiento de un pilar por realizar recrcidos defectuosos de las cabezas o por fluencia. En estos casos el descenso suele quedar estabilizado y se pueden reparar los daños que han surgido.

También pueden surgir en las plantas altas cuando se ejecutan estructuras Dual, es decir, con pórticos y pantallas, pues al descender más los pilares que las pantallas, en los tabiques o cerramientos situados entre su unión, existe la posibilidad de que aparezcan fisuraz de tracción diagonal.

21. TABIQUES

ROTURA POR DESCENSO DE UNA ZAPATA

LÁMINA
21.8

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La rotura del tabique no implica gravedad pero sí la causa que la ha ocasionado continúa, lo más probable es que también rompan las bovedillas, viguetas y vigas.

Es importante considerar estas fisuras como un síntoma de aviso.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Descenso de la cimentación que puede ser debido a acumulación de sedimentos en el pozo excavado, corrientes de agua, cimiento de menor dimensión etc.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Seguir un orden muy riguroso de ejecución.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Lo más probable es que se precise recalzar la cimentación.

21. TABIQUES

ROTURA POR DESCENSO DE LA SOLERA

LÁMINA
21.9

A) FIGURA

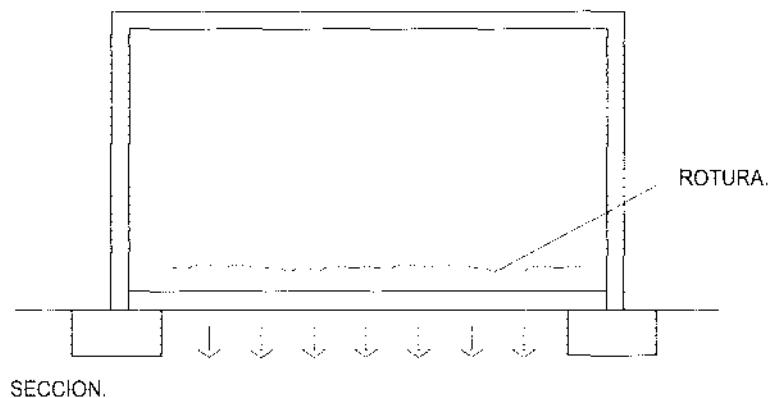


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

En las soleras sobre terraplenados insuficientemente compactados o terrenos saturados de agua, es frecuente que se produzcan descensos, bien por compactación de las tierras o por desecación. Al descender la solera también lo hace el tabique, ya que al quedar éste adherido al forjado suele romper en horizontal, como se indica en la **figura 9**, pero si el descenso de la solera es sólo en una zona muy pequeña, la rotura del tabique sucede formando arco de descarga.

21. TABIQUES

ROTURA POR DESCENSO DE LA SOLERA

LÁMINA
21.9

C) IMPORTANCIA *

No implica gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Descenso de la solera por quedar situada sobre un terraplenado insuficientemente compactado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- En caso de situar la solera sobre un terraplenado, éste debe estar muy bien compactado, siendo aconsejable colocar armadura reticular en ambas caras.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Consolidar las tierras o esperar que finalicen los descensos y a continuación reparar los daños.
- Recalzar el tabique introduciendo en él barras cruzadas de acero cada 75 cm que penetran en el terreno. Consiste en realizar taladros de dos centímetros de diámetro sobre el rodapié, inyectar lechadas de cemento, y a continuación introducir por cada lado del tabique una barra de ø 16 mm.

21. TABIQUES

ROTURA POR DESCENSO DE LA SOLERA

LÁMINA
21.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 13



Fotografía 14

En las **fotografías 13 y 14** aparecen dos tabiques que han roto a tracción con grietas horizontales al descender la solera en la que apoyan y quedar unidos en su zona superior al forjado.

21. TABIQUES

ROTURA DE RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
21.10

A) FIGURA

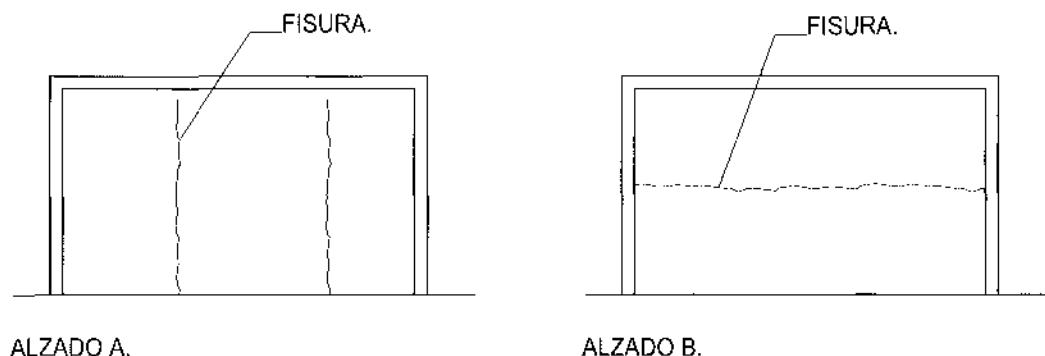


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

En los tabiques ejecutados con mortero de fuerte retracción es frecuente que aparezcan fisuras verticales de retracción hidráulica en los primeros meses en época calurosa, como se indica en el **alzado A.** Esto es muy frecuente entre la unión de pilares y tabiques.

Las fisuras horizontales suelen surgir en tabiques de mayor altura o cuando se ha ejecutado en dos fases, como se indica en el **alzado B.**

Estas fisuras también suelen aparecer cuando se realizan rozas en los tabiques para introducir instalaciones.

21. TABIQUES

ROTURA DE RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
21.10

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Emplear mortero de fuerte retracción en época muy calurosa.
- Ejecutar el tabique en dos fases.
- Realizar rozas para introducir instalaciones.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No emplear mortero de fuerte retracción con alto contenido de cemento.
- Utilizar morteros bastardos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar los daños una vez completada la retracción, ya que estas fisuras se denominan estacionarias o muertas.

21. TABIQUES

ROTURA DE RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
21.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 15



Fotografía 16

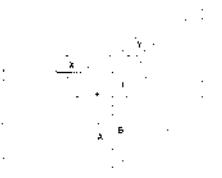
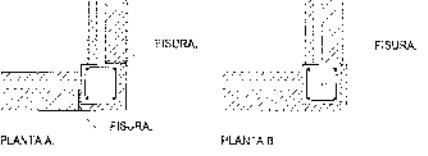
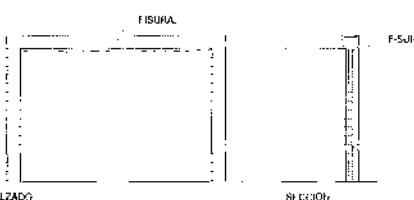
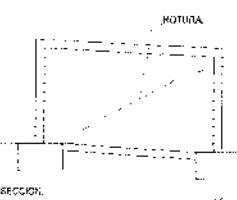
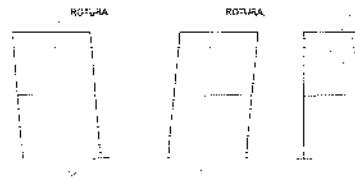
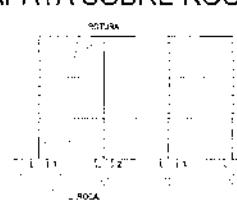
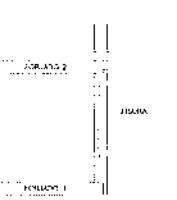
En la **fotografía 15** aparece una fisura vertical de retracción entre la unión de un tabique y un pilar de hormigón.

Cuando el mortero de agarre tiene fuerte retracción y el tabique queda unido en su zona superior al forjado, puede surgir una fisura de retracción en horizontal que secciona al tabique, como la que aparece en la **fotografía 16**.

22. CERRAMIENTOS

<p>22.1 CERRAMIENTOS SOBRE VIGAS EN VOLADIZOS</p> <p>Figura A. Figura B. Figura C.</p> <p>★★★★★</p> <p>Pág. 550</p>	<p>22.2 CERRAMIENTOS EN EXTREMOS DE VIGUETAS EN VOLADIZOS</p> <p>ALZADO FACHADA CERRAMIENTO ALZADO</p> <p>★★★★★</p> <p>Pág. 553</p>
<p>22.3 CERRAMIENTOS SOBRE ZUNCHOS EN EXTREMOS DE VOLADIZOS</p> <p>ALZADO PLANTA PERSPECTIVA</p> <p>★★★</p> <p>Pág. 556</p>	<p>22.4 CERRAMIENTOS SOBRE VOLADIZOS CIRCULARES</p> <p>ALZADO PLANTA PERSPECTIVA</p> <p>★★★</p> <p>Pág. 559</p>
<p>22.5 CERRAMIENTOS SOBRE VOLADIZOS EN TRIÁNGULOS</p> <p>ALZADO PLANTA PERSPECTIVA</p> <p>★★★</p> <p>Pág. 561</p>	<p>22.6 ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR FLECHA DE VIGA</p> <p>ALZADO PLANTA PERSPECTIVA</p> <p>★★★</p> <p>Pág. 563</p>
<p>22.7 ROTURAS DE DINTELES DE GRANDES LUCES</p> <p>ALZADO PLANTA PERSPECTIVA</p> <p>★★</p> <p>Pág. 566</p>	<p>22.8 ROTURAS EN ESQUINAS DE VENTANAS POR RETRACCIÓN HIDRÁULICA</p> <p>ALZADO PLANTA PERSPECTIVA</p> <p>★★</p> <p>Pág. 569</p>
<p>22.9 ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR RETRACCIÓN</p> <p>PORTICO ALZADO MURO SECCION</p> <p>★</p> <p>Pág. 572</p>	<p>22.10 DAÑOS POR TORSIÓN DE LA VIGA DE BORDE</p> <p>ALZADO VIGA FORJADO SECCION</p> <p>★★★</p> <p>Pág. 576</p>

22. CERRAMIENTOS

<p>22.11 DAÑOS POR DILATACIÓN DEL FORJADO</p>  <p>PERSPECTIVA.</p> <p>★ Pág. 579</p>	<p>22.12 FISURAS EN LA UNIÓN DE LOS CERRAMIENTOS CON LOS PILARES</p>  <p>FISURA. PLANTA A. FISURA. PLANTA B. FISURA.</p> <p>★ Pág. 582</p>
<p>22.13 FISURAS EN LA UNIÓN DE LOS CERRAMIENTOS CON LAS VIGAS</p>  <p>FISURA. ALZADO SECCION FISURA.</p> <p>★ Pág. 585</p>	<p>22.14 ROTURA POR DESCENSO DE LA CIMENTACIÓN</p>  <p>ROTURA. SECCION.</p> <p>★ Pág. 587</p>
<p>22.15 ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR MOVIMIENTO SÍSMICO</p>  <p>ROTURA ROTURA ROTURA A B C</p> <p>★★/★★★ Pág. 590</p>	<p>22.16 ROTURA POR DILATACIÓN Y RETRACCIÓN TÉRMICA</p>  <p>ROTURA ROTURA ROTURA A B C</p> <p>★ Pág. 593</p>
<p>22.17 ROTURA POR QUEDAR UNA ZAPATA SOBRE ROCA</p>  <p>ROTURA ROCA SECCION</p> <p>★★/★★★ Pág. 596</p>	<p>22.18 PANDEO DE LA FÁBRICA</p>  <p>ROTURA SECCION ROTURA SECCION</p> <p>★/★★ Pág. 598</p>

22. CERRAMIENTOS

Los cerramientos de fábrica son uno de los elementos más frágiles de la edificación y rompen ante cualquier anomalía o movimiento de la estructura, sobre todo cuando se producen descensos de las cimentaciones, deformaciones o cambios dimensionales de origen térmico.

En caso de descenso de una zapata que va en aumento, el orden de rotura comienza por los elementos más frágiles y suele suceder en el orden siguiente:

- 1º Rotura de tabiques de fábrica y de bovedillas.
- 2º Rotura de cerramientos.
- 3º Descuadres de puertas, ventanas y el forjado se inclina.
- 4º Roturas de viguetas y nervios en sentido transversal junto a los apoyos.
- 5º Rotura de flexión en las vigas junto a los apoyos, de tracción pura en el pilar del cimiento que desciende y de flexión en los pilares alrededor del afectado.

Como se puede apreciar los cerramientos suelen quedar en segundo orden de rotura y rompen rápidamente en un movimiento de la estructura, indicándonos con los daños que aparecen, qué es lo que está sucediendo.

Para reducir deformaciones y problemas de origen térmico, es conveniente una vez ejecutada la estructura, distanciar el máximo de tiempo posible para la ejecución de los cerramientos.

En este capítulo se exponen los tipos de daños más usuales que se suelen producir y las causas que suelen ocasionar las roturas.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE VIGAS EN VOLADIZOS

LÁMINA
22.1

A) FIGURA

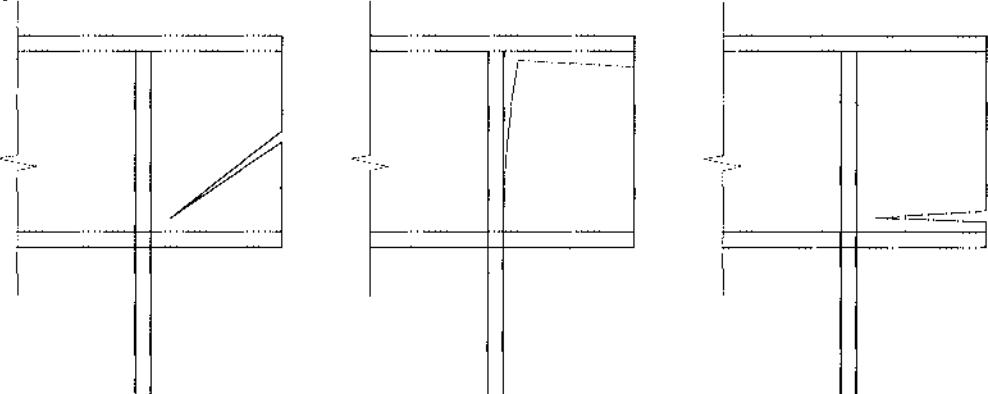


Figura A.

Figura B.

Figura C.

Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

En la **figura 1** se representan tres formas en que suele romper un cerramiento situado sobre una viga en voladizo.

Cuando flecta la viga inferior, algo la superior y el cerramiento queda muy adherido al pilar y al forjado superior, la fisura es inclinada como se indica en la **figura A**. Esta rotura suele ser la más usual.

Si sólo flecta la viga inferior y el cerramiento no queda adherido al pilar ni al forjado superior, la fisura se sitúa en la unión con el pilar y el forjado superior, como se indica en la **figura B**.

Cuando sólo flecta la viga inferior y el cerramiento queda muy adherido al pilar y al forjado superior, la fisura surge en horizontal y se va cerrando a medida que se acerca al apoyo **fisura C**. Aunque es parecida no debe confundirse con las de flechas de viguetas en voladizos.

En voladizos, si se desea evitar fisuras en los cerramientos, es conveniente que la deformación que se origine, no sea superior a $V/500$.

Se cita como ejemplo un voladizo de 1,50 m. Se debería evitar una deformación superior a $150 \text{ cm} / 500 = 0,3 \text{ cm}$.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE VIGAS EN VOLADIZOS

LÁMINA
22.1

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende de si el cálculo y la ejecución son correctos, de la rigidez y de la armadura existente.

Es frecuente que el cálculo sea correcto pero que no se haya tenido en consideración la carga que le llega al voladizo primero desde los voladizos superiores por flecha diferida.

En un edificio nuevo si no existen errores de cálculos o de ejecución, las deformaciones suelen quedar estabilizadas entre los 5 y 7 años. En zonas húmedas se estabiliza antes.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Mayor carga de la considerada en los cálculos.
- Errores de ejecución.
- Cálculo erróneo.
- Escasa rigidez de la viga.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prever la transmisión de la carga que le llega al voladizo de los superiores.
- Distanciar el máximo tiempo posible la colocación del cerramiento desde la ejecución de la estructura.
- No colocar la última hilada de ladrillo hasta finalizar todos los cerramientos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Dotar al voladizo de mayor rigidez.
- Colocar una barra en los extremos de los voladizos en el interior del cerramiento, uniéndolos para que trabajen todos en un conjunto.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE VIGAS EN VOLADIZOS

LÁMINA
22.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparecen dos voladizos de planta primera que han roto al flectar. Es uno de los tipos de fisuras más usuales debido a la transmisión de carga que le llega de los voladizos superiores.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS EN EXTREMOS DE VIGUETAS EN VOLADIZOS

LÁMINA
22.2

A) FIGURA

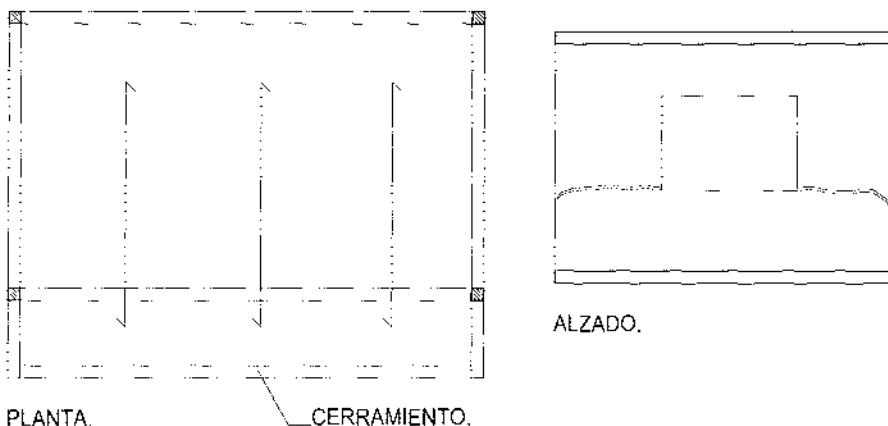


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando las viguetas en voladizo quedan unidas en sus extremos por un zuncho de punta y sobre éste un cerramiento, al flectar todas las viguetas iguales y quedar el cerramiento unido al forjado superior, aparece una rotura en horizontal que se inclina al llegar al zuncho de borde, puesto que tiene más rigidez que las viguetas, como se indica en la **figura 2**.

Esta rotura es usual en el voladizo primero, para evitarla se suelen colocar viguetas dobles, ya que de esta forma el voladizo tiene más rigidez.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS EN EXTREMOS DE VIGUETAS EN VOLADIZOS

**LÁMINA
22.2**

C) IMPORTANCIA ★★/★★★

La gravedad depende de la armadura existente de negativos de viguetas para soportar el momento del voladizo.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Voladizo con escasa rigidez.
- Armadura de negativos insuficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar al voladizo de mayor rigidez.
- Colocar en el voladizo primero viguetas pareadas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Macizando de hormigón algunas calles de bovedillas se obtiene mayor rigidez.
- Aumentando la armadura de negativos también se obtiene un poco más de rigidez y resistencia.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS EN EXTREMOS DE VIGUETAS
EN VOLADIZOS

LÁMINA
22.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** se presentan cerramientos situados en extremos de viguetas y los daños que surgen al flectar. Las fisuras suelen surgir sobre el forjado o a nivel del antepecho de las ventanas.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE ZUNCHOS EN EXTREMOS DE VOLADIZOS

LÁMINA
22.3

A) FIGURA

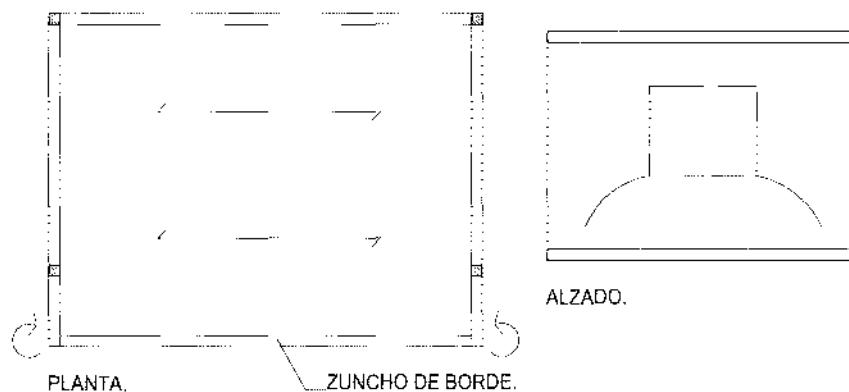


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Los zunchos en extremos de vigas en voladizos, al flectar, la rotura forma arco de descarga como se indica en la **figura 3**. También aumenta la deformación cuando flectan a su vez las vigas que lo soporta.

Al flectar más el zuncho que las viguetas, puede surgir en el forjado una fisura cerrada en distintos planos por flecha, que se sitúa paralela al zuncho. Sucede cuando no existe armadura de reparto en la capa de compresión del forjado.

En obra suelen apoyar las bovedillas en estos zunchos y al llegarle mayor carga que no suele contemplarse en los cálculos, también hace que aumente su deformación.

Estos zunchos en extremos de voladizos le ocasionan, momento, cortante y torsión a las vigas que lo soportan.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE ZUNCHOS EN EXTREMOS DE VOLADIZOS

LÁMINA
22.3

C) IMPORTANCIA ★/★★

La gravedad depende de la armadura existente y de la rigidez del zuncho.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cálculo o ejecución defectuosa.
- Si se trata del voladizo primero, no prever la transmisión de carga de los voladizos superiores a través del cerramiento.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar al zuncho de la suficiente rigidez y armadura.
- Prever la transmisión de carga.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar la rigidez del zuncho, que puede ser ensanchándolo por un lateral.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE ZUNCHOS EN EXTREMOS DE VOLADIZOS

LÁMINA
22.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En las **fotografías 5 y 6** aparecen fisuras en el cerramiento en forma de arco, al flectar el zuncho que lo soporta. Este zuncho somete a torsión a la viga en que apoya y al girarla hace que la rotura quede en distintos planos en su terminación, como se puede apreciar en la última fotografía.

Cuando surgen grietas, los días de lluvias con vientos racheados, suele penetrar por ellas el agua, y al quedar retenida en el interior de la cámara del cerramiento, suelen surgir humedades de capilaridad por infiltración.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE VOLADIZOS CIRCULARES

LÁMINA
22.4

A) FIGURA

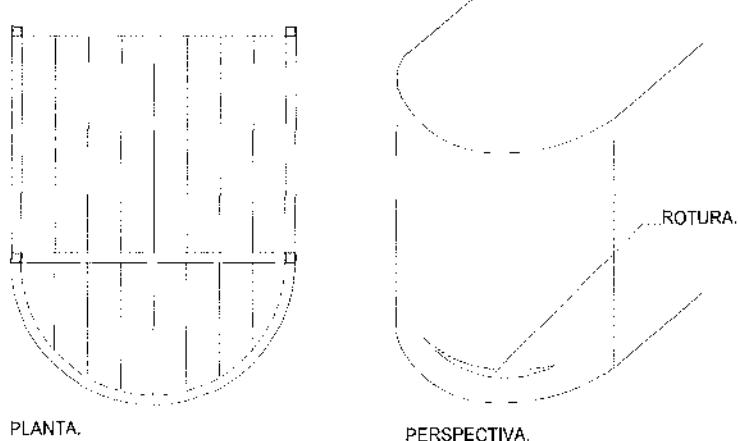


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Los voladizos circulares que soportan en sus extremos cerramientos son muy problemáticos, ya que a medida que aumenta el vuelo aumentan las deformaciones de las viguetas y también la de la viga que lo soporta. Esto hace que aparezcan daños en los cerramientos al flectar, como se indica en la perspectiva de la **figura 4**.

Los daños se evitan o reducen aumentando bastante la rigidez de la viga que soporta el voladizo y aumentando progresivamente la rigidez de las viguetas a medida que el vuelo es mayor. Para ello se pueden colocar viguetas dobles, o nervios cada vez más anchos.

También se reducen los daños uniendo el extremo de los voladizos con barras que quedan introducidas en el interior de los cerramientos, trabajando así todos en conjunto.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE VOLADIZOS CIRCULARES

**LÁMINA
22.4**

C) IMPORTANCIA ★/★★

Si el cálculo es correcto y sólo se produce una pequeña deformación no implica gravedad, pero si la carga que recibe el voladizo es superior a la considerada en los cálculos, el problema es mayor.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Transmisión de carga de los voladizos superiores.
- No tener en consideración la mayor deformación que se produce en el centro del voladizo.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar al voladizo de mayor rigidez.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Macizar de hormigón calles de bovedillas para dotar al voladizo de mayor rigidez.
- Colocar una viga circular en el perímetro del voladizo.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE VOLADIZOS EN TRIÁNGULOS

LÁMINA
22.5

A) FIGURA

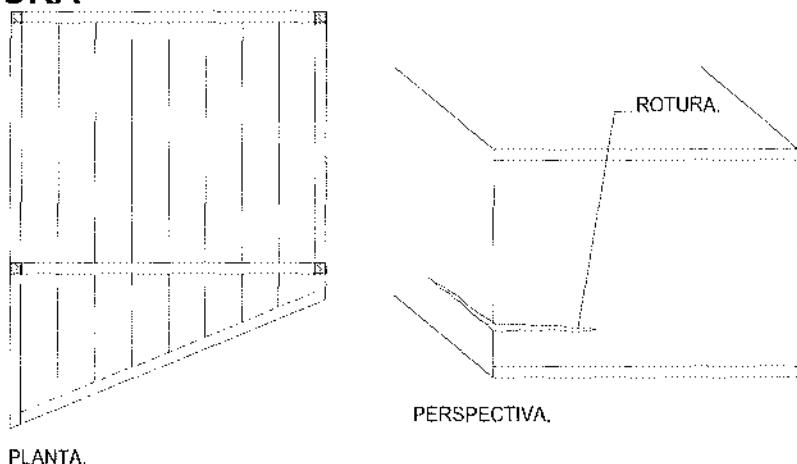


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Los voladizos en triángulos con viguetas que soportan cerramientos en sus extremos son problemáticos, ya que a medida que aumenta el vuelo se incrementan las deformaciones, lo cual hace que rompa el cerramiento como se indica en la perspectiva de la **figura 5**. Esto es más usual en planta primera.

Los daños se evitan aumentando progresivamente la rigidez de las viguetas a medida que aumenta el vuelo. Esto se consigue colocando viguetas dobles y cuando no sea suficiente, macizando de hormigón calles de bovedillas.

22. CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS SOBRE VOLADIZOS EN TRIÁNGULOS

**LÁMINA
22.5**

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

No es grave siempre que el cálculo y la ejecución sean correctos.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No aumentar progresivamente la rigidez del voladizo.
- Transmisión de carga de los voladizos superiores.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar al voladizo de mayor rigidez.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Macizar de hormigón calles de bovedillas.
- Unir los extremos de los voladizos con barras.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR FLECHA DE VIGA

LÁMINA 22.6

A) FIGURA

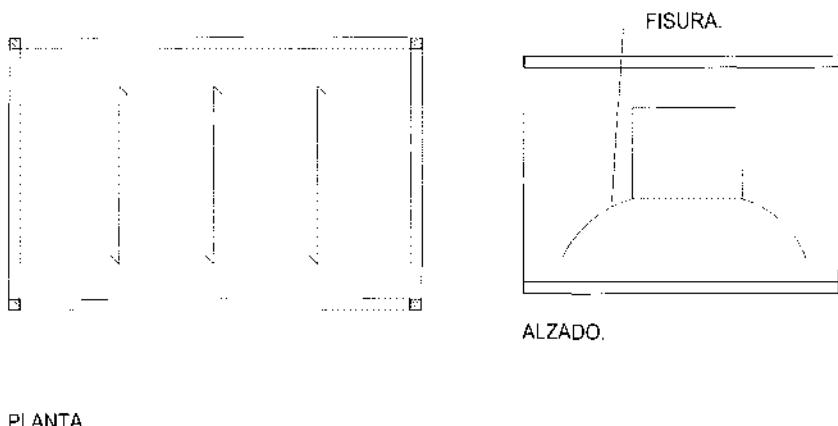


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Las vigas con insuficiente rigidez y en especial las situadas sobre plantas diáfanas, donde la carga a soportar es mayor de la prevista por la transmisión que le llega de las plantas superiores, suelen ocasionar fisuras en los cerramientos en forma de arco de descarga como se indica en el alzado de la **figura 6**.

En vigas conviene que la flecha activa no sea superior a $L / 500$, ya que es posible que aparezcan fisuras en la tabiquería.

En el supuesto de una luz de 6,00 m, si se supera $600 \text{ cm} / 500 = 1,20 \text{ cm}$, existe la posibilidad de que surjan fisuras en los cerramientos.

Cuando las viguetas tengan mayores luces, se ha de tener en consideración la torsión que le ocasiona a la viga, pues en este caso se produciría en la viga una deformación y un giro por torsión.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR FLECHA DE VIGA	LÁMINA 22.6
---	------------------------

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Si el cálculo y la ejecución son correctos no implica gravedad, aunque estéticamente no resulta agradable.

Si los daños van en aumento suele ser por falta de resistencia de la viga.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Escasa rigidez de la viga para la carga que ha de soportar, aunque también puede ser falta de resistencia.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prever la transmisión de carga.
- Dotar a la viga de mayor rigidez.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Repasar el cálculo para analizar las causas y si es necesario aumentar la resistencia y rigidez de la viga.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR FLECHA DE VIGA

LÁMINA
22.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparece la rotura de un cerramiento al flectar la viga del forjado primero que lo soporta.

Esta rotura es más usual en los cerramientos situados sobre puertas de entradas a garajes. Una de las causas es que debajo del cerramiento está libre, y otra es que hay veces que le colocan al forjado mayor carga colgando de él la puerta del garaje.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE DINTELES DE GRANDES LUCES

LÁMINA
22.7

A) FIGURA

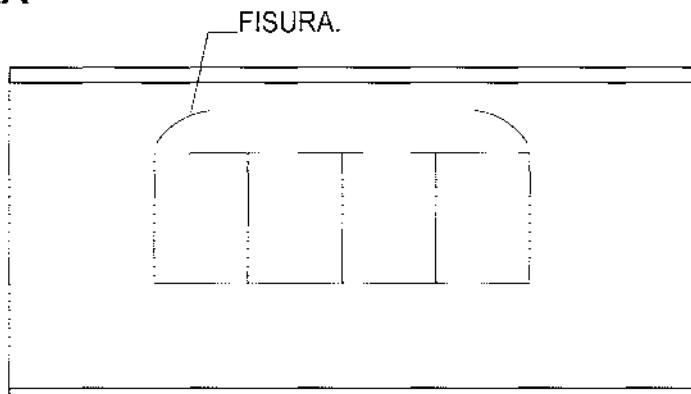


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados planos al deformarse le transmiten carga a los dinteles de grandes luces como sucede en las ventanas apaisadas situadas en hospitales, colegios, edificios públicos o puertas de entrada a garajes.

En estos casos se debe dotar de más rigidez a la viga que soporta el forjado para que no le transmita carga al dintel o bien dotar de más resistencia y rigidez al dintel, pues de lo contrario suele romper el cerramiento como se indica en la figura 7, incluso suele ocasionar rotura de cristales y dificultad para cerrar las ventanas, ya que al encontrarse comprimidas, las hojas no deslizan bien.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE DINTELES DE GRANDES LUCES

**LÁMINA
22.7**

C) IMPORTANCIA *

Este fallo aunque no implica gravedad suele ser generalizado.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever la transmisión de carga que le llega al dintel.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Tener en consideración la mayor carga que va a soportar el dintel y dotarlo de mayor resistencia y rigidez.
- Dotar con mayor rigidez a la viga que se encuentra sobre el dintel.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Desconectar el cerramiento del forjado o dotar al dintel de mayor rigidez.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE DINTELES DE GRANDES LUCES

LÁMINA
22.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9



Fotografía 10

En la **fotografía 9** aparece un dintel de una ventana apaisada que se ha fisurado a flexión al no poder soportar el peso que le transmite la viga plana del forjado al deformarse.

En la **fotografía 10** ha roto el dintel de una puerta de garaje, debido a la carga que recibe del forjado.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS EN ESQUINAS DE VENTANAS POR RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
22.8

A) FIGURA

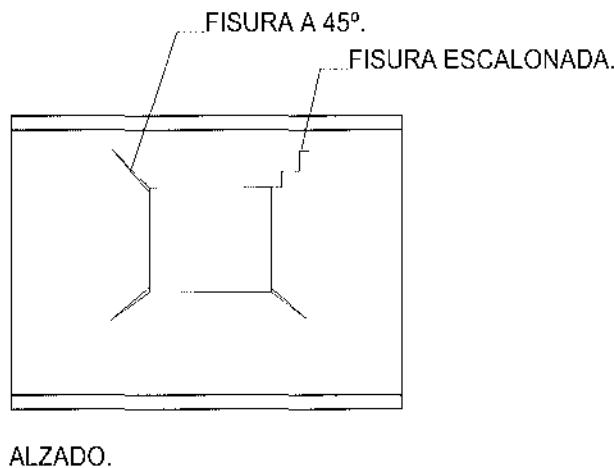


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

En las esquinas de las ventanas pueden surgir fisuras como las que se indican en la **figura 8**. Estas suelen suceder por retracción hidráulica cuando se emplea un mortero de fuerte retracción en época calurosa y el paramento recibe sol de tarde.

Existe mayor posibilidad de que surjan si se ha ejecutado el cerramiento por la mañana mientras se produce el fraguado inicial del mortero sometido al rigor del sol. Al existir un gradiente térmico, las fisuras quedan más abierta por el exterior y menos por el interior de la edificación.

Cuando el mortero tiene menos resistencia que la fábrica y la retracción sucede por impurezas en la arena, las fisuras se sitúan en las llagas del ladrillo de forma escalonada.

Los daños aparecen en los primeros meses.

Al denominarles fisuras estacionarias o muertas, se pueden reparar una vez que el mortero ha completado su retracción.

Aunque es parecida no se debe confundir con las que aparecen ocasionadas por dilatación y retracción térmica de la estructura, llamadas activas o vivas.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS EN ESQUINAS DE VENTANAS POR RETRACCIÓN HIDRÁULICA

**LÁMINA
22.8**

C) IMPORTANCIA *

No implica ninguna gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Mortero de agarre muy rico con fuerte retracción, empleado en época muy calurosa.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No emplear un mortero con fuerte retracción.
- Ejecutar los cerramientos en época no calurosa.
- Colocar en las esquinas de las ventanas armadura a 45°.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Se puede reparar pasado aproximadamente seis meses, cuando el mortero de agarre ha completado su retracción. Si se desea reparar antes, es conveniente colocar en las esquinas una armadura a 45°.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS EN ESQUINAS DE VENTANAS POR RETRACCIÓN HIDRÁULICA

LÁMINA
22.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 11



Fotografía 12

En la **fotografía 11** aparecen fisuras en las esquinas de una ventana por retracción hidráulica.

Cuando el mortero tiene fuerte retracción, también pueden surgir fisuras verticales en el cerramiento que secciona la fábrica, como la que aparece en la **fotografía 12**.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR RETRACCIÓN

LÁMINA
22.9

A) FIGURA



Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

Las roturas de origen térmico por retracción son las más usuales, aunque la mayoría de las veces no implican gravedad, a excepción de que suceda en un elemento estructural en zona de elevadas solicitudes.

En la figura 9 se representa la rotura más usual en un cerramiento de una estructura en la planta última y en muro de fachada.

En la planta última es conveniente distanciar el máximo de tiempo posible la ejecución del cerramiento de la estructura, sobre todo cuando se trate de época calurosa y ésta tenga bastante longitud.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR RETRACCIÓN

LÁMINA
22.9

C) IMPORTANCIA *

Aunque es leve suele ser aparatoso por su abertura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar el cerramiento o muro en época muy calurosa sin juntas de dilatación.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No ejecutar el cerramiento en época muy calurosa y si es necesario, aplicar un mortero de más baja retracción.
- En fachadas de mayor longitud, ejecutar los cerramientos en forma de damero, es decir, de forma alternada.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar la causa que ocasiona la retracción.
- Si sucede en la última planta colocar un pavimento flotante para que libere al forjado de los cambios dimensionales.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR RETRACCIÓN

LÁMINA
22.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 13



Fotografía 14

En la **fotografía 13** aparece una rotura vertical de retracción térmica en un muro de una nave que tiene una longitud de 70 m.

Una mejora que suele ir bien consiste en sustituir los ladrillos rotos en época no calurosa colocados con un mortero de baja retracción, como aparece en la **fotografía 14**. Se hubiera apreciado menos si se hubiesen cogido los ladrillos de una zona inferior de la fachada.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR RETRACCIÓN

LÁMINA
22.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 15



Fotografía 16

En la **fotografía 15** aparece una rotura vertical en un edificio. Dicha rotura ha surgido por hormigonar el edificio medianero contra él, sin dejar juntas de dilatación.

En la **fotografía 16** aparece una fisura vertical de retracción en una esquina de un cerramiento de fachada.

22. CERRAMIENTOS

DAÑOS POR TORSIÓN DE LA VIGA DE BORDE

LÁMINA
22.10

A) FIGURA

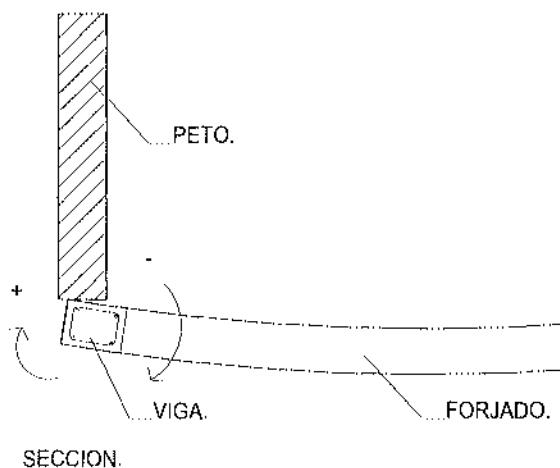


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados de viguetas con grandes luces y en especial los forjados reticulares, los nervios someten a la viga de borde a torsión secundaria, haciéndola girar como se indica en la **figura 10**. Lo comentado es más acusado en el último forjado, ya que los pilares no tienen continuidad y sobre la viga sólo existe el peso del peto de la azotea. Esta fisura se va reduciendo a medida que se acerca a los pilares.

El daño comentado es frecuente en los forjados de última planta con mayores luces que apoyan en muros de carga. Esta rotura, aunque es parecida no se debe confundir con la que surge por desplazamiento del peto debido al empuje de la solería y capa de regularización cuando dilatan, como aparece en la **lámina 24.3**.

22. CERRAMIENTOS

DAÑOS POR TORSIÓN DE LA VIGA DE BORDE	LÁMINA 22.10
C) IMPORTANCIA ★/ ★★ <p>La gravedad depende de si el cálculo y la ejecución son correctos.</p>	
D) CAUSAS MÁS USUALES <ul style="list-style-type: none">Insuficiente rigidez a torsión de la viga de borde.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN <ul style="list-style-type: none">Comprobar si el cálculo y la ejecución son correctos.	
F) POSIBLES REPARACIONES <ul style="list-style-type: none">Dotar a la viga de mayor rigidez.Esperar a que la torsión quede estabilizada y reparar los daños.Dotar al forjado de mayor rigidez, que puede ser aumentando su canto o colocando viguetas pareadas.	

22. CERRAMIENTOS

DAÑOS DE TORSIÓN DE LA VIGA DE BORDE

LÁMINA
22.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 17



Fotografía 18

En la **fotografía 17** aparece una fisura en distintos planos al girar la viga hacia el interior por torsión. Aunque es parecida, no se debe confundir con la que surge por dilatación de la solería de cubierta, la cual termina empujando y desplazando el peto hacia el exterior.

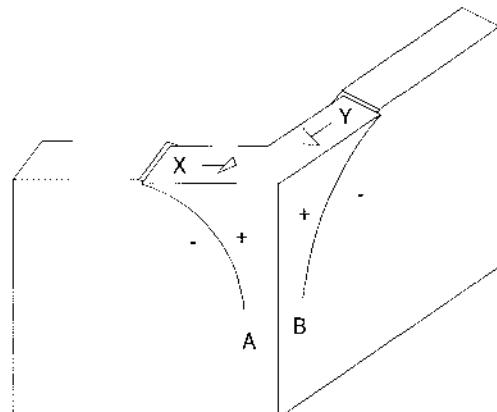
En la **fotografía 18** se puede apreciar como la fisura se reduce al llegar a los pilares, lo que nos confirma que es ocasionada por torsión de la viga, ya que si fuese por dilatación sería en toda la longitud del peto.

22. CERRAMIENTOS

DAÑOS POR DILATACIÓN DEL FORJADO

LÁMINA
22.11

A) FIGURA



PERSPECTIVA.

Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados de cubiertas ejecutados en época fría, al llegar la época muy calurosa dilatan y desplazan la fábrica de los cerramientos surgiendo fisuras, sobre todo en las esquinas como las que se indican en la **figura 11**.

Al dilatar el forjado en el sentido X ocasiona la **rotura A**. Dicha rotura es abierta y se va cerrando a medida que descende, mientras que al dilatar en sentido Y la deja en distintos planos, es decir, el signo + indica que queda más saliente.

Igualmente ocurre con la **rotura B** que sucede al dilatar el forjado en el eje Y, mientras que al dilatar en el eje X la deja más saliente y en distintos planos.

22. CERRAMIENTOS

DAÑOS POR DILATACIÓN DEL FORJADO

**LÁMINA
22.11**

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar el forjado en época fría y no quedar protegido.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar un pavimento flotante cuando el forjado tenga mayores dimensiones.
- Ejecutar los petos con doble fábrica separadas por un espacio hueco que absorba las dilataciones del pavimento de cubierta.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Como mejora se pueden sustituir los ladrillos rotos por otros en época no calurosa y tomarlos con un mortero de baja retracción.

22. CERRAMIENTOS

DAÑOS POR DILATACIÓN DEL FORJADO

LÁMINA
22.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 19



Fotografía 20

En las **fotografías 19 y 20** se presenta la rotura de un cerramiento por la dilatación del forjado de cubierta, como aclaración de lo explicado en la **figura 11**. Se puede apreciar como la grieta que ha surgido es abierta y queda en diferentes planos.

22. CERRAMIENTOS

FISURAS EN LA UNIÓN DE LOS CERRAMIENTOS CON LOS PILARES

LÁMINA
22.12

A) FIGURA

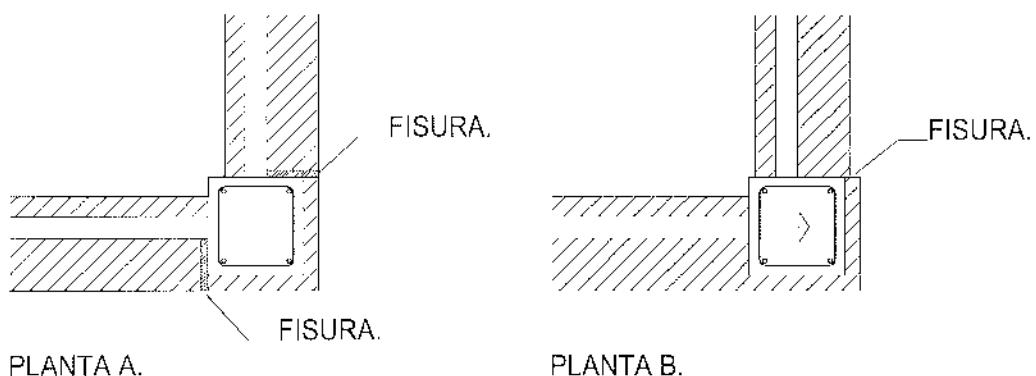


Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

En la unión de los cerramientos aparecen distintos tipos de roturas, de las cuales se citan las más usuales.

En la **planta A** se indica una fisura abierta en un mismo plano por retracción, debido a cambio de rigidez entre el aplacado que cubre un pilar y la fábrica de medio pie. Este daño es muy frecuente y aparece en la mayoría de las plantas.

En la **planta B** aparece una fisura cerrada en distintos planos por empuje de la estructura al dilatar, sucediendo en la planta última. No se debe confundir, ya que es muy parecida, con la fisura que aparece por expansión de la arcilla cuando el ladrillo no se ha humedecido y viene de fábrica en envases de plásticos. En este caso la rotura sucede en cualquier planta y es mayor la expansión del ladrillo cuando el material contiene nódulos de cal.

22. CERRAMIENTOS

FISURAS EN LA UNIÓN DE LOS CERRAMIENTOS CON LOS PILARES

LÁMINA
22.12

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever los tipos de roturas que se suelen producir en la fábrica que cubren los pilares.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar barras de ø 6 mm cada 4 ó 5 hiladas de ladrillos para evitar la fisura de retracción.
- En estructuras muy largas, colocar entre el pilar y la fábrica una lámina de poliestireno expandido para evitar el empuje por dilatación.
- Humedecer los ladrillos antes de su colocación.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Sustituir los ladrillos rotos en época no muy calurosa.
- Como mejora se pueden colocar vendas elásticas en los enfoscados.

22. CERRAMIENTOS

FISURAS EN LA UNIÓN DE LOS CERRAMIENTOS CON LOS PILARES

LÁMINA
22.12

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 21



Fotografía 22

En las **fotografías 21 y 22** aparecen fisuras verticales de retracción entre la unión del cerramiento con los pilares.

22. CERRAMIENTOS

FISURAS EN LA UNIÓN DE LOS CERRAMIENTOS CON LAS VIGAS

LÁMINA
22.13

A) FIGURA

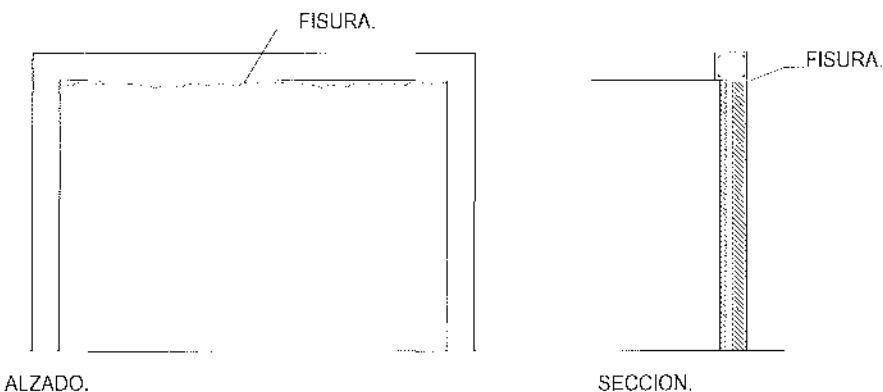


Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

En los cerramientos enrasados con el forjado es frecuente la aparición de una fisura horizontal entre la unión de la fábrica y la viga del forjado. Esto suele ser debido al asentamiento plástico y retracción del mortero de agarre en los primeros meses. Los daños quedan estabilizados.

Cuando la abertura es mayor, en los días de lluvia y viento el agua penetran por la abertura y se acumula en la base de la cámara, ocasionando humedad de capilaridad accidental por infiltración.

22. CERRAMIENTOS

FISURAS EN LA UNIÓN DE LOS CERRAMIENTOS CON LAS VIGAS

**LÁMINA
22.13**

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Emplear mortero de agarre muy plástico.
- Cuanto más alto es el paño, mayor es la posibilidad de que aparezcan daños.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No colocar las dos últimas hiladas de ladrillos hasta pasado 28 días desde su ejecución.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar las fisuras una vez completada la retracción.
- Como mejora se pueden colocar vendas elásticas en el encuentro de la fábrica con el forjado.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR DESCENSO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
22.14

A) FIGURA

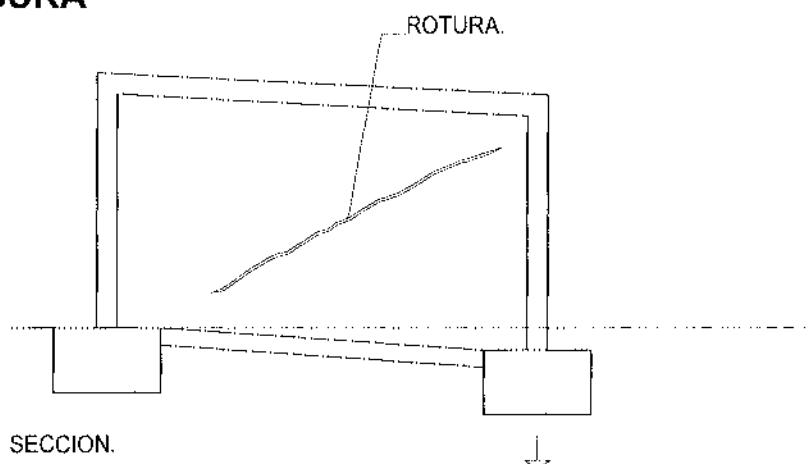


Figura 14

B) CARACTERÍSTICAS

Los descensos de las cimentaciones ocasionan en los cerramientos roturas de tracción diagonal como se indica en la **figura 14**. Por estas roturas penetra el agua los días de lluvia viento y al quedar retenida en la base de la cámara ocasiona en el tabique humedad de capilaridad accidental por infiltración.

Si el mortero de agarre tiene menos resistencia que la fábrica, la rotura es escalonada, situándose en las llagas del ladrillo. En este caso las fisuras verticales son cerradas y las horizontales abiertas.

En los descensos de la cimentación los daños se reducen a medida que se sube de planta.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR DESCENSO DE LA CIMENTACIÓN

**LÁMINA
22.14**

C) IMPORTANCIA *

La rotura del cerramiento no implica gravedad, pero sí el descenso que ocasiona la rotura del forjado, vigas y pilares.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Las causas que ocasionan asiento son muy diversas y habrá que investigar qué sucede.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar testigos en la grieta para conocer si el asiento está estabilizado o continúa.
Si el testigo rompe se debe colocar otro al lado y cuando rompe es importante comprobar lo siguiente:
Si rompe al segundo testigo pasado mayor tiempo, esto significa que el asiento se va estabilizando.
Si rompe el testigo en menor tiempo, significa que el descenso va en aumento. Esto suele suceder en descalces de la cimentación por corrientes de agua o por desagregación.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Una vez eliminada la causa que ocasiona el asiento de la cimentación, reparar la grieta grapándola con barras de acero.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR DESCENSO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
22.14

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 23



Fotografía 24

En las **fotografías 23 y 24** aparecen dos roturas de tracción diagonal ocasionadas por asientos diferenciales de la cimentación.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR MOVIMIENTO SÍSMICO

LÁMINA
22.15

A) FIGURA

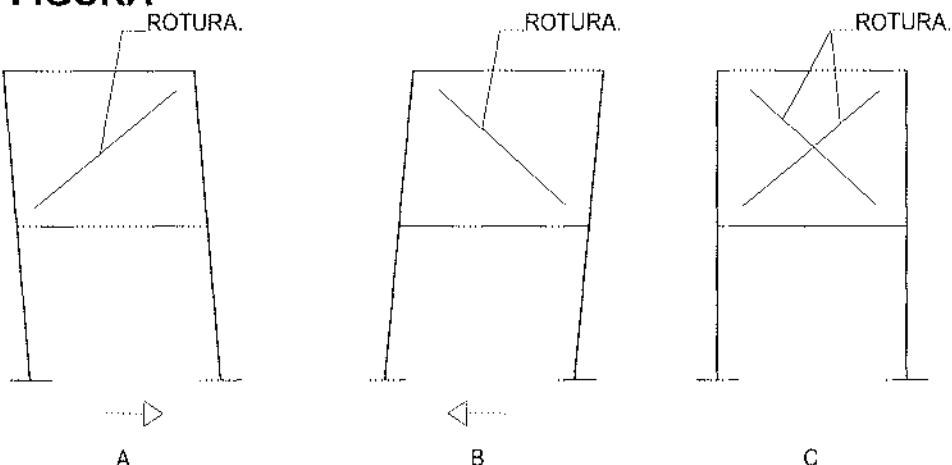


Figura 15

B) CARACTERÍSTICAS

Los movimientos sísmicos ocasionan roturas de cerramientos al deformarse los pórticos, sobre todo en las plantas más altas.

En la **figura A** se representa la rotura de tracción diagonal que surge en el cerramiento al dirigirse la onda en la dirección derecha y deformarse la estructura hacia la izquierda.

En la **figura B** se representa la inversa.

En la **figura C** aparece una rotura en forma de aspa una vez transcurrido el movimiento sísmico. La estructura ha sufrido las deformaciones en ambos sentidos. Estas suelen ser mayores en estructuras más flexibles como las metálicas.

La rotura de cerramientos en forma de aspa por deformación de la estructura sucede en la planta superior y se va reduciendo a medida que se desciende de planta, mientras que cuando se desplazan los pilares de planta baja, al oponerse los cerramientos, la rotura sucede sólo en los cerramientos de esta planta.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR MOVIMIENTO SÍSMICO

**LÁMINA
22.15**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende del estado en que quede el cerramiento, ya que incluso suele desprenderse. En estos casos lo más importante es comprobar el estado de la estructura.

Se ha de tener en cuenta que las plantas bajas diáfanas llamadas "Piso blando" o "Planta débil", al no tener cerramientos son muy vulnerables durante un movimiento sísmico y es donde se produce el fallo.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Movimiento sísmico.
- Cuando una estructura entra en resonancia o sincronismo, es decir, en la misma frecuencia de movimiento sísmico, aumentan los desplazamientos, que son mayores en las plantas superiores y el desplome sucede desde las plantas superiores hacia las inferiores.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Calcular la estructura para soportar movimientos sísmicos y dotarla de la suficiente rigidez para que se deformen menos los pórticos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar los daños surgidos en la estructura y después en los cerramientos, grapándolas con barras de acero.

22. CERRAMIENTOS

ROTURAS DE CERRAMIENTOS POR MOVIMIENTO SÍSMICO

LÁMINA
22.15

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 25



Fotografía 26

En las **fotografías 25 y 26** aparecen dos edificios donde han roto los cerramientos en forma de aspa durante un movimiento sísmico.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR DILATACIÓN Y RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
22.16

A) FIGURA

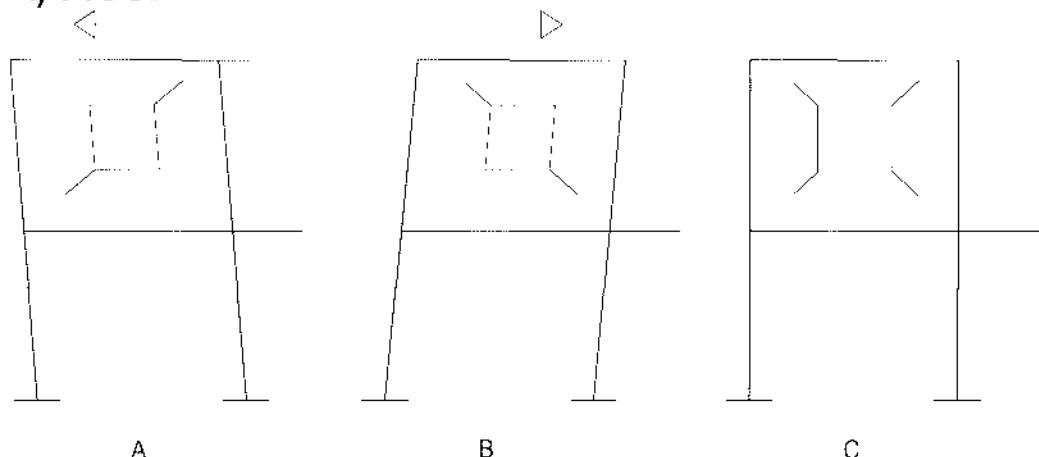


Figura 16

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando el forjado de cubierta se ejecuta en época fría, si no tiene protección, al llegar la época calurosa dilata, y los tabiques del pórtico extremo si están muy adheridos a la estructura y el desplazamiento del forjado último respecto al inferior es superior a $H/500$, es posible que se fisure como se indica en la **figura A**.

Se expone como ejemplo que la última planta tiene una altura de 2,50 m. Cuando el desplazamiento es superior a $250 \text{ cm} / 500 = 0,5 \text{ cm}$, pueden surgir fisuras de tracción diagonal en los tabiques, pero cuando es el doble terminan rompiendo. Después, al retraer la estructura, la diagonal que toma mayor medida rompe a tracción como se indica en la **figura B**.

Una vez que toma su posición inicial, la ventana de la esquina de la última planta queda con fisuras en las cuatro esquinas como se indica en la **figura C**.

Existen mayores daños en los edificios de mayor longitud con una sola planta, ya que las bases de los pilares, al quedar unidos a la cimentación no se desplazan, mientras que si se trata de varias plantas, al dilatar también el forjado penúltimo, la diferencia entre ellos es menor y, por lo tanto, los daños menos acusados.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR DILATACIÓN Y RETRACCIÓN TÉRMICA

LÁMINA
22.16

C) IMPORTANCIA *

Aunque es leve, al tratarse de una fisura activa o viva, cuando se repara vuelve a surgir.

No se deben confundir con las de retracción hidráulica del mortero de agarre, ya que éstas surgen en época muy calurosa en todas las ventanas de la fachada que reciben sol de tarde. Tampoco se deben confundir con las que surgen durante un movimiento sísmico, ya que estas son más acusadas y aparecen en la mayoría de las plantas superiores.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Estructura de mayor longitud sometida a grandes saltos térmicos, donde se ha empleado mortero muy rígido.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Proteger al forjado de cubierta con un pavimento flotante.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar en el forjado de cubierta un pavimento flotante para reducir los cambios dimensionales.
- Una mejora consiste en colocar barras de acero a 45° en las esquinas de las ventanas.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR DILATACIÓN Y RETRACCIÓN
TÉRMICA

LÁMINA
22.16

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 27

En la **fotografía 27** aparecen fisuras en las esquinas de la ventana de última planta, situada en el extremo de la fachada. Las causas son los cambios dimensionales al existir grandes saltos térmicos.

En forjados de cubierta no protegidos, cuanto mayor longitud tenga la edificación y mayores sean los saltos térmicos, mayor es la posibilidad de que surjan los daños comentados.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR QUEDAR UNA ZAPATA SOBRE ROCA

LÁMINA
22.17

A) FIGURA

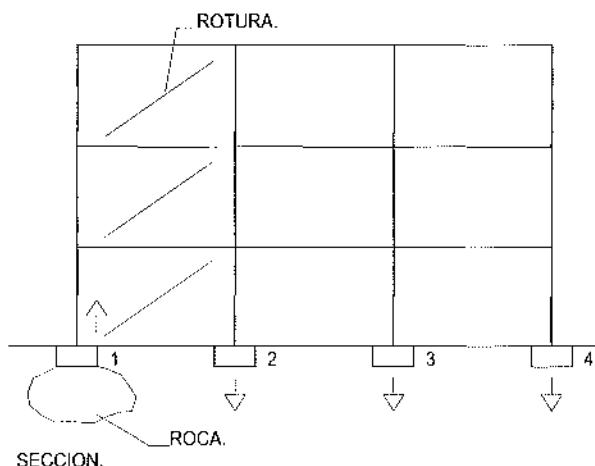


Figura 17

B) CARACTERÍSTICAS

Un terreno que no ha tenido una carga previa, al aplicarle el peso de una edificación, se produce un descenso llamado "Asiento de consolidación". Este es instantáneo en terrenos arenosos, mientras que en terrenos arcillosos, al tener que expulsar el aire y el agua existente en las tierras, es más diferido, soliendo tardar de uno a dos años.

Si una zapata se encuentra sobre una roca o resto de cimentación no desciende y las otras sí. Al producirse un asiento diferencial el efecto es como si a la zapata le empujase hacia arriba y aparecen grietas que se alejan de forma ascendente del cimiento afectado, sería como se indica en la **figura 17**.

Esta rotura a medida que se sube de planta se va reduciendo, y al quedar estabilizado el asiento de consolidación, se puede reparar.

22. CERRAMIENTOS

ROTURA POR QUEDAR UNA ZAPATA SOBRE ROCA

**LÁMINA
22.17**

C) IMPORTANCIA ★/★★/★★★

La importancia depende de los daños que ocasiona. Al comienzo rompen los cerramientos y bovedillas.

Si el asiento es grande también pueden romper las viguetas y vigas.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Cementar una zapata sobre roca o restos de cimentaciones.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- En terrenos sospechosos comprobar los estratos en los que se van apoyar las zarpas.
- Eliminar restos de cimientos antiguos y si no es posible, depositar varias capas de arena para suavizar los descensos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar testigos en las grietas y cuando haya transcurrido más de un año sin romper, graparlas. Esto suele suceder una vez que el edificio ha entrado en servicio con sobrecarga de uso.

22. CERRAMIENTOS

PANDEO DE LA FÁBRICA

LÁMINA
22.18

A) FIGURA

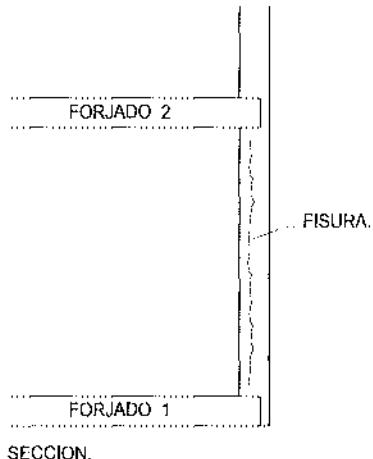


Figura 18

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados al entrar en carga a través de los cerramientos muy retacados, se la transmiten a los inferiores y para descargarse de la que reciben tienden a pandear, apareciendo fisuras abiertas verticales en el cerramiento inferior.

Uno de los inconvenientes que presenta, es que los días de lluvia y viento el agua penetra por la rotura y al quedar retenida en la base de la cámara, suele ocasionar humedad de capilaridad accidental por infiltración.

22. CERRAMIENTOS

PANDEO DE LA FÁBRICA

LÁMINA
22.18

C) IMPORTANCIA ★/★★

La importancia depende del pandeo que se haya producido.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Transmisión de carga de los cerramientos superiores.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dotar a los forjados de la suficiente rigidez para reducir la deformación y la transmisión de carga.
- No retacar los cerramientos, sobre todo en los forjados con mayor deformación.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Una que vez que se ha producido la rotura, suele quedar estabilizada, siendo conveniente reparar los daños, sustituyendo los ladrillos rotos para mejor estética y evitar la entrada de agua de lluvia.

22. CERRAMIENTOS

PANDEO DE LA FÁBRICA

LÁMINA
22.18

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 28

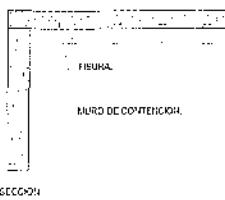
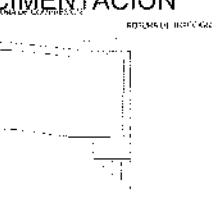
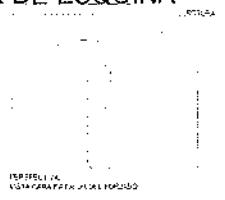
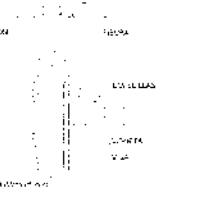
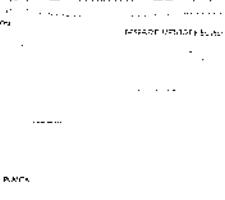
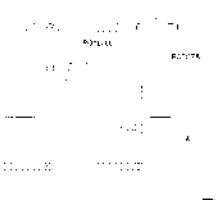
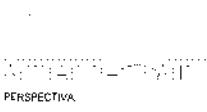


Fotografía 29

En la **fotografía 28** aparece una fisura vertical abiertas en el cerramiento de planta primera al pandear la fábrica, motivada por la transmisión de carga que recibe de las plantas superiores.

Las fisuras de retracción aunque son abiertas igual que la de pandeo, se diferencian de que suelen surgir en todas las plantas. Para no confundirlas se presenta la **fotografía 29**.

23. BOVEDILLAS

<p>23.1 ROTURA DE FLEXIÓN POR DESCENSO DIFERENCIAL</p>  <p>★ Pág. 603</p>	<p>23.2 ROTURA DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN</p>  <p>★/★★ Pág. 606</p>
<p>23.2 ROTURA CIRCULAR DE TRACCIÓN POR ASIENTO DE UN PILAR DE ESQUINA</p>  <p>★ Pág. 610</p>	<p>23.4 ROTURA DE TRACCIÓN</p>  <p>★ Pág. 613</p>
<p>23.5 ROTURA DE FLEXIÓN</p>  <p>** Pág. 616</p>	<p>23.6 ROTURA DE COMPRESIÓN EN BOVEDILLAS QUE PRECEDEN A VOLADIZOS SIN CONTINUIDAD</p>  <p>★/★★ Pág. 619</p>
<p>23.7 ROTURA DE TRACCIÓN POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA</p>  <p>** Pág. 622</p>	<p>23.8 ROTURA DE COMPRESIÓN POR INICIO DE VUELCO DEL MURO DE CONTENCIÓN</p>  <p>★★/★★★ Pág. 625</p>
<p>23.9 ROTURA DE COMPRESIÓN POR EXPANSIÓN DE LA ARCILLA</p>  <p>SECCION. DESPRENDIMIENTO DE LA BASE POR COMPRESIÓN.</p> <p>★/★★ Pág. 627</p>	<p>23.10 PENETRACIÓN DE HUMEDAD</p>  <p>PERSPECTIVA.</p> <p>* Pág. 630</p>

23. BOVEDILLAS

Las bovedillas, los tabiques y los falsos techos son los elementos más frágiles de una edificación, ya que ante cualquier anomalía se fisuran rápidamente. El tipo de rotura nos indica qué sucede, dado que gracias a la información que nos facilita, conoceremos lo que está sucediendo.

La finalidad de las bovedillas es facilitar el hormigonado de la capa de compresión y la obtención de un techo plano. Estas suelen ser de hormigón aligerado, cerámica o de poliestireno expandido.

Las bovedillas de poliestireno expandido al ser menos rígidas que las de hormigón o cerámica, se fisuran menos durante la ejecución y en los movimientos estructurales, pero si se analizan respecto al tema de patología, ofrecen los daños siguientes:

- Suelen surgir fisuras longitudinales entre su unión con las viguetas por tener diferentes comportamientos térmicos.
- Al desaparecer en un incendio dejan al descubierto las viguetas, y éstas quedan más afectadas.
- Al ser menos rígidas que las de hormigón, se originan mayores deformaciones en los forjados.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE FLEXIÓN POR DESCENSO DIFERENCIAL

LÁMINA
23.1

A) FIGURA

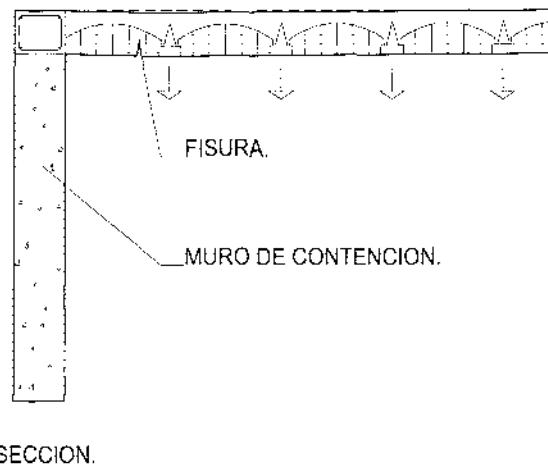


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Las viguetas de grandes luces cuando quedan situadas paralelas a los muros de contención, al descender por flecha, las bovedillas que apoyan en ellas descienden, mientras que el otro extremo de las bovedillas que descansan en el muro no descienden, lo cual le ocasiona a las bovedillas una flexión y rompen con fisuras longitudinales próximas y paralelas a las viguetas, como se indica en la figura 1.

Estas bovedillas situadas en el centro de la luz de las viguetas en contacto con el muro, se suelen desprender sus bases.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE FLEXIÓN POR DESCENSO DIFERENCIAL

**LÁMINA
23.1**

C) IMPORTANCIA *

Leve siempre que no se desprenda la base de las bovedillas, pues su caída representa un peligro en el uso de la edificación.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Deformación de la vigueta próxima al muro que ocasiona la rotura de la bovedilla que apoya en ella y en el muro.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar una vigueta paralela al muro para no apoyar en él las bovedillas.
- Colocar en la primera calle de bovedillas en la capa de compresión una armadura de conexión al muro.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar una malla en la base de las bovedillas.
- Si se han caído las bases de las bovedillas, colocar en su lugar placas de poliestireno o rasillones.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE FLEXIÓN POR DESCENSO DIFERENCIAL

LÁMINA
23.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** aparece la rotura de bovedillas por deformación diferencial entre un muro de contención y la vigueta. En la **fotografía 2** la deformación diferencial se produce entre una viga de gran rigidez y la vigueta.

Si en los dos casos comentados se hubiera comenzado con doble vigueta, la deformación hubiera sido menor y no habrían roto las bovedillas.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
23.2

A) FIGURA

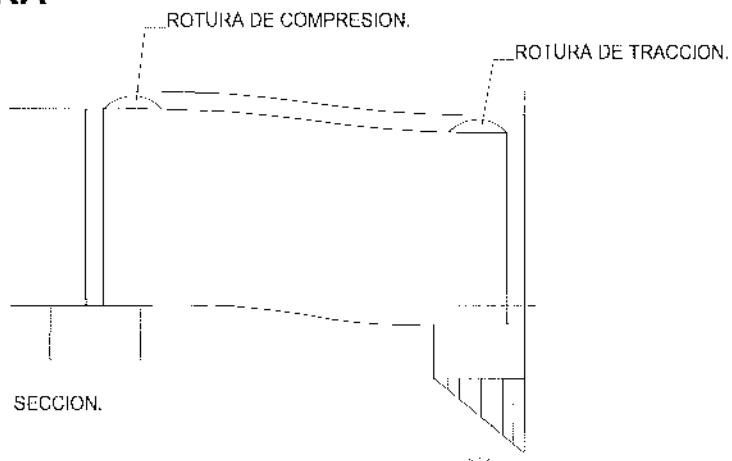


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando en las zapatas de medianera se omiten las vigas centradoras, el terreno queda trabajando a una tensión superior a la admisible y se suelen producir descensos. Esto hace que las bovedillas más próximas queden traccionadas y rompan, mientras que las más alejadas, al trabajar a compresión quedan con menos espacio y se desprenden sus bases.

La omisión de vigas centradoras, o ser insuficientes, no sólo ocasiona la rotura de bovedillas, también suelen fisurarse los tabiques, cerramientos, viguetas y vigas.

Conviene no confundir una fisura de tracción por asiento de la cimentación con una de retracción que suele suceder en viguetas de luces pequeñas cuando no se le coloca armadura de conexión y surgen en las primeras semanas desde su ejecución.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN	LÁMINA 23.2
C) IMPORTANCIA ★/ ★★	
Estructuralmente no presenta ningún peligro. La rotura de compresión ocasiona el desprendimiento de la base de las bovedillas.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Asiento de la cimentación.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Comprobar que la cimentación de medianera tenga la viga centradora que le corresponde.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Estabilizar el asiento de la cimentación recalzándola o colocando viga centradora.• Si las bovedillas han roto por compresión, eliminar las bases y colocar una placa de poliestireno.	

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
23.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En la **fotografía 3** están comenzando a romper a compresión las bovedillas por asiento de la cimentación medianera por haber omitido las vigas centradoras y quedar el terreno sometido a una mayor tensión.

En la **fotografía 4** ya se han desprendido las bases de las bovedillas.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN POR ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

LÁMINA
23.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En la **fotografía 5** se puede ver como las bovedillas se quedan sin espacio y rompen por compresión. Igual le ha sucedido a las bovedillas de la **fotografía 6** que han roto por un asiento ocasionado por deslizamiento del terreno.

23. BOVEDILLAS

ROTURA CIRCULAR DE TRACCIÓN POR ASIENTO DE UN PILAR DE ESQUINA

LÁMINA
23.3

A) FIGURA

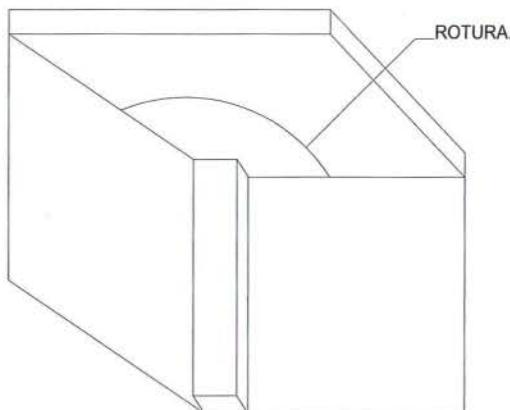


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se produce el descenso de un pilar de esquina por cualquier causa, como puede ser por omisión de viga centradora por desecación o saturación de agua de las tierras, las bovedillas próximas al pilar que desciende rompen fácilmente a tracción en sus bases de forma circular como se indica en la **figura 3**.

23. BOVEDILLAS

ROTURA CIRCULAR DE TRACCIÓN POR ASIENTO DE UN PILAR DE ESQUINA	LÁMINA 23.3
C) IMPORTANCIA *	
Leve siempre que no aumente el descenso de la cimentación y no se haya producido otro tipo de rotura.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Omisión de viga centradora.• Cimentación muy superficial.• Saturación de agua de las tierras.• Desección del terreno.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Colocar testigos para comprobar si continua el descenso de la cimentación.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Recalzar la cimentación.• Si el asiento ha quedado estabilizado, reparar la rotura de las bovedillas.	

23. BOVEDILLAS

ROTURA CIRCULAR DE TRACCIÓN POR ASIENTO
DE UN PILAR DE ESQUINA

LÁMINA
23.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparece una rotura circular en las bases de las bovedillas, causada por el descenso de una zapata de esquina. Esta es la primera rotura que suele surgir, pero si continua el descenso, romperán los cerramientos, después las viguetas y por último las vigas y pilares.

Esta rotura es más pronunciada en el forjado primero y a medida que se sube de plantas se va reduciendo.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN

LÁMINA
23.4

A) FIGURA

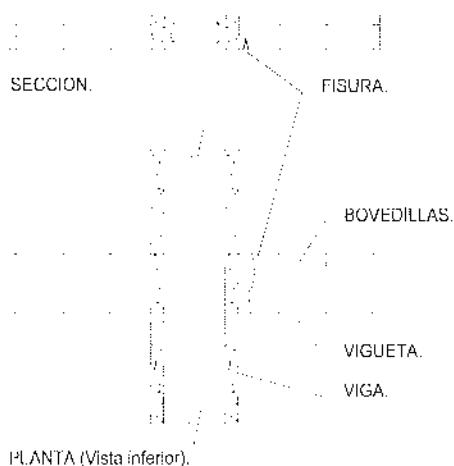


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se produce un descenso de la cimentación es frecuente la aparición de fisuras de tracción en las bovedillas situadas en contacto con las vigas y paralelas a éstas.

Estas fisuras no se deben confundir con las de retracción ya que suelen surgir en estructuras de mayor longitud y se sitúan en las luces más pequeñas por tener las viguetas menos armadura. Existe mayor posibilidad de que surjan cuando se omite la armadura de conexión en las viguetas.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN

LÁMINA
23.4

C) IMPORTANCIA *

La rotura de las bovedillas no es grave pero si los daños que puede ocasionar el descenso de la cimentación, ya que incluso suelen romper las viguetas cuando quedan situadas perpendicularmente a las vigas.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Descenso de la cimentación.
- Cambios dimensionales de origen térmico.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Ejecutar correctamente la cimentación.

F) POSIBLES REPARACIONES

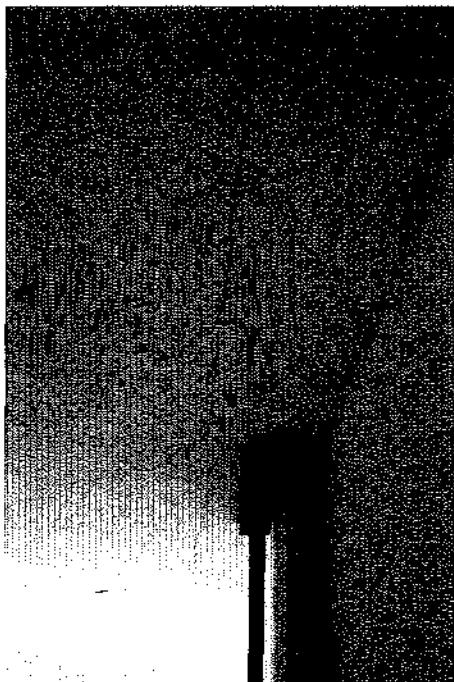
- Esperar que complete el descenso o recalzar la cimentación.

23. BOVEDILLAS

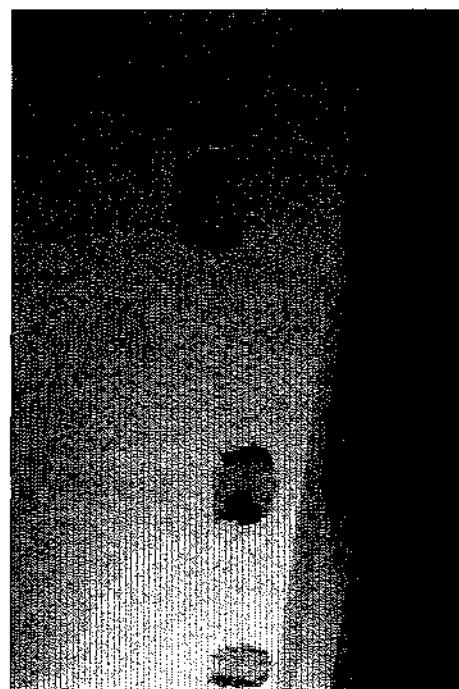
ROTURA DE TRACCIÓN

LÁMINA
23.4

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9



Fotografía 10

En la **fotografía 9** aparece una fisura longitudinal en las bovedillas en sentido de las viguetas por descenso de la cimentación y por la misma causa han roto las bovedillas y las viguetas en sentido transversal, como se puede apreciar en la **fotografía 10**.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
23.5

A) FIGURA

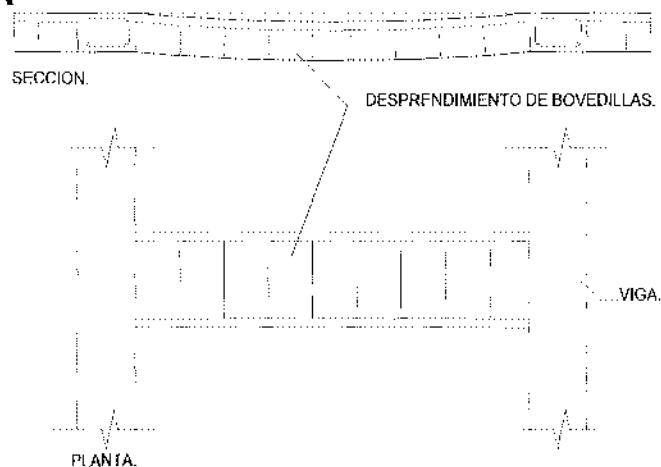


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando las viguetas tienen una deformación excesiva, las bovedillas situadas en el centro de la luz rompen a flexión y se desprenden en su zona inferior, como se indica en la **figura 5**.

Esta rotura es usual cuando se produce una corrosión generalizada de la armadura de las viguetas y al flectar se desprenden las bases de las bovedillas.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE FLEXIÓN

**LÁMINA
23.5**

C) IMPORTANCIA ★★

El desprendimiento de las bases de las bovedillas no implica gravedad estructural, pero sí para las personas a las que les caigan.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Excesiva deformación del forjado.
- Mayor solicitud de la prevista.
- Corrosión de la armadura de las viguetas.
- Luces excesivas de viguetas y escasa rigidez.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No proyectar forjados muy deformables.
- Si aumentan las deformaciones en un edificio con más de diez años sin haber aumentado las cargas, comprobar si existe corrosión de la armadura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar la causa que ocasiona la deformación.
- Si las viguetas no tienen la resistencia suficiente, dividir sus luces apoyándolas en vigas.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE FLEXIÓN

LÁMINA
23.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 11



Fotografía 12

En la **fotografía 11** se han desprendido las bovedillas de un forjado con viguetas de luz 5,80 m, a causa de la deformación que ha experimentando el forjado primero al recibir mayor carga a través de la tabiquería de los forjados superiores.

La corrosión de la armadura de las viguetas aumenta las deformaciones. Esto se manifiesta con el desprendimiento de las bases de las bovedillas como se puede apreciar en la **fotografía 12**.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE COMPRESIÓN EN BOVEDILLAS QUE
PRECEDEN A VOLADIZOS SIN CONTINUIDAD

LÁMINA
23.6

A) FIGURA

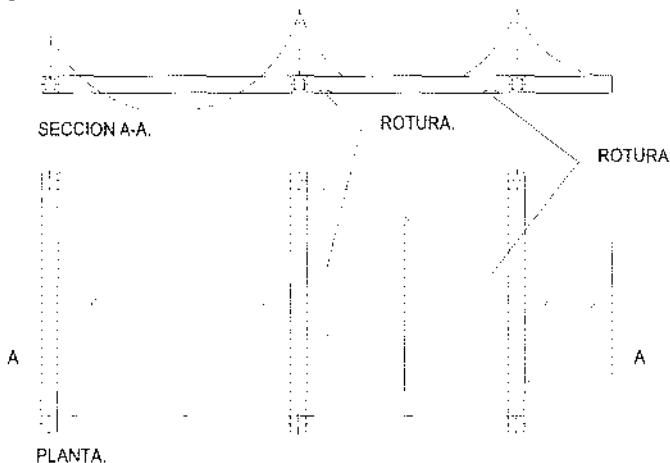


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando no se macizan de hormigón las zonas de bovedillas que preceden a las viguetas en voladizos sin continuidad, terminan rompiendo por compresión sus bases y desprendiéndose, como se indica en la figura 6. Igualmente sucede cuando un paño de viguetas es de mayor luz y no tiene continuidad.

Para evitar ese problema las normas de forjados indican que en estos casos dichas bovedillas se deben macizar de hormigón.

23. BOVEDILLAS

**ROTURA DE COMPRESIÓN EN BOVEDILLAS QUE
PRECEDEN A VOLADIZOS SIN CONTINUIDAD**

**LÁMINA
23.6**

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

En caso de voladizos sin continuidad se agrava el problema, ya que al no estar macizadas de hormigón las bovedillas, se facilita el vuelco.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No macizar de hormigón las bovedillas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prever el macizado de hormigón en las bovedillas que preceden al voladizo y en las situadas en paños de viguetas que no tienen continuidad.

F) POSIBLES REPARACIONES

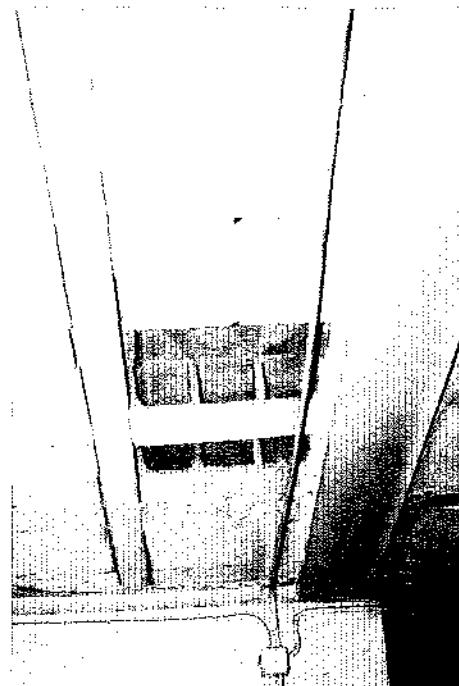
- Macizar de hormigón las bovedillas que preceden al voladizo y en paños de viguetas sin continuidad.

23. BOVEDILLAS

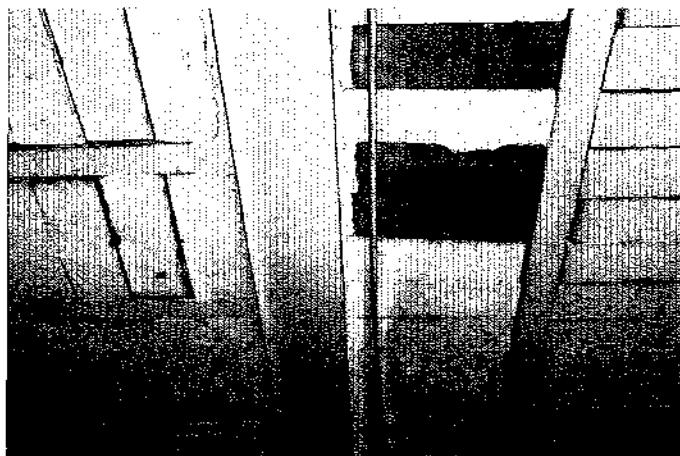
ROTURA DE COMPRESIÓN EN BOVEDILLAS QUE
PRECEDEN A VOLADIZOS SIN CONTINUIDAD

LÁMINA
23.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 13



Fotografía 14

En las **fotografías 13 y 14** se presenta el desprendimiento de bovedillas por compresión en un paño que precede a otro que no tiene continuidad.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA

LÁMINA
23.7

A) FIGURA

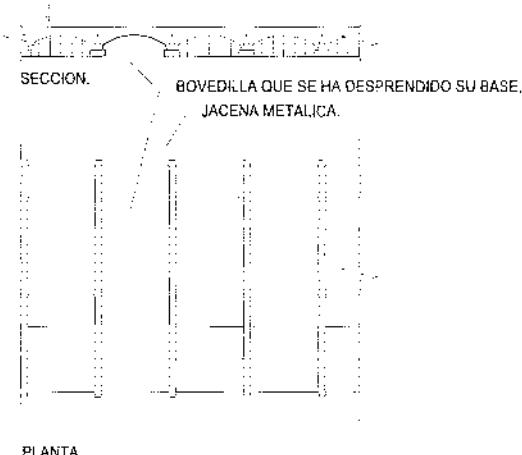


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados de cubierta ejecutados con estructura metálica, al sufrir un fuerte soleamiento dilatan. Al adquirir mayor dimensión se separan las viguetas y al quedar traccionadas las bovedillas se desprenden sus bases, especialmente si son de cerámica, ya que son más frágiles.

Aunque es muy parecida no se debe confundir la rotura comentada con la que sucede por expansión cuando las bovedillas son de cerámica y quedan muy ajustadas con las viguetas.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**LÁMINA
23.7**

C) IMPORTANCIA ★★

No es grave para la estructura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Dilatación de la estructura metálica.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Proteger el forjado de cubierta de la acción solar.
- No emplear bovedillas de cerámica en estructuras metálicas de grandes dimensiones.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar un pavimento flotante en cubierta para reducir los cambios dimensionales de origen térmico.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE TRACCIÓN POR DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**LÁMINA
23.7**

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 15



Fotografía 16

En las **fotografías 15 y 16** aparecen bovedillas de cerámica situadas en un forjado de cubierta que han roto a tracción sus bases al dilatar la estructura metálica por la acción solar y separarse las viguetas.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE COMPRESIÓN POR INICIO DE VUELCO DEL MURO DE CONTENCIÓN

LÁMINA
23.8

A) FIGURA

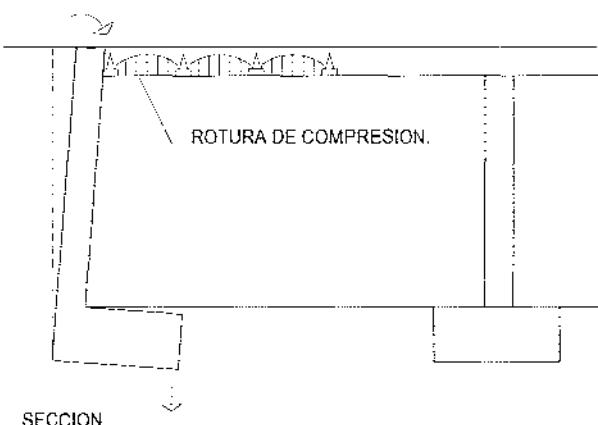


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se ejecuta un muro de contención con una cimentación insuficiente, de momento queda estable, pero cuando se reduce la cohesión de las tierras se inicia el empuje activo de éstas y el muro tiende a volcar. Al oponerse el forjado y no tener resistencia suficiente rompen a compresión las bases de las bovedillas y también la capa de compresión figura 8.

En estos casos las vigas centradoras, en especial si son anchas, colaboran reduciendo el vuelco, precisando armadura en su zona inferior, más adelante cuando existan los axiles de los pilares, también precisará armadura en su zona superior para soportar los mayores momentos debido a la excentricidad de la carga.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE COMPRESIÓN POR EXPANSIÓN DE LA ARCILLA

**LÁMINA
23.9**

C) IMPORTANCIA ★/★★

El peligro es para las personas afectadas por el desprendimiento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Colocar bovedillas de cerámica sin que se hayan expandido.
- La expansión es mayor cuando contiene nódulos de cal la arcilla con las que se han confeccionado las bovedillas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Humedecer las bovedillas.
- No colocarlas antes de cuatro semanas después de su cocción.

F) POSIBLES REPARACIONES

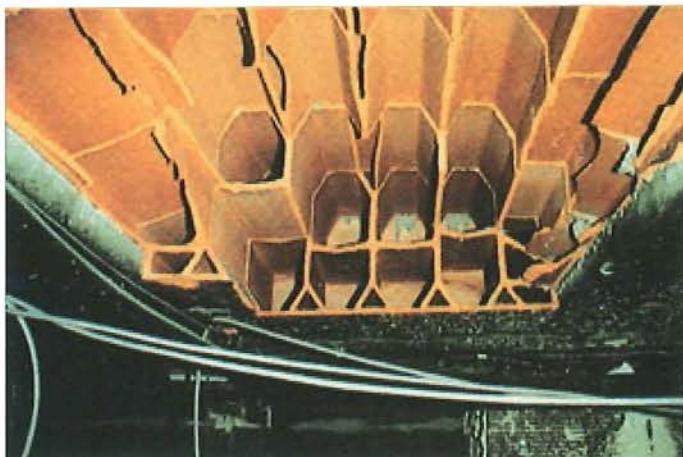
- Colocar una placa en el hueco existente de las bovedillas que se han desprendido.

23. BOVEDILLAS

ROTURA DE COMPRESIÓN POR EXPANSIÓN DE LA ARCILLA

LÁMINA
23.9

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 17



Fotografía 18

En la **fotografía 17** se presentan bovedillas de cerámica en las que se han desprendido sus bases por expansión. Suele suceder cuando quedan muy ajustada con las viguetas, no se han humedecido y el material contiene nódulos de cal.

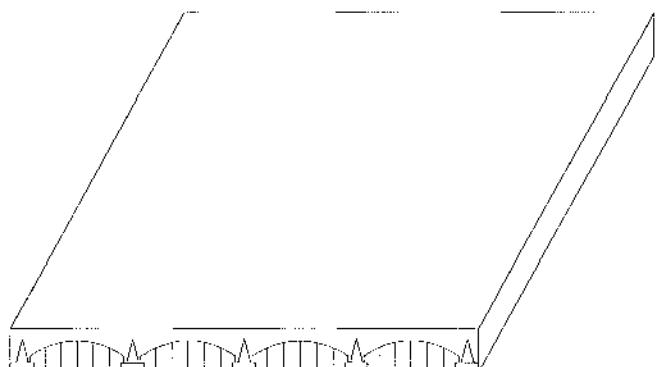
En un incendio también se desprenden las bases de las bovedillas, y al dejar los laterales de las viguetas al descubierto quedan más afectadas, como les ha sucedido a las de la **fotografía 18** que se ha incorporado para su observación y que no se pueda confundir con otra causa.

23. BOVEDILLAS

PENETRACIÓN DE HUMEDAD

LÁMINA
23.10

A) FIGURA



PERSPECTIVA.

Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

Humedad en los techos al penetrar agua de lluvia por las bovedillas que se han cegado por omitir el zuncho de punta.

Cuando se omite el zuncho de punta que une los extremos de las viguetas, especialmente si se trata de voladizos, es frecuente la aparición de fisuras de retracción paralelas a las viguetas y la entrada de agua por las bovedillas que ocasiona humedad de infiltración en los techos.

23. BOVEDILLAS

PENETRACIÓN DE HUMEDAD	LÁMINA 23.10
C) IMPORTANCIA *	
Leve, aunque puede terminar corroyendo la armadura de las viguetas.	
D) CAUSAS MÁS USUALES	
<ul style="list-style-type: none">• Omisión de zunchos de punta.	
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Vigilar para que se coloquen zunchos de punta en los extremos de las viguetas en voladizos.	
F) POSIBLES REPARACIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Colocar zuncho de punta.	

23. BOVEDILLAS

PENETRACIÓN DE HUMEDAD

LÁMINA
23.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 19



Fotografía 20

Cuando se omite el zuncho de punta y sólo se ciegan las bovedillas como aparecen en las **fotografías 19 y 20**, suele penetrar la humedad por lluvia, apareciendo manchas en los techos.

24. PETOS DE FÁBRICA

24.1 ROTURA DE RETRACCIÓN HÍDRÁULICA Y TÉRMICA <small>ROTURA DE RETRACCIÓN</small>  * Pág. 635	24.2 ROTURA POR DILATACIÓN TÉRMICA <small>ROTURA POR DILATACIÓN</small>  ★/★★ Pág. 638
24.3 DILATACIÓN DE LA SOLERÍA DE CUBIERTA <small>SOLERÍA</small>  * Pág. 641	24.4 ROTURA POR DEFORMACIO- NES <small>ROTURA</small>  * Pág. 645

24. PETOS DE FÁBRICA

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y TÉRMICA

LÁMINA
24.1

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Fuerte retracción hidráulica del mortero de agarre en época calurosa por alta dosificación de cemento o por ser el mortero muy fluido.
- Por retracción térmica al enfriarse el peto de madrugada y encontrarse impedido en sus extremos. Esto provoca la ruptura con fisuras verticales que en las esquinas tienden a ser inclinadas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No aplicar un mortero con fuerte retracción.
- No ejecutar el peto en época muy calurosa.
- No realizar petos muy largos sin juntas.
- Que las esquinas no queden coartadas en las retracciones.
- Introducir durante la ejecución barras longitudinales cada tres o cuatro hiladas de ladrillos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Realizar juntas a distancias periódicas.
- Realizar rozas en la pared introduciendo barras longitudinales.
- Desconectar las esquinas.
- Sustituir los ladrillos rotos por otros con un mortero más plástico.

24. PETOS DE FÁBRICA

RETRACCIÓN HIDRÁULICA Y TÉRMICA

LÁMINA
24.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** se puede apreciar una rotura vertical de retracción muy usual en petos de fábrica en azoteas.

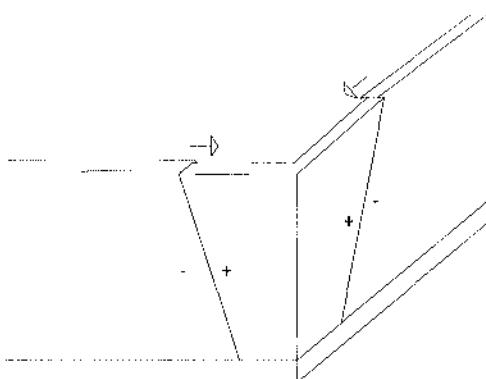
En la **fotografía 2** aparece una rotura vertical que se sitúa en la esquina de los petos que no quedan muy bien trabados.

24. PETOS DE FÁBRICA

ROTURA POR DILATACIÓN TÉRMICA

LÁMINA
24.2

A) FIGURA



ROTURA DE DILATACION TERMICA.

Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

En la **figura 2** se representa una rotura frecuente por dilatación del peto. Al aumentar de dimensión, el peto situado en el eje X, empuja la esquina del peto situado en el eje Y hacia el exterior, quedando desplazado y en distintos planos. Igual sucede con el peto situado en el eje Y.

Se ha representado con el signo + la zona desplazada que queda más saliente y con el signo - la que no se desplaza.

Si al llegar la época fría retrae el peto, la rotura quedará abierta en distintos planos.

24. PETOS DE FÁBRICA

ROTURA POR DILATACIÓN TÉRMICA

LÁMINA
24.2

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Leve, aunque si el peto es muy largo, al dilatar y empujar a la esquina, puede ocasionar su desplome.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Dilatación del peto durante el día por la acción solar y por encontrarse impedido en sus extremos.
- Ejecutar el peto en época muy fría.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar juntas de dilatación.
- No ejecutar el peto en época muy fría.
- No ejecutar los petos muy largos sin juntas.
- Que las esquinas no queden coartadas en su libre dilatación y retracción.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Desconectar las esquinas.
- Realizar rozas horizontales cada tres o cuatro hiladas de ladrillos, introduciendo barras longitudinales.
- Colocar pasatubos introducidos en la fábrica que permitan la libre dilatación y retracción del peto sin que se fisure.

24. PETOS DE FÁBRICA

ROTURA POR DILATACIÓN TÉRMICA

LÁMINA
24.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** se presenta un peto de azotea que ha roto por dilatación térmica, pudiéndose observar como las esquinas quedan más salientes y en distintos planos.

Si más adelante se produjese una retracción del peto, la rotura quedaría igual, es decir, en distintos planos pero abierta.

24. PETOS DE FÁBRICA

DILATACIÓN DE LA SOLERÍA DE CUBIERTA

LÁMINA
24.3

A) FIGURA

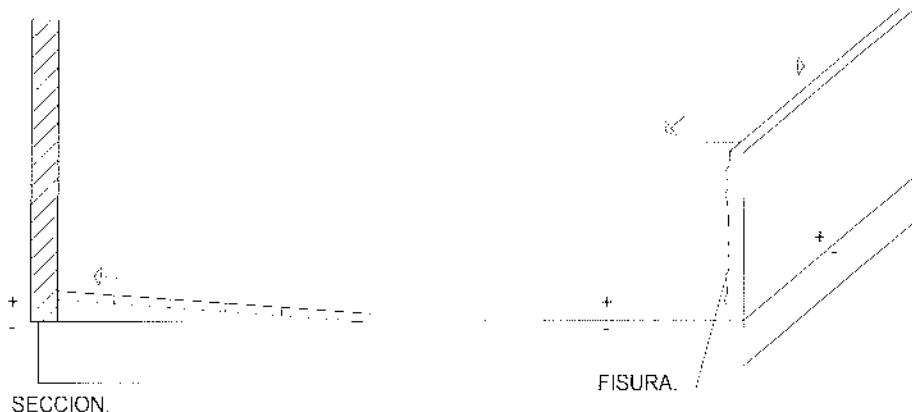


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la solería de cubierta se coloca a tope con el peto, al dilatar ésta, el material de formación de pendiente empuja al peto desplazándolo hacia el exterior y apareciendo una fisura cerrada en horizontal en distintos planos, entonces los petos se desconectan en las esquinas apareciendo una rotura vertical cuando no quedan bien trabados, como se indica en la **figura 3**. Si el paño de solería es grande, al tomar mayor medida puede ocasionar el desplome del peto.

Cuando el peto es muy resistente, como puede ser de hormigón o pie y medio de fábrica y la solería no puede desplazarlo, ésta rompe a compresión en forma de lasca y se eleva.

Aunque es muy parecida, no se debe confundir la fisura horizontal por empuje de la solería con la que surge por torsión de las vigas perimetrales, que se reducen al llegar a los pilares.

24. PETOS DE FÁBRICA

DILATACIÓN DE LA SOLERÍA DE CUBIERTA

LÁMINA
24.3

C) IMPORTANCIA ★/ ★★/ ★★★

La gravedad depende de lo desplazado que se encuentre el peto.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Colocar la solería a tope con el peto, especialmente en época fría.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si se estima que el peto va a caer al exterior, se debe demoler antes de que suceda.
- Ejecutar el peto con dos medio pie con una cámara en su interior y dejar un espacio entre la solería y el peto, de esta forma al dilatar la solería encontrará dos espacios y se tiene más seguridad de que no desplazará el peto hacia el exterior.
- Ejecutar resaltes con molduras en el cerramiento para disimular las fisuras en caso de que surjan.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Cortar la solería con sierra de disco y dejar un espacio entre ésta y el peto.

24. PETOS DE FÁBRICA

DILATACIÓN DE LA SOLERÍA DE CUBIERTA

LÁMINA
24.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En las **fotografías 5 y 6** aparecen dos petos que se desplazan hacia el exterior por empuje de la solería al dilatar. Esta rotura es en horizontal, cerrada y en distintos planos.

24. PETOS DE FÁBRICA

DILATACIÓN DE LA SOLERÍA DE CUBIERTA

LÁMINA
24.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

Al dilatar la solería y desplazar el peto hacia el exterior, también rompe éste en sentido transversal de forma vertical con una grieta abierta, como se puede apreciar en la **fotografía 7** vista desde el interior y en la **fotografía 8** vista desde el exterior. Esta rotura se puede confundir con una retracción del peto.

24. PETOS DE FÁBRICA

ROTURA POR DEFORMACIONES

LÁMINA
24.4

A) FIGURA

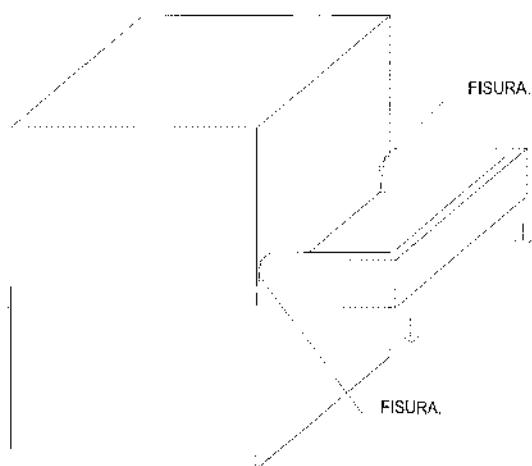


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

En los voladizos que no tienen la suficiente rigidez, al flectar se desconecta el peto del cerramiento y aparece una fisura vertical, más abierta por la parte superior del peto en contacto con el cerramiento que se va cerrando a medida que desciende. Esta fisura también suele surgir por retracción debido al cambio de rigidez entre el peto y el cerramiento de fachada.

24. PETOS DE FÁBRICA

ROTURA POR DEFORMACIONES

LÁMINA
24.4

C) IMPORTANCIA *

Es leve siempre que no existan errores de cálculo o de ejecución.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Voladizo con insuficiente rigidez.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Calcular el voladizo con mayor rigidez.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Dotar al voladizo de mayor rigidez.
- Esperar que se complete la deformación para reparar las fisuras.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

25.1 AFOGARADO	25.2 RETRACCIÓN POR ACOMODACIÓN
ALZADO HSUÑAS DE AFUGARADO. ★ Pág. 649	HSUÑAS DE RETRACCIÓN POR ACOMODACIÓN ★ Pág. 652
25.3 RETRACCIÓN EN ENFOSCADOS DE PILARES ★ Pág. 655	

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

En los enfoscados ejecutados con morteros de alta dosificación de cemento y arenas con impurezas o exceso de agua, se producen retracciones, especialmente en época calurosa con fuerte soleamiento y vientos.

Los daños más usuales por esta causa son los siguientes:

- Fisuras verticales en tabiques y petos de azoteas que los seccionan.
- Fisura horizontal en la interrupción de un tabique ejecutado en dos fases.
- Aparición de fisuras en dinteles de ventanas que seccionan el cerramiento.
- Fisuras donde se interrumpe el enfoscado.
- Fisuras de acomodación en enfoscados sometidos a fuertes saltos térmicos.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

AFOGARADO

LÁMINA
25.1

A) FIGURA



Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Durante la ejecución de enfoscados en paños pueden surgir fisuras superficiales de acomodación por retracción plástica durante su fraguado y endurecimiento, conocidas con el nombre de "afogarado". Estas fisuras se cortan unas a otras prácticamente en ángulo recto y tienen parecido a la piel de cocodrilo.

La profundidad de la fisura es la del grosor del enfoscado.

Cuando existen irregularidades en los grosores de enfoscados, en las zonas donde tiene bastante espesor es probable que surjan fisuras de retracción plástica. Se evita colocando en dicha zona una malla.

Los daños comentados no deben confundirse con las fisuras que suelen surgir por una concentración de la pasta del cemento, que ocasiona una fuerte retracción en la zona afectada.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

AFOGARADO

LÁMINA
25.1

C) IMPORTANCIA *

Leve, ya que las fisuras son muy superficiales.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Utilizar un cemento de fuerte retracción.
- Empleo de un mortero inadecuado o aplicarlo cuando ya se ha iniciado el proceso de fraguado.
- No regar el paño para enfriarlo.
- No regar durante el fraguado con acción fuerte de viento y sol.
- Impurezas en la arena.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Emplear un mortero adecuado.
- Regar la pared para enfriarla.
- Regar durante el fraguado.
- Si existen diferentes grosorres de enfoscado, introducir en él una malla para evitar fisuras de retracción en los cambios de grosorres.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Picar la pared y aplicar un fratasado en época no calurosa.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

AFOGARADO

LÁMINA
25.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

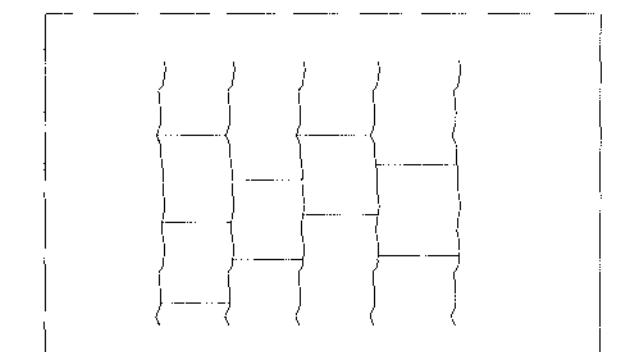
En las **fotografías 1 y 2** se presentan fisuras de afogarado en un paño por retracción plástica.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

RETRACCIÓN POR ACOMODACIÓN

LÁMINA
25.2

A) FIGURA



FISURAS DE RETRACCION POR ACOMODACION.

Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

En los enfoscados endurecidos que quedan sometidos a fuertes saltos térmicos, al enfriarse, pueden surgir fisuras de retracción térmica por "acomodación". Éstas son muy finas rectilíneas y es más probable que surjan cuanto mayor espesor tenga el enfoscado o se haya desconectado del paño.

No deben confundirse con las de afogarado que suceden durante su ejecución por retracción plástica, ya que las de acomodación son por retracción térmica y es más usual en los paños que reciben sol de tarde por quedar sometidos a elevada temperatura y a mayores saltos térmicos. Estas fisuras sólo tienen la profundidad del grosor del enfoscado.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

RETRACCIÓN POR ACOMODACIÓN

LÁMINA
25.2

C) IMPORTANCIA *

Leve, ya que las fisuras son superficiales.
Si el enfoscado está suelto se puede desprender.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Paños con mayor espesor de enfoscado sometido a fuertes saltos térmicos por la acción solar. Es más usual en las fachadas que reciben sol de tarde.
- Desconectarse el enfoscado del paño.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No emplear grandes espesores de enfoscado y si es necesario ejecutarlo en dos fases.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Picar la pared y aplicar un nuevo enfoscado que contenga una malla que evite la fisuración, o adicionar fibras de vidrio.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

RETRACCIÓN POR ACOMODACIÓN

LÁMINA
25.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** se presentan fisuras de retracción térmica en un enfoscado por acomodación en una fachada que recibe sol de tarde y queda sometida a elevados saltos térmicos.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

RETRACCIÓN EN ENFOSCADOS DE PILARES

LÁMINA
25.3

A) FIGURA

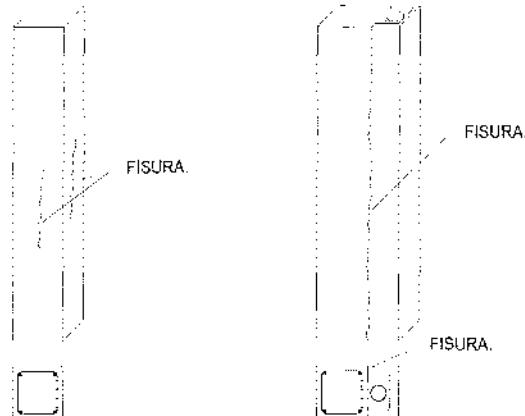


Figura A.

Figura B.

Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando el enfoscado no queda unido al hormigón del pilar suelen aparecer fisuras verticales de retracción térmica que se pueden confundir con una corrosión de la armadura o con una rotura de compresión, que es muy grave. Para salir de dudas, las fisuras de compresión surgen con la misma forma por las dos caras, mientras que las de retracción son distintas en cada cara y si se golpea el enfoscado suena a hueco, siendo esto señal de que se ha desconectado del paño **figura A**.

Cuando existen bajantes adosadas a los pilares y se cubren con fábrica, también suelen surgir fisuras verticales de retracción en su unión por tratarse de diferentes materiales que no se debe confundir con una corrosión de la armadura. Para salir de dudas se puede golpear en él, apreciándose diferentes sonidos entre un lado y otro **figura B**.

Las bajantes adosadas a los pilares que quedan ocultas, tienen el inconveniente de que cuando se producen fugas, es posible que se corroa la armadura por esa cara del pilar sin que se pueda apreciar.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

RETRACCIÓN EN ENFOSCADOS DE PILARES

LÁMINA
25.3

C) IMPORTANCIA *

No reviste ninguna gravedad, a excepción de que se trate de una rotura de compresión.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Escasez de cemento en el mortero.
- Aplicar mortero a un paño caliente y sin humedecer.
- Impurezas en la arena.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Comprobar mediante sonido si el mortero no queda unido al pilar.
- En caso de que el mortero esté unido al pilar, descubrir para ver si está corroída la armadura.
- Comprobar si la misma fisura aparece por las dos caras del pilar.
- Ver si sólo se trata de una fábrica adosada al pilar.
- Si aparecen fisuras verticales de corrosión cerca de la bajante, descubrir para comprobar si existen fugas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Eliminar el enfoscado que está desconectado del paño y ejecutarlo de nuevo.
- En bajantes adosadas a pilares, colocar una malla en la unión entre los diferentes materiales para evitar fisuras.

25. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

RETRACCIÓN EN ENFOSCADOS DE PILARES

LÁMINA
25.3

G) FOTOGRAFÍAS



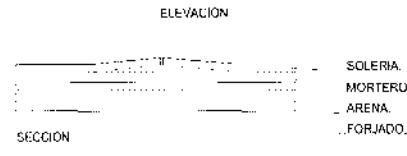
Fotografía 5



Fotografía 6

En las **fotografías 5 y 6** aparecen fisuras verticales de retracción en el enfoscado que cubre los pilares y que se pueden confundir con una corrosión.

26. SOLERÍA

26.1 RETRACCIÓN DEL MORTERO	26.2 DILATACIÓN DE LA SOLERÍA
 <p>* Pág. 661</p>	 <p>* Pág. 664</p>
26.3 OMISIÓN DE CAPA DE REGULARIZACIÓN	 <p>* Pág. 667</p>

26. SOLERÍA

La solería cuando no se coloca correctamente, al dilatar ocasiona empujes a petos de terrazas y azoteas, incluso al quedar sin espacio entre las losetas se eleva y rompe por compresión.

En las azoteas de grandes dimensiones cuando se coloca la solería sin juntas en época fría, al llegar la época calurosa y dilatar aumentando sus dimensiones, empuja al peto de fábrica hacia el exterior, pudiendo occasionar su desplome y si éste es muy resistente y la solería no puede desplazarlo, suele romper esta por compresión elevándose.

26. SOLERÍA

RETRACCIÓN DEL MORTERO

LÁMINA
26.1

A) FIGURA

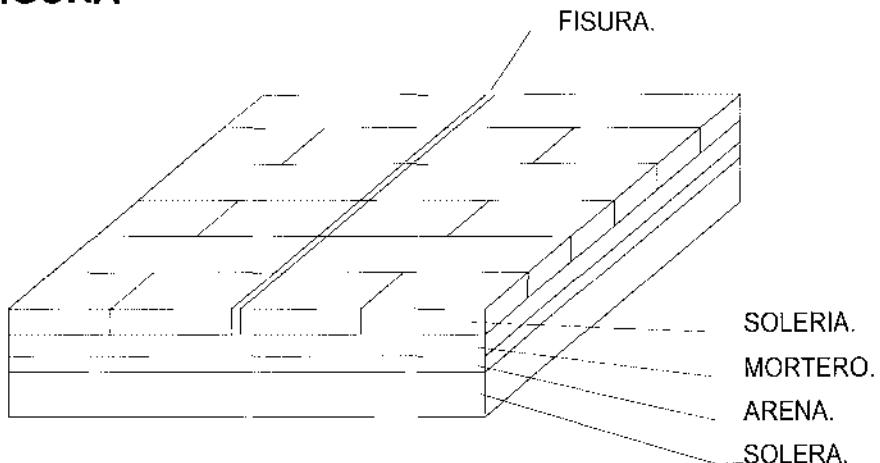


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Los morteros con fuerte retracción y mayores grosos, al retraer por su zona inferior sobre la capa de regularización lo hace libremente, mientras que por su zona superior se lo impide la solería. Cuando ésta tiene las llagas en continuidad se abren, mientras que cuando están en discontinuidad y no tienen la resistencia suficiente, rompen las losetas una sí y otra no como se indica en la **figura 1**.

En los forjados de mayor longitud ejecutados en época calurosa, al llegar la época fría y retraer, también suelen romper la solería que se ha colocado en discontinuidad o a matajuntas, debido a ello es conveniente situarla en el sentido transversal de la mayor longitud del forjado para que no rompan.

26. SOLERÍA

RETRACCIÓN DEL MORTERO

**LÁMINA
26.1**

C) IMPORTANCIA *

Leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Mortero con fuerte retracción.
- Mayores grosos de mortero.
- Aumento de dimensiones del forjado por dilatación térmica.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Aplicar un mortero de más baja retracción.
- Colocar una malla en el mortero.
- Colocar menor espesor de mortero.
- Colocar las llagas continuas de la solería en sentido transversal a la mayor longitud del forjado.
- Distanciar el máximo tiempo la colocación de la solería desde la ejecución del forjado.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Sustituir la solería rota por otra.

26. SOLERÍA

RETRACCIÓN DEL MORTERO

LÁMINA
26.1

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparece la rotura de una solería en discontinuidad, también llamada a “matajuntas”, que rompe a retracción. Frecuentemente la fisura se ubica rompiendo una baldosa sí y otra no.

26. SOLERÍA

DILATACIÓN DE LA SOLERÍA

LÁMINA
26.2

A) FIGURA

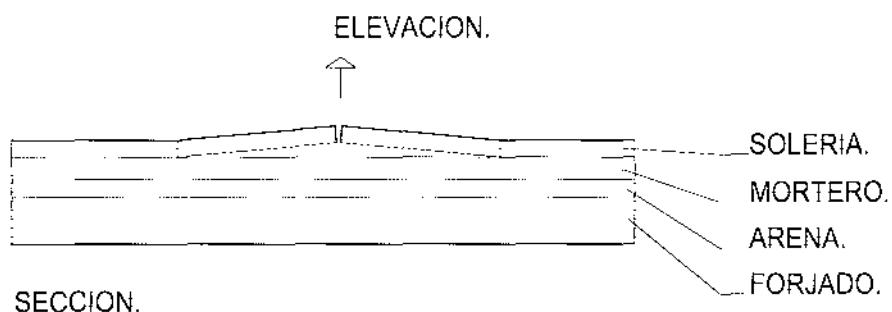


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la solería se coloca continua muy unida y sin dejar espacio en trayectos muy largos, especialmente cuando se coloca en época fría, al llegar la época calurosa y dilatar, al no tener el espacio suficiente se eleva **figura 2**.

La solería de cubierta cuando dilata y encuentra un peto muy resistente, al no poder desplazarlo hacia el exterior, se eleva o rompe a compresión en forma de lasca. Este caso suele suceder cuando ejecutan el peto de hormigón y no dejan espacio entre la solería y el peto.

26. SOLERÍA

DILATACIÓN DE LA SOLERÍA

LÁMINA
26.2

C) IMPORTANCIA ★

Aunque es leve, incomoda al usuario debido a las molestias que le ocasiona poder tropezar con la solería que se ha elevado.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Colocar solería en trayectos muy grandes en época muy fría.
- Colocar la solería muy unida en época muy fría.
- No dejar espacio entre el peto de azotea y la solería.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Dejar más espacio entre baldosas.
- Interrumpir la solería entre separación de viviendas.
- Dejar un espacio entre el peto y la solería.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reducir el tamaño de la losa que se ha elevado.
- Cortar la solería con una sierra de disco y dejar un espacio entre la solería y el peto de la azotea.

26. SOLERÍA

DILATACIÓN DE LA SOLERÍA

LÁMINA
26.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** aparece una solería que se ha elevado por compresión al dilatar. Esto es más usual cuando se coloca solería corrida de forma muy ajustada en época fría en paños muy largos.

26. SOLERÍA

OMISIÓN DE CAPA DE REGULARIZACIÓN

LÁMINA
26.3

A) FIGURA

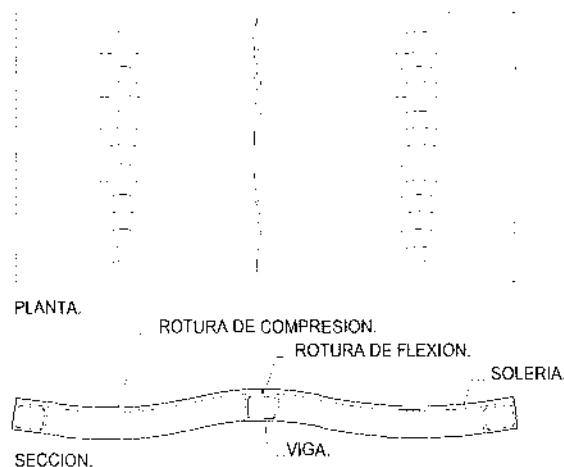


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la solería se sitúa directamente sobre el forjado sin colocar una capa de regularización, que suele ser de arena, al flectar el forjado, es probable que la solería rompa en el centro de la luz por compresión o se eleve al soltarse del paño, como se indica en la **figura 3**.

En la zona de negativos sobre la viga, la solería rompe con una fisura longitudinal de flexión o se desconecta del forjado.

La capa de regularización también colabora a reducir daños en solería y tabiquería, debido a los cambios dimensionales de origen térmico y por deformaciones.

Otra de las ventajas de la capa de regularización es que permite nivelar el pavimento cuando flecta el forjado o se inclina, al mismo tiempo que permite proyectar vigas con resalte superior.

26. SOLERÍA

OMISIÓN DE CAPA DE REGULARIZACIÓN

**LÁMINA
26.3**

C) IMPORTANCIA ★

Aunque la rotura no implica gravedad, si presenta un aspecto poco estético.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No colocar capa de regularización sobre el forjado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

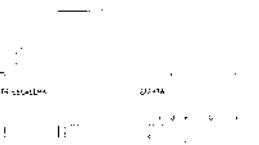
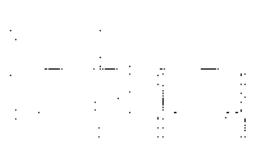
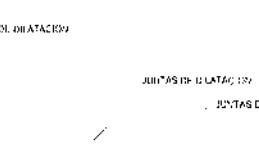
- Colocar capa de regularización sobre el forjado.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Sustituir la solería rota, apoyándola sobre un mortero más plástico.

ANOMALÍAS DE PROYECTOS, DE EJECUCIÓN Y PRECAUCIONES

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

<p>27.1 DINTELES DE GRANDES LUZES</p>  <p>DINTEL DE GRANDES LUZES FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p> <p>* Pág. 671</p>	<p>27.2 PREDIMENSIONADO DE VIGAS CON CUANTÍAS EXCESIVAS</p>  <p>VIGAS CON CUANTÍAS EXCESIVAS FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p> <p>*** Pág. 673</p>
<p>27.3 PREDIMENSIONAR VIGAS CON CUANTÍAS MÍNIMA</p>  <p>VIGAS CON CUANTÍAS MÍNIMA FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p> <p>*** Pág. 675</p>	<p>27.4 OMISIÓN DE DETALLES</p>  <p>OMISIÓN DE DETALLES FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p> <p>Pág. 677</p>
<p>27.5 CÁLCULOS QUE NO CORRESPONDEN CON LA ESTRUCTURA</p>  <p>CÁLCULOS QUE NO CORRESPONDEN CON LA ESTRUCTURA FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p> <p>Pág. 678</p>	<p>27.6 JUNTAS DE DILATACIÓN EN LUGAR INADECUADO</p>  <p>JUNTAS DE DILATACIÓN FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p>
<p>27.7 DISEÑOS INADECUADOS DE ESTRUCTURAS</p>  <p>DISEÑOS INADECUADOS DE ESTRUCTURAS FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p> <p>Pág. 682</p>	<p>27.8 SITUACIÓN DE ARQUETAS EN LUGAR INADECUADO</p>  <p>SITUACIÓN DE ARQUETAS EN LUGAR INADECUADO FORJADO ROTURA ALUDO PLANA</p> <p>Pág. 684</p>

27.POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

Durante la ejecución de un proyecto se pueden producir anomalías, unas veces por omisión, otras por desconocimiento y otras porque pasan desapercibidas.

En este apartado se van a tratar las más usuales, que unas veces son localizadas y otras generalizadas, afectándoles a todos los elementos. Se debe prestar más atención a los elementos estructurales en los que la estabilidad de la edificación depende de ellos. Los errores de proyecto graves se manifiestan en la fase de ejecución, al entrar en servicio la edificación y durante un movimiento sísmico.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

DINTELES DE GRANDES LUCES

LÁMINA 27.1

A) FIGURA

DINTELES DE GRANDES LUCES.

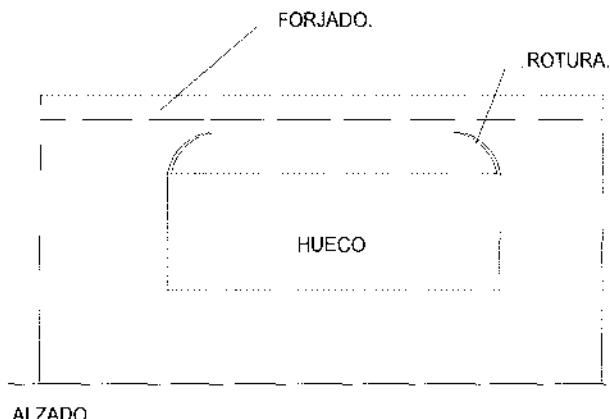


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados de vigas planas, los reticulares o de losas, al entrar en carga se produce una deformación y le transmiten cargas a los dinteles de grandes luces como los situados en amplias ventanas apaisadas situadas en hospitales, oficinas, colegios o en puertas de entradas a garajes y que si no están capacitados para soportar esa solicitud, al deformarse rompe la fábrica formando arco de descarga como se indica en la **figura 1**, incluso las ventanas tienen dificultad para su funcionamiento correcto.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

DINTELES DE GRANDES LUCES

LÁMINA
27.1

C) IMPORTANCIA *

Los daños son leves pero generalizados, ya que rompen todos los dinteles.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever la transmisión de carga por deformación de los forjados planos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Calcular el dintel para la carga real que va a recibir.
- Dotar al forjado de mayor rigidez.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Reparar las fisuras una vez que se haya completado la deformación.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

PREDIMENSIONAR VIGAS CON CUANTÍAS EXCESIVAS

LÁMINA
27.2

A) FIGURA

VIGAS CON CUANTIAS EXCESIVAS DE ARMADURA

ROTURA DE COMPRESSION.

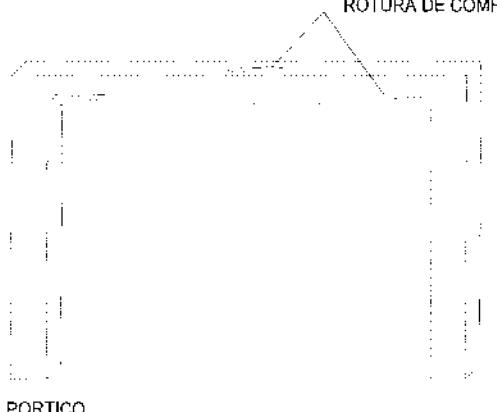


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Si en los cálculos se obtienen cuantías muy elevadas de armadura con barras de ø 25 ó 32 mm o en dos capas, esto indica que está muy forzado y conviene aumentar su sección.

En estos casos se suele precisar armadura de compresión para que el hormigón no rompa en las zonas más comprimidas, también es importante comprobar las deformaciones previstas.

También presentan los inconvenientes siguientes:

- Se obtienen mayores deformaciones.
- Los estribos cerca del apoyo se obtienen muy próximos, de diámetros gruesos o tienen que ser dobles.
- La ferralla, el hormigonado y el vibrado son más dificultosos.
- Es más cara la estructura.
- Los negativos de vigas no caben en el espacio entre las barras de los pilares.
- En caso de error de obra o de realización de taladros, lo acusa más.
- La zona de negativos no suele quedar bien hormigonada.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

PREDIMENSIONAR VIGAS CON CUANTÍAS EXCESIVAS

LÁMINA
27.2

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura de compresión que se puede producir es grave.
La deformación es tolerable.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Predimensionado inadecuado.
- Ejecutar la viga por error con menor dimensión.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si ha roto por compresión, apuntalar.
- No colocar vigas tan ajustadas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Aumentar las dimensiones de la viga.
- Si flecta y todo es correcto, esperar que se complete la deformación.
Suele quedar estabilizada entre cinco y siete años.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

PREDIMENSIONAR VIGAS CON CUANTÍAS MÍNIMAS

LÁMINA
27.3

A) FIGURA

VIGAS CON CUANTÍAS MÍNIMAS DE ARMADURA.

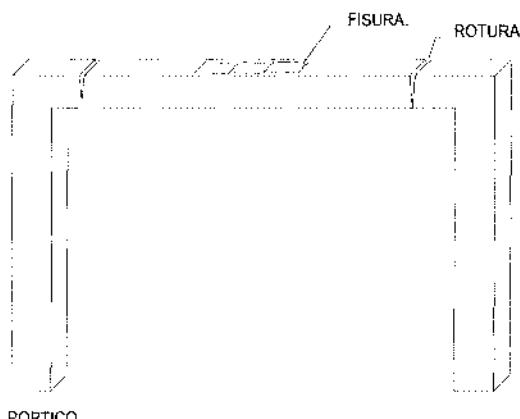


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Las vigas con cuantías escasas de armadura están más expuestas a romper por retracción hidráulica y térmica. En caso de producirse una rotura de flexión, es muy rápida por contener muy poca armadura. Se le suele llamar una rotura "agria".

Entre los inconvenientes que presentan se pueden citar los siguientes:

- Al quedar las barras de montaje más distanciadas y con armadura mínima, es probable que aparezcan fisuras por asentamiento plástico en su zona superior.
- Al ensanchar 10 cm de hormigón por los laterales de las vigas para que queden más unidas a ellas las viguetas y quedar aún más reducida su cuantía de armadura, es más probable que se fisure transversalmente por retracción hidráulica o térmica.
- En caso de rotura por cortante, por quedar poco estribada, la rotura es más rápida.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

PREDIMENSIONAR VIGAS CON CUANTÍAS MÍNIMAS

LÁMINA
27.3

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura de flexión o cortante que se puede producir es rápida y grave.

Las fisuras por asentamiento plástico son leves.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Predimensionado excesivo.
- No prever que la viga aumenta 10 cm por sus laterales para la colocación de viguetas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si se ha fisurado por flexión o cortante, apuntalar antes de que se produzca el desplome.
- Aumentar la armadura longitudinal para que cumpla cuando se macicen en 10 cm de hormigón sus laterales.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si se ha fisurado a flexión, aumentar la armadura longitudinal.
- Si ha roto por cortante, añadirle armadura transversal.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

OMISIÓN DE DETALLES

LÁMINA
27.4

A) FIGURA

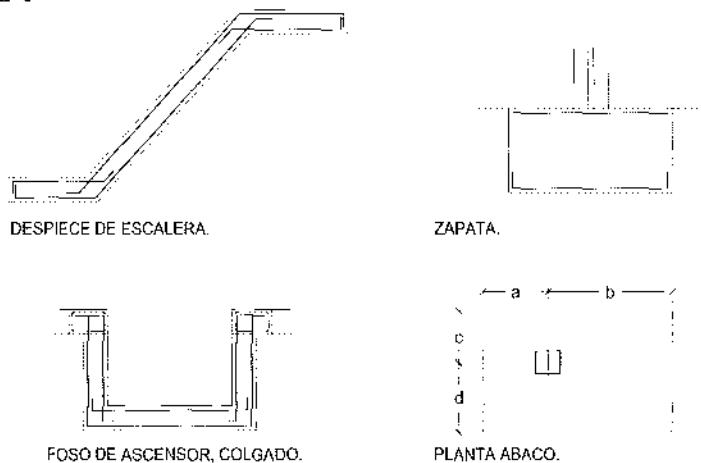


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Se puede considerar como anomalía de proyecto la omisión de detalles constructivos y de definiciones. Entre los más usuales se pueden citar:

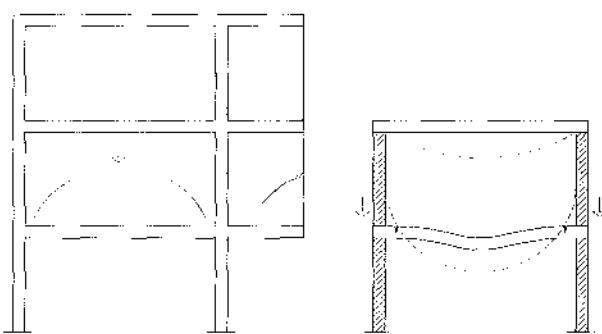
- Desarrollo y despiece de la armadura de todos los tramos de escaleras.
- Indicación de la armadura superior de las zapatas donde nacen dos pilares y se inicia una junta de dilatación.
- Detalles de losas de fosos de ascensores, tanto si son enterrados como colgados.
- Indicar las caras o aristas de pilares que permanecen fijas en toda su altura.
- Indicar las dimensiones de los ábacos en forjados reticulares.
- Detalle de la armadura de conexión de las viguetas con las vigas.
- Detalle de estribado de las vigas y donde se deben cerrar.
- Detalle de estribado, doblado o grifado de las barras de los pilares.
- Indicar donde se pueden realizar las juntas de hormigonado en forjados y losas de cimentación.
- Indicar un orden preferente de ejecución de la estructura y observaciones para evitar errores durante la ejecución.
- Detallar el orden de ejecución para el montaje de la armadura en forjados de losas o reticulares.
- Indicar donde se debe solapar la armadura en losa de cimentación.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

CÁLCULOS QUE NO CORRESPONDEN CON LA ESTRUCTURA

LÁMINA
27.5

A) FIGURA



PREVER TRANSMISIÓN DE CARGAS.
FIGURA A.

PREVER REACCIONES
FIGURA B.

Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Los daños que aparecen en una edificación sólo son la manifestación de anomalías. Una de ellas es que el cálculo realizado no siempre corresponde con el funcionamiento real de la estructura. Entre ellas se pueden citar:

- a) En el cálculo de las deformaciones por sismo no se suele considerar la colaboración de los cerramientos y durante los desplazamientos estos coartan las deformaciones.
- b) En los forjados sobre plantas diáfanas se producen mayores deformaciones, debido a que no se suele prever la mayor carga que reciben a través de la tabiquería de las plantas superiores **figura 5A**.
- c) En los voladizos de planta primera se producen mayores deformaciones, dado que no se suele prever la mayor carga que recibe de los voladizos superiores por flecha diferida **figura 5A**.
- d) Se realizan cálculos de vigas o viguetas como apoyadas, semiempotradas o empotradas. Cuando su funcionamiento es diferente, como sucede con viguetas o vigas apoyadas en muros con una reacción, lo correcto es obtener los momentos mediante las rigideces o las reacciones **figura 5B**.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

JUNTAS DE DILATACIÓN EN LUGAR INADECUADO

LÁMINA
27.6

A) FIGURA

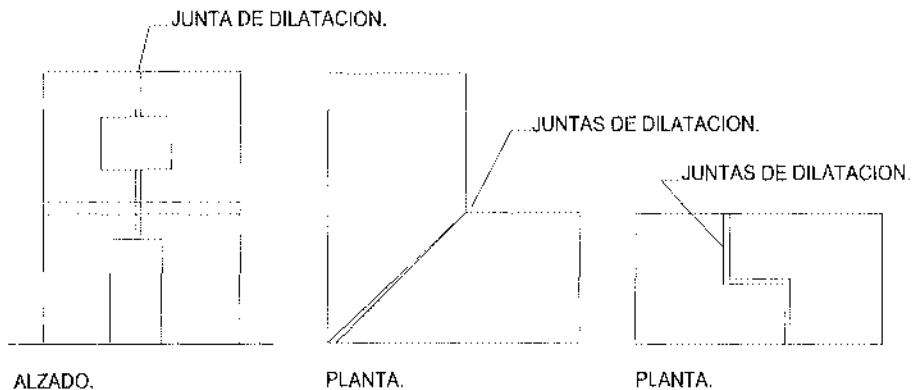


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

En determinados casos se proyectan juntas de dilatación en lugares inadecuados, como puede ser cortando puertas, ventanas y habitaciones, tal como se indica en el alzado de la **figura 6**.

También se proyectan juntas de dilatación en diagonal, que al retraer la estructura queda con distinta abertura o juntas quebradas, donde su funcionamiento es menos correcto, como se indica en las plantas de la **figura 6**.

Es conveniente situar la junta de dilatación entre dos viviendas, mediante duplicidad de pilares, evitando en lo posible la colocación de ménsulas.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

JUNTAS DE DILATACIÓN EN LUGAR ADECUADO

LÁMINA
27.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En la **fotografía 1** se presenta un edificio donde han realizado la junta de dilatación cortando una ventana por el centro de una habitación en planta primera.

En la **fotografía 2** se puede apreciar como la junta también secciona el marco de la puerta situada en planta baja.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

JUNTAS DE DILATACIÓN EN LUGAR INADECUADO

LÁMINA
27.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

En las **fotografías 3 y 4** han situado las juntas de dilatación de un mercado de abastos cortando los marcos de las puertas. Esto ofrece el inconveniente de que las puertas no funcionan correctamente, además de que por las juntas defectuosas o deterioradas penetra el agua de lluvia.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

DISEÑOS INADECUADOS DE ESTRUCTURAS

LÁMINA
27.7

A) FIGURA

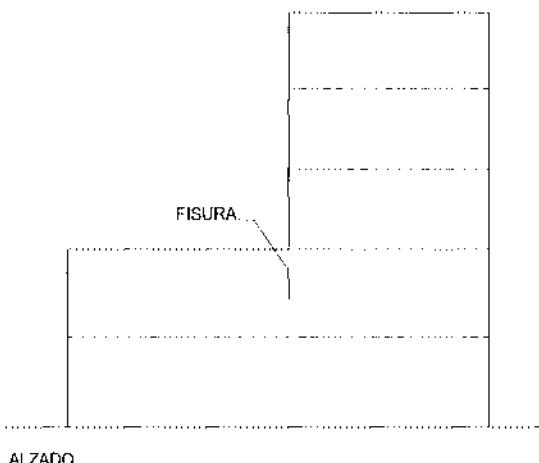


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Entre los diseños inadecuados de estructuras se pueden citar, edificios con diferentes alturas, en los que se producen roturas térmicas por cambios bruscos de rigidez y asientos diferenciales.

También se puede considerar como diseño inadecuado la omisión de juntas de dilatación, estructuras muy descompensadas, excesivos brochales, proyectar elementos sometidos a torsión de equilibrio y con escasa rigidez, como pueden ser forjados con poco canto y no prever las zonas problemáticas que suelen presentar los edificios para evitar daños.

En los edificios con diferentes alturas sin juntas de dilatación son frecuentes los problemas de origen térmico, ya que un mismo forjado queda sometido en una zona a la acción solar, mientras que la otra zona no. De madrugada la parte expuesta se enfriá, teniendo que soportar elevados saltos térmicos.

Lo más correcto en estos casos consiste en colocar una junta de dilatación, ya que también se evitan asientos diferenciales.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

DISEÑOS INADECUADOS DE ESTRUCTURAS

LÁMINA
27.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En las **fotografías 5 y 6** aparecen dos edificios que han roto con fisuras verticales de retracción térmica al tener diferentes alturas.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

SITUACIÓN DE ARQUETAS EN LUGAR INADECUADO

LÁMINA
27.8

A) FIGURA

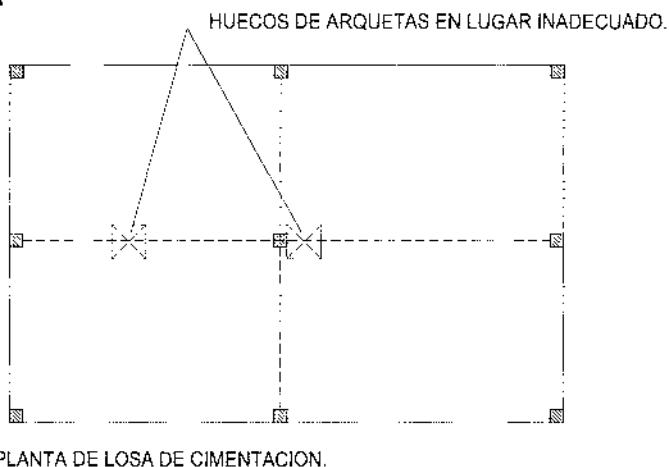


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Una anomalía frecuente consiste en proyectar losas de cimentación y colocar arquetas en la línea de eje de pilares, ya que en ella es donde se producen los mayores momentos negativos, o situarlas junto a los pilares, puesto que es ahí donde se originan los mayores momentos positivos y donde se producen los problemas de punzonamiento.

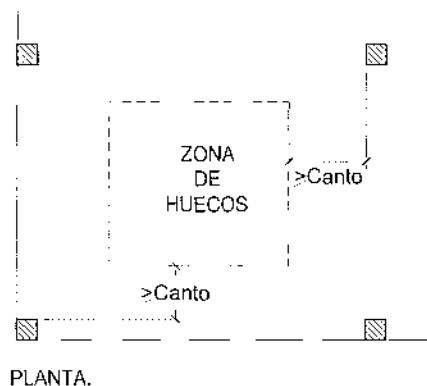
Si es necesario la colocación de huecos en zonas problemáticas, se deben reforzar sus laterales con armadura de flexión y también a punzonamiento si se encuentra junto a un pilar **figura 8**.

27. POSIBLES ANOMALÍAS DE PROYECTO

SITUACIÓN DE ARQUETAS EN LUGAR INADECUADO

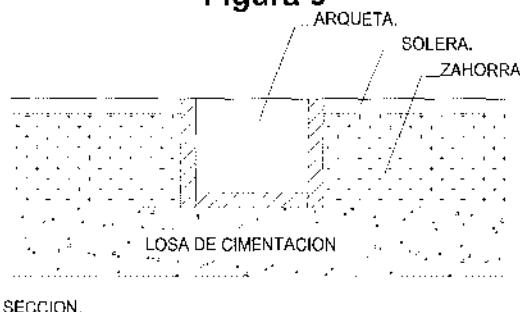
LÁMINA
27.8

B) CARACTERÍSTICAS



PLANTA.

Figura 9



SECCION.

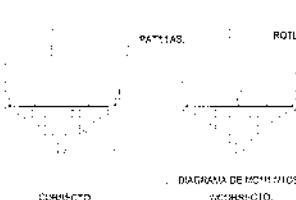
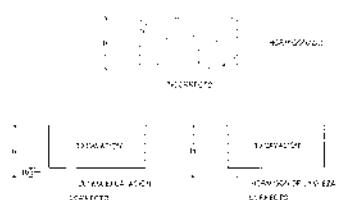
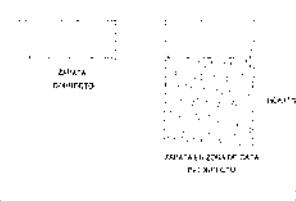
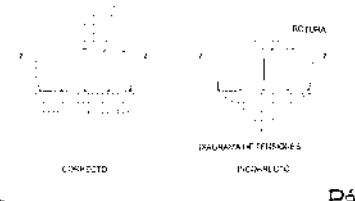
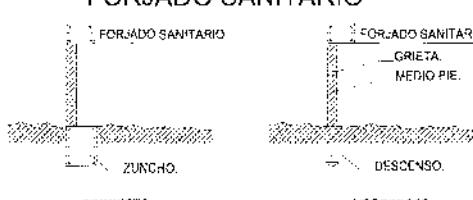
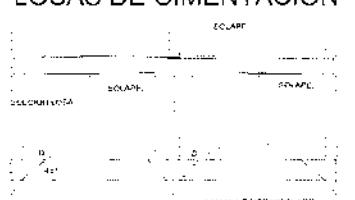
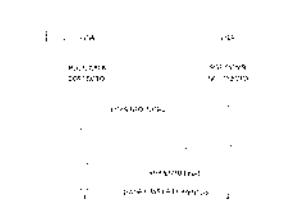
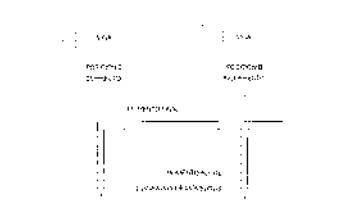
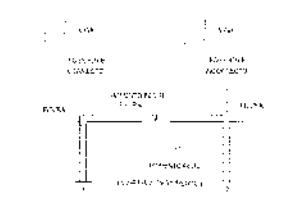
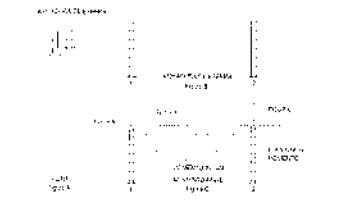
Figura 10

En la **figura 9** se indica el lugar más adecuado para la realización de huecos en una losa de cimentación.

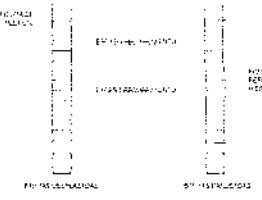
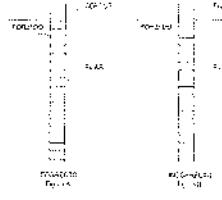
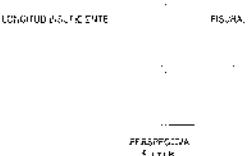
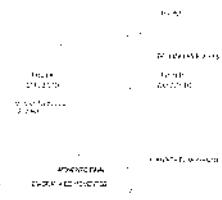
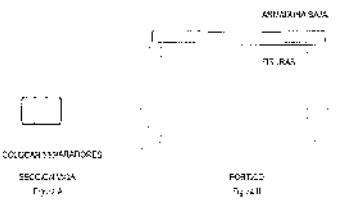
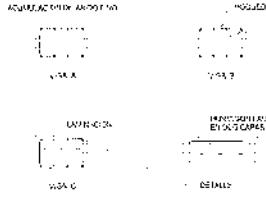
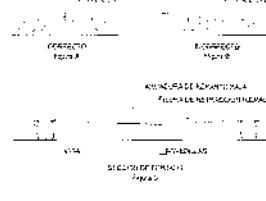
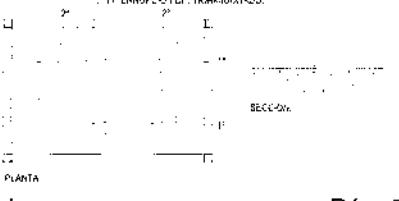
Cuando hay que colocar gran número de arquetas y quedan en zonas de máximos esfuerzos reduciendo la resistencia de la losa, se puede proceder de la forma siguiente.

- Ejecutar la losa unos 50 cm más profunda, sin realizar ningún hueco.
- Sobre la losa se coloca una tongada de zahorra de unos 40 cm, donde se dejan introducidas las arquetas y tuberías en el lugar que se deseé.
- Sobre la zahorra se coloca una solera de unos 10 cm de espesor con armadura de reparto, siendo importante que se sitúe en su zona superior para evitar fisuras de retracción **figura 10**.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

<p>28.1 OMISIÓN DE PATILLAS EN ZAPATAS</p>  <p>★★ Pág. 691</p>	<p>28.2 EXCAVACIÓN PARA EJECUCIÓN DE ZAPATAS</p>  <p>★★/★★★ Pág. 693</p>
<p>28.3 REALIZACIÓN DE CATAS</p>  <p>★★/★★★ Pág. 696</p>	<p>28.4 OMISIÓN DE ARMADURA DE COSIDO EN ZAPATAS DE JUNTAS DE DILATACIÓN</p>  <p>★★/★★★ Pág. 699</p>
<p>28.5 OMISIÓN DE ZUNCHO BAJO FORJADO SANITARIO</p>  <p>★ Pág. 701</p>	<p>28.6 SOLAPES INCORRECTOS EN LOSAS DE CIMENTACIÓN</p>  <p>★★★ Pág. 704</p>
<p>28.7 PILARES MAL POSICIONADOS CON PÉRDIDA DE RIGIDEZ</p>  <p>★★/★★★ Pág. 706</p>	<p>28.8 PILARES MAL POSICIONADOS CON AUMENTO DE RIGIDEZ</p>  <p>★ Pág. 709</p>
<p>28.9 ARMADURA DE PILAR MAL POSICIONADA</p>  <p>★★★/★★★★ Pág. 711</p>	<p>28.10 ARMADURA DE ESPERA INSUFICIENTE EN PILARES</p>  <p>★★★/★★★★ Pág. 713</p>

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

<p>28.11 ARMADURA DESPLAZADA EN PILARES</p>  <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 716</p>	<p>28.12 PILARES CON OMISIÓN DE CERCOS EN ZONA DE FORJADOS</p>  <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 719</p>
<p>28.13 NUDOS CON HORMIGÓN DE MENOR RESISTENCIA</p>  <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 722</p>	<p>28.14 ARMADURA DE ARRANQUE INSUFICIENTE</p>  <p>★★★</p> <p>Pág. 724</p>
<p>28.15 OMISIÓN DE PATILLAS EN VIGAS</p>  <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 726</p>	<p>28.16 OMISIÓN DE SEPARADORES EN VIGAS</p>  <p>★★</p> <p>Pág. 730</p>
<p>28.17 VIBRADO DEFICIENTE EN VIGAS</p>  <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 733</p>	<p>28.18 REALIZACIÓN DE TALADROS EN VIGAS Y FORJADOS RETICULARES</p>  <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 736</p>
<p>28.19 ARMADURA EN CAPA DE COMPRESIÓN MAL SITUADA</p>  <p>*</p> <p>Pág. 741</p>	<p>28.20 INTERRUPCIÓN DEL HORMIGÓNADO EN LUGAR INADECUADO</p>  <p>★★/★★★</p> <p>Pág. 744</p>

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

<p>28.21 VIGUETAS EN VOLADIZO SIN CONTINUIDAD</p> <p>****/*****</p>	<p>28.22 OMISIÓN DE ZUNCHOS DE PUNTA EN VIGUETAS DE VOLADIZOS</p> <p>CORRECTO Figura A</p> <p>INCORRECTO Figura B</p>
<p>28.23 VIGAS EN ESQUINAS DE VOLADIZOS</p> <p>*</p>	<p>28.24 BARRAS NEGATIVAS DE VIGA FUERA DE LOS ESTRIBOS</p> <p>*/**</p>
<p>28.25 OMISIÓN DE ARMADURA NEGATIVA DE VIGUETAS</p> <p>**/***</p>	<p>28.26 MONTAJE ERRÓNEO DE ARMADURA DE ESCALERA</p> <p>*/ **</p>

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Durante la ejecución de una edificación se pueden cometer bastante errores, que suelen ser debidos a lo siguiente.

- Planos incompletos, confusos y con ausencia de definiciones. El encargado ante la ausencia de detalles, opta a veces por construirlos con su mejor criterio, no siendo siempre el más adecuado.
- Errores o anomalías que ya vienen desde el proyecto.
- Insuficiente preparación del encargado y del personal.
- Errores propios de obra que pasan desapercibidos por no existir una revisión exhaustiva.
- Ejecución defectuosa por engaño para obtener mayor lucro.

Los errores pueden ser localizados en un solo elemento o generalizados cuando sucede en muchos, debiéndose prestar gran atención a los que afecten a los elementos estructurales, ya que algunos sólo ocasionan fisuras pero otros pueden ocasionar incluso el desplome de la edificación. Un ejemplo de esto es cambiar la numeración de un pilar por otro que no tenga ni la mitad de resistencia.

Los errores muy graves de estructura se manifiestan en la fase de ejecución o durante el primero o segundo año desde la entrada en carga del edificio y también durante un movimiento sísmico.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE PATILLAS EN ZAPATAS

LÁMINA
28.1

A) FIGURA

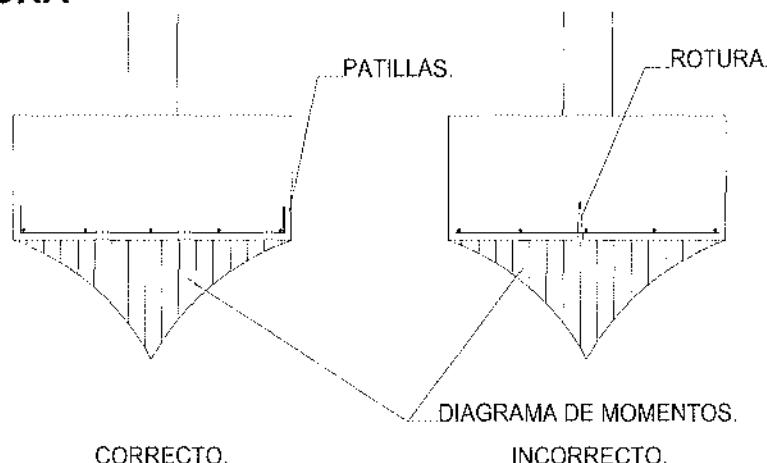


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

La armadura de las zapatas debe tener un diámetro igual o mayor a 12 mm para que en caso de corrosión tenga mayor durabilidad y deben tener patillas en los extremos para que quede mejor anclada o colocar mallas electrosoldadas que ayudan a que no deslice la armadura en caso de corrosión.

Si no se colocan patillas existe mayor posibilidad de que deslice la armadura en el hormigón. Esto suele suceder cuando se corroen la armadura de forma generalizada en su perímetro, rompiendo a flexión sin poderse observar.

Puede presentar síntomas de leve asiento la cimentación.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE PATILLAS EN ZAPATAS

LÁMINA
28.1

C) IMPORTANCIA ★★

Aunque es una rotura de flexión, no presenta la misma gravedad que en otro elemento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de patillas o barras electrosoldadas que no se indican en proyecto o se han omitido en la ejecución.
- Omisión total de la armadura.
- Corrosión generalizada de la armadura.
- Terreno agresivo para el hormigón y la armadura.
- Situar la armadura a la profundidad fluctuante del nivel fréático donde se acumulan las sales y queda más expuesta a los cambios de humedad y sequedad.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No esperar a que se produzca el fallo o que la corrosión esté muy avanzada.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si no han hormigonado la zapata, colocar una armadura nueva o soldarle patillas.
- Si se ha producido el fallo, recalzar la zapata.
- Si no se ha producido el fallo se puede reforzar la zapata indirectamente por su cara superior aumentando el canto.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

EXCAVACIÓN PARA EJECUCIÓN DE ZAPATAS

LÁMINA
28.2

A) FIGURA

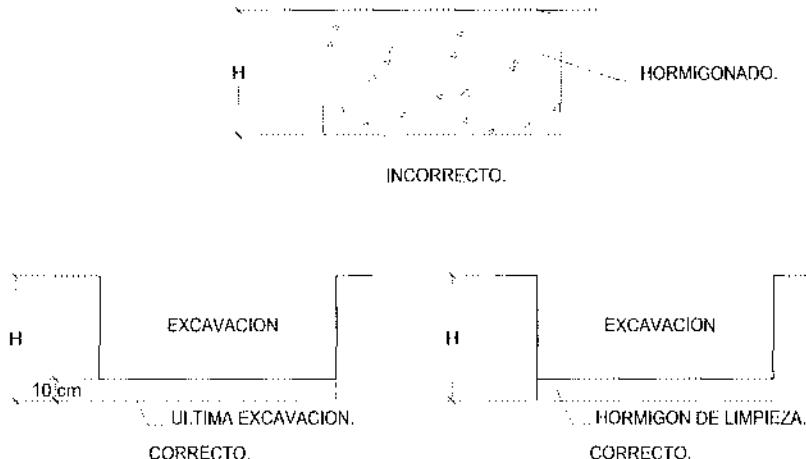


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Los últimos 10 cm de excavación no se deben realizar hasta antes del hormigonado, pues si se quedan varios días en ese estado, las tierras se alteran, se desecan o se saturan de agua e incluso se descomprimen, pero lo peor de todo sucede cuando se depositan sedimentos en alguna excavación y se hormigona encima, ya que al entrar en carga se producen asientos diferenciales que originan fisuras diagonales en los cerramientos de planta baja, alejándose a medida que descende.

También se puede optar por realizar la excavación total, colocar un hormigón de limpieza y antes de hormigonar limpiar los sedimentos que hayan caído, esto es lo más recomendable siempre que se trate de zapatas armadas.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

EXCAVACIÓN PARA EJECUCIÓN DE ZAPATAS

**LÁMINA
28.2**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Cuanto mayor sea la capa de sedimentos, mayores serán los daños. En primer lugar rompen los cerramientos y tabiquería, después los forjados y a continuación las vigas y pilares.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Descenso por acumulación de sedimentos.
- Excavación incorrecta.
- Dejar durante un tiempo al descubierto la excavación.
- Hormigonar después de intensa lluvia donde se han depositado sedimentos en la excavación para las zapatas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Colocar un hormigón de limpieza una vez excavados los pozos.
- Realizar la excavación antes de hormigonar para evitar caída de sedimentos.
- Una vez aparecidos los daños, el asiento queda estabilizado y se pueden reparar los elementos dañados.
- Limpiar el fondo de la excavación antes de hormigonar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Cuando el descenso quede estabilizado, reparar los cerramientos con mortero y si se tratara de ladrillos vistos que han roto, sustituirlos por otros.
- Si han roto los forjados y vigas, estudiar el tipo de rotura que se ha producido (suele ser de flexión) y aplicarle la solución que se estime más adecuada.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

EXCAVACIÓN PARA EJECUCIÓN DE ZAPATAS

LÁMINA
28.2

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

La gran acumulación de sedimentos en la base de una zapata durante su excavación, ocasiona asientos diferenciales y aparecen grietas en la tabiquería, como la de la **fotografía 1**.

Las grietas por asiento son en diagonal, como la que aparece en la **fotografía 2**. Una vez estabilizado el descenso, se puede proceder a sustituir los ladrillos rotos por otros.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE CATAS

LÁMINA
28.3

A) FIGURA

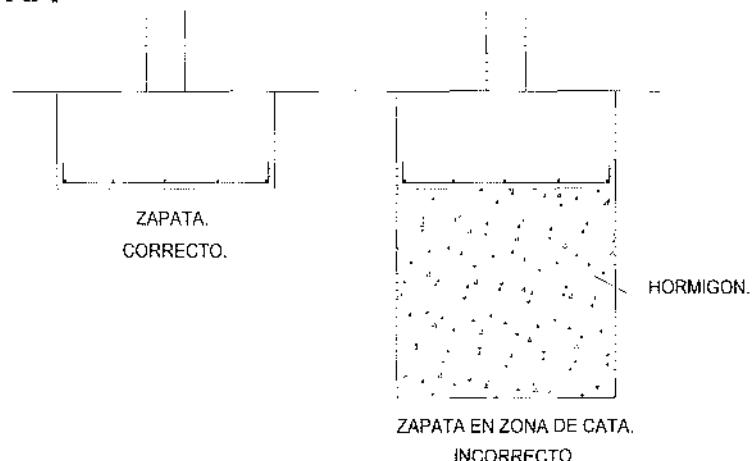


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Con cierta frecuencia en obras se suele cometer el error de realizar una cata o calicata en el lugar donde se va a situar una zapata, con el propósito de tener realizada la excavación. Esta práctica se debe evitar, ya que esa zapata queda a mayor profundidad que las demás y con frecuencia sobre un terreno más consolidado con mayor capacidad portante, lo cual ocasiona asientos diferenciales al tener menor descenso y surgen fisuras de tracción diagonal en los tabiques y cerramientos que se alejan del pilar de forma ascendente (**figura 4**). Sucede lo mismo que cuando se ejecuta la zapata sobre restos de cimentaciones.

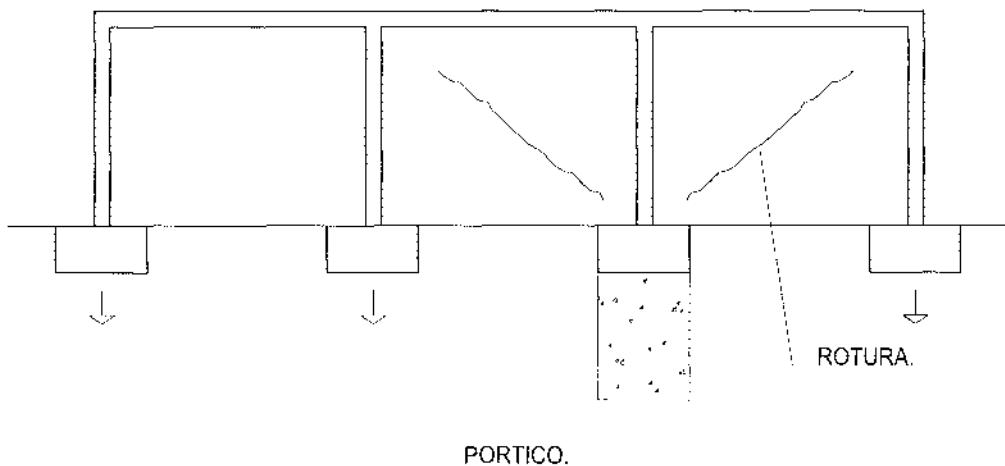


Figura 4

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE CATAS

LÁMINA
28.3

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Los daños dependen de la diferencia de asiento que se produzca. Suceden con la edificación en servicio, acusándolo normalmente sólo los cerramientos y la tabiquería.

Cuanto mayor sea el asiento de consolidación de las zapatas, mayores serán los daños.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ignorar que dicho proceso puede tener consecuencias y ocasionar daños.
- Ejecutar las zapatas sobre terreno muy blando en el que se produce un mayor asiento de consolidación.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- No realizar una zapata en el lugar de una cata.
- No reparar los daños hasta que el asiento quede estabilizado.
- No realizar una zapata sobre restos de cimentaciones.
- No ejecutar una zapata sobre pozos existentes que se han rellenado.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Cuando el asiento haya quedado estabilizado, reparar los cerramientos con mortero o grapárslos con barras.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE CATAS

LÁMINA
28.3

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

Los descensos por ejecutar zapatas en zonas de catas suelen ser pequeños y ocasionan sólo fisuras o pequeñas grietas, como las de las **fotografías 3 y 4**.

Se suele llamar fisura cuando la abertura es inferior a 2 mm o sólo es superficial y no corta al elemento, como sucede con las fisuras de retracción por afogarado. Cuando la abertura es superior, se le suele llamar grieta.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ARMADURA DE COSIDO EN ZAPATAS DE JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
28.4

A) FIGURA

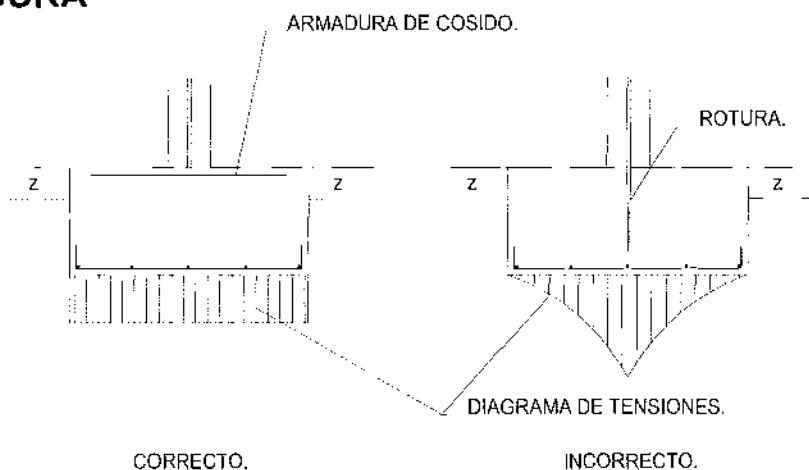


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Los pilares en juntas de dilatación con una sola zapata, precisan armadura de cosido en su zona superior para evitar el desgarramiento del hormigón, pues en caso de fisuración queda seccionada la zapata. El diagrama de tensiones del terreno pasa a trabajar de rectangular a triangular, lo cual hace que aumenten las tensiones y se produzcan elevados asientos, surgiendo grietas diagonales en los cerramientos. También suelen romper las bovedillas de los forjados y cuando es muy importante el descenso, rompen las vigas y pilares a flexión.

El fallo comentado suele suceder en estructuras de grandes dimensiones, de poca altura situada en terrenos blandos y ejecutadas en época muy calurosa que al enfriarse y retraer ocasiona la rotura comentada cuando no existe armadura de cosido en la zona superior de la zapata.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ZUNCHO BAJO FORJADO SANITARIO

**LÁMINA
28.5**

C) IMPORTANCIA *

La rotura sólo afea al conjunto y aunque se repare volverá a surgir.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de zuncho en fachada para apoyo del cerramiento.
En este caso no suele suceder por desconocimiento.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- El técnico debe procurar que se coloque el zuncho que ha de soportar el cerramiento y que no lo apoyen directamente sobre el terreno.
- Fijar el cerramiento situado bajo el forjado sanitario sobre un zuncho colgado de éste.

F) POSIBLES REPARACIONES

- La reparación adecuada consiste en eliminar la fábrica, construir el zuncho y volver a ejecutar nuevamente el cerramiento.
- Como mejora, se puede recalzar realizando pequeños pozos debajo del cerramiento a distancia periódica y hormigonarlos.
- Otra mejora consiste en recalzar el cerramiento introduciendo barras que quedan ancladas en el terreno. Esto es muy cómodo y no hay deterioros.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ZUNCHO BAJO FORJADO SANITARIO

LÁMINA
28.5

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En las **fotografías 5 y 6** se pueden apreciar los daños que han surgido al descender el cerramiento bajo un forjado sanitario por omitir el zuncho y apoyarlo directamente sobre el terreno. Estas grietas aunque se tapen, volverán a surgir.

También han omitido los huecos de ventilación cruzada. Esto tiene el inconveniente de condensarse la humedad de la tierra bajo el forjado. Debido a ello, termina ocasionando la corrosión de la armadura de las vigas y viguetas.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

SOLAPES INCORRECTOS EN LOSAS DE CIMEN- TACIÓN

LÁMINA 28.6

A) FIGURA

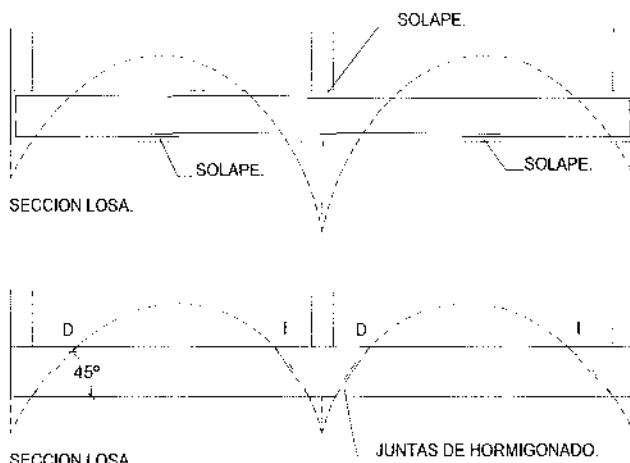


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando desde proyecto no viene indicado donde se debe solapar la armadura, el ferralla lo realiza a su mejor entender y comodidad, solapándolas en zona de tracción cuando debe solaparse en zona comprimida.

El hecho de que desde proyecto no venga indicado donde deben solaparse las barras y traer una armadura uniforme sin refuerzos, suele ser debido a que la losa no está calculada o el técnico no tiene muy claro donde se debe solapar.

Las barras se deben solapar en zonas de compresión, que salvo excepciones suele ser en el centro de las luces, la armadura inferior y en el eje de pilares la armadura superior. Se ha de tener presente que las losas de cimentación quedan sometidas a elevados momentos y si la armadura no funciona, lo más probable es que se produzca la rotura.

La interrupción del hormigonado se debe realizar entre un cuarto y un quinto de la luz, que es donde suele estar el punto de inflexión de los momentos flectores.

Se indica con la letra I donde se puede interrumpir el hormigonado si se viene hormigonando de la izquierda y con la letra D si se hormigona desde la derecha.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

SOLAPES INCORRECTOS EN LOSAS DE CIMENTACIÓN

**LÁMINA
28.6**

C) IMPORTANCIA ★★

La rotura no se aprecia si es en la zona inferior por estar la losa enterrada, pero si rompe se suele manifestar con descensos.

Cuando la armadura superior se solapa en el centro de la luz en zona de flexión, puede surgir una fisura de tracción que se puede confundir con una de retracción por junta de hormigonado en lugar inadecuado.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de cálculo y detalles indicando donde se debe solapar la armadura.
- Errores de obra que pasan desapercibidos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si no está hormigonada la losa, desmontar la armadura y realizar un montaje correcto.
- Antes de hormigonar, revisar muy bien la armadura.
- Es preferible colocar menor cuantía de armadura de reparto, ya que en caso de solape incorrecto el error es menor y también por economía, ya que se precisa menos kg de acero que se sitúan en zona comprimida donde no es necesario.
- Colocar armadura de solape adicional en los encuentros de las mallas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si ha roto la losa por su zona inferior y se han producido asientos, difícilmente se puede reparar y sólo queda esperar a que se estabilice el descenso o recalzar con micropilotes, pero si no se recalza toda, tiene el inconveniente de dejar la losa con apoyos diferentes, como si una zona de la losa estuviese sobre roca y la otra sobre terreno blando.
- Si es posible, aumentar el canto de la losa por la zona superior añadiéndole armadura.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES MAL POSICIONADOS CON PÉRDIDA DE RIGIDEZ

LÁMINA
28.7

A) FIGURA

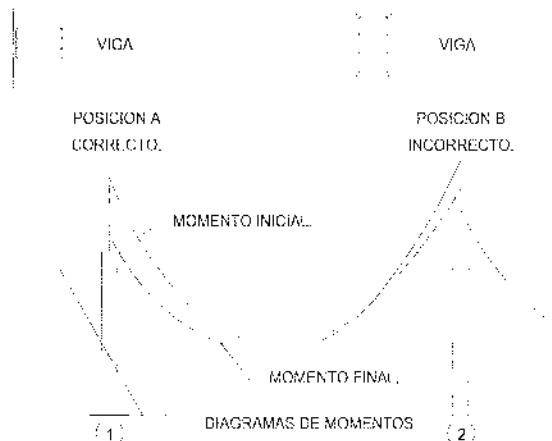


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando el cuadro de pilares no está lo suficientemente detallado o no se revisa minuciosamente la estructura puede pasar desapercibido el error de cambiar las dimensiones de los pilares y en vez de colocarlos en la posición A se sitúa en la posición B. Es verdad que la posición B tiene que soportar menor momento y lo más probable es que valga pero los momentos de la viga van a quedar alterados, donde la luz es un poco mayor y se desplazan los momentos quedando insuficiente la armadura del vano, de negativos sobre el pilar 2 y aumentando las deformaciones, incluso aumentan los cortantes hiperestáticos en la viga cerca del pilar 2 y también aumenta el momento de este pilar.

Se representa con línea de trazos el momento flector que tenía el pórtico y con línea continua la resultante al cambiar de rigidez el pilar. Como conclusión debido al error cometido va a ser necesario aumentar la armadura de la viga y que si no está ejecutada es fácil de añadir.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES MAL POSICIONADOS CON PERDIDA DE RIGIDEZ

LÁMINA
28.7

C) IMPORTANCIA ★★/★★

La viga queda con armadura insuficiente de positivo y de negativo sobre el pilar 2.

Los estribos de la viga cerca del pilar 2 quedan sometidos a un cortante hiperestático mayor.

La deformación de la viga es mayor y aumenta el momento del pilar 2.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Planos confusos y poco detallados.
- Error por descuido o personal poco cualificado.
- No revisar exhaustivamente la estructura en la que se detectaría que la luz de la viga es mayor y las dimensiones del pilar están cambiadas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si no está hormigonado el pilar, ejecutarlo con sus dimensiones correctas.
- Antes de hormigonar, revisar muy bien la armadura y dimensiones de pilares.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si está hormigonado el pilar, colocar a la viga la armadura que le falta. Para ello es necesario realizar un nuevo cálculo para conocer el suplemento.
- Una solución que va muy bien, consiste en suplementar el canto de la viga en su zona superior en unos 4 cm, de esta forma se aumenta su rigidez, no hay que colocar armadura positiva y se reduce el momento de los pilares.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES MAL POSICIONADOS CON PERDIDA DE RIGIDEZ

LÁMINA
28.7

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7

En la **fotografía 7** aparecen colocados los soportes en H en la posición del menor momento resistente, lo cual hace que estén menos capacitados para soportar las flexiones que le ocasionan las vigas.

Al tener menor rigidez en esa posición, las deformaciones de las vigas son algo mayores.

Los soportes metálicos situados en el contorno de los forjados, al tener menor rigidez que los pilares de hormigón, hacen que aumenten las deformaciones en las crujías perimetrales.

En estas estructuras es muy importante la colocación de una placa de acero sobre los soportes para evitar el punzonamiento del forjado y también protegerlos contra incendios.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES MAL POSICIONADOS CON AUMENTO DE RIGIDEZ

LÁMINA
28.8

A) FIGURA

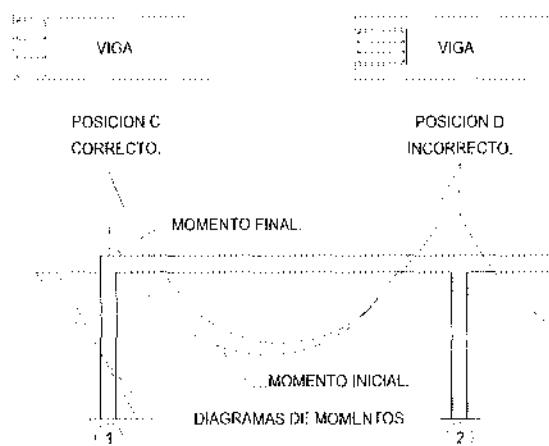


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

Si son cambiadas las dimensiones del pilar de la posición C a la D, éste va a tener más rigidez y resistencia, pero también va a absorber mayor momento. Lo más probable es que sirva, reduciendo incluso las deformaciones de la viga donde su luz también es menor, lo cual reduce aún más su deformación.

Si se observa el diagrama de momentos inicial representado con línea de trazos, se puede ver como al tener mayor rigidez el pilar, aumenta el momento negativo de la viga y la armadura es insuficiente en esa zona, por lo que si no se refuerza, quedará trabajando a mayores tensiones.

El error comentado es menos perjudicial que cuando se coloca un pilar con menor rigidez.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES MAL POSICIONADOS CON AUMENTO DE RIGIDEZ

LÁMINA
28.8

C) IMPORTANCIA *

Aunque la viga quede con armadura insuficiente de negativo sobre el pilar 1 y más traccionada, no suele romper, ya que la viga queda con menor luz.

Se reducen las deformaciones.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Planos confusos y poco detallados.
- Error por descuido o personal poco cualificado.
- No revisar exhaustivamente la estructura en la que se detectaría que las dimensiones del pilar están cambiadas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si no está hormigonado el pilar, ejecutarlo con las dimensiones correctas.
- Antes de hormigonar, revisar muy bien la armadura y dimensiones de pilares.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si está hormigonado el pilar, colocar a la viga en la zona de negativos la armadura que le falta, que normalmente suele aumentar poco.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DE PILAR MAL POSICIONADA

LÁMINA
28.9

A) FIGURA

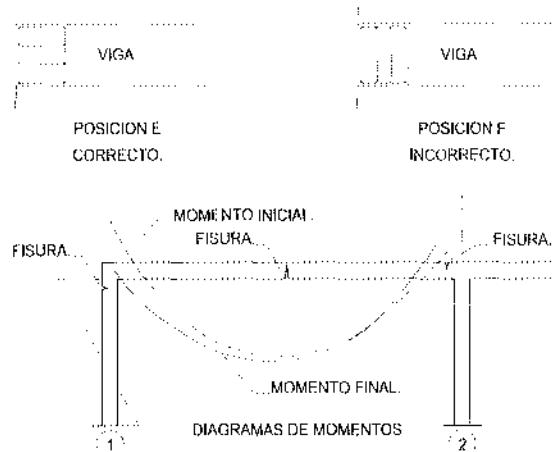


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

El error de cambiar de situación las barras de la posición E a la F, afecta al pilar porque no tiene la sección de armadura necesaria para soportar los momentos flectores a los que se encontrará sometido y precisa reforzarse.

En caso de fisurarse, se produce una modificación de los momentos, aumentando el del vano de la viga y el de negativos sobre el pilar 2. Si el aumento es considerable, es probable que rompa la viga. También aumenta el momento en el pilar 2.

Al romper el pilar, aumentan las deformaciones y los cortantes hiperestáticos cerca del pilar 2. La práctica de reforzar el pilar colocando angulares en las esquinas sujetos con presillas, ofrece bastantes inconvenientes, ya que se suelen colocar aceros de diferentes características, no tienen continuidad y se aprecian los perfiles, quedando expuestos a la corrosión y al fuego en caso de incendio.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DE PILAR MAL POSICIONADA

LÁMINA
28.9

C) IMPORTANCIA ★★★/ ★★★

La rotura es importante, ya que cuando sucede se suele fisurar también la viga.

Aumentan las deformaciones de la viga y rompen los tabiques.

Los estribos de la viga cerca del pilar 2 quedan sometidos a un cortante hiperestático mayor y aumenta el momento del pilar 2.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Planos confusos y poco detallados.
- Error por descuido o personal poco cualificado.
- No revisar exhaustivamente la armadura, comparándola con la de los planos.
- El error puede proceder del proyecto por cálculo erróneo, donde ya viene la armadura mal situada.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si no está hormigonado el pilar, colocar la armadura en su posición correcta.
- Antes de hormigonar, revisar muy bien la posición de las barras.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Este problema admite una amplia variedad de refuerzos, dependiendo de donde quede situado el pilar, si es central, de medianeras o de esquina.

Un refuerzo muy aceptable, consiste en colocar alrededor del pilar las barras necesarias, que incluso se le puede dar continuidad perforando el forjado y pasándolas.

Se colocan cercos alrededor del pilar y se les aplica un hormigón o mortero proyectado de unos 4 cm de espesor. El refuerzo no es visible y la armadura queda protegida.

Esta solución va muy bien para pilares circulares y cuando queda afectada la armadura por un incendio, o por corrosión.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DE ESPERA INSUFICIENTE EN PILARES

LÁMINA
28.10

A) FIGURA

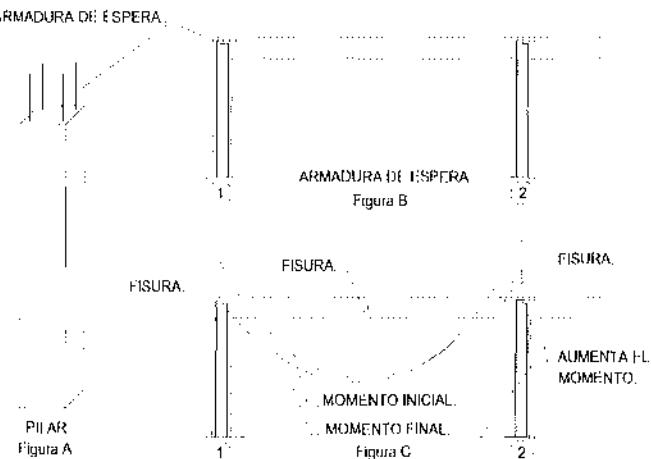


Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

La armadura de los pilares precisan de una longitud de espera suficiente para recibir los axiles y momentos de los pilares superiores. Esta longitud está indicada por la instrucción en vigor y depende del diámetro de las barras, de la resistencia del acero y del hormigón.

Una vez hormigonado el pilar, las barras deben tener en total la longitud de espera más el canto del forjado **figura A**.

En pilares de última planta, la armadura de espera (**figura B**) tiene la finalidad de que las barras queden ancladas y no deslicen.

Cuando se omiten las patillas de la armadura de espera en un pilar extremo, ésta no trabaja y el pilar se fisura como se indica en la **figura C**, lo cual hace que aumente el momento de vano de la viga y del negativo sobre el pilar 2, con probable rotura a flexión de la viga y aumentando su deformación. También aumenta el cortante hiperestático en el otro extremo de la viga y el momento del pilar 2.

En caso de no caerse la viga, penetra la humedad por las fisuras y ocasiona una corrosión por picadura.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DE ESPERA INSUFICIENTE EN PILARES

**LÁMINA
28.10**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La rotura es importante, ya que cuando sucede se suele fisurar también la viga, agravándose la situación.

Aumentan las deformaciones de las vigas, los cortantes hiperestáticos cerca del pilar 2 y los estribos quedan sometidos a una mayor solicitud.

Aumenta el momento del pilar 2.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No indicar en los planos las longitudes de anclaje.
- Error por descuido o personal poco cualificado.
- No revisar exhaustivamente la armadura.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Antes de hormigonar, revisar muy bien la armadura.
- Si no está hormigonado el pilar, colocar nueva armadura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si está hormigonado el pilar, soldarle la armadura necesaria siempre que sea apta para soldar, pues de lo contrario se corre el riesgo de que se fragilice. Si no es soldable la armadura, se pueden realizar taladros en el pilar, introducir resina epoxi y a continuación las barras necesarias. (En estructuras antiguas con acero ordinario no soldable, cuando se aumenta una planta, es necesario darle continuidad a la armadura).

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DE ESPERA INSUFICIENTE EN PILARES

LÁMINA
28.10

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 8



Fotografía 9

En la **fotografía 8** se puede apreciar la escasa longitud de la armadura de espera de un pilar de planta intermedia.

En la **fotografía 9** aparecen pilares de última planta que no tienen armadura de espera. Al quedar el forjado sólo apoyado, se producen mayores deformaciones en las vigas extremas y el funcionamiento real de la estructura se aleja del considerado en los cálculos.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DESPLAZADA EN PILARES

LÁMINA
28.11

A) FIGURA

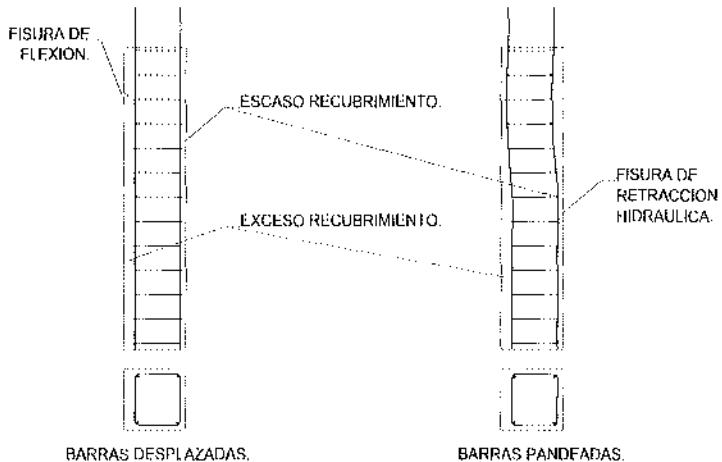


Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la armadura no queda bien aplomada y sujetada se desplaza, quedando en un lado con menor recubrimiento y expuesta a la corrosión, mientras que en el otro lado el recubrimiento es excesivo y se suele fisurar el hormigón en zona de flexión o a retracción hidráulica.

Cuando la armadura queda desplazada por no colocar separadores y una vez hormigonado el pilar se corrige su aplomado, la armadura aparece correctamente en su coronación, mientras que en el centro de su altura permanece pandeada con un cubrimiento excesivo en un lado y en el otro es mínimo, donde se acumula el árido grueso y suelen surgir fisuras horizontales de retracción hidráulica en el lugar de los cercos, que se pueden confundir con un pandeo. Los cercos, al no tener prácticamente recubrimiento y un diámetro fino, quedan más expuestos a la corrosión, y cuando sucede, al no quedar atadas las barras pandean, sucediendo el fallo por compresión.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DESPLAZADA EN PILARES

LÁMINA
28.11

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

Al quedar desplazada la armadura, el pilar tiene menos resistencia y queda más expuesta la armadura a la corrosión y al fuego en caso de incendio.

La mayor gravedad sucede cuando han desaparecido los cercos por corrosión en una cara y al pandear las barras el fallo sucede por compresión, que es una de las roturas más graves.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de separadores.
- No revisar minuciosamente la situación de la armadura.
- Corrección defectuosa del aplomado de las barras.
- Ejecutar un enfoscado de mayores dimensiones.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Al tratarse de un error generalizado, se le debe prestar más atención.
- Revisar muy bien el aplomado y colocación de separadores antes de hormigonar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Para evitar fisuras de retracción, tanto en la cara con recubrimiento escaso como excesivo, se puede colocar una malla de acero o fibra de vidrio y cubrirla con mortero predosificado.
- Si el pilar va a quedar sometido a flexión compuesta, es decir, con un elevado momento pudiéndose fisurar, sería conveniente reforzarlo, colocando armadura a su alrededor y proyectando hormigón o mortero.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DESPLAZADA EN PILARES

LÁMINA
28.11

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 10



Fotografía 11

En la **fotografía 10** se puede apreciar el escaso recubrimiento de las barras de las esquinas por haberse desplazado, mientras que en la otra cara el recubrimiento es excesivo.

En la **fotografía 11** el recubrimiento es excesivo, pudiéndose confundir con un desplazamiento de la armadura, aunque en este caso el error ha sido ejecutar un encofrado de dimensiones mayores de la necesaria.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES CON OMISIÓN DE CERCOS EN ZONA DE FORJADOS

LÁMINA
28.12

A) FIGURA

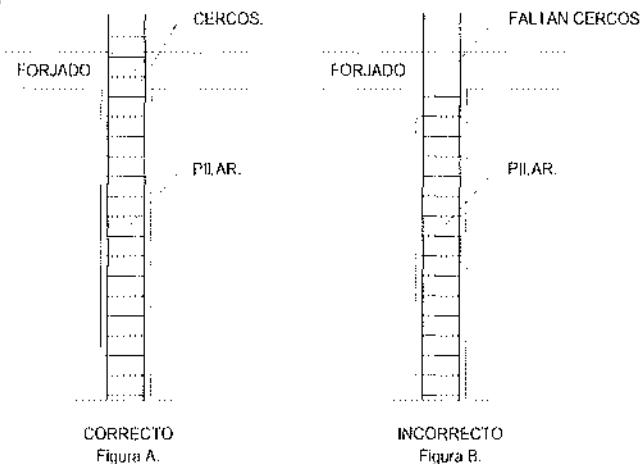


Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

Colocar cercos en la zona del forjado es laborioso pero es obligatorio y necesario, especialmente en pilares de esquina y de borde, ya que al entrar en carga las barras pandean por compresión al no quedar atadas. Existe mayor posibilidad de que pandeen cuanto mayor sea el canto del forjado, mayores los axiles o durante un movimiento sísmico.

En caso de producirse el fallo, implica bastante gravedad según la causa, pero aunque no se produzca el fallo total, quedará visible que no se ha cumplido con la instrucción.

En la **figura A**, se representa una sección en la que se indica que debe llevar cercos en la zona del forjado y en la **figura B** por error o por comodidad, se han omitido.

Aunque una estructura esté correctamente calculada, si no están bien estribados los nudos de las esquinas de las vigas con los pilares, puede producirse el fallo durante un movimiento sísmico. Los cercos en pilares se deben cerrar alternativamente en cada barra de las esquinas, pues si todos se cierran en la misma y quedan mal cerrados, al entrar en carga se pueden abrir y el fallo sucedería por compresión por pandeo de las barras.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES CON OMISIÓN DE CERCOS EN ZONAS DE FORJADOS

**LÁMINA
28.12**

C) IMPORTANCIA ★★★/ ★★★

El error se agrava al entrar el edificio en carga, especialmente si se trata de un pilar de esquina o fachada con forjados de mayores luces que somete al pilar a mayores axiles.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de cercos por error o por comodidad de no colocarlos.
- No revisar el técnico exhaustivamente la armadura.
- No venir indicado en los planos.
- También sucede cuando se emplea un hormigón de mayor resistencia en pilares y menor en forjados.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien el estribado de los pilares.
- Disponer de un personal lo suficientemente especializado para evitar este y otros tipos de errores graves.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Una vez ejecutado el forjado tiene difícil solución, ya que los cercos deben estar cerrados. Como mejora se le pueden colocar cercos sin cerrar, realizando rozas e introduciéndolos en el pilar, quedando sujetos con resina epoxi (**detalle A**) o colocando placas de acero sujetas con espirros (**detalle B**), indicados en la **figura 14**.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

PILARES CON OMISIÓN DE CERCOS EN ZONAS DE FORJADOS

LÁMINA
28.12

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 12

En la **fotografía 12** se puede apreciar el pandeo de las barras por haberse omitido los cercos en esa zona. La causa en este caso ha sido un movimiento sísmico que durante su transcurso han aumentado los axiles y han ocasionado los daños. Mucho más grave sería si el fallo se hubiera producido sólo por cargas gravitatorias, ya que al seguir actuando sí suele producirse el colapso.

De lo expuesto se puede comprender la importancia de colocar los cercos en las zonas del forjado.

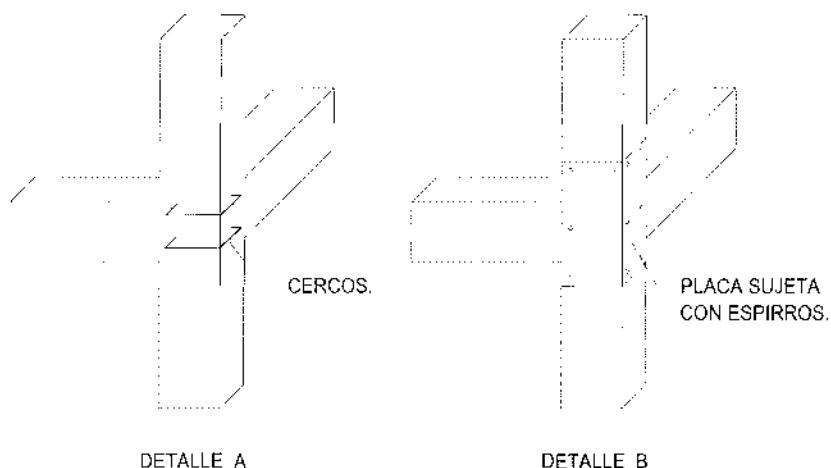


Figura 14

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

NUDOS CON HORMIGÓN DE MENOR RESISTENCIA

LÁMINA
28.13

A) FIGURA

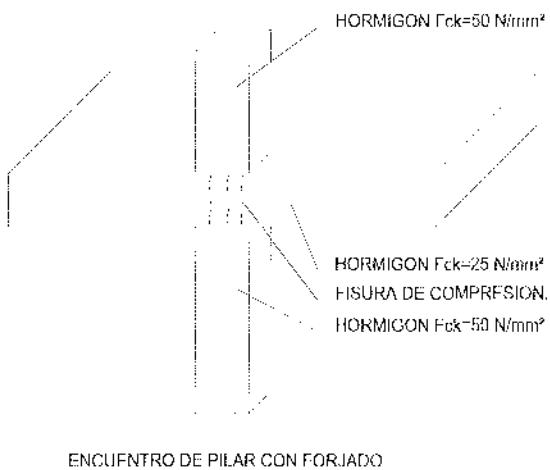


Figura 15

B) CARACTERÍSTICAS

En edificios altos, para obtener menor dimensión de los pilares hay quien calcula la estructura con un hormigón de mayor resistencia para los pilares y menor para el forjado. Esta técnica tiene el inconveniente de que suele hormigonarse el forjado y después los pilares, lo cual hace que la zona del pilar ocupada por el forjado quede con un hormigón de menor resistencia, y cuando el edificio entre en carga, pueden aparecer fisuras verticales de compresión en esa zona.

Reducir las dimensiones de los pilares también presenta los inconvenientes siguientes:

- Se reduce la superficie a punzonamiento.
- Aumentan las deformaciones en las crujías de borde al tener los pilares menor rigidez.
- Queda menos espacio en los pilares para colocar la armadura.
- Al quedar los pilares muy armados, no suele quedar el espacio suficiente para la colocación de la armadura superior de las vigas.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

NUDOS CON HORMIGÓN DE MENOR RESISTENCIA

**LÁMINA
28.13**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende del axil que soporte el pilar. Es más grave en pilares de plantas inferiores.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prestar la atención suficiente en obra, que debe estar muy controlada.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Es conveniente utilizar la misma resistencia de hormigón en forjados y pilares.
- Si se desean pilares de menores dimensiones se pueden colocar soportes metálicos. Estos tienen el inconveniente de que aumentan las deformaciones del forjado y hay que colocar una placa para evitar el punzonamiento y protegerlos contra incendios.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar placas metálicas que conecte el pilar inferior con el superior cubriendo la zona de menor resistencia.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURAS DE ARRANQUE INSUFICIENTE

LÁMINA
28.14

A) FIGURA

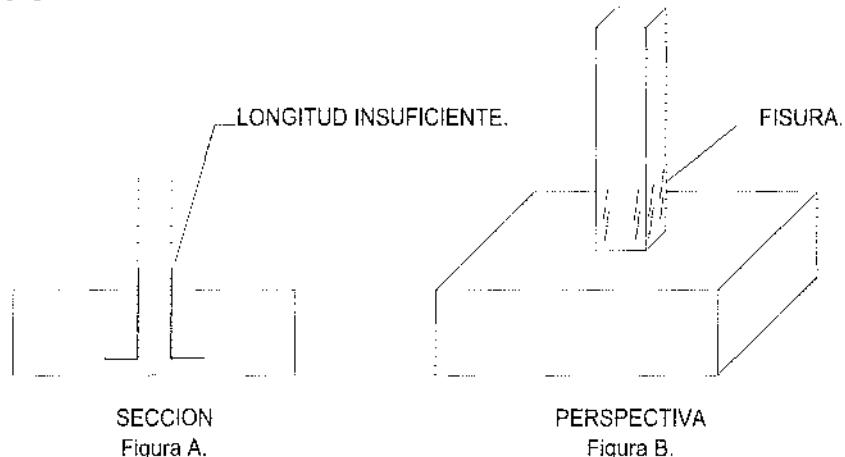


Figura 16

B) CARACTERÍSTICAS

La armadura de arranque de la cimentación debe tener la longitud suficiente para recibir la carga que le llega del pilar. Esta longitud depende de la resistencia del hormigón y del diámetro de las barras, pues cuanto mayor sea más longitud precisará.

Cuando la armadura queda corta (**figura A**) y no puede recibir el axil que le transmite las barras del pilar, aparece una fisura en su base al deslizar (**figura B**). Ésta a veces tiene discontinuidad y no se debe confundir con una corrosión de la armadura por humedad de capilaridad que es abierta.

El fallo comentado suele suceder en pilares con grandes axiles donde se emplean barras de $\varnothing > 20$ mm.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA DE ARRANQUE INSUFICIENTE

**LÁMINA
28.14**

C) IMPORTANCIA ★★

La gravedad es mayor cuanto más corta sea la espera y más elevado el axil.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Surge por insuficiente longitud de la armadura de arranque de la zapata y por no quedar bien atada con la del pilar.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien la armadura antes de hormigonar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Asegurar la continuidad mediante soldadura con la armadura del pilar.
- Cuando la armadura no es soldable, se puede proceder a realizar taladros en la cimentación, introduciendo barras impregnadas con resina epoxi con la longitud de anclaje adecuada.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE PATILLAS EN VIGAS (PATILLA VERTICAL)

LÁMINA
28.15

A) FIGURA

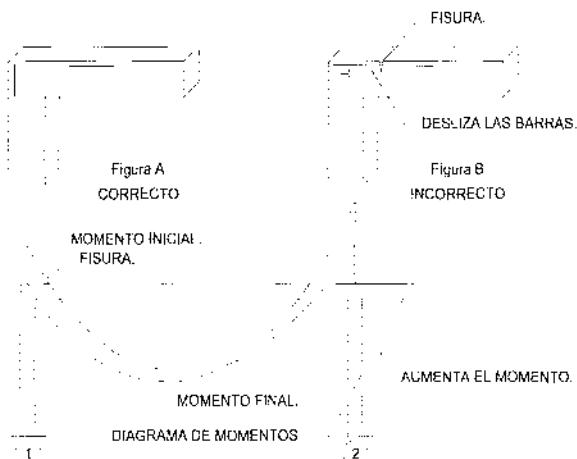


Figura 17

B) CARACTERÍSTICAS

El error de omitir las patillas en los extremos de vigas se produce con cierta frecuencia en obra, ya que, a veces, se ignora la importancia que supone.

Tiene el inconveniente de que la armadura al no tener anclaje desliza en el hormigón y al no trabajar ocasiona una fisura de flexión cerca del apoyo como aparece en la **figura B**, afectándole de la forma siguiente:

- Aumentan las deformaciones.
- Aumenta el momento en el vano, quedando insuficiente la armadura.
- Aumenta el momento negativo cerca del pilar 2, quedando la armadura con sección insuficiente.
- Al fisurarse la viga cerca del apoyo queda con menor resistencia a cortante.
- Aumentan los cortantes hiperestáticos cerca del pilar 2 y a los estribos les haría falta mayor sección.
- Aumenta el momento flector del pilar 2.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE PATILLAS EN VIGAS (PATILLA HORIZONTAL)

LÁMINA
28.15

A) FIGURA

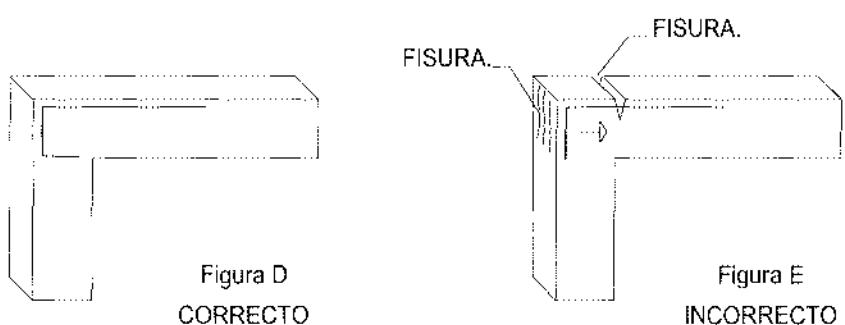


Figura 18

B) CARACTERÍSTICAS

En las vigas planas con barras de $\varnothing > 20$ mm, se necesitan mayor longitud de anclaje que excede de su canto y precisa doble patilla, dificultando su elaboración (**figura D**). Si se coloca sólo una patilla, al tener menor longitud de anclaje intenta deslizar y salir la patilla por el lateral de la viga, apareciendo fisuras verticales como la que se indican en la **figura E**. Más adelante cuando deslice totalmente la armadura, romperá a flexión por su cara superior.

Si no se desea colocar doble patilla se puede optar por lo siguiente:

- Reducir el diámetro de las barras.
- Si el número de barras no cabe con la separación adecuada, ensanchar la viga o colocar la armadura en dos capas.
- Aumentar el número de barras en más de lo necesario para que la suma de todas cumplan con la longitud de anclaje.
- Colocar las patillas en diagonal con su longitud de anclaje.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE PATILLAS EN VIGAS

**LÁMINA
28.15**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende de la solicitud a que esté sometida la viga.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omitir las patillas.
- No revisar exhaustivamente la armadura.
- Personal poco especializado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar si se ha producido la rotura.
- Revisar muy bien la armadura antes de hormigonar.
- Si no está hormigonada la viga, colocar la armadura correcta.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Añadir armadura nueva.
- Aumentar la sección.
- Reducir la solicitud y reparar fisuras.
- Soldar patillas a la armadura existente.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE PATILLAS EN VIGAS

LÁMINA
28.15

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 13

En la **fotografía 13** se puede apreciar como han omitido las patillas en la viga que le llega al pilar. Cuando se produce este error se debe desconfiar, ya que lo más probable es que existan otros, pues ello nos demuestra la insuficiente preparación del ferralla y del encargado para corregirlo.

En dicha fotografía también se detectan los errores siguientes:

- Falta de longitud de la armadura de espera del pilar, ya que las barras están cortadas a nivel del forjado.
- Omisión de separadores en viga, lo cual hace que las barras no queden con recubrimiento suficiente, más expuestas a la corrosión y tengan menor adherencia.
- Colocación de estribos defectuosos, ya que algunos están inclinados y se han cerrado en la zona superior de tracción cuando se deben cerrar en zona de compresión. Hubiera sido más correcto ejecutar un estribo entero y otro en el centro, ya que de esta forma quedan más capacitados para soportar torsiones que elaborándolos en dos partes.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE SEPARADORES EN VIGAS

LÁMINA
28.16

A) FIGURA

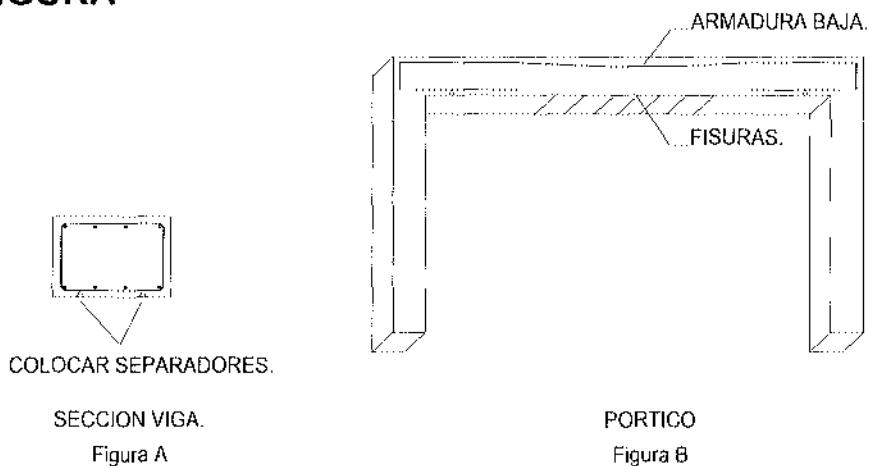


Figura 19

B) CARACTERÍSTICAS

La instrucción en vigor obliga a colocar separadores en las vigas, también llamados calzos o distanciadores. Ver **figuras A y B**.

Cuando no se colocan presentan los inconvenientes siguientes:

- En caso de anomalías en obra, lo más probable es que se detecten otros errores y nos demuestren que se está incumpliendo con la instrucción en vigor.
- Los estribos quedan sin recubrimiento y más expuestos a la corrosión y durante un incendio.
- El enyesado de los techos corroe los cercos del centro de la viga que quedan más bajos.
- La armadura inferior sólo queda con el recubrimiento del diámetro de los estribos y por lo tanto con menos adherencia y longitud de anclaje.
- La armadura superior queda baja con un recubrimiento excesivo y menor canto útil, aumentando la deformación
- Los cercos se marcan en la cara inferior del centro de la viga con fisuras de retracción plástica parecidas a la de flexión.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE SEPARADORES EN VIGAS

**LÁMINA
28.16**

C) IMPORTANCIA ★★

Aunque la viga queda con algo menos de resistencia, menos longitud de anclaje y adherencia y la deformación es mayor, el problema se complica y agrava cuando existen también otras causas o se corroa la armadura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No indicarlo en los planos.
- Personal poco especializado.
- No revisar detalladamente la colocación de la armadura.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien la colocación de la armadura.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si ya está hormigonada la viga, aplicar un mortero predosificado en la base de la viga con el espesor suficiente para que la armadura cumpla con la longitud de anclaje y protección.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE SEPARADORES EN VIGAS

LÁMINA
28.16

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 14



Fotografía 15

En la **fotografía 14** se puede apreciar como al omitir los separadores hay estribos que han quedado sin cubrir por el hormigón.

En la **fotografía 15** se puede apreciar como al no tener separadores los estribos y quedar muy superficiales se están corroyendo, debido a la frecuente entrada de agua por una junta de dilatación deteriorada.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIBRADO DEFICIENTE EN VIGAS

LÁMINA
28.17

A) FIGURA

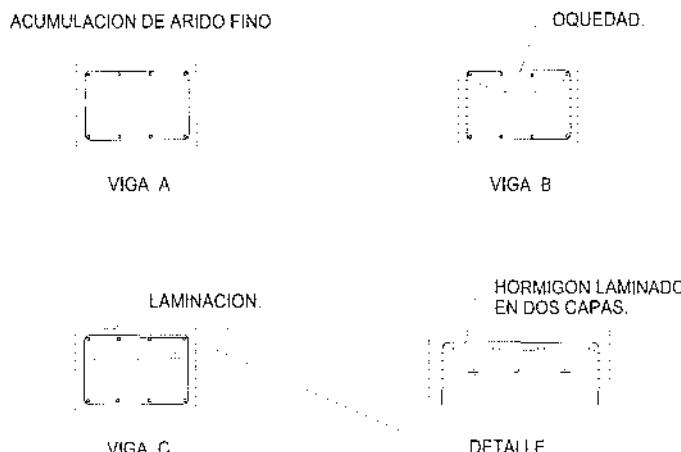


Figura 20

B) CARACTERÍSTICAS

Los vibrados defectuosos son frecuentes en elementos mal predimensionados con armadura excesiva, como sucede en vigas de dimensiones muy reducidas, dado que al llegar a los pilares la armadura no tiene espacio para pasar entre las barras del pilar y hay que colocarlas muy unidas o en dos capas, donde tiene bastante dificultad el hormigón para penetrar.

Estas vigas cerca de los pilares, una vez vibradas, presentan los inconvenientes siguientes:

- A. El hormigón de la zona superior queda más fluido, se produce mayor asentamiento plástico y las barras quedan con menos adherencia.
- B. Se producen oquedades que dejan a las barras con menos adherencia y queda la viga con menos resistencia a cortante.
- C. Al descender el hormigón se puede laminar y quedar dividida en dos capas, lo cual le afecta a la adherencia de la armadura y ocasiona mayor deformación.

Estos problemas no se aprecian a simple vista, por lo que se le debe prestar más atención.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIBRADO DEFICIENTE EN VIGAS

LÁMINA
28.17

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

La gravedad depende del tipo de fallo. Es más grave cuando existe oquedad, ya que se reduce bastante la resistencia a cortante, lo cual conlleva a una rotura que puede ser rápida.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Armado excesivo en vigas mal predimensionadas.
- Hormigonado y vibrado deficiente.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Solicitar un aumento de sección de las vigas cuando tengan un armado excesivo, ya que también suelen presentar otros problemas como el de tener mayor deformación, ser más cara por precisar más armadura y quedar los estribos muy unidos, dificultando el hormigonado y el vibrado.
- Los armados excesivos en zona de flexión pueden ocasionar en su zona opuesta rotura de compresión.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Comprobar por ultrasonido u otro sistema si existen oquedades por hormigonado defectuoso.
- La reparación depende del problema. Si existen varios, se puede solucionar aumentando las dimensiones de la viga.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIBRADO DEFICIENTE EN VIGAS

LÁMINA
28.17

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 16



Fotografía 17

En la **fotografía 16** se aprecia una viga donde la separación de barras no es correcta, ha quedado sin hormigonar, sin estribar y las viguetas han quedado cortas.

En la **fotografía 17** en vez de cegar las bovedillas han colocado un saco de papel, reduciendo la sección de la viga.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE TALADROS EN VIGAS Y FORJADOS RETICULARES

LÁMINA
28.18

A) FIGURA

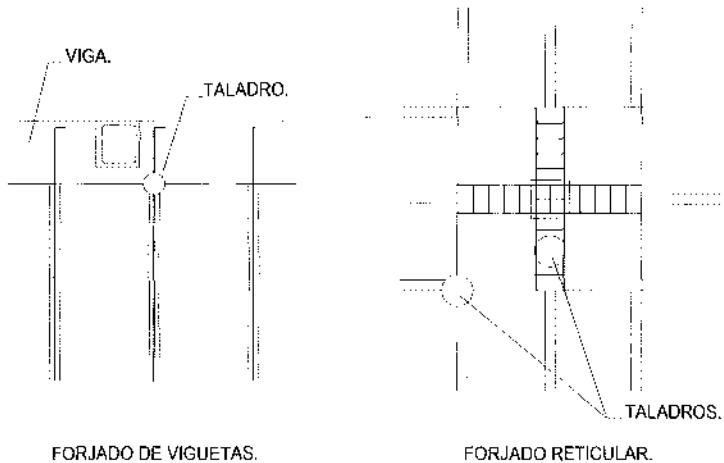


Figura 21

Se indican los sitios donde más daños ocasionan los taladros los cuales no se deben permitir bajo ningún concepto.

B) CARACTERÍSTICAS

La realización de taladros en forjados para el paso de canalizaciones es una práctica habitual hoy día en obras. El problema está en que se realizan sin ninguna consideración cortando vigas, zunchos, nervios y viguetas con su armadura incluida.

Las vigas cortadas quedan con menor resistencia a flexión y cortante, al mismo tiempo que cuando entra en servicio la edificación se producen en ellas mayores deformaciones.

En una viga no se deben abrir huecos para paso de canalizaciones. Si es imprescindible, se puede optar por colocar un pasatubo antes del hormigonado, comprobando que la sección de la viga tiene la resistencia suficiente o bien ensanchar la viga en esa zona.

Cuando la deformación de la viga es excesiva, puede terminar rompiendo el conducto que pasa por ella.

En un forjado reticular no se debe colocar el pasatubo en la zona de las crucetas, ya que reduciría la resistencia a punzonamiento. Si es imprescindible, se pueden colocar las crucetas en diagonal.

No se deben taladrar nunca los nervios alrededor de los ábacos.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE TALADROS EN VIGAS Y FORJADOS RETICULARES

**LÁMINA
28.18**

C) IMPORTANCIA ★★/★★

La gravedad depende del lugar donde se realice el taladro. Cerca del pilar es más perjudicial, ya que deja a la viga con menos resistencia a flexión y cortante. Si es de borde también a torsión.

Al cortar algunas barras de negativo, las otras quedan sometidas a mayores tensiones.

Aumenta el riesgo durante un movimiento sísmico.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Falta de vigilancia para evitar este tipo de anomalía.
- Personal poco especializado y desconocedor de los daños que ocasiona.
- Ausencia en las plantas de forjados donde se deben realizar los taladros.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Vigilar muy bien la obra para que no se produzca este fallo.
- No emplear maquinas taladradoras y colocar sólo pasatubos, comprobando que las vigas queden con la resistencia suficiente.
- Marcar los taladros por la zona inferior del forjado.
- En la fase de proyecto, se debe superponer los planos de estructura con los de instalaciones para determinar los puntos de paso de las instalaciones y no tener que taladrar vigas, viguetas o nervios.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Antes de que la viga entre en carga, se pueden soldar barras a las que están cortadas y llenar los taladros con mortero epoxi.
- Reforzar con platabandas de acero o fibras de carbono.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE TALADROS EN VIGAS Y
FORJADOS RETICULARES

LÁMINA
28.18

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 18



Fotografía 19

En la **fotografía 18** aparece una viga que la han taladrado en el centro de su luz cortando barras, estribos, incluso negativo de vigueta, sin tener en consideración que es la zona de mayores momentos positivos y al dejarla con menor resistencia, se producirán mayores deformaciones.

En la **fotografía 19** han perforado varias veces la misma viga sin ninguna consideración. El técnico no debe permitir estas prácticas y debe indicar que los taladros se marquen desde abajo hacia arriba, es decir, marcarlos por la zona inferior del forjado.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE TALADROS EN VIGAS Y
FORJADOS RETICULARES

LÁMINA
28.18

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 20



Fotografía 21

En las **fotografías 20 y 21** han realizado varios taladros indiscriminadamente, cortando toda la armadura que se encuentra a su paso.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

REALIZACIÓN DE TALADROS EN VIGAS Y
FORJADOS RETICULARES

LÁMINA
28.18

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 22



Fotografía 23

En la **fotografía 22** se puede apreciar como han realizado varios taladros en las vigas, debilitándolas. En la **fotografía 23** se puede apreciar en el hueco de uno de los taladros como han cortado también las barras de las vigas.

Estas anomalías, de momento pasan desapercibidas, pero al quedar la estructura con menos resistencia, al entrar en servicio se manifiesta con un aumento de las deformaciones y durante un movimiento sísmico se corre mayor riesgo.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA EN CAPA DE COMPRESIÓN MAL SITUADA

LÁMINA
28.19

A) FIGURA

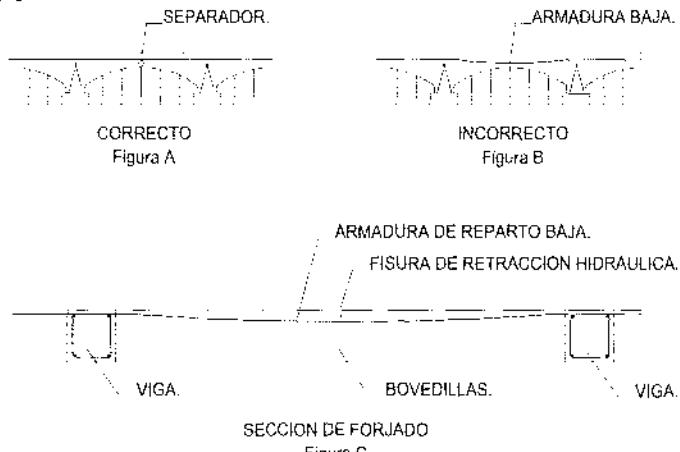


Figura 22

B) CARACTERÍSTICAS

La armadura de reparto en capa de compresión debe apoyarse sobre separadores y quedar bien atada y solapada.

Si no se colocan separadores y la armadura descansa directamente sobre las bovedillas, es probable que surjan fisuras de retracción hidráulica en la capa de compresión, especialmente en época muy calurosa con hormigones de consistencia baja.

Cuando se omiten los separadores en forjados reticulares con casetones recuperables, al quedar baja la armadura de reparto se aprecia, incluso suelen aparecer manchas de óxido por estar más expuestas a la corrosión.

La armadura de reparto formada por mallas debe quedar muy bien solapada y atada, ya que de no ser así suelen surgir fisuras de retracción hidráulica a distancias periódicas donde terminan las mallas.

En la **figura A** se representa una sección del forjado con la posición correcta de la armadura de reparto y en la **figura B** ha quedado baja al omitirse los separadores.

En la **figura C** se indica el tipo de fisura que suele surgir cuando se omiten los separadores. Ésta sucede en sentido transversal a las viguetas, al ser zona de compresión terminan cerrándose.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA EN CAPA DE COMPRESIÓN MAL SITUADA

**LÁMINA
28.19**

C) IMPORTANCIA *

La rotura por retracción y la corrosión que se pueda producir es de carácter leve.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Falta de atención o no desear colocar los separadores.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar el montaje de la armadura para que quede bien situada, solapada y atada.
- Emplear mallazos de diámetro 6 mm para evitar su excesiva deformación.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si ya está hormigonado el forjado y han surgido fisuras de retracción hidráulica en la capa de compresión, esperar de dos a tres meses para que se haya completado más la retracción o esperar la época fría y enlechar con cemento las fisuras.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

ARMADURA EN CAPA DE COMPRESIÓN MAL SITUADA

LÁMINA
28.19

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 24



Fotografía 25

En la **fotografía 24** se detalla como están hormigonando un forjado unidireccional donde no han colocado separadores y la armadura de reparto queda baja, apoyada directamente sobre las bovedillas.

En la **fotografía 25** se puede apreciar como la armadura de reparto de un forjado reticular con casetones recuperables no está atada. También han omitido los separadores y cuando extraigan los casetones se apreciará la armadura y la de sustentación llamada "aviones". Dicha armadura al quedar al descubierto, existe bastante posibilidad de que se corroa, especialmente si la edificación queda situada en zona marítima a pie de playa.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

INTERRUPCIÓN DEL HORMIGONADO EN LUGAR INADECUADO

LÁMINA
28.20

A) FIGURA

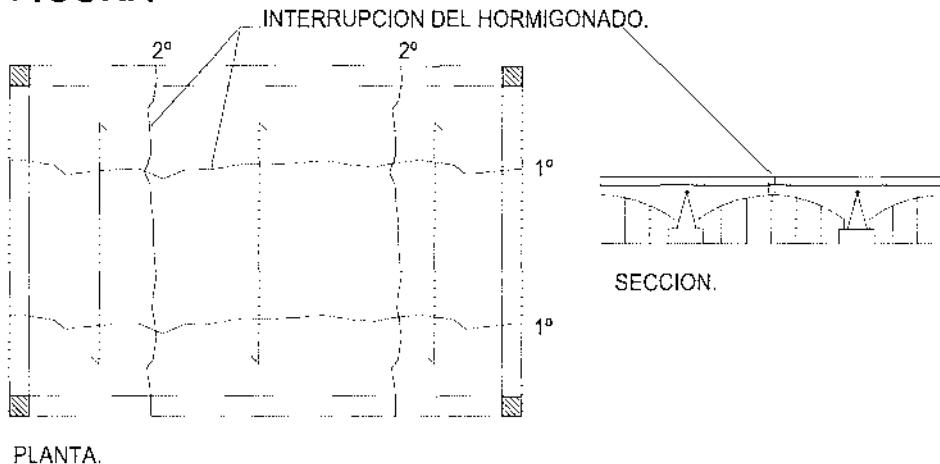


Figura 23

B) CARACTERÍSTICAS

Una anomalía frecuente consiste en interrumpir el hormigonado en lugar inadecuado.

Las juntas de hormigonado, es conveniente ejecutarlas en las zonas siguientes:

- Entre un cuarto y un quinto de la luz de las viguetas, con preferencia en las viguetas de menor luz.
- En los puntos de inflexión de los momentos flectores de las vigas. Suele ser entre un cuarto y un quinto de la luz, con preferencia en las vigas de menor luz, situándose entre dos viguetas.
- Cuando la junta de hormigonado se sitúe en una viga, es importante que el hormigonado se interrumpa con una inclinación de 45°.

Las juntas de hormigonado deficientes se suelen marcar en los cambios dimensionales de origen térmico y durante un movimiento sísmico.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

INTERRUPCIÓN DEL HORMIGONADO EN LUGAR INADECUADO

**LÁMINA
28.20**

C) IMPORTANCIA ★/ ★★/ ★★★

La fisura es leve, aunque si aparece en la viga cortándola por retracción, se agravaría el problema dependiendo del lugar donde se sitúe la rotura y de si la corta totalmente.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Interrupción de hormigonado en lugar incorrecto.
- Juntas de hormigonado sucias o muy calientes que dificultan la unión de los hormigones.
- Personal poco capacitado.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Indicar donde se debe interrumpir el hormigonado.
- Procurar que las juntas estén limpias y haya transcurrido el menor tiempo posible entre hormigonados.
- Si el forjado está muy caliente por la acción solar, regarlo para enfriarlo.

F) POSIBLES REPARACIONES

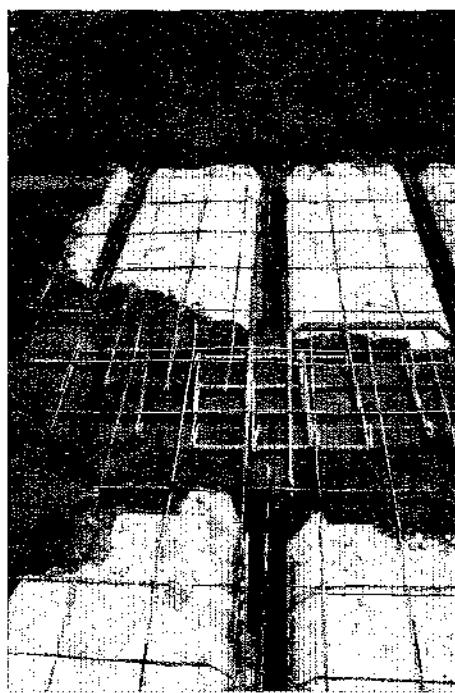
- Si la fisura se sitúa en lugar de importancia, colocar una armadura de cosido, y si no la tienen, se puede cubrir con un simple enlechado de cemento.
- Si han roto las vigas habría que repararlas, aunque en éstas no suele surgir fisuras hasta dos o tres años desde su ejecución y en edificios de mayor longitud.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

INTERRUPCIÓN DEL HORMIGONADO EN LUGAR INADECUADO

LÁMINA
28.20

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 26

En la **fotografía 26** se puede detectar como la interrupción del hormigonado no se ha realizado entre un cuarto y un quinto de la luz de las viguetas y sí cerca de la viga donde los cortantes son mayores. Un error aún mayor es hormigonar la viga en dos fases, interrumpiendo el hormigonado a la mitad de su altura, donde después se producirá un esfuerzo rasante como se puede observar en dicha fotografía.

Cuando en obra se detecta un error de esta clase se debe desconfiar, ya que ello nos demuestra que el personal no tiene la suficiente preparación y se producirán bastantes anomalías.

En la misma fotografía se puede apreciar la ausencia de separadores en la armadura de reparto y como los estribos no cierran todos en zona de compresión.

Es muy importante en los forjados reticulares no interrumpir el hormigonado en la zona de los ábacos ni en los nervios alrededor de los ábacos, puesto que es donde se producen los mayores cortantes.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIGUETAS EN VOLADIZO SIN CONTINUIDAD

LÁMINA
28.21

A) FIGURA

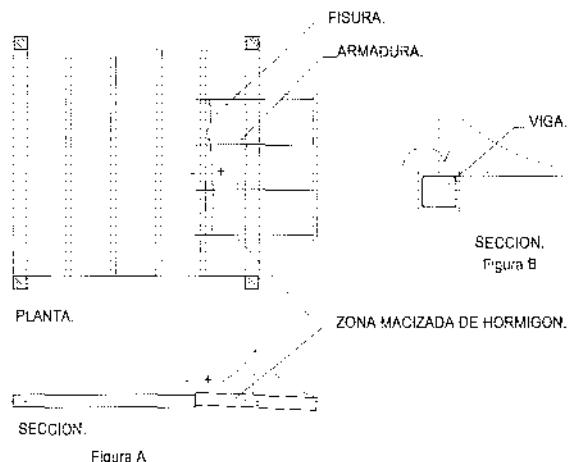


Figura 24

B) CARACTERÍSTICAS

Las viguetas en voladizos deben tener continuidad con las que le preceden, ya que en caso de estar cambiada la dirección del forjado y no tener continuidad, se produciría el vuelco del voladizo. Para evitarlo se macizan de hormigón las zonas de bovedillas que preceden a las viguetas del voladizo **figura A**.

También se puede optar por anclar la armadura de negativo de las viguetas en la viga, la cual quedaría trabajando a torsión de equilibrio (**figura B**), solución que siempre que sea posible se debe evitar.

Cuando se inicia el vuelco aparece una fisura cerrada en distintos planos paralela a las viguetas, igual que la de flecha.

En la **figura A** se indica con el signo + la zona de forjado que se eleva y con signo - la que permanece estable.

En estos casos se debe apuntalar sin demora antes de que se produzca el desplome del voladizo por vuelco.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIGUETAS EN VOLADIZO SIN CONTINUIDAD

LÁMINA
28.21

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Se trata de un problema grave, ya que el vuelco se suele producir sin previo aviso, aunque en determinados casos surge una fisura en el forjado detrás del voladizo indicando que se va a producir el vuelco.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Ejecutar voladizos sin continuidad.
- Diseño de proyecto donde no se ha previsto este fallo.
- Olvidar macizar la zona de bovedillas que termina rompiendo por compresión en su zona inferior.
- Olvidar colocar la armadura negativa del voladizo.
- No prestar la suficiente atención a las zonas problemáticas.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Apuntalar con urgencia.
- No diseñar voladizos sin continuidad.
- Prestar especial atención a las zonas problemáticas.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Dotar al voladizo de continuidad.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIGUETAS EN VOLADIZO SIN CONTINUIDAD

LÁMINA
28.21

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 27



Fotografía 28

En la **fotografía 27** aparece un voladizo ejecutado con viguetas que no tiene continuidad con las que le preceden.

En la **fotografía 28** aparece un voladizo que soporta un cerramiento ejecutado con viguetas sin ninguna continuidad. Está expuesto a mayor deformación, a un posible vuelco, y al quedar muy comprimidas las bases de las bovedillas que preceden a las viguetas, lo más probable es que rompan a compresión y se desprendan.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ZUNCHO DE PUNTA EN VIGUETAS DE VOLADIZOS

**LÁMINA
28.22**

A) FIGURA

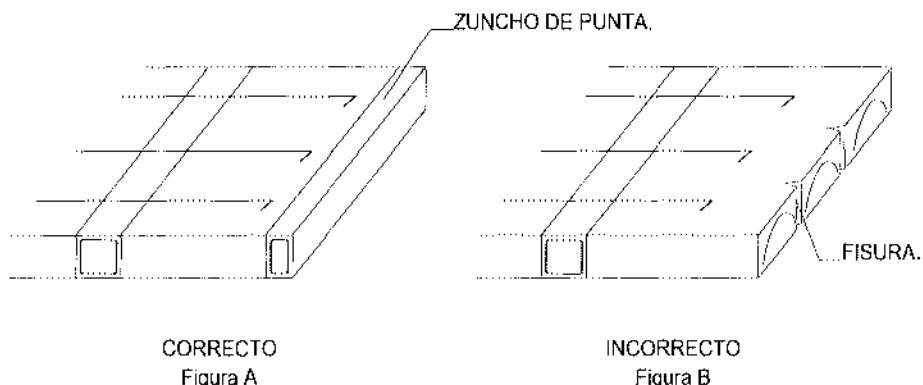


Figura 25

B) CARACTERÍSTICAS

En los voladizos se deben colocar en las cabezas de las viguetas un zuncho de punta como se indica en la **figura A**. Éste tiene las finalidades siguientes:

- Evita fisuras de retracción hidráulica y térmica a distancias periódicas en el canto del forjado, como se indica en la **figura B**.
- Evita fisuras por deformación diferencial entre viguetas.
- Evita que penetre la humedad por las bovedillas cegadas.

En estos zunchos es frecuente la corrosión de su armadura inferior cuando no se coloca goterón para que discurre el agua de lluvia y aunque no implica gravedad, no resulta agradable la presencia de barras corroídas.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ZUNCHO DE PUNTA EN VIGUETAS DE VOLADIZOS

LÁMINA
28.22

C) IMPORTANCIA *

Sólo aparecen fisuras de retracción o flecha y la posibilidad de que pueda penetrar la humedad, aunque no implica gravedad.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No venir indicado el zuncho de punta en el proyecto.
- No estar revisada la obra por un técnico.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar la estructura antes de hormigonar.
- Colocar el zuncho antes de hormigonar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Picar el lateral del forjado, añadir el zuncho y hormigonar.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ZUNCHO DE PUNTA EN VIGUETAS DE VOLADIZOS

LÁMINA
28.22

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 29



Fotografía 30

En las **fotografías 29 y 30** se pueden apreciar voladizos donde han omitido el zuncho de punta. Esto suele ocasionar fisuras de retracción a distancias periódicas y que pueda penetrar la humedad por las bovedillas una vez cegadas.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIGAS EN ESQUINAS DE VOLADIZOS

LÁMINA
28.23

A) FIGURA

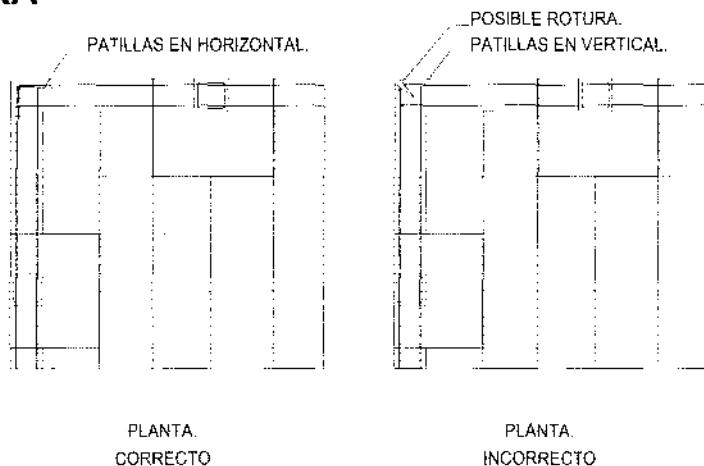


Figura 26

B) CARACTERÍSTICAS

La armadura de las vigas que terminan en esquina es conveniente que lleve patillas que dobran en horizontal, ya que cuando terminan en vertical, debido a las tensiones que se producen en el nudo, a las torsiones que se ocasionan las vigas y a las retracciones, existe mayor posibilidad de que se fisure la viga a 45° como se indica en la **figura 26**.

La anomalía comentada, aunque no implica gravedad, es frecuente y la mayoría de las veces suele ser por desconocimiento de los técnicos, o por no revisar detalladamente el montaje de las armaduras.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

VIGAS EN ESQUINAS DE VOLADIZOS

LÁMINA
28.23

C) IMPORTANCIA *

Normalmente la rotura suele estar ocasionada por retracción y torsión secundaria, y aunque no implica gravedad, al penetrar la humedad por la rotura es probable que termine corroyéndose la armadura.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de patillas horizontales o colocar las patillas en vertical.
- No estar indicado en los planos como ejecutar las patillas.
- No revisar detenidamente la armadura.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Repasar antes de hormigonar y comprobar que se han realizado las patillas en horizontal.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Colocar barras en escuadras que tengan patillas.
- Reparar la rotura con mortero o resina epoxi una vez colocadas las patillas.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

BARRAS NEGATIVAS DE VIGAS FUERA DE LOS ESTRIBOS

LÁMINA
28.24

A) FIGURA

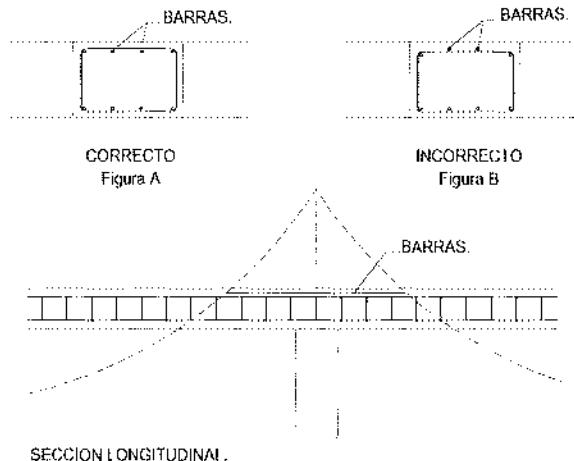


Figura 27

B) CARACTERÍSTICAS

La armadura de negativos en vigas tiene la misión de soportar los momentos flectores en la zona superior de los nudos. Estas barras deben quedar envueltas por los estribos, ya que en caso contrario presentan los inconvenientes siguientes:

- Queda con menor recubrimiento y más expuesta a la corrosión.
- Al tener menor recubrimiento queda con menos adherencia y precisa mayor longitud de anclaje.
- En caso de invertirse los momentos, como pudiera ser por un movimiento sísmico o un elevado descenso del pilar, las barras quedarían trabajando a compresión y pandearían desconectándose del hormigón al no estar sujetas por los estribos y quedar con escaso recubrimiento. Se podría comparar a las barras de un pilar trabajando a compresión, que no quedan sujetas por los cercos.
- Al quedar con menor recubrimiento, es probable que en época calurosa durante el fraguado aparezcan fisuras longitudinales sobre las barras por retracción hidráulica en estructuras vistas.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

BARRAS NEGATIVAS DE VIGAS FUERA DE LOS ESTRIBOS

**LÁMINA
28.24**

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La importancia depende de las solicitudes que tenga que soportar la viga y de si se ha aumentado la longitud de anclaje.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Personal poco especializado.
- No revisar con detalle el montaje de la armadura.
- Error en su colocación.
- Ignorar como le perjudica, situando las barras fuera de los estribos.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar muy bien la armadura antes de hormigonar.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Soltar la armadura y situarla dentro de los estribos.
- Si ya está hormigonada la viga, situar sobre las barras estribos en "u" que se colocan en la viga, realizando taladros e introduciéndolos con resina epoxi.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ARMADURA NEGATIVA DE VIGUETAS

LÁMINA
28.25

A) FIGURA

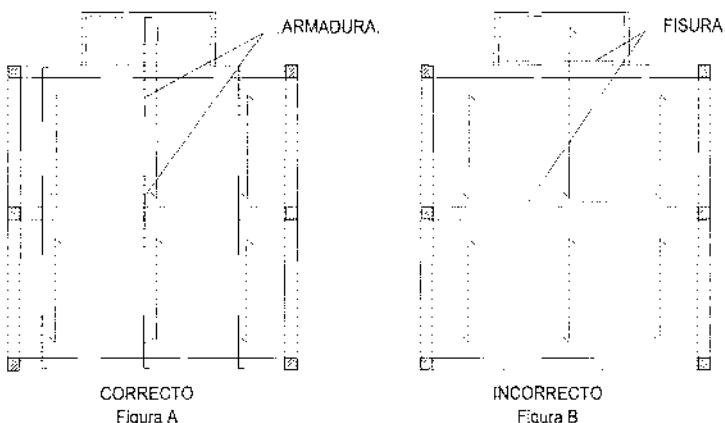


Figura 28

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados unidireccionales de viguetas deben llevar armadura para soportar los momentos flectores negativos, ya que en caso de omisión o quedar situada muy baja la armadura ocurre lo siguiente:

- Si se trata de un vano central, se fisura el hormigón y sucede lo siguiente:
 - Aumentan los momentos en el centro de las viguetas y queda insuficiente.
 - Aumentan las deformaciones.
 - Al romper el hormigón cerca del apoyo, quedan las viguetas con menor resistencia a cortante.
- Si se trata de un voladizo, rompería y se desplomaría.

Se debe prestar especial atención a los voladizos pequeños de aproximadamente un metro, pues cuando se omite la armadura no se suele caer con el peso propio, ya que el hormigón es capaz de soportar tracciones y cuando actúa el peso de personas se desploma instantáneamente, mientras que si el vuelo es mayor y no se ha colocado la armadura, al desencofrarlo se desploma.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

OMISIÓN DE ARMADURA NEGATIVA DE VIGUETAS

**LÁMINA
28.25**

C) IMPORTANCIA ★★/ ★★★

Depende de la luz y solicitud que tengan que soportar las viguetas. La mayor gravedad sucede cuando se omite la armadura en voladizos, especialmente con vuelos pequeños que no rompen hasta que están a plena carga.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Colocar baja la armadura.
- Olvidar colocar la armadura.
- Omitir la armadura en los planos.
- No revisar el armado antes de hormigonar.
- Anclaje insuficiente de la armadura.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Revisar la armadura antes de hormigonar, especialmente la situada en voladizos.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Si no está hormigonado el forjado, colocar la armadura necesaria.
- Si está hormigonado el forjado realizar rozas, introducir la armadura necesaria con la suficiente longitud de anclaje en voladizos y cubrir con mortero epoxi.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

MONTAJE ERRÓNEO DE ARMADURA DE ESCALERA

LÁMINA
28.26

A) FIGURA

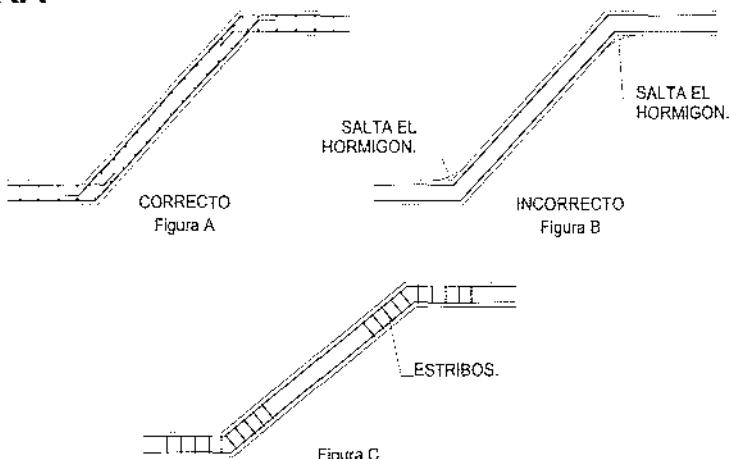


Figura 29

B) CARACTERÍSTICAS

Las escaleras son un elemento que con cierta frecuencia sólo incluyen un detalle genérico en los planos y no con el desarrollo de todas las plantas de como se debe ejecutar. Ante esta situación la mayoría de las veces el contratista las suele construir con su mejor criterio, no siendo siempre el más adecuado.

Uno de los errores más usuales consiste en no estar definido donde y como se debe apoyar la escalera y como situar la armadura.

En el **detalle A** se indica como debe quedar anclada la armadura de las esquinas para que cuando comience a trabajar no se proyecte al vacío y se salga del hormigón, como sucedería en el caso de la **figura B**.

28. ERRORES USUALES DE EJECUCIÓN

MONTAJE ERRÓNEO DE ARMADURA DE ESCALERA

LÁMINA
28.26

C) IMPORTANCIA ★/ ★★

La importancia depende de la longitud de la losa y de la solicitud que tenga que soportar.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Omisión de planos con detalles de ferralla de escaleras.
- No revisar la armadura antes de hormigonar.

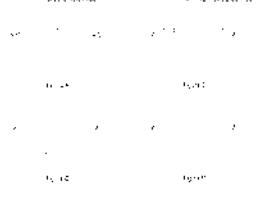
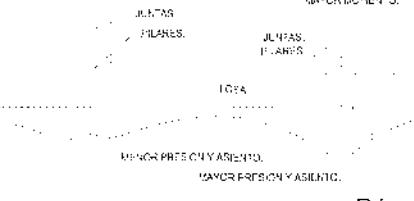
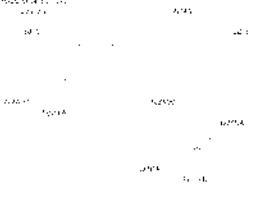
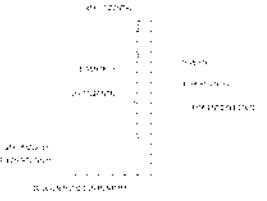
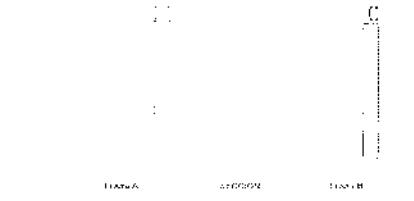
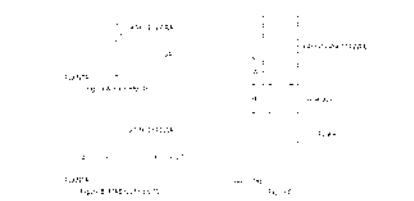
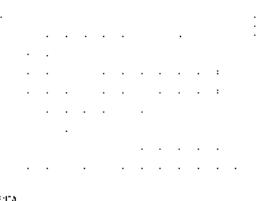
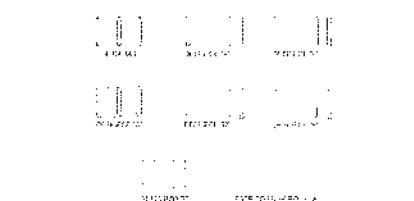
E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Solicitar planos detallados de la ferralla de escalera de todas las plantas.
- Revisar el armado antes de hormigonar.

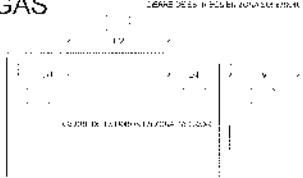
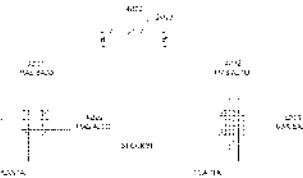
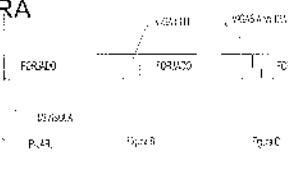
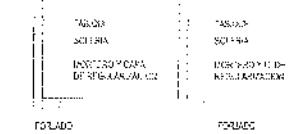
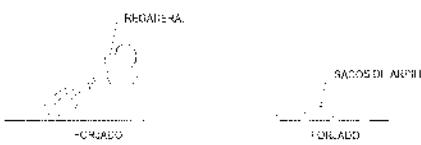
F) POSIBLES REPARACIONES

- Desmontar la armadura y colocarla correctamente.
- Si no se desea desmontar la armadura, colocar estribos en las esquinas como se indica en la **figura C**, atando la armadura inferior con la superior.
- Si ya está hormigonada la losa, realizar taladros introduciendo estribos en las esquinas que aten las barras superiores con las inferiores.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR EN DIFERENTES SOLUCIONES QUE SE ESTIMAN CORRECTAS

<p>29.1 ZAPATAS EN JUNTAS DE DILATACIÓN</p>  <p>Pág. 764</p>	<p>29.2 LOSAS DE CIMENTACIÓN EN JUNTAS DE DILATACIÓN</p>  <p>MAYOR MOVIMIENTO. JUNTAS PILARES. JUNTAS PLÁSTICAS TERRA MENOR PRESIÓN Y ASIENTO. MAYOR FRICCIÓN Y ASIENTO.</p> <p>Pág. 765</p>
<p>29.3 MUROS DE CONTENCIÓN EN JUNTAS DE DILATACIÓN</p>  <p>Pág. 766</p>	<p>29.4 JUNTAS DE HORMIGONADO ENTRE CIMENTO Y MURO DE CONTENCIÓN</p>  <p>Pág. 767</p>
<p>29.5 SITUACIÓN DE ARMADURA EN MURO DE CONTENCIÓN</p>  <p>Pág. 769</p>	<p>29.6 APOYO DE FORJADOS EN MUROS DE CONTENCIÓN</p>  <p>Pág. 771</p>
<p>29.7 CONTINUACIÓN DE ARMADURA DE PILARES EN MUROS DE CONTENCIÓN</p>  <p>Pág. 773</p>	<p>29.8 GRIFADO O DOBLADO DE BARRAS DE ESPERA EN PILARES</p>  <p>Pág. 774</p>
<p>29.9 PILARES CIRCULARES O RECTANGULARES DE BORDES</p>  <p>Pág. 775</p>	<p>29.10 ESTRIBOS DE 4 RAMAS CON DISTINTOS MONTAJES</p>  <p>Pág. 776</p>

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR EN DIFERENTES SOLUCIONES QUE SE ESTIMAN CORRECTAS

<p>29.11 ZONAS DONDE SE DEBEN CERRAR LOS ESTRIBOS EN VIGAS</p>  <p>Pág. 778</p>	<p>28.12 NEGATIVOS DE VIGAS CON CAMBIO BRUSCO DE SECCIÓN</p>  <p>Pág. 779</p>
<p>29.13 SITUACIÓN DE NEGATIVOS EN CRUCES DE VIGAS</p>  <p>Pág. 780</p>	<p>29.14 COLOCACIÓN DE MÉNSULAS, VIGAS EN L O A MEDIA MADERA</p>  <p>Pág. 781</p>
<p>29.15 EMPLEO DE ACERO B 400 S O B 500 S</p>  <p>ACERO B 400 S ACERO B 500 S</p> <p>Pág. 782</p>	<p>28.16 COLOCACIÓN DE TABIQUERÍA Y SOLERÍA O VICEVERSA</p>  <p>Pág. 784</p>
<p>29.17 CURADO DEL HORMIGÓN MEDIANTE RIEGO O CUBRICIÓN</p>  <p>Figura A.</p> <p>Figura B.</p> <p>Pág. 785</p>	

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR EN DIFERENTES SOLUCIONES QUE SE ESTIMAN CORRECTAS

En este capítulo se trata de comentar las precauciones que conviene tener en consideración cuando se puede optar por diferentes soluciones que se estiman correctas, ya que entre ellas existen ventajas y al mismo tiempo inconvenientes, que es interesante conocerlas, para en cada caso aplicar la que se estime más adecuada.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

ZAPATAS EN JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
29.1

A) FIGURA

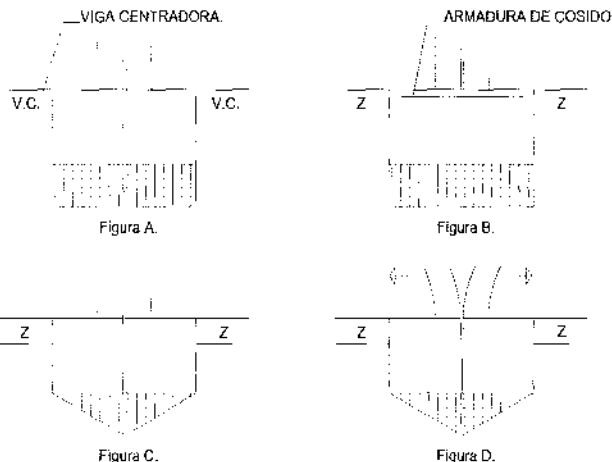


Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

En las juntas de dilatación entre la unión de dos bloques de la misma propiedad ejecutados al mismo tiempo se puede ejecutar la cimentación como se indica en las **figuras “A” o “B”** y aunque las dos se consideran correctas, requieren ciertas precauciones.

FIGURA A

Si se coloca junta de dilatación en la cimentación, es necesario la colocación de viga centradora para unificar las tensiones del terreno, pues si sólo se coloca un zuncho el terreno trabaja en diagrama triangular como se indica en la **figura “C”** y lo más probable es que se produzcan descensos.

FIGURA B

Si no se colocan juntas de dilatación en la cimentación es necesario la colocación de una armadura de cosido en la zona superior de la zapata, ya que cuando la estructura se ejecuta en época calurosa y especialmente cuando tiene pocas plantas, al llegar el invierno retrae y rompe la cimentación por retracción térmica, entonces comienza a trabajar el terreno en diagrama triangular y se suelen producir descensos **figura D**.

Esta solución es más económica, ya que la carga actúa centrada, no precisa viga centradora y es preferible a la anterior.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

LOSAS DE CIMENTACIÓN EN JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
29.2

A) FIGURA

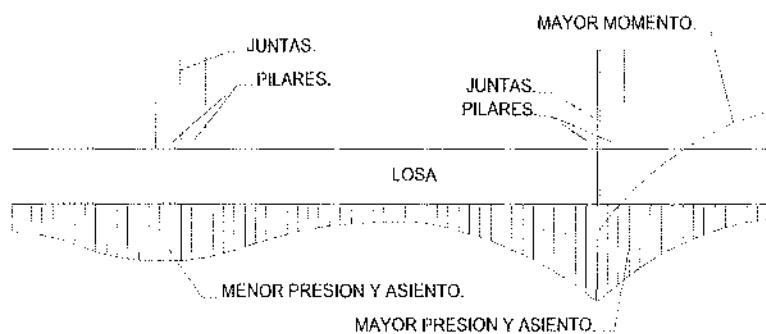


Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Las losas de cimentación al quedar enterradas, cubiertas por los forjados y con armadura de reparto, no suelen fisurarse por retracción, debido a ello no se les suelen colocar juntas de dilatación.

La colocación de juntas de dilatación presenta los inconvenientes siguientes.

- Aumentan las tensiones y descensos en las zonas del terreno de las juntas.
- Aumentan los momentos en la zona superior de la losa en el pórtico extremo.
- Existe más posibilidad de penetración de agua del nivel freático.

En losas de cimentación de grandes dimensiones donde no se realizan juntas de dilatación no es conveniente ejecutarlas en época muy calurosa con el fin de reducir los problemas de origen térmico y si fuese necesario hormigonarla en esa época, es conveniente aumentar la cuantía mínima de la armadura de reparto en su zona superior y a ser posible emplear cemento del tipo BC de bajo calor de hidratación.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

MUROS DE CONTENCIÓN EN JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
29.3

A) FIGURA

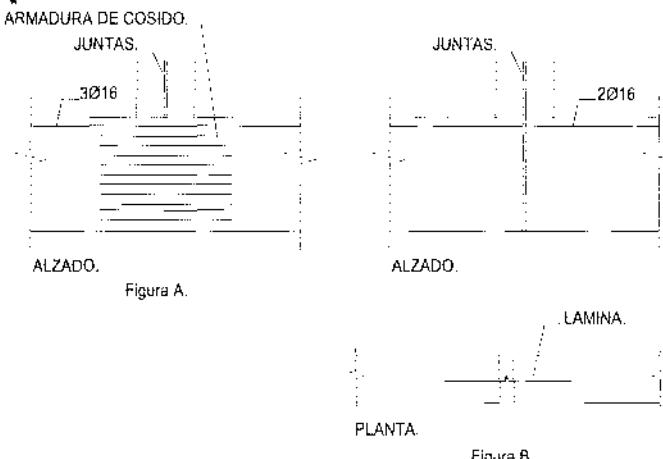


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

Existe diversidad de criterios entre diferentes autores cuando se trata de colocar juntas de dilatación en un muro de contención situados en una edificación.

Se ha de tener presente que los mayores problemas surgen durante la ejecución. Se podría decir que en los muros pantallas de grandes dimensiones no se suelen colocar juntas de dilatación.

FIGURA "A"

En el supuesto de no colocar juntas de dilatación es conveniente añadir una armadura de cosido en horizontal para evitar fisuras verticales en el lugar de las juntas especialmente si la estructura se ejecuta en época calurosa.

También es conveniente colocar 3 barras de $\varnothing 16$ mm en la coronación del muro para evitar la iniciación de fisuras de retracción hidráulica y después térmica.

FIGURA "B"

En caso de colocar juntas de dilatación, se debe colocar una lámina para evitar la entrada de agua. También es conveniente colocar en su coronación como mínimo 2 barra de $\varnothing 16$ mm para evitar fisuras de retracción hidráulica y colaboren ante un posible asiento.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

JUNTAS DE HORMIGONADO ENTRE CIMENTO Y MURO DE CONTENCIÓN

LÁMINA
29.4

A) FIGURA

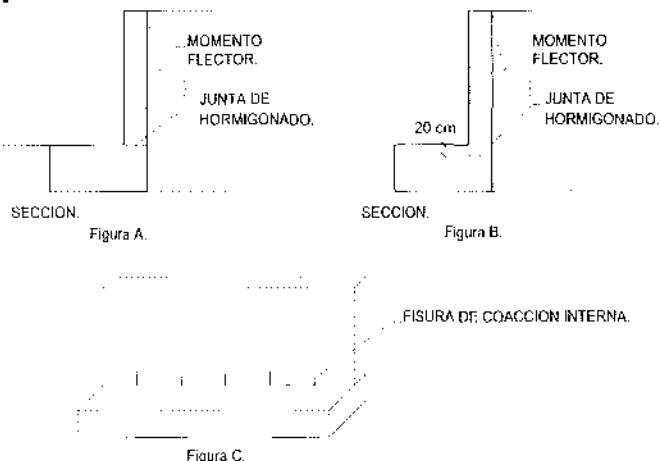


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Se comentan los tipos de juntas de hormigonado más usuales que se suelen realizar entre cimiento y muro de contención de sótanos.

FIGURA "A"

Si la junta se realiza en horizontal una vez hormigonado el cimiento, presenta los inconvenientes siguientes.

- Se interrumpe el hormigonado en la zona del máximo momento y cortante, ya que el muro trabaja en voladizo.
- En caso de caer suciedad como puede ser un cartón, dificulta la unión entre los hormigones y penetra con facilidad el agua existente en el terreno, como puede ser del nivel freático, rotura en las redes del edificio medianero, etc.
- Si los hormigones no quedan con la suficiente adherencia el muro, se desplaza hacia delante por esfuerzo rasante.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

**JUNTAS DE HORMIGONADO ENTRE CIMENTO
Y MURO DE CONTENCIÓN**

**LÁMINA
29.4**

B) CARACTERÍSTICAS

FIGURA “B”

La junta de hormigonado realizando cajeado de aproximadamente 20 cm ofrece mayor dificultad de ejecución, pero se eliminan los problemas que se presentan colocando la junta en horizontal.

FIGURA “C”

Cuanto más tiempo transcurra entre el hormigonado del cimiento y el muro, mayor es la posibilidad de que surjan fisuras verticales a distancias periódicas en la base del muro, como las que se indican en la figura “C”, llamadas de “coacción interna”. Especialmente surgen en época muy calurosa, cuando se hormigona el muro después de transcurrir más de 28 días desde el hormigonado de la cimentación y la cuantía de armadura en horizontal es pequeña.

Cuando el hormigón del muro retrae durante su fraguado y endurecimiento y la cimentación se lo impide, aparecen unas fisuras muy finas que pasan desapercibidas, y aunque no tienen gravedad, por ellas termina penetrando el agua existente en el terreno y apareciendo manchas de óxido al corroerse la armadura. Estas fisuras terminan colmatándose con la cal existente en el agua.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

SITUACIÓN DE ARMADURA EN MURO DE CONTENCIÓN

LÁMINA
29.5

A) FIGURA

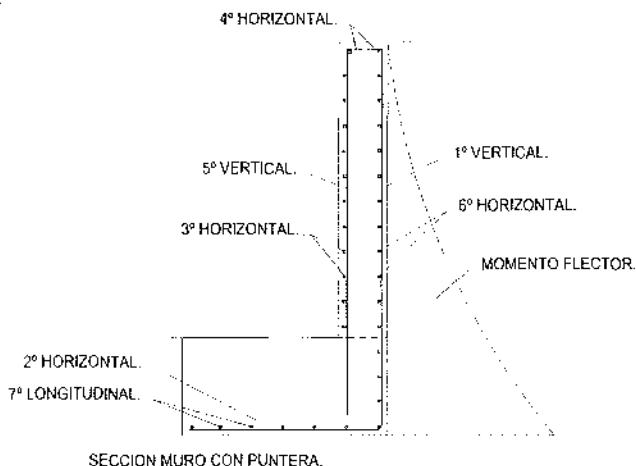


Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Aunque la situación de la armadura siempre es válida, dependiendo de que tenga un poco más o menos de canto útil, aquí sólo se expone la finalidad de cada una para conocer su importancia.

1º VERTICAL

Esta armadura es la más importante, tiene la finalidad de soportar el momento flector que le ocasiona el empuje de tierra cuando trabaja en ménsula.

2º HORIZONTAL

Esta armadura es para resistir el momento flector que tiene que soportar la puntera y aunque es el mismo que el del muro, necesita menos armadura, ya que el canto del cimiento suele ser mayor que el del muro. No obstante y por comodidad de ejecución, en obra se suele colocar la misma armadura del muro prolongándola.

3º HORIZONTAL

Esta armadura tiene las finalidades siguientes:

- Evita fisuras verticales de retracción hidráulica y térmica.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

SITUACIÓN DE ARMADURA EN MURO DE CONTENCIÓN

LÁMINA
29.5

B) CARACTERÍSTICAS

- Trabaja a flexión horizontal.
- Soporta el cortante de la carga que recibe el muro de los pilares.
- Ata a la armadura vertical.

4º HORIZONTAL

- Esta armadura situada en la coronación del muro tiene las finalidades siguientes:
 - Evita que se inicie en la coronación del muro una fisura de retracción hidráulica y después térmica.
 - En un asiento del extremo del muro trabaja a flexión como viga pared.

5º VERTICAL

Finalidades

- Evita fisuras horizontales de retracción.
- Trabaja a flexión cuando el forjado se opone al desplazamiento del muro.

6º HORIZONTAL

- Trabaja a retracción.
- Trabaja a flexión horizontal cuando los pilares actúan de contrafuertes.
- Soporta el cortante de la carga que recibe el muro de los pilares.
- Ata a la armadura vertical.

7º LONGITUDINAL

Esta armadura de reparto ata a la armadura de flexión de la puntera.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

APOYO DE FORJADOS EN MUROS DE CONTENCIÓN

LÁMINA
29.6

A) FIGURA

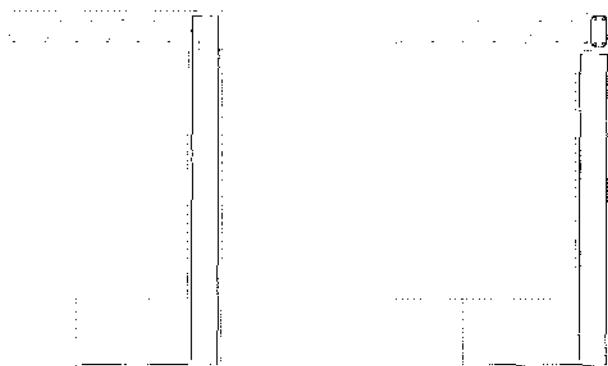


Figura A.

SECCION

Figura B.

Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Los forjados que cubren los sótanos suelen apoyar de formas diferentes en los muros de contención; debido a ello se comentan dos de las más usuales con la finalidad de conocer sus ventajas e inconvenientes.

FIGURA "A"

Consiste en ejecutar el muro, dejar una armadura de espera, después apoyar el forjado y hormigonar.

Ventajas

- El forjado colabora mejor soportando los empujes de tierra, en caso de que la cimentación sea insuficiente.
- Entre la unión del muro y el forjado no suele penetrar agua.
- El forjado queda más solidario con el muro.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

APOYO DE FORJADOS EN MUROS DE CONTENCIÓN

LÁMINA
29.6

B) CARACTERÍSTICAS

Inconvenientes

- Las viguetas encuentran como obstáculo a las barras verticales del muro.
- El forjado queda más impedido en su retracción y cuando se trata de viguetas o nervios sin armadura de montaje en su zona superior, se fisura más fácilmente a retracción en la zona donde termina la armadura negativa.
- El forjado le ocasiona momento al muro.
- Este sistema es el más usual.

FIGURA "B"

Se ejecuta el muro y después se apoya el forjado, colocando un zuncho en el extremo.

Ventajas

- El forjado queda menos coartado y se fisura menos a retracción.
- Las viguetas no encuentran las barras como obstáculo.
- El forjado no le ocasiona momento al muro.

Inconvenientes

- El forjado colabora menos con los empujes de tierra.
- Penetra más fácilmente el agua entre la unión del forjado y el muro.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

CONTINUACIÓN DE ARMADURA DE PILARES EN MUROS DE CONTENCIÓN

LÁMINA
29.7

A) FIGURA

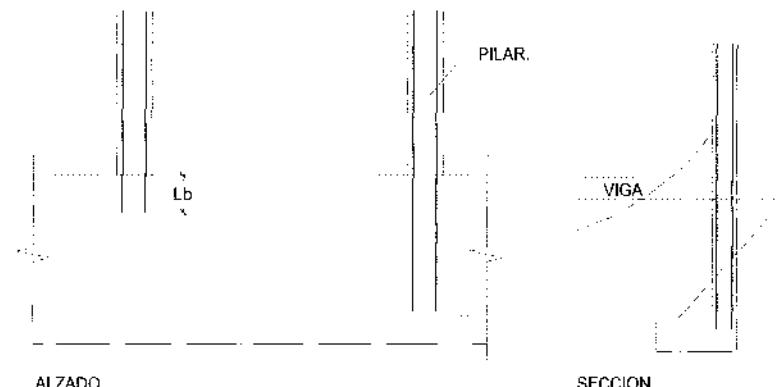


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

Hay veces que nos puede surgir la duda de hasta donde llegar con la armadura de los pilares en un muro de contención de varias plantas cuando este tiene el mismo ancho del muro.

Introduciendo la armadura en el muro con su longitud de anclaje es suficiente, pero también se debe tener en cuenta que con frecuencia le llegan vigas que le ocasionan momento al muro. Debido a ello, es conveniente que la armadura de los pilares continúe introducida en el muro hasta una planta, a excepción de que los pilares tengan mayor sección que el muro, pues entonces tendrían que llegar hasta la cimentación.

Cuando los pilares tienen mayor sección que el muro y debido a la carga que reciben, actúan de contrafuerte y cambian el esquema de trabajo del muro de ménsula, haciéndolo trabajar en horizontal como una viga continua a partir de una altura superior a la mitad de la luz entre pilares.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

GRIFADO O DOBLADO DE BARRAS DE ESPERA EN PILARES

LÁMINA
29.8

A) FIGURA

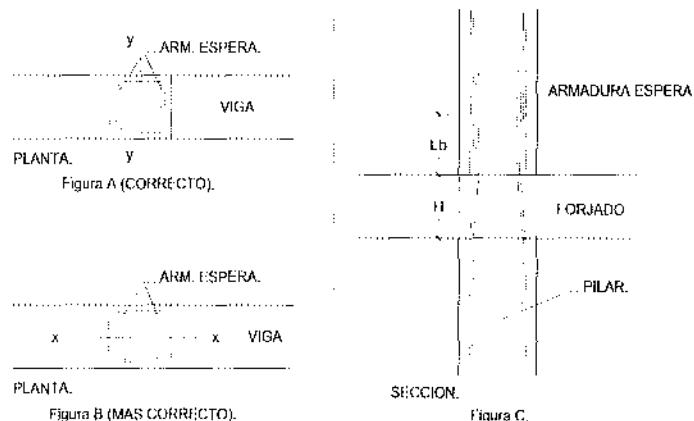


Figura 8

B) CARACTERÍSTICAS

Aunque se trate de pilares de igual sección al llegar las barras al forjado precisan de un ligero desvío o doblado que se realiza en el interior del canto del forjado, (se le suele llamar grifado) con el fin de dejar una longitud de espera para atarlas a las barras del pilar superior y le puedan transferir el axil.

En la **figura A** se han doblado las barras en la dirección del eje Y. Aunque se considere correcto, tiene el inconveniente de que se aprecia en la planta superior mayor número de barras en dirección contraria a la de las vigas.

En la **figura B** se ha doblado la armadura en la dirección del eje X. Esto se considera correcto, siendo más usual, ya que las barras quedan alineadas en el sentido de los momentos y de las vigas.

En la **figura C** se indica una sección con la armadura de espera que debe tener su longitud de anclaje más el canto del forjado. Esta longitud depende del diámetro de las barras y de la resistencia del acero y del hormigón.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

PILARES CIRCULARES O RECTANGULARES DE BORDES

LÁMINA
29.9

A) FIGURA

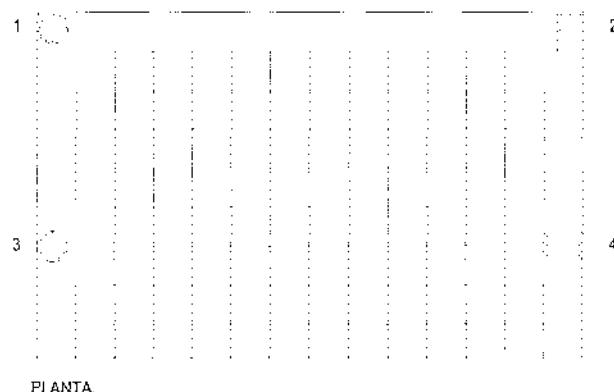


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

Los pilares circulares están más capacitados para soportar compresiones y menos para soportar flexiones. Si se sitúan en el perímetro de un forjado, en igualdad de condiciones, precisará más armadura el pilar circular nº 3 que el rectangular nº 4 de la **figura 9**, sometidos a flexión compuesta.

El pilar circular nº 1 precisará más armadura que el rectangular nº 2, sometidos a flexión esviada compuesta. Al quedar sometidos a un momento en el eje X y otro en el eje Y, la resultante queda fuera del pilar y la carga que soporta queda descentrada, esto hace que precise más armadura.

Cuando un pilar queda situado en el extremo de un pórtico y sometido a flexión esviada con momentos elevados, es preferible siempre que sea posible, colocarlo rectangular, y en caso de desear que sea circular, se podrían reducir las solicitudes acortando las luces.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

ESTRIBOS DE 4 RAMAS CON DISTINTOS MONTAJES

LÁMINA
29.10

A) FIGURA

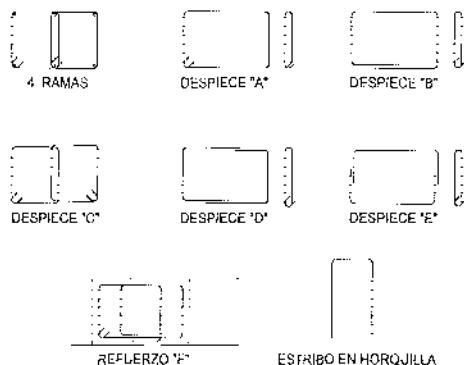


Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

En este apartado se intenta explicar la diferencia entre distintos montajes de estribos de 4 ramas que se suelen ejecutar en obra.

DESPIECE "A"

Este estribo tiene 4 ramas verticales que trabajan a cortante. Al mismo tiempo el estribo exterior es capaz de soportar torsiones, por lo que está más indicado en vigas de borde o de fachadas, especialmente cuando le llegan viguetas o nervios de mayores luces como en forjados reticulares, o cuando existen brochales.

Es conveniente cerrar los estribos en zona de compresiones, por si quedan mal cerrados que no se abran.

DESPIECE "B"

Este estribo tiene 4 ramas verticales para soportar los esfuerzos cortantes, pero al no estar cerrado el estribo exterior, no queda capacitado para soportar torsiones, no siendo conveniente situarlo en vigas de borde o que tengan brochales.

El estribo superior horizontal colabora con los negativos de viguetas.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

ESTRIBOS DE 4 RAMAS CON DISTINTOS MONTAJES

**LÁMINA
29.10**

B) CARACTERÍSTICAS

DESPIECE "C"

Consta de 4 ramas verticales capacitados para soportar cortantes, pero al ser independientes los cercos no quedan capacitados para soportar torsiones, no siendo aconsejable su colocación en vigas con brochales o de bordes.

En vigas recién hormigonadas, cuando se produce un movimiento del encofrado, puede fisurarse longitudinalmente en su zona superior entre la unión de los estribos.

El estribo superior no colabora con los negativos de viguetas.

DESPIECE "D"

Consta de 4 ramas verticales para soportar cortantes y no está capacitado para soportar torsiones, por lo que se debe evitar siempre que sea posible, ya que las barras se mueven más fácilmente, y durante el endurecimiento del hormigón rompen con facilidad la viga en su sentido longitudinal, bien por retracción o por movimientos del encofrado.

DESPIECE "E"

El estribo exterior no está capacitado para soportar cortantes ni torsiones, por lo que no es válido. El estribo interior tiene sólo dos ramas verticales para soportar cortantes.

Este despiece es incorrecto y no se debe emplear.

REFUERZO "F"

En determinados casos por olvido en obra se puede omitir el estribo del centro. Si ya está hormigonada la viga, se puede proceder a realizar taladros verticales y rozas en la cara inferior y superior de la viga, introducir estribos en horquillas impregnadas de resina epoxi, y una vez doblados en su zona inferior se cubren con mortero epoxi: Esto también puede ser necesario en caso de tener que soportar la viga un mayor cortante.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

ZONAS DONDE SE DEBEN CERRAR LOS ESTRIBOS EN VIGAS

LÁMINA
29.11

A) FIGURA

CIERRE DE ESTRIBOS EN ZONA SUPERIOR.

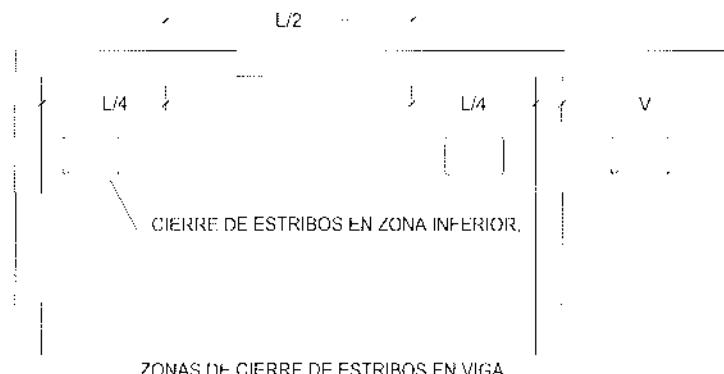


Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

Es frecuente en vigas cerrar los estribos en las barras de la zona superior, esto tiene el inconveniente de dificultar el hormigonado y el vibrado en las zonas de negativos y si quedan mal cerrados, al tratarse de una zona traccionada, se pueden abrir.

Los estribos se deben cerrar en las zonas comprimidas, por si quedan mal cerrados que no se abran.

En vigas se deben cerrar en su zona inferior en $L/4$ cerca del apoyo de los pilares, lo cual facilita el hormigonado y el vibrado. En la zona central se deben cerrar en la parte superior en $L/2$. En los voladizos cerrar los estribos en la zona inferior de la viga como se indica en la **figura 11**.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

NEGATIVOS DE VIGAS CON CAMBIO BRUSCO DE SECCIÓN

LÁMINA
29.12

A) FIGURA

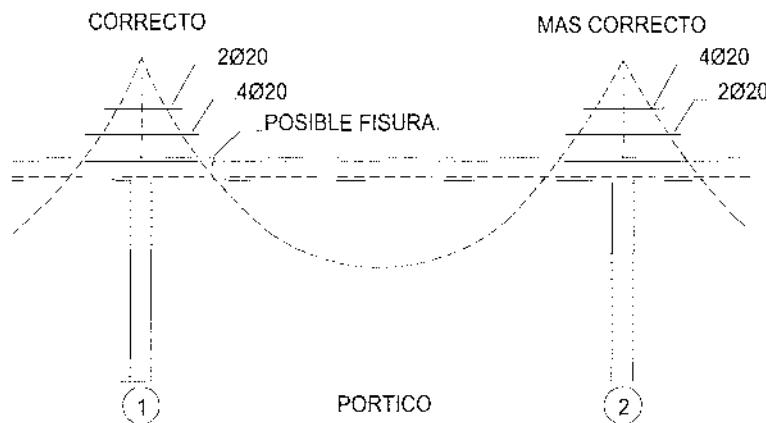


Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

Se comenta la diferencia entre dos soluciones de negativos de vigas con la misma sección que se consideran correctas.

Pilar nº1

Al existir un cambio más brusco de sección de acero de la armadura de montaje a 4 barras de $\varnothing 20$ mm, es más factible que puedan surgir fisuras de retracción hidráulica durante el fraguado del hormigón y posiblemente también por retracción térmica. Mientras más brusco sea el cambio de sección de armadura, mayor es la posibilidad de fisuración, especialmente si se trata de época muy calurosa.

Pilar nº 2.

Al realizar un cambio de sección más suave de la armadura de montaje a la de negativo con sólo 2 barras de $\varnothing 20$ mm , existe menor posibilidad de fisuración.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

SITUACIÓN DE NEGATIVOS EN CRUCES DE VIGAS

LÁMINA
29.13

A) FIGURA

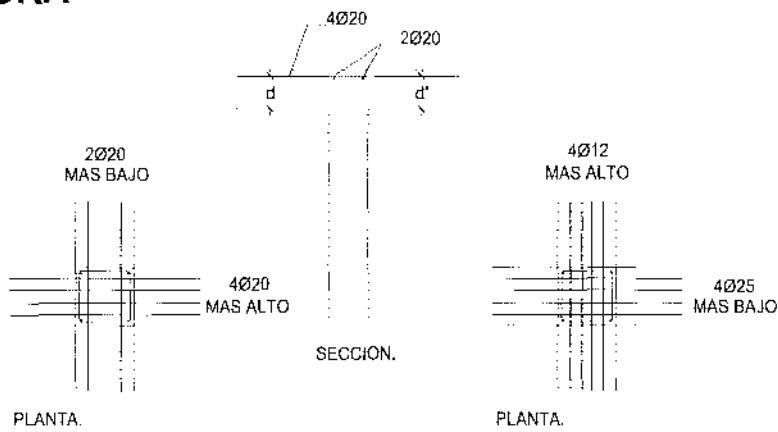


Figura A.

Figura B.

Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

En determinados casos en el cruce de barras de igual diámetro de negativos de vigas nos puede surgir la duda de qué barras deben ir más altas, como el representado en la **figura A**.

Se considera algo más correcto colocando en la zona más alta el mayor número de barras ya que queda con su canto útil, y de esta forma sólo serían 2 barras de \varnothing 20 mm las que quedarían con algo menos de canto útil, como se indica en la sección.

En el supuesto de que sean diámetros muy diferentes como los representados en la **figura B**. Si se coloca el más delgado en la zona superior se perjudica poco al más grueso, mientras que si se coloca el más grueso en la zona superior, el diámetro más pequeño quedaría muy bajo y con menor canto útil.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

COLOCACIÓN DE MÉNSULAS, VIGAS EN L O A MEDIA MADERA

LÁMINA
29.14

A) FIGURA

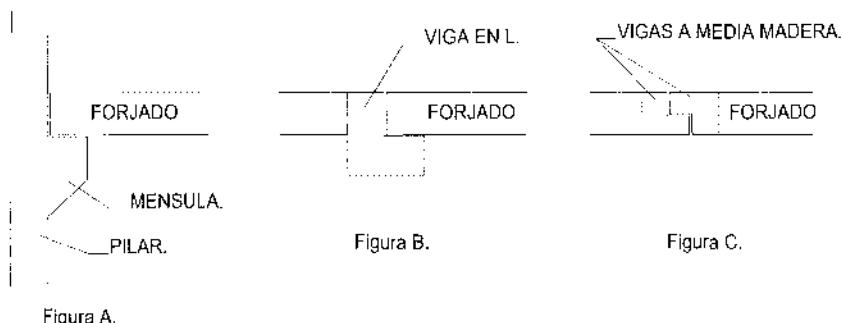


Figura 14

B) CARACTERÍSTICAS

La solución más correcta en una junta de dilatación es mediante la duplicidad de pilares. Cualquier otro sistema, aunque se considere correcto es menos aconsejable. Se comentan los más usuales, para en caso de ejecutarlas, conocer los problemas que presentan.

MÉNSULAS: Figura A

- Somete al pilar a un momento flector al estar la carga descentralizada.
- El forjado puede perder el apoyo durante un movimiento sísmico.
- Penetra con mayor facilidad el agua de lluvia, y al quedar retenida sobre la ménsula, queda la armadura más expuesta a la corrosión.
- Quedan más afectadas en un incendio.

VIGAS EN L. Figura B

- El forjado tiene la ventaja de una mayor superficie de apoyo que en la ménsula y tiene menos cuelgue, con el inconveniente de que somete a torsión a la viga, y los mismos inconvenientes que en la ménsula.

VIGAS A MEDIA MADERA. Figura C

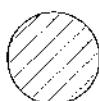
- Se emplea en forjados con cargas pequeñas. Tiene la ventaja de que no aparecen cuelgues y quedan menos afectados en un incendio, aunque con los mismos inconvenientes que las vigas en L.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

EMPLEO DE ACEROS B 400 S Y B 500 S

LÁMINA
29.15

A) FIGURA



ACERO B 400 S



ACERO B 500 S

Figura 15

En determinados casos se puede dudar de si emplear acero B 400 S o B 500 S. En este caso se va exponer la diferencia entre ellos, para que según el tipo de obra y la finalidad que se desee conseguir, se pueda elegir el tipo de acero más adecuado.

B) CARACTERÍSTICAS

VENTAJAS del acero B 400 S sobre B 500 S

- a) Al tener mayor sección de acero se reducen las deformaciones de las vigas en aproximadamente de un 4% a un 7%.
- b) Los zunchos y vigas con cuantías geométricas mínimas se fisuran menos por retracción hidráulica y térmica, ya que tienen mayor sección de acero.
- c) Las barras precisan menor longitud de anclaje, es decir, una barra de \varnothing 20 mm situada en la zona de negativo que necesita una longitud de anclaje de 67 cm, con acero B 500 S precisaría 84 cm.
- d) La resistencia del cálculo del acero es de $400 / 1.15 = 347 \text{ N/mm}^2$. Al no superar 400 N/mm^2 , que es lo máximo permitido por la instrucción para pilares, se utiliza toda su capacidad resistente, mientras que con acero B 500 S la resistencia de cálculo es de $500 / 1.15 = 434 \text{ N/mm}^2$. Al no poder superar 400 N/mm^2 , no se aprovecha toda su resistencia.

En estribos y barras inclinadas de vigas que tienen que soportar cortantes, la instrucción limita la resistencia de acero a 420 N/mm^2 ,

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

EMPLEO DE ACERO B 400S Y B 500S

LÁMINA
29.15

B) CARACTERÍSTICAS

pudiéndose aprovechar toda la resistencia, mientras que con acero B 500 S, aunque es capaz de soportar $500 / 1.15 = 434 \text{ N/mm}^2$ al no poder superar 420 N/mm^2 no se aprovecha toda su resistencia.

- e) Al tener mayor sección de acero las barras en caso de corrosión tardan más en desaparecer.
En caso de corrosión al quedar menos tensionadas las barras, la velocidad de corrosión es un poco más lenta.

Al quedar menos afectada por la corrosión, es preferible su utilización en zonas muy expuestas a la corrosión, como ambientes marítimos o zonas industriales agresivas húmedas.

- f) El coste de pérdidas por despuntes o sobrantes es menor.
- g) El radio de curvatura de las barras con diámetro $\geq 25 \text{ mm}$ es menor.
- h) Es más dúctil.

VENTAJAS del acero B 500 S sobre B 400 S

- a) Se pueden obtener elementos más cómodos de hormigonar, ya que queda más espacio entre las barras. Donde con acero 400 se precisa 5 ø 20 mm, con acero 500 se precisa sólo 4 ø 20 mm.
- b) Se reducen secciones de acero, siendo más interesante su uso en las barras de las vigas de mayores luces, lo cual hace que la estructura sea más económica. Si ésta es la finalidad, se obtiene mayor economía, reducción de mano de obra y de posibles daños mediante una optimización de la estructura.
- c) Al existir menor número de barras, se reduce la mano de obra.
- d) Se reducen cuantías de armadura.
- e) Se obtiene mayor beneficio si también se utiliza un hormigón de más alta resistencia, sin olvidar que los hormigones con alto contenido de cemento experimentan mayores retracciones.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

COLOCACIÓN DE TABIQUERÍA Y SOLERÍA O VICEVERSA

LÁMINA
29.16

A) FIGURA

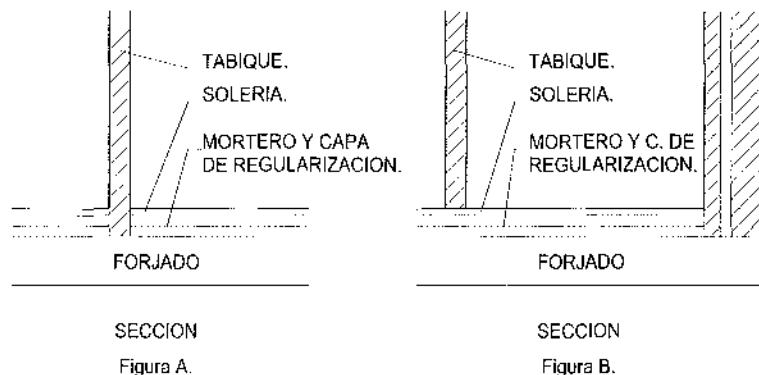


Figura 16

B) CARACTERÍSTICAS

Aunque se considera correcto tanto colocar primero la tabiquería como la solería se comentan los dos casos para conocer la diferencia.

FIGURA A

La colocación primero de la tabiquería ofrece los inconvenientes siguientes:

- La colocación de la solería requiere más tiempo y una mayor mano de obra y por lo tanto un mayor coste.
- Al colocarle el peso de la solería al forjado con la tabiquería ya existente, la flecha activa es mayor y la posibilidad de que se fisuren los tabiques por deformación del forjado es mayor, siendo menos aconsejable cuando se trate de luces grandes.
- El tabique absorbe por capilaridad humedad del mortero de la solería, desapareciendo pronto.
- Cuando existen fugas en las redes se desplaza el agua por la capa de regularización y a los tabiques que están alejados del lugar de la fuga, le ocasiona humedades de capilaridad.

FIGURA B

- Colocar primero la solería es lo más usual, tanto por rapidez como por economía, pero si no se interrumpe entre separación de viviendas existe mayor posibilidad de que se fisure por problemas térmicos, sobre todo cuando la solería se coloca en discontinuidad, o a matajuntas.

29. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

CURADO DEL HORMIGÓN MEDIANTE RIEGO O CUBRICIÓN

LÁMINA
29.17

A) FIGURA

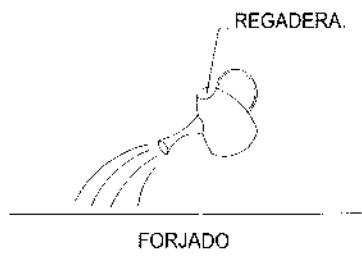


Figura A.



Figura B.

Figura 17

B) CARACTERÍSTICAS

Aunque se considera correcto realizar el curado del hormigón mediante riego, que es lo más usual, o por cubrición para compensar la pérdida de agua y el aumento de calor por hidratación durante su fraguado y endurecimiento, se comentan los dos casos para conocer su diferencia.

FIGURA A

Curar el hormigón mediante riego con mangueras o aspersores procurando que sea suave para que no se produzca lavado. Esta es la práctica más usual, pero se ha de tener presente que este sistema le ocasiona mayor porosidad y si se trata de elementos vistos situados en ambientes agresivos quedan más expuestos, debiéndose proteger.

FIGURA B

El curado mediante cubrición ocasiona menor porosidad en el hormigón, pero si se cubren con plásticos para que el agua no se evapore y no se riega con frecuencia para que se mantenga fresco, puede ocasionar un efecto invernadero y cocer el hormigón, lo cual le ocasiona una disminución de resistencia.

Durante el curado y endurecimiento del hormigón no es conveniente que quede afectado por salpicaduras de agua de mar ni por la humedad de las brisas marinas, ya que actúa como agua de curado y al contener cloruros facilita la corrosión de las armaduras y la aparición de manchas de eflorescencias.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

<p>30.1 VIGAS EN VOLADIZOS SIN CONTINUIDAD</p> <p>Pág. 790</p>	<p>30.2 VOLADIZOS EN TRIÁNGULOS O CIRCULARES</p> <p>Pág. 791</p>
<p>30.3 VOLADIZOS DE VIGUETAS SIN CONTINUIDAD</p> <p>Pág. 792</p>	<p>30.4 JUNTAS DE DILATACIÓN EN DIAGONAL</p> <p>Pág. 793</p>
<p>30.5 CAMBIO BRUSCO DE RIGIDEZ EN PLANTAS</p> <p>Pág. 794</p>	<p>30.6 EDIFICIO CON MUY DIFERENTES ALTURAS</p> <p>Pág. 795</p>
<p>30.7 PLANTAS DE GRANDES DIMENSIONES SIN JUNTAS DE DILATACIÓN</p> <p>Pág. 797</p>	<p>30.8 ESTRUCTURAS CON PÓRTICOS ESCALONADOS</p> <p>Pág. 799</p>
<p>30.9 PILARES APEADOS O COLGADOS EN ZONA SÍSMICA</p> <p>Pág. 801</p>	<p>30.10 AUMENTO DEL NÚMERO DE PLANTAS</p> <p>Pág. 802</p>

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

<p>30.11 COLOCACIÓN DE PISCINAS EN AZOTEAS</p> <p>DETALLE A VIGA PARDO LOSA FÓRMOA RESILIENTE PARA HILAR DETALLE A EJECUCIÓN</p> <p>Pág. 803</p>	<p>30.12 APERTURA DE HUECOS EN MUROS DE CARGA</p> <p>0.674 FUEGOS 0.2900 VIGA MÉTRICO EJECUCIÓN</p> <p>Pág. 804</p>
<p>30.13 CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS EN UN MISMO EDIFICIO</p> <p>CIMENTACIONES SUPERFICIALES CIMENTACIONES PROFUNDAS EJECUCIÓN</p> <p>Pág. 805</p>	<p>30.14 CIMENTACIÓN CON ZAPATAS Y MUROS DE CONTENCIÓN</p> <p>MURO DE CONTENCIÓN PLATO FUNDACIÓN V.G. ZAPATA ADENDO TENSIÓN CON SOLO MURO TENSIÓN CON PARES EJECUCIÓN</p> <p>★★</p> <p>Pág. 806</p>
<p>30.15 CIMENTACIÓN SEMICOMPENSADA</p> <p>CIMENTACIÓN SEMICOMPENSADA EJECUCIÓN ALTAZO</p> <p>Pág. 809</p>	<p>30.16 DEFORMACIÓN DIFERENCIAL EN EXTREMOS DE VIGUETAS</p> <p>VIGUETA FLANCA HUESO EJECUCIÓN</p> <p>★</p> <p>Pág. 810</p>
<p>30.17 PLANTA DÉBIL</p> <p>FERRAMIENTO ALTAZO</p> <p>Pág. 813</p>	

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

La mayoría de los edificios están expuestos a condicionantes externos, como pueden ser:

- De origen térmico.
- Movimientos sísmicos.
- Empujes de viento.
- Ambientes agresivos.
- Incendios.

O bien por las características del terreno como pueden ser:

- Expansivos.
- Colapsables.
- Deslizables.
- Agresivos como los yesíferos.
- Subsidencias. (Alteraciones a niveles más profundos).

Si se complica aún más con diseños problemáticos, existe mayor posibilidad de que aparezcan daños, tanto en los elementos estructurales como de construcción.

En este capítulo se comentan los diseños problemáticos más usuales, con la finalidad de poder evitarlos y si no es posible prestarles más atención, ya que no todos los problemas son cubiertos por los cálculos, siendo aconsejable antes de iniciar un cálculo analizar los puntos problemáticos que presenta cada edificio, dependiendo algunos de ellos de sus características y diseño, y una vez conocidos tomar las medidas necesarias para evitar futuros daños, y si no es posible minimizarlos.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

VIGAS EN VOLADIZOS SIN CONTINUIDAD

LÁMINA
30.1

A) FIGURA

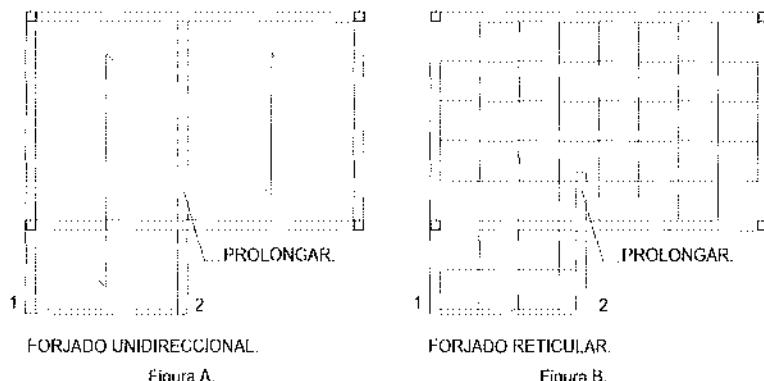


Figura A.

Figura B.

Figura 1

B) CARACTERÍSTICAS

En las vigas o zunchos en voladizos cuando arrancan desde el centro de una viga, se produce en su extremo su propia flecha más la deformación que experimenta la viga, por lo que en el punto 2 descenderá más que el 1. Al no tener continuidad la viga en voladizo, somete a torsión a la viga que la soporta y el descenso es aún mayor.

El punto 2 es una zona problemática donde aparecen fisuras en los cerramientos con bastante frecuencia por deformación diferencial, sobre todo en el forjado primero, ya que recibe por transmisión de los superiores más carga.

Los daños se evitan o reducen si se tiene en consideración lo siguiente:

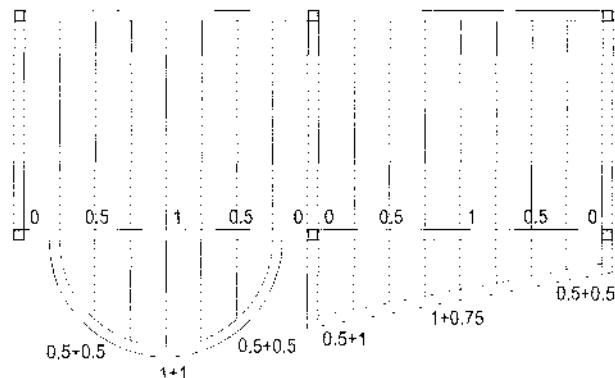
- Dotar de mayor rigidez a la viga entre pilares.
- Dotar de mayor rigidez a la viga en voladizo.
- Prologar la viga en voladizo para que tenga continuidad. De esta forma flecta menos y se reduce la torsión en la viga que la soporta.
- Calcular la viga en voladizo del primer forjado con mayor carga.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

VOLADIZOS EN TRIÁNGULOS O CIRCULARES

LÁMINA
30.2

A) FIGURA



PLANTA.

Figura A.

Figura 2

B) CARACTERÍSTICAS

Los voladizos en triángulo presentan deformaciones muy diferentes entre sus extremos, acusándolo más cuando soportan cerramientos y especialmente cuando quedan situados en planta primera. Igualmente sucede con los circulares. Al tratarse de diseños problemáticos, hay que prestarle más atención durante el cálculo y procurar unificar al máximo las deformaciones. Esto se consigue aumentando la rigidez del voladizo, colocando en el vuelo más pequeño viguetas simples, después dobles y a continuación nervios o macizando de hormigón las calles mayores.

A los voladizos circulares hay que prestarle aún más atención, pues a medida que aumenta el vuelo y se acerca al centro de la viga, no sólo aumenta la deformación de las viguetas, también aumenta la deformación de la viga, por lo que en este caso habrá que darle bastante rigidez a la viga, ya que al sumarse las dos deformaciones romperá más fácilmente por flecha el cerramiento.

Se ha simbolizado con el nº 1 la máxima deformación de la viga y viguetas que se suman en el extremo de vuelo.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

VOLADIZOS DE VIGUETAS SIN CONTINUIDAD

LÁMINA
30.3

A) FIGURA

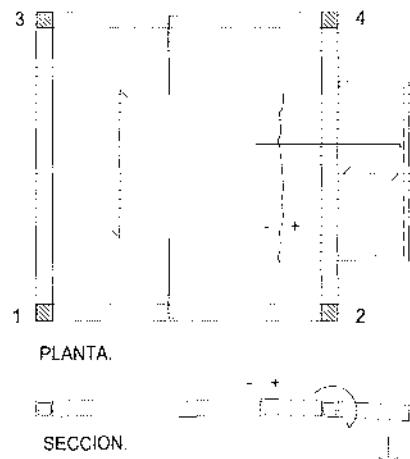


Figura 3

B) CARACTERÍSTICAS

En determinados casos se proyectan voladizos de viguetas sin continuidad. Al ser una zona problemática, hay que prestarle más atención durante el cálculo y la ejecución, ya que presentan los problemas siguientes:

- Si no tienen continuidad someten a la viga que lo soporta a torsión de equilibrio, y al iniciarse el vuelco, aparece en el forjado una fisura cerrada en distintos planos que se puede confundir con una flecha. Si esto ocurriese, se debe apuntalar con urgencia antes de que se produzca el vuelco.
- Cuando no se macizan de hormigón las bovedillas que preceden a las viguetas en voladizo, rompen en su zona inferior por compresión.
- Un error de ejecución es más grave que cuando tienen continuidad las viguetas.

El problema comentado no sucede cuando se trata de forjados reticulares o de losas.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

JUNTAS DE DILATACIÓN EN DIAGONAL

LÁMINA
30.4

A) FIGURA

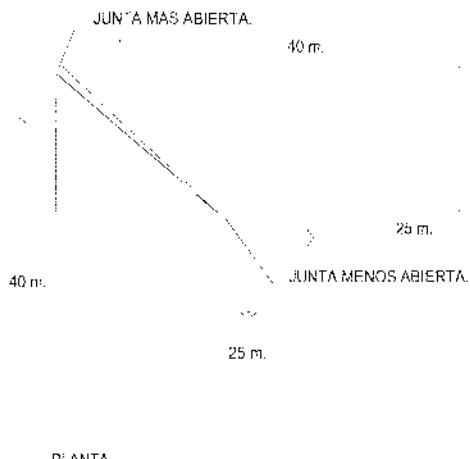


Figura 4

B) CARACTERÍSTICAS

Siempre que sea posible se deben evitar las juntas de dilatación quebradas o en diagonal como la indicada en la **figura 4**, ya que al retraer menos el lado más pequeño y más el lado mayor, la junta queda con diferente abertura y más abierta por el lado de mayor longitud.

Aunque el problema comentado no implica ninguna gravedad, no resulta estético. En este caso, al tener las fachadas distintas longitudes si pueden manifestarse entre ellas diferentes comportamientos de origen térmico que con frecuencia le afecta a los cerramientos y a los ladrillos a sardinel que se suelen colocar en los cantos de los forjados. Esto es más acusado en época calurosa cuando la fachada de mayor longitud recibe sol de tarde.

Conocer la patología de la edificación ayuda a evitar diseños problemáticos que pueden ocasionar daños y a proyectar estructuras optimizándolas. También se evitan fallos en las direcciones de obras y se valoran con más exactitud las anomalías que puedan suceder.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

CAMBIO BRUSCO DE RIGIDEZ EN PLANTAS

LÁMINA 30.5

A) FIGURA

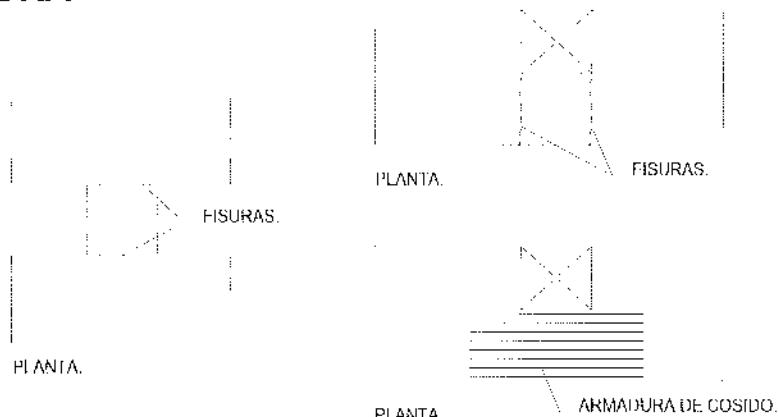


Figura A.

Figura B.

Figura 5

B) CARACTERÍSTICAS

Las plantas de forjado con cambios bruscos de rigidez, como la representada en la **figura "A"** en forma de H, o la representada en la **figura "B"**, están más expuestas a fisurarse por retracción térmica en la zona donde se produce un gran cambio de rigidez. En estos casos es conveniente colocar un suplemento de armadura en esas zonas y si es posible una losa.

Estas fisuras llamadas "activas o vivas" de origen térmico, si se reparan sin eliminar la causa, vuelven a surgir.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

EDIFICIO CON MUY DIFERENTES ALTURAS

LÁMINA
30.6

A) FIGURA

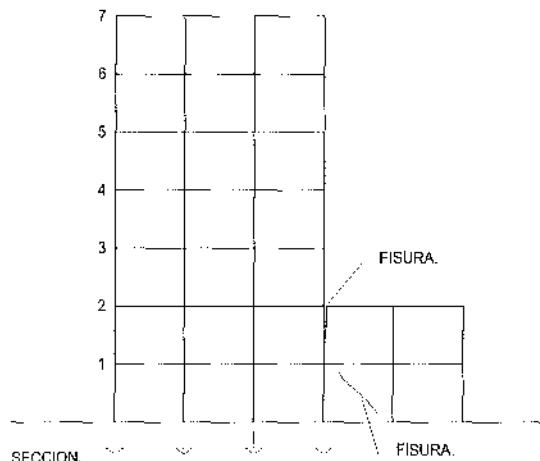


Figura 6

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se trate de edificios con muy diferentes alturas, es conveniente colocarles juntas entre las distintas alturas, ya que suelen presentar los problemas siguientes:

- Es probable que surjan asientos diferenciales con aparición de fisuras de tracción diagonal en los cerramientos de la zona de transición.
- Durante el día el forjado 2 está más caliente en la zona al descubierto y más fría en la cubierta, de madrugada se invierte el proceso y suelen surgir fisuras de origen térmico.
- Si la fachada recibe sol de tarde, al producirse un cambio brusco de rigidez es probable que aparezca una fisura vertical de origen térmico, como le suele suceder a las vallas de fábrica cuando quedan unidas a la edificación.

Si es imprescindible ejecutar el edificio sin juntas, se reducen los problemas si se tiene en consideración lo siguiente:

- Ejecutar primero la zona más alta, después la más baja y calcular el cimiento de la zona más alta con un poco menos de resistencia para reducir el asiento.
- Colocar un pavimento flotante en el forjado 2 al descubierto para protegerlo de la acción solar.
- Ejecutar el cerramiento en la zona de transición con un mortero menos rígido con una armadura de cosido.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

EDIFICIO CON MUY DIFERENTES ALTURAS

LÁMINA
30.6

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1



Fotografía 2

En las **fotografías 1 y 2** aparecen dos edificios, cada uno con una fisura vertical de retracción térmica en su fachada, entre la unión de las distintas alturas.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

PLANTA DE GRANDES DIMENSIONES SIN JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
30.7

A) FIGURA

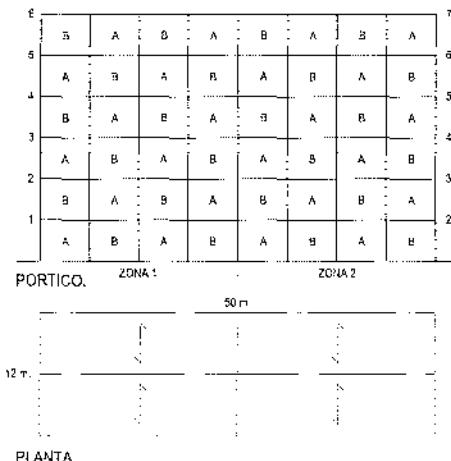


Figura 7

B) CARACTERÍSTICAS

En determinados casos interesa ejecutar una edificación de gran longitud sin colocar juntas de dilatación, como pudiera ser la de la figura 7. Esta estructura queda más expuesta a problemas de origen térmico, tanto en su fase de ejecución como una vez terminada, incluso los cerramientos, tabiquería y solería se fisuran antes.

Se exponen una serie de detalles con el fin de reducir los daños de origen térmico, y aunque no siempre se pueden realizar todos, si conviene conocerlos por si es posible su ejecución.

- Ejecutar la estructura en época que no sea muy fría ni muy calurosa.
- Hormigonar los forjados interrumpiéndolos cada media planta, es decir, hormigonar los impares de las zonas 1 y 2 y después los pares.
- Aumentar la cuantía de armadura longitudinal superior del forjado.
- Ejecutar los paños de los cerramientos en forma de damero, es decir, primero los designados con la letra A y después los marcados con la B. Esto es más necesario en la fachada que recibe sol de tarde.
- Ejecutar los cerramientos con mortero que no sea muy rígido, procurando evitar las épocas muy calurosas.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

PLANTA DE GRANDES DIMENSIONES SIN JUNTAS DE DILATACIÓN

LÁMINA
30.7

B) CARACTERÍSTICAS

- No colocar solería en discontinuidad en el sentido de mayor longitud de la planta.
- Que la última hilada de ladrillos de los tabiques no quede muy rigidamente unida al forjado.
- Que los tabiques de los pórticos extremos no queden muy rigidamente unidos, ni en sus laterales ni en su zona superior. Esto es más necesario en la planta última.
- La solería corrida se debe interrumpir en cada vivienda, colocando un ligero lecho de arena sobre el forjado para que no queda unida a este.
- Colocar un pavimento flotante (también llamado suelo técnico) en el forjado de cubierta para preservarlo del calor y del frío, reduciendo los saltos térmicos y los cambios dimensionales, o tejas con cámaras de ventilación.
- Introducir barras longitudinales en el interior de los petos de fábrica de las azoteas colocando pasatubos en las esquinas para que puedan dilatar libremente y no rompan a retracción **figura 8**. Es conveniente colocar juntas con pasatubos a distancias periódicas para que el peto no tenga mucha longitud.
- Dejar un espacio entre la solería de la azotea y el peto, para que al dilatar no le ocasione empuje.

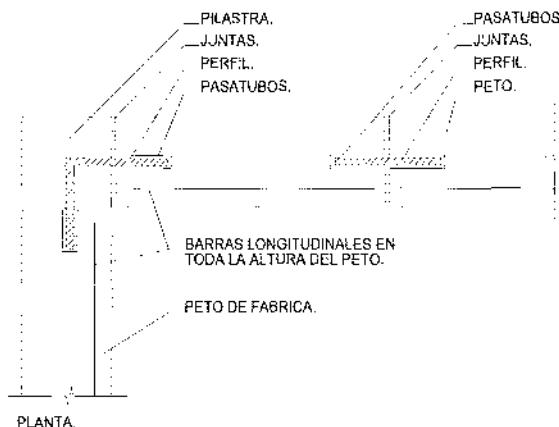


Figura 8

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

ESTRUCTURAS CON PÓRTICOS ESCALONADOS

LÁMINA
30.8

A) FIGURA

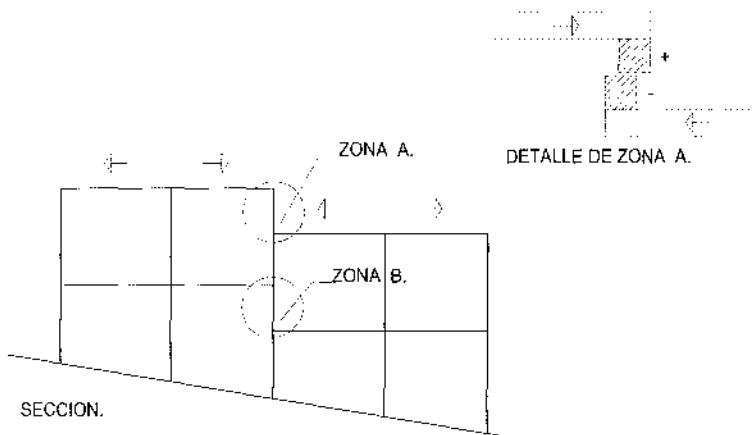


Figura 9

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando se tenga que proyectar una estructura con pórticos escalonados, conviene tener en consideración las zonas más problemáticas a causa de su diseño, pudiéndose comentar las siguientes:

ZONA "A"

Al dilatar y aumentar de tamaño el forjado de cubierta, suele romper el cerramiento con una fisura cerrada en distintos planos. Los pilares cortos también llamados "cautivos", aumentan considerablemente el momento flector y el cortante, tanto por dilatación como por retracción, pudiendo romper por cortante.

ZONA "B"

Las vigas someten a los pilares cortos a un elevado momento y cortante.

En estos casos es conveniente tener en consideración las precauciones siguientes:

- Colocar los cercos muy unidos en los pilares cortos para que no rompan por cortante y que estos tengan poca rigidez.
- Colocar en el forjado de cubierta un pavimento flotante o cubierta de teja inclinada con una cámara de ventilación.
- No ejecutar la estructura en época muy fría ni muy calurosa.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

ESTRUCTURAS CON PÓRTICOS ESCALONADOS

LÁMINA
30.8

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 3



Fotografía 4

Con pórticos escalonados es frecuente la rotura en cerramientos de fachada en la planta última por retracción, como aparece en la **fotografía 3**. También rompe por la zona posterior (**fotografía 4**) y por el interior de la vivienda.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

PILARES APEADOS O COLGADOS EN ZONA SÍSMICA

LÁMINA
30.9

A) FIGURA

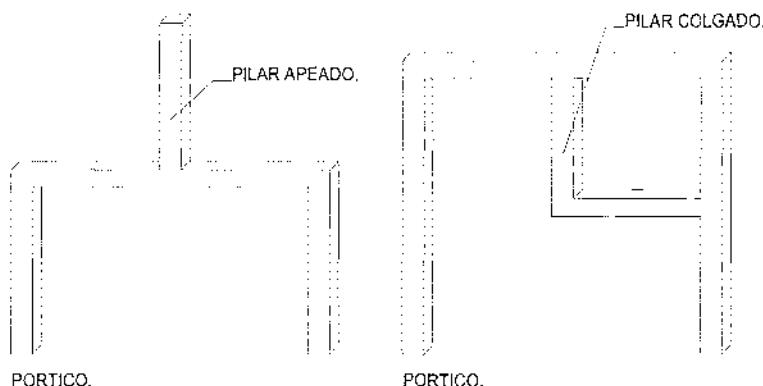


Figura A.

Figura B.

Figura 10

B) CARACTERÍSTICAS

Aunque no es una buena práctica colocar pilares apeados, es decir, que arranquen desde una viga o pilares colgados de vigas, aún es menos conveniente colocarlos en zona sísmica cuando la aceleración sea $> 0,12\text{ g}$, ya que durante el movimiento sísmico le afecta de la forma siguiente:

- Aumenta considerablemente el momento flector y el cortante en las vigas.
- Durante un movimiento sísmico somete a las vigas a un momento flector y cortante lateral que no siempre es contemplado en los cálculos.
- Ocasionan desplazamientos laterales en las vigas.
- Si el epicentro está cerca le ocasiona en su mayor parte vibraciones verticales.
Si el pilar tiene un momento en el eje X somete a la viga a un momento de giro, y si el momento es en el eje Y, somete a la viga que lo soporta a torsión.

Por tratarse de una zona muy problemática y expuesta se debe evitar siempre, recordando que los diseños inadecuados encarecen la estructura, existe mayor posibilidad de errores durante la ejecución y de que aparezcan daños una vez terminada la edificación.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

AUMENTO DEL NÚMERO DE PLANTAS

LÁMINA
30.10

A) FIGURA

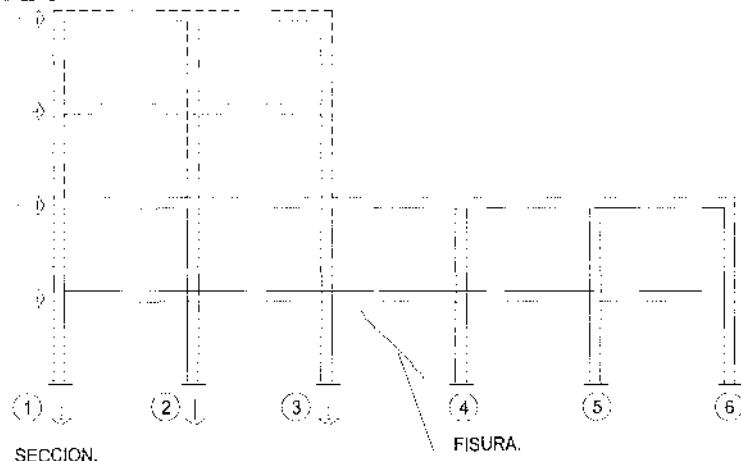


Figura 11

B) CARACTERÍSTICAS

El aumento del número de plantas requiere bastante atención y prudencia, pues ésta es una de las causas por las que se suele producir el colapso de una edificación.

A continuación se comenta como le afecta al edificio existente el aumento del número de plantas:

- Aumentan los axiles en los pilares 1-2-3.
- Debido al empuje horizontal del viento o sismo, aumenta el momento y el cortante en todos los pilares y vigas.
- Aumentan las tensiones del terreno en la cimentación de los pilares nº 1-2-3, produciéndose descensos y apareciendo fisuras o grietas en el cerramiento situado en la zona de transmisión, entre los pilares 3 y 4.
- La armadura de la cimentación suele quedar insuficiente para el momento flector o para el punzonamiento.

En el aumento del número de plantas se debe calcular toda la estructura con la norma en vigor y comparar el resultado con el armado existente, reforzando todos los elementos que no tengan la resistencia suficiente, y si se prevén asientos, será necesario aumentar las dimensiones de la cimentación.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

COLOCACIÓN DE PISCINAS EN AZOTEAS

LÁMINA
30.11

A) FIGURA

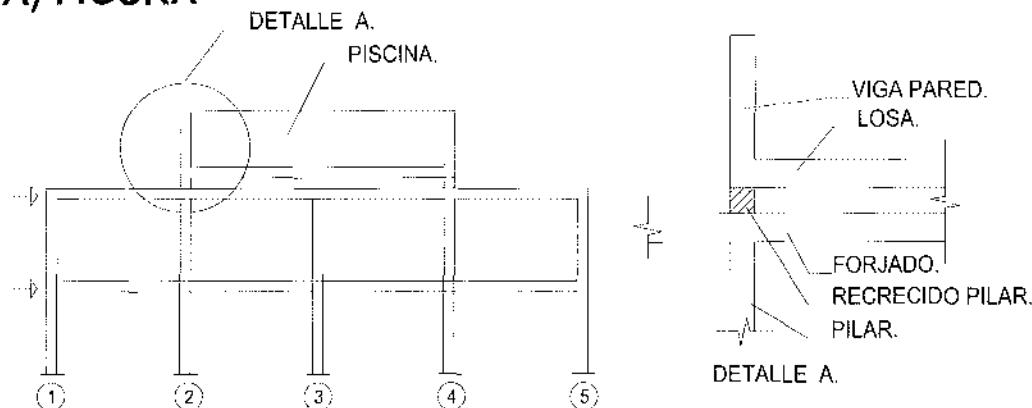


Figura 12

B) CARACTERÍSTICAS

La ejecución de una piscina sobre un forjado en un edificio existente, afecta de la forma siguiente (**figura 12**).

- Aumentan los axiles en los pilares nº 2-3-4.
- Aumentan las tensiones del terreno en la cimentación de los pilares nº 2-3-4.
- Si se trata de zona sísmica, al intentar desplazarse la estructura durante el movimiento sísmico, aumenta el momento y el cortante en todos los pilares y vigas.
- La armadura de la cimentación suele quedar escasa.

Para el cálculo es conveniente lo siguiente:

- Recrecer los pilares para dejar un espacio entre la losa de la piscina y el forjado existente.
- Calcular las paredes para soportar el empuje del agua como viga pared, apoyándola en el recrecido de los pilares.
- Calcular la losa a flexión con el peso del agua uniéndola a la viga pared, prestándole atención al anclaje de la armadura y al esfuerzo cortante en la unión de la pared.
- Si la piscina tiene grandes dimensiones y la losa tiene apoyos puntuales en recrecidos de pilares, no olvidar comprobar el punzonamiento.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

APERTURA DE HUECOS EN MUROS DE CARGA

LÁMINA
30.12

A) FIGURA

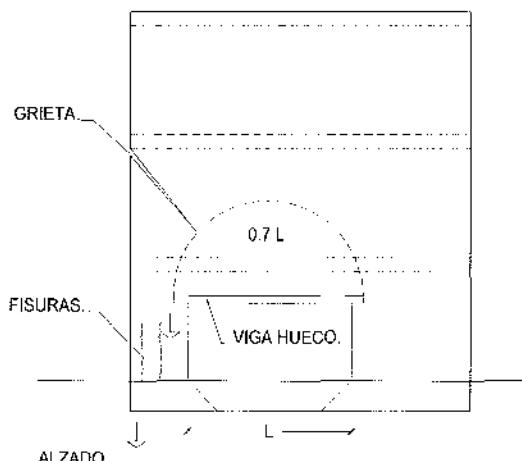


Figura 13

B) CARACTERÍSTICAS

La apertura de huecos en muros de carga es una labor aparentemente fácil, pero si no se estudia y ejecuta correctamente presenta algunos problemas, debiéndose tener en cuenta lo siguiente:

- La viga hay que calcularla con el peso del forjado que le llega más el peso del muro que debe ser como mínimo 0,7 L.
- La viga debe tener bastante rigidez, pues si flecta aparecen fisuras formando arco de descarga.
- El apoyo de la viga debe tener la superficie suficiente para que no rompa al ladrillo por compresión o bien colocar una placa para que reparta la carga.
- La zona más pequeña del muro debe tener resistencia suficiente para soportar la carga que le llega de los forjados y no rompa por compresión, ya que esta es la zona más problemática.
- Si no se amplían las dimensiones de la cimentación en el lado más pequeño, al aumentar las tensiones del terreno se suelen producir descensos y surgen grietas, como se indica en la figura 13.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS EN UN MISMO EDIFICIO

LÁMINA
30.13

A) FIGURA

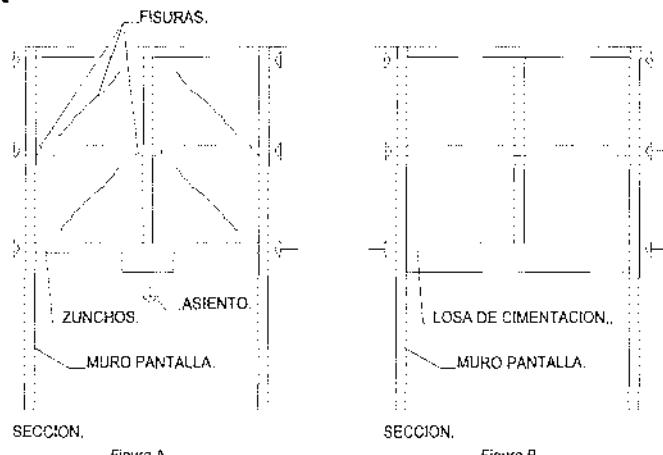


Figura 14

B) CARACTERÍSTICAS

Todo técnico sabe que no se debe ejecutar en una misma estructura una cimentación superficial con zapatas o losas unida a una cimentación profunda de pilotes o muros pantallas. Si se ejecutan como se indica en la figura “A”, lo más probable es que surjan asientos diferenciales y aparezcan fisuras de tracción diagonal en los cerramientos, y si el descenso es grande, también romperán las vigas.

Otro de los inconvenientes que presenta es que los zunchos de la cimentación colaboran menos para soportar los empujes de las tierras.

Aunque lo más correcto es colocar muros pantallas y pilotes con una solera arriostrante, si se coloca losa de cimentación como se indica en la figura B y los asientos diferenciales son pequeños, no suelen surgir daños, con la ventaja de que la losa colabora a soportar los empujes de tierras, ya que las pantallas suelen tener un anclaje provisional y al final los forjados terminan soportando los empujes. Debido a ello, es conveniente colocar forjados reticulares o de losas y en caso de proyectar forjados unidireccionales, las viguetas deben situarse perpendiculares a los muros pantallas y colocar vigas paralelas a ellas donde existan pilares.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

CIMENTACIÓN CON ZAPATAS Y MUROS DE CONTENCIÓN

LÁMINA
30.14

A) FIGURA

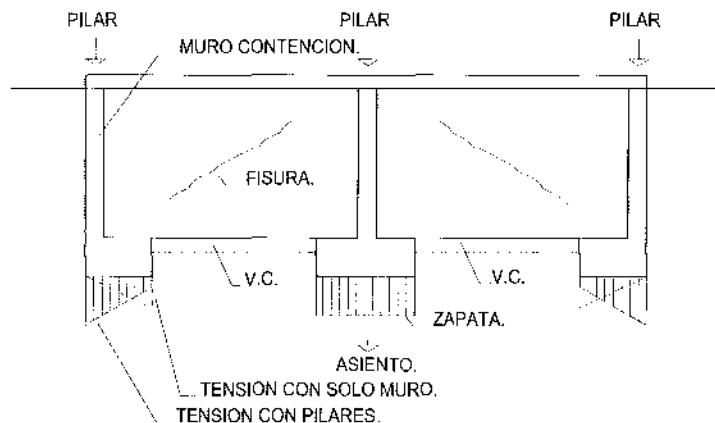


Figura 15

B) CARACTERÍSTICAS

En la construcción de sótanos es frecuente la ejecución de cimentación mediante zapatas y muros de contención con puntera.

Cuando sólo existe el muro de contención, las mayores tensiones se encuentran en el extremo de la puntera, por lo que hay que dotarla de mayor dimensión para evitar el vuelco o colocar vigas centradoras anchas con armadura en su cara inferior. Una vez ejecutada la estructura, los axiles de los pilares medianeros hacen que las mayores tensiones se encuentren en su vertical y para reducirlas haciendo que pasen a trabajar de diagrama trapecial a rectangular, es necesario que las vigas centradoras tengan también armadura en su cara superior.

Cuando no se tienen en cuenta esas precauciones y las zapatas portan una superficie más pequeña que las punteras someten al terreno a una tensión mayor, se suelen producir asientos diferenciales, con aparición de fisuras de tracción diagonal en cerramientos y roturas de bovedillas.

Cuando existan muros de contención, siempre que sea posible, es preferible colocar una losa de cimentación y más aún si se trata de dos sótanos o existe empuje hidrostático por estar el nivel freático alto.

La existencia de un nivel freático alto obliga a colocar losa de cimentación, o como mínimo una solera arriostrante de 25 ó 30 cm de espesor.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

CIMENTACIÓN CON ZAPATAS Y MUROS DE CONTENCIÓN

LÁMINA
30.14

C) IMPORTANCIA ★★

Los daños dependen de las características del terreno y de lo pronunciado del descenso que se produzca. Lo más usual es que se produzcan roturas de bovedillas, tabiques y cerramientos, pero si también se produce rotura de viguetas y vigas, los daños son más graves y deben repararse.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- Proyectar zapatas y muros de contención sin prever los asientos diferenciales.
- Proyectar zapatas y zanjas corridas sin contemplar los problemas que suelen ocasionar este tipo de construcción.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Prever los asientos diferenciales que se suelen producir en cimentaciones que someten al terreno a diferentes tensiones de trabajo.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Unificar las tensiones de trabajo a las que queda sometida la cimentación, aumentando sus dimensiones.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

CIMENTACIÓN CON ZAPATAS Y MUROS DE CONTENCIÓN

LÁMINA
30.14

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 5



Fotografía 6

En la **fotografía 5** aparece una grieta de tracción diagonal en un cerramiento por haberse ejecutado la estructura con pórticos y muros de cargas. En la **fotografía 6** aparece otra grieta por asiento diferencial de la cimentación.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

CIMENTACIÓN SEMICOMPENSADA

LÁMINA
30.15

A) FIGURA

CIMENTACION SEMICOMPENSADA.

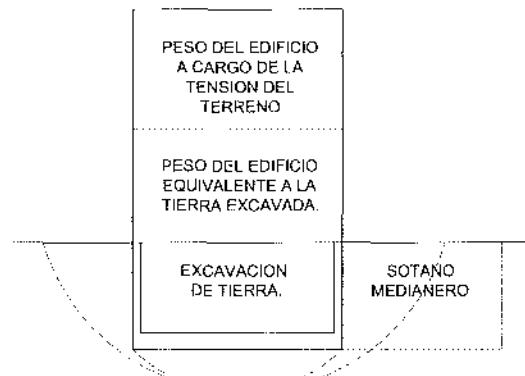


Figura 16

B) CARACTERÍSTICAS

Una cimentación semicompensada consiste en sustituir el peso de las tierras excavadas por parte del peso del edificio y el resto del peso del edificio que sea soportado por la tensión admisible del terreno. Esta hipótesis es bastante arriesgada por lo siguiente:

- Al realizar la excavación las tierras se descomprimen, especialmente si se trata de terrenos expansivos.
- Se está haciendo trabajar el terreno al límite y muy expuesto ante cualquier problema.
- Si se trata de un terreno saturado de agua, esta hipótesis es dudosa.
- En caso de excavación del solar medianero, el círculo activo o línea de rotura se reduciría.

Debido a lo arriesgado que puede resultar ejecutar una cimentación semicompensada, se estima que como mucho se llegue a una cimentación compensada, que consiste en cambiar el peso de las tierras extraídas por el peso del edificio. En estos casos hay que realizar una losa de cimentación.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

DEFORMACIÓN DIFERENCIAL EN EXTREMOS DE VIGUETAS

LÁMINA
30.16

A) FIGURA

ROTURA POR DEFORMACION DIFERENCIAL.

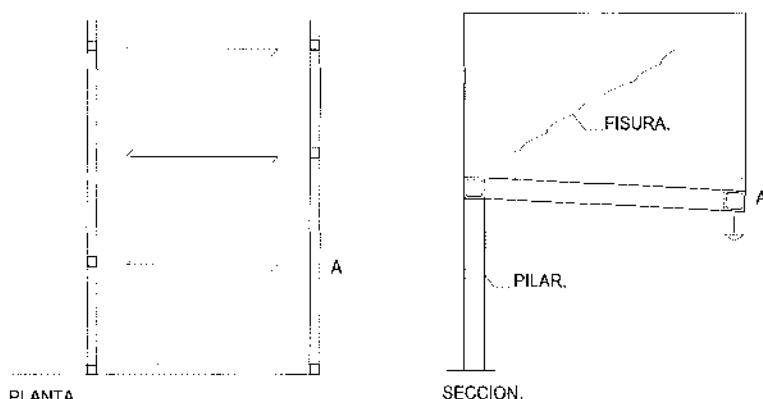


Figura 17

B) CARACTERÍSTICAS

Con cierta frecuencia se proyectan estructuras con pilares no enfrentados como se indica en la planta de la **figura 17** y no se analizan las deformaciones diferenciales entre los extremos de las viguetas, surgiendo fisuras de tracción diagonal en los tabiques.

Con pilares no enfrentados, si existen tabiques perpendiculares a las vigas, debe limitarse la deformación de estas vigas, de forma que el descenso diferencial que se produzca en el tabique no supere la limitación por flecha en el extremo del tabique que apoya en la viga.

Se cita como ejemplo una viga de 6,00 m de luz que podría tener una flecha de 1,00 cm, que sería admisible. No obstante, si existe un tabique perpendicular a la viga con 4,00 m de longitud, que va de un pilar al centro de esta viga, sufrirá un descenso diferencial de 1,00 cm, que en este caso no conviene que sea superior a $400 \text{ cm} / 500 = 0,8 \text{ cm}$.

Al flectar la viga A 1,00 cm y también el tabique, puede surgir la fisura que se indica en la sección de la **figura 17**, pero cuando el descenso es mayor del doble, es decir, 1,6 cm, termina rompiendo el tabique.

Cuanto menor sean las luces de las viguetas, mayor es la posibilidad de que rompa el tabique.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

DEFORMACIÓN DIFERENCIAL EN EXTREMOS DE VIGUETAS

**LÁMINA
30.16**

C) IMPORTANCIA *

Se puede considerar leve si no existen errores de cálculo o de ejecución, entonces la fisura suele quedar estabilizada, de lo contrario irá en aumento.

D) CAUSAS MÁS USUALES

- No prever durante el cálculo la deformación diferencial.
- Errores de cálculo o de ejecución.
- No prever en el cálculo la transmisión de carga de los forjados superiores a través de la tabiquería.

E) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

- Si es pequeña la deformación esperar a que se complete y si aumenta estudiar que sucede.

F) POSIBLES REPARACIONES

- Esperar a que se establezca la rotura o aumentar la rigidez de la viga.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

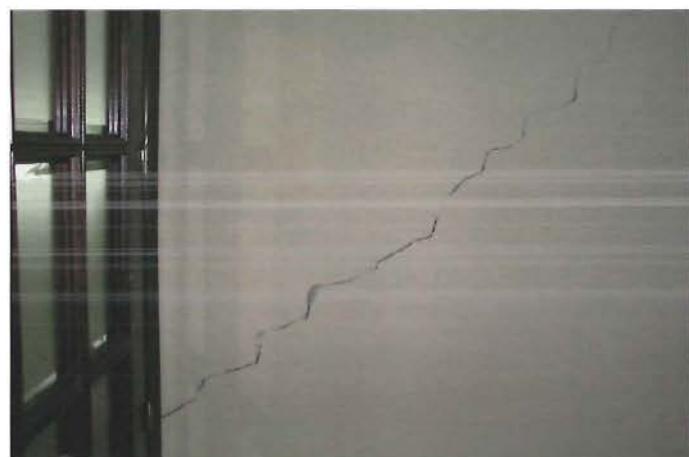
DEFORMACIÓN DIFERENCIAL EN EXTREMOS
DE VIGUETAS

LÁMINA
30.16

G) FOTOGRAFÍAS



Fotografía 7



Fotografía 8

En las **fotografías 7 y 8** aparecen roturas de tracción diagonal en la fábrica por deformación diferencial del forjado.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

PLANTA DÉBIL

LÁMINA
30.17

A) FIGURA

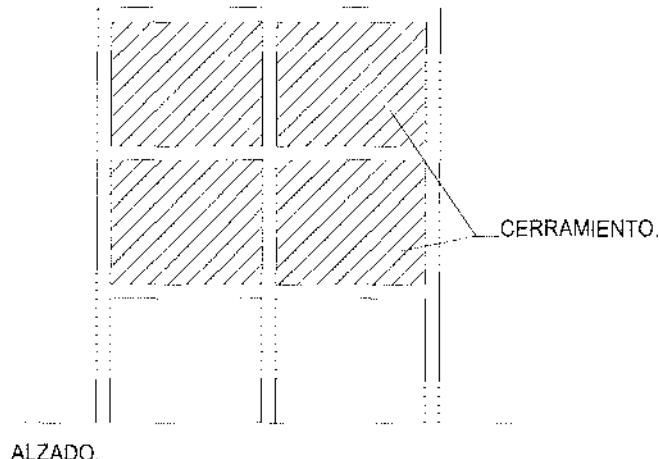


Figura 18

B) CARACTERÍSTICAS

Cuando la planta baja queda diáfana sin cerramientos, sobre todo cuando su altura es superior al resto de las plantas y la edificación queda situada en zona muy sísmica con aceleración mayor de 0,12 g, a esta planta se le suele llamar "planta débil" o "piso blando", ya que durante un movimiento sísmico es la zona más vulnerable y la que suele fallar, puesto que al existir sólo pilares, quedan sometidos a elevados momentos y cortantes y suelen romper por flexión o por cortante.

Aunque no se suele contemplar en los cálculos, los cerramientos también colaboran durante un movimiento sísmico, de ahí su importancia para no dejar una planta diáfana y si es necesario por tratarse de un diseño problemático, prestarle más atención, debiéndose dotar a los pilares para que puedan soportar mayores momentos flectores y mayores esfuerzos cortantes, por lo que estos pilares de planta baja deben quedar más estribados, especialmente si existen pilares cortos.

Aunque los cerramientos colaboran durante un movimiento sísmico, éstos coaccionan la deformación de la estructura y reducen su desplazamiento, lo cual hace que su funcionamiento sea diferente al contemplado en los cálculos. Al impedir la deformación de la estructura, rompen en forma de aspa.

30. DISEÑOS PROBLEMÁTICOS

PLANTA DÉBIL

LÁMINA
30.17

B) CARACTERÍSTICAS

Se relaciona el orden de preferencias de forjados a colocar en zonas sísmicas.

1º Forjado bidireccional con vigas de cuelgue y losa:

Con este sistema todos los pilares quedan atados con vigas en dos direcciones y las vigas unidas por la losa de hormigón. Ésta estructura es muy monolítica y estable, aunque tiene el inconveniente de que se aprecian las vigas de cuelgue.

2º Forjado bidireccional con vigas de cuelgue y nervios en dos direcciones:

Es el mismo sistema que el anterior, con la diferencia de que en lugar de la losa se colocan nervios y piezas aligeradas, obteniéndose menor peso y volumen de hormigón.

3º Forjado con vigas de cuelgue y nervios:

Consiste en colocar vigas de cuelgue en dos direcciones atando todos los pilares y alternando el sentido de los nervios en cada crujía.

4º Forjado con vigas planas y nervios en dos direcciones:

Las vigas atan a los pilares en dos direcciones y no deben tener un ancho superior al del pilar más un vuelo de 0,35 su canto sobre el pilar.

5º Forjados de losa maciza:

Tienen las ventajas de que no es necesario colocar los pilares formando cuadrículas, pero los momentos ocasionados por el sismo no se lo transmiten a los pilares tan directamente como con las vigas y el fallo suele suceder por punzonamiento.

6º Forjado unidireccional:

Es menos adecuado, las vigas no deben tener un ancho superior al del pilar más un vuelo de 0,35 su canto sobre el pilar.

En el sentido de los nervios se deben situar zunchos atando los pilares para que soporten los empujes perpendiculares a los pórticos.

7º Forjado reticular:

Es el mismo sistema que el de losa, con la diferencia de que en vez de losa lleva ábacos, vigas perimetrales y nervios en dos direcciones.

TEST DE DEMOPATOLOGÍA

- 1 Las fisuras verticales de coacción interna por retracción que aparecen a distancias periódicas en las bases de los muros de contención, son debidas a:
 - A) Colocar escasa armadura vertical.
 - B) Hormigonar el muro después de 28 días desde la ejecución de la cimentación en época muy calurosa.
 - C) Hormigonar el muro a continuación de la cimentación.
 - D) No tiene nada que ver con la fase de hormigonado.
- 2 En la ejecución de un muro de contención por bataches, para evitar fisuras verticales de retracción hidráulica, es conveniente ejecutar las esquinas:
 - A) Al principio.
 - B) Al final.
 - C) En cualquier momento.
 - D) A mediado de la ejecución.
- 3 Un muro de contención vuela por:
 - A) No tener armadura suficiente.
 - B) No tener peso suficiente.
 - C) Tener una cimentación insuficiente.
 - D) Tener poco peso.
- 4 Un muro de contención flecta por:
 - A) No tener armadura suficiente.
 - B) No tener peso suficiente.
 - C) Tener una cimentación insuficiente.
 - D) Tener poco canto.
- 5 Un muro de contención desliza por:
 - A) No tener armadura suficiente.
 - B) No tener peso suficiente.
 - C) Tener una cimentación insuficiente.
 - D) Tener poco canto.
- 6 Un muro de contención rompe a cortante por:
 - A) Tener poca armadura vertical.
 - B) Tener poco canto.
 - C) Tener peso insuficiente.
 - D) Tener escasa armadura horizontal.

- 7 Una zapata situada en terreno expansivo en estado seco, si se ejecuta con tres dimensiones diferentes, al hincharse el terreno, ¿a cuál de ellas le afectará más?
- A) A la más pequeña.
 - B) A la mediana.
 - C) A la mayor.
 - D) A todas iguales.
- 8 Una zapata situada en terreno expansivo en estado húmedo, si se ejecuta con tres dimensiones diferentes, cuando se desequie y contraiga, ¿cuál de ellas descenderá antes?
- A) La más pequeña.
 - B) La mediana.
 - C) La mayor.
 - D) Todas al mismo tiempo.
- 9 Si se obtiene un hormigón de menor resistencia en una zapata, ¿qué le suele afectar más?
- A) Aumenta el riesgo de punzonamiento.
 - B) Tiene menos durabilidad el hormigón.
 - C) La sección de armadura es menor.
 - D) La adherencia de la armadura es menor.
- 10 Si una zapata se ejecuta de menores dimensiones, ¿cuál es el mayor problema que ocasiona?
- A) Es mayor el punzonamiento.
 - B) Las vigas riostras precisan mayor longitud.
 - C) El terreno queda sometido a mayores tensiones.
 - D) El asiento diferencial que se produce.
- 11 Si una zapata se ejecuta de mayores dimensiones, ¿cuál es el mayor problema que ocasiona?
- A) Su coste es mayor.
 - B) Precisa mayor volumen de hormigón.
 - C) Al tener un menor asiento de consolidación se produce un asiento diferencial con las otras zapatillas.
 - D) No ocasiona problema.
- 12 No es conveniente realizar una cimentación de muro de carga con zanja corrida y otra zona con zapatillas, ¿cuál de estos inconvenientes es el más perjudicial?
- A) Se suelen producir asientos diferenciales.
 - B) Se precisa mayor volumen de hormigón.
 - C) Se precisa mayor excavación.
 - D) Se producen diferentes tensiones en el terreno.

- 13 ¿Cuál de estos problemas es el más grave que le pueda suceder a una losa de cimentación?
- A) Que rompa a flexión.
 - B) Que falle por punzonamiento.
 - C) Que hayan omitido los separadores.
 - D) Que solapen la armadura en zona de tracción.
- 14 ¿Qué tipo de terreno le ocasiona más degradación a la cimentación?
- A) Los terrenos yesíferos.
 - B) Los terrenos licuables.
 - C) Los terrenos deslizables.
 - D) Los terrenos expansivos.
- 15 Los pilares con cuantías de armadura mínima, que se someten a una carga superior a la que pueden soportar, rompen a compresión con una rotura:
- A) Lenta.
 - B) Frágil.
 - C) Pandeán las barras.
 - D) Avisa con tiempo.
- 16 ¿Qué solución se estima más adecuada para reforzar un pilar que se le ha colocado menos armadura de la necesaria?
- A) Empesillándolo con perfiles.
 - B) Colocando a su alrededor la armadura necesaria y aplicándole un hormigón proyectado.
 - C) Aumentando sus dimensiones.
 - D) Pegándole platabandas con resina epoxi.
- 17 Cuando un pilar se refuerza con angulares, ¿qué le suele perjudicar más?
- A) No tener continuidad los angulares con la planta superior.
 - B) Haber empleado aceros de diferentes características.
 - C) Que las presillas queden muy separadas.
 - D) Que los perfiles queden vistos y se puedan corroer.
- 18 ¿Qué tipo de corrosión le perjudica más a un pilar?
- A) Corrosión de las barras en su base por capilaridad.
 - B) Corrosión en su zona superior por penetración de la humedad por la fisura de asentamiento plástico.
 - C) Corrosión de las barras por falta de recubrimiento.
 - D) Corrosión de los cercos en una esquina.

- 19 Aunque todas las roturas en pilares son graves, ¿cuál de las que se indican se considera más graves?
- A) Rotura de flexión.
 - B) Rotura de flexión por pandeo debido a la esbeltez.
 - C) Rotura de cortante
 - D) Rotura de compresión en pilar muy armado.
- 20 ¿Qué tipo de agua perjudica más cuando queda en contacto con el hormigón?
- A) Aguas selenítosas o yesíferas.
 - B) Aguas residuales.
 - C) Agua de mar.
 - D) Agua con glucosa procedente de la industria azucarera.
- 21 ¿Qué fallo en un pilar obliga a que sea sustituido en su cometido?
- A) Rotura de flexión.
 - B) Rotura de compresión.
 - C) Rotura de cortante.
 - D) Desagregación del hormigón.
- 22 Cuando los estribos de una viga se corroen y desaparecen en su zona inferior se produce una rotura de:
- A) Flexión.
 - B) Cortante.
 - C) Rasante.
 - D) Torsión.
- 23 Si en una estructura unidireccional se precisa reforzar pilares, vigas, viguetas y ampliar las dimensiones de la cimentación, ¿qué solución se estima más adecuada?
- A) Demoler la estructura.
 - B) Reforzar todos los elementos.
 - C) Introducir pórticos intermedios para descargar a los existentes.
 - D) No hacer nada.
- 24 ¿Qué tipo de rotura es más usual en vigas con cuantía mínimas de armadura?
- A) Rotura de flexión.
 - B) Rotura de cortante.
 - C) Rotura de torsión.
 - D) Rotura de retracción.

- 25 ¿Qué daño es progresivo en un pilar hasta dejarlo totalmente inutilizado?
- A) Rotura de flexión.
 - B) Desagregación.
 - C) Rotura de retracción.
 - D) Rotura de cortante.
- 26 Si las viguetas de un forjado apoyado no tienen la rigidez suficiente y flectan, ¿qué solución consideraría más adecuada por su facilidad de ejecución?
- A) Darle continuidad.
 - B) Aumentar la capa de compresión.
 - C) Macizar calles de bovedillas.
 - D) Colocar perfiles en el centro de las viguetas.
- 27 La rotura a 45º en las esquinas de dinteles y antepechos de ventanas suelen surgir por:
- A) Retracción debido a un mortero con alta dosificación de cemento y quedar sometido el paño a fuerte soleamiento.
 - B) Retracción debido a la existencia de impurezas en la arena.
 - C) Deformación.
 - D) Dilatación.
- 28 ¿Cuál suele ser la causa más frecuente de rotura de tabiques en planta primera?
- A) Rotura por deformación de vigas.
 - B) Rotura por deformación de viguetas.
 - C) Rotura por retracción.
 - D) Rotura por dilatación.
- 29 ¿Cuál suele ser la causa más usual de rotura de tabiques en la última planta?
- A) Rotura por deformación negativa de vigas.
 - B) Rotura por deformación negativa de viguetas.
 - C) Rotura de dilatación o retracción térmica.
 - D) Rotura de retracción hidráulica.
- 30 Cuando se realiza una cimentación en terreno blando y los tabiques apoyan en una solera, ¿cuál es la rotura más usual que se suele producir?
- A) Por asiento de consolidación de la cimentación.
 - B) Por deficiente compactación del terreno.
 - C) Por desecación de las tierras.
 - D) Por rotura en las redes de agua o saneamiento.

- 31 ¿Qué tipo de rotura es más usual en solera?
- A) Por flexión.
 - B) Por retracción.
 - C) Por dilatación.
 - D) Por descenso del terreno.
- 32 Las causas que se indican hacen flotar una piscina y que se salga del terreno, ¿cuál de ella suele pasar desapercibida?
- A) Nivel freático alto.
 - B) Inundación del terreno por rotura en las redes.
 - C) Formación de bolsas de aguas colgadas en terrenos expansivos.
 - D) Subida del nivel freático de las mareas en zona de playa.
- 33 Una piscina elevada situada en zona sísmica, ¿a qué hay que prestarle especial atención?
- A) A los asientos de la cimentación.
 - B) A los desplazamientos.
 - C) A las fugas de agua.
 - D) Al peso de agua que tiene que soportar la losa.
- 34 ¿Qué le perjudica más a una estructura durante un movimiento sísmico?
- A) Aumento de los momentos negativos de las vigas.
 - B) Aumento de los cortantes.
 - C) Aumento de las compresiones en la cara inferior cerca del apoyo.
 - D) Entrar en resonancia.
- 35 ¿Qué es lo peor que le pueda suceder a una estructura durante un movimiento sísmico?
- A) El aumento de momentos y cortantes en los pilares.
 - B) El aumento de axiles en pilares.
 - C) Que se pueda producir una licuefacción del terreno.
 - D) El aumento de carga en la cimentación.

- 36 ¿Qué problema es más usual en viviendas con muros de carga?
- A) Desagregación del mortero de agarre.
 - B) Asiento de la cimentación.
 - C) Humedad de capilaridad.
 - D) Deterioro de los ladrillos.
- 37 En un incendio, ¿qué es más peligroso que quede afectado por el fuego?
- A) Un pilar metálico.
 - B) Un pilar de hormigón.
 - C) Una viga metálica.
 - D) Una viga de hormigón.
- 38 En un incendio, ¿qué se desploma antes durante el incendio?
- A) Las viguetas armadas.
 - B) Las viguetas pretensadas.
 - C) Las vigas metálicas.
 - D) Las vigas de hormigón.
- 39 ¿Qué tipo de operación le puede ocasionar más daño a un edificio medianero?
- A) Realizar excavación a una cota más profunda que la base de la cimentación medianera.
 - B) Construir una losa de cimentación.
 - C) Hinca de pilotes prefabricados que ocasionan vibraciones.
 - D) Achiques de agua.
- 40 Entre los criterios al diseñar una estructura en zona sísmica, ¿cuál es menos adecuado?
- A) Estructura mixta formada por pórticos y muros de carga.
 - B) Estructura mixta formada por pilares de hormigón y metálicos.
 - C) Colocación de forjados a diferentes niveles.
 - D) Colocar pilares esbeltos.

En las soluciones de los Test se indica la letra que se considera correcta y también la página donde se trata el tipo de fallo.

SOLUCIONES DEL TEST

Nº	Correcto	Página
1	B	142
2	B	139
3	C	124
4	D	135
5	B	121
6	B	133
7	C	21
8	A	14
9	A	24
10	D	14
11	C	14
12	A	14
13	B	24
14	A	35
15	B	201
16	B	712
17	C	201
18	D	231
19	B	221
20	A	35

Nº	Correcto	Página
21	D	235
22	B	311
23	C	391
24	D	295
25	B	235
26	A	519
27	A	569
28	B	520
29	C	528
30	A	537
31	B	485
32	C	466
33	B	462
34	D	591
35	C	88
36	C	191
37	A	221
38	B	398
39	A	17
40	A	173

VALORACIÓN DEL TEST

Menos de 20 aciertos	Regular
Entre 20 y 27 aciertos	Buena
Entre 28 y 35 aciertos	Muy buena
Más de 35 aciertos	Excelente

BIBLIOGRAFÍA

"Prevención y soluciones en patología estructural de la edificación" Manuel Muñoz Hidalgo.

"Diagnosis y causas en patología de la edificación" Manuel Muñoz Hidalgo.

"Problemas dudas y soluciones durante el proyecto y ejecución de la edificación" Manuel Muñoz Hidalgo.

"Influencia daños y tratamientos de las humedades en la edificación" Manuel Muñoz Hidalgo.

"Como evitar errores en proyectos y obras" Manuel Muñoz Hidalgo.

"Los forjados reticulares" Florentino Regalado Tesoro.

"Pilares" Florentino Regalado Tesoro.

"Cálculo, construcción y patología en la edificación" José Calavera Ruiz.

"Cálculo de estructuras de Cimentación" José Calavera Ruiz.

"Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón para edificios" José Calavera Ruiz.

"Muros de contención de sótanos" José Calavera Ruiz.

"Manual de detalles constructivos en obras de hormigón armado" José Calavera Ruiz.

"Patología de estructuras de hormigón armado" José Calavera Ruiz.

"Hormigón" Manuel Fernández Cánovas.

"Patología y terapéutica de hormigón armado" Manuel Fernández Cánovas.

"Tecnología y terapéutica del hormigón armado" Ismael Sirvent Casanova.

"Patología de fachadas" Dpto. de la Construcción E.T.S.A. de Valladolid.

"Lesiones en los edificios" Ediciones CEAC.

"Lesiones en el hormigón" Ediciones CEAC.

Curso de "Patología" Colegio O. de Arquitectos de Madrid.

"Cimentaciones" José M^a. Rodríguez Ortiz.

"La cimentación" José M^a. Rodríguez Ortiz.

"Nociones sobre terrenos, muros de contención de tierras de bujeo y pilotes" Victor Escribano Ucelay.

"Construcciones Antisísmicas" José Creixell.

"Terremotos" Bruce A. Bolt.

"Muros de contención" M. y A. Reimbert.

"Muros de contención" José Barros Pena.

"Edificaciones, diseño y construcción sismorresistente" Norman B. Gren.

"Terremotos" Colegio O. de Arquitectos de Andalucía Oriental.

"Durabilidad de estructuras de hormigón" Colegio O. de Ingenieros de Caminos de Madrid.

"Ruinas en construcción" Ortega Andrade.

"Fisuras y grietas en morteros y hormigones" Editores Técnicos Asociados.

"Patología de las construcciones de hormigón armado" Jean Blevot.

"Sistemática de la recogida de datos para el diagnóstico de la fisuración" Javier Elizalde.

"Hormigón Armado" P. Jiménez Montoya.

"Estructuras de concreto reforzado" R. Park.

"Diseño de estructuras de concreto sujetas a torsión" Dr. Henry Cowan.

"Aspecto fundamental del concreto reforzado" Óscar M. González Cuervas.

"Control de calidad de las estructuras de hormigón armado" Ismael Sirvent Casanova.

"La humedad en la edificación" Colegio O. Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.

- "Las Armaduras" Ismael Sirvent Casanova.
- "Piezas de hormigón armado sometidas a Flexión Simple" Ismael Sirvent Casanova.
- "Ingeniería de cimentaciones" Ralph B. Peck.
- "Razón y ser" Eduardo Torroja.
- "Tratado de construcción" Enrique Rodón.
- "Vigas en ménsulas" Juan Montero Romero.
- "Patología de las cimentaciones" Louis Logeais.
- "Elementos constructivos singulares de hormigón armado" J. R. Robinson.
- Curso de "Patología y Rehabilitación de estructuras de Hormigón Armado" Intemac 1993.
- Seminario sobre "Aspectos Constructivos Estructurales y Patológicos" Escuela de Arquitectos de Sevilla 1987.
- Curso de "Patología" Colegio O. Arquitectos de Madrid.
- "Siniestros más frecuentes en la construcción de edificios" Alfonso Rodríguez de Trío.
- "Manual de diagnosis e intervención en estructuras de hormigón" Colegio Arquitectos Técnicos de Barcelona
- "Hormigón Armado" Pascual Urbán Brotons.



1346518

Libros editados del mismo autor

conceptos
y patología
en la edificación



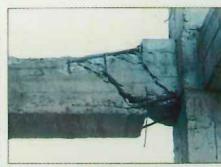
Manuel Muñoz Hidalgo

Prevención y soluciones
en patología estructural
de la edificación



Manuel Muñoz Hidalgo

Diagnosis y causas
en patología de la edificación



Manuel Muñoz Hidalgo

Problemas, dudas y soluciones
durante el proyecto y ejecución
de la edificación



Manuel Muñoz Hidalgo

Influencias, daños y tratamientos
de las humedades en la edificación



Manuel Muñoz Hidalgo

Cómo evitar errores en
proyectos y obras
(100 casos prácticos)



Manuel Muñoz Hidalgo

A) INFORMACIÓN:

<http://Lpatologia.cjb.net/>

B) PEDIDOS: Puede realizar sus pedidos mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- I) E-MAIL: [pedidos@librerareinamercedes.com](mailto:pedidos@libreriareinamercedes.com)
- II) TLF-FAX: 954 61 19 36
- III) CARTA: Librería Reina Mercedes
Francisco Valgas
Avda. Reina Mercedes, 17
41012, Sevilla

Muñoz Hidalgo
Manuel.

690.24
M9719m
Ej. 2



1346518

2012

Manuel Muñoz Hidalgo

Manual de patología de la edificación

(Detección, diagnóstico y soluciones)