

TIPOLOGÍA GENERAL DE MUROS DE CONTENCIÓN

• INTRODUCCIÓN

Se define como muro : **Toda estructura continua que de**

forma activa o pasiva produce unefecto estabilizador sobre una masa de terreno.

El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial.(figura 1-1ª).

En la situación anterior, el cuerpo del muro trabaja esencialmente a flexión y la compresión vertical debida a su propio peso es generalmente despreciable.

Sin embargo, en ocasiones el muro desempeña una segunda misión que es la de transmitir cargas verticales al terreno, desempeñando una función de cimiento. La carga vertical puede venir de una cubierta situada sensiblemente a nivel del terreno(figura 1-1b) o puede ser producida también por uno o varios forjados apoyados sobre el muro y por pilares que apoyan en su coronación transmitiéndole las cargas de los plantas superiores.

Las formas de funcionamiento del muro de contención y del de sotano, son considerablemente diferentes. En el primer caso el muro se comporta como un voladizo empotrado en el cimiento, mientras que en el segundo el muro se apoya o ancla en los forjados, y a nivel de cimentación el rozamiento entre cimiento y suelo hace que sea innecesaria casi siempre la disposición de ningún otro apoyo. El cuerpo del muro funciona en este segundo caso como una losa de uno o varios vanos y a ese funcionamiento se superpone con frecuencia el de la pieza como viga de cimentación de gran canto.

• DESIGNACIONES

- **Puntera:** Parte de la base del muro (cimiento) que queda debajo del intradós y no introducida bajo el terreno contenido.
- **Tacón:** Parte del cimiento que se introduce en el suelo para ofrecer una mayor sujeción.
- **Talón:** Parte del cimiento opuesta a la puntera, queda por debajo del trasdós y bajo el terreno contenido.
- **Alzado o cuerpo:** Parte del muro que se levanta a partir de los cimientos de este, y que tiene una altura y un grosor determinados en función de la carga a soportar.
- **Intradós:** Superficie externa del alzado.
- **Trasdós:** Superficie interna del alzado, está en contacto con el terreno contenido.

• TIPOS GENERALES DE MUROS DE CONTENCIÓN

• MUROS DE GRAVEDAD

Utiliza su propio peso como elemento estabilizador, no estando diseñado para que trabaje a tracción

Son muros de hormigón en masa en los que la resistencia se consigue por su propio peso. Normalmente

carecen de cimientado diferenciado, aunque pueden tenerlo.

Su ventaja fundamental es que no van armados, con lo cual no aparece en la obra el tajo de la ferralla. Pueden ser interesantes para alturas moderadas, y aún así, sólo si su longitud no es muy grande, pues en caso contrario, y en definitiva siempre que el volumen del muro sea importante, la economía que representan los muros de hormigón armado justifica la aparición del tajo de ferralla.

- **MUROS DE HORMIGÓN ARMADO**

Son muros armados interiormente con barras de acero

diseñado para poder soportar esfuerzos de tracción.

TIPOS :

- **Muros de semigravedad**

Similar al de gravedad pero ligeramente armado.

- **Muros ménsula o en L**

En estos muros el momento al vuelco, producido por el empuje de las tierras, es contrarrestado por el peso de las tierras sobre la zapata.

Son los de empleo más corriente y aunque su campo de aplicación depende, logicamente, de los costes relativos de excavación, hormigón, acero, encofrados y relleno, puede en primera aproximación pensarse que constituyen la solución más económica hasta alturas de 10 ó 12 metros

- **MUROS CON CONTRAFUERTE**

Constituyen una solución evolucionada de la anterior, en la que al crecer la altura y por lo tanto los espesores del hormigón, compensa el aligerar las piezas. Esto conduce a ferralla y encofrados mucho más complicados y a un hormigonado más difícil y por lo tanto mucho más costoso, al manejarse espesores más reducidos. Sin embargo, a partir de los 10 ó 12 m de altura es una solución que debe tantearse para juzgar su interés.

Puede tener los contrafuertes en el trasdós o en el intradós:

- *Con contrafuerte en el intradós*

Consiste en aligerar un muro de gravedad, suprimiendo hormigón en las zonas que colaboran muy poco en el efecto estabilizador.

- *Con contrafuerte en el trasdós.*

Su idea es igual al del muro con contrafuerte en el intradós, pero en este caso los contrafuertes son interiores, es decir, no se ven.

La segunda solución es técnica y economicamente mejor, por disponer el alzado en la zona comprimida de la sección en T que se forma. La primera solución, al dejar los contrafuertes vistos produce además, generalmente, una mala sensación estética.

- **MUROS CON PLATAFORMA ESTABILIZADORA O DE BANDEJAS.**

En el trasdós se sitúa una o varias plataformas estabilizadoras (bandejas) que reducen el empuje producido por las tierras y los momentos de pantalla.

Su concepto es muy diferente del que origina el muro de contrafuertes. Aquí no se trata de resistir el mismo momento flector, aumentando el canto y aligerando la sección, sino de reducir los momentos flectores debidos al relleno mediante los

producidos por la carga del propio relleno sobre las bandejas.

Su inconveniente fundamental radica en la complejidad de su construcción. Pude resultar una alternativa al muro de contrafuertes para grandes alturas.

• MUROS DE BOVEDAS HORIZONTALES

Su filosofía es analoga a la del muro anterior, pero su construcción se remonta más años atrás.

• PANTALLAS

Ejecutadas en el interior del terreno, previamente a la excavación.

Hay varios tipos:

- Empotradas
- Ancladas
- Pilotes

• MUROS PREFABRICADOS

Los muros prefabricados de hormigón son aquellos fabricados total o parcialmente en un proceso industrial mediante elementos de hormigón.

Posteriormente son trasladados a su ubicación final, en donde son instalados o montados, con la posibilidad de incorporar otros elementos prefabricados o ejecutados en la propia obra.

Estos se han clasificado según su diseño estructural:

• MUROS PREFABRICADOS EMPOTRADOS

Es el formado por un elemento plano o nervado, continuo o discontinuo, prefabricado de hormigón armado, pretensado o postensado y empotrado en su base.

Trabajan en voladiza con un empotramiento en su base o zapata. Puede considerarse activo, es decir, entra en carga cuando se le aplica el material de relleno. Sus dos funciones principales son el sostenimiento y contención de tierras. La construcción de la zapata requiere una excavación previa, lo que dificulta a este muro tener una función de revestimiento.

Los asientos importantes del terreno base pueden ser en determinadas ocasiones, un problema para este tipo de estructuras de contención. Estos muros son estructuras rígidas, pudiendo existir un nervio o zuncho superior que aumentaría más la rigidez del muro, por lo que si el terreno sobre el que se apoya sufre asentamientos diferenciales, la pantalla del muro se puede dañar, salvo que se disponga de juntas en

lacimentación y zuncho, formándose en este caso un paramento articulado.

- ***Muros de pantalla prefabricada y zapata in situ***

Estos muros se definen como muros de elementos modulares prefabricados de hormigón, de secciones nervadas, colocadas de forma continua, adosadas unos a otros, que empotrados en una zapata realizada in situ, constituyen el paramento exterior del muro.

La máxima altura que puede alcanzar este tipo de muro varía según el fabricante, no superándose para un muro de contención los 9 metros.

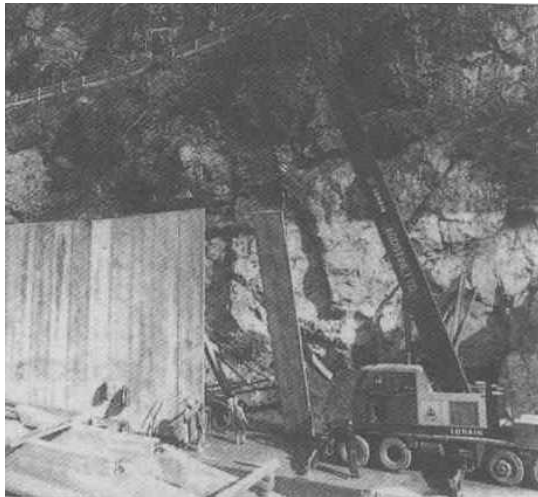
Reciben directamente la práctica totalidad de los empujes del terreno. Su canto es variable, aumentando con la altura del muro, evitándose de esta forma la necesidad de amadura de corte, siendo el propio hormigón de pantalla el encargado de absorber todo el esfuerzo cortante.

El acabado de su cara vista puede tener diferentes formas, reduciéndose así el impacto visual que el muro podría originar en su entorno.

- ***Muros de pantalla prefabricada con tirante y zapata in situ***

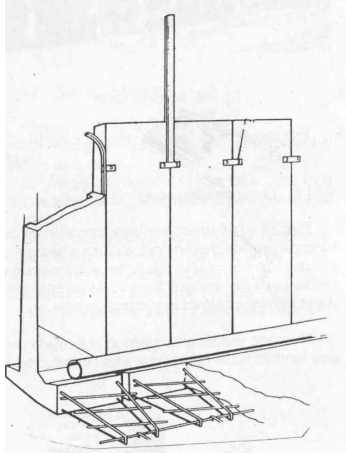
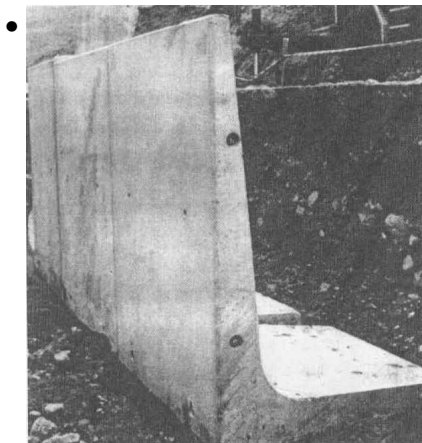
A estos muros los podemos definir como muros de paneles prefabricados de hormigón, planos o nervados, con un tirante y anclados, ambos elementos a una zapata construida in situ.

Su utilización más frecuente es en la construcción de muros de contención de alturas considerables.





Una degeneración de este muro, modificando la solución de tirante, debido al alto volumen de excavación que requiere, consistente en aplicar una plataforma estabilizadora a media altura, logrando de este modo dos cosas: reducir la excavación requerida y reducir las leyes de empuje, pudiendo alcanzar una altura máxima algo superior.



Muros completamente prefabricados

Son muros en donde el panel y la zapata se ha prefabricado conjuntamente formando un solo elemento.

Están formados por piezas de hormigón en forma de L, donde alzado y zapata forman un cuerpo monolítico, pudiendo su cara vista tener diferentes acabados (hormigón liso, árido visto, imitación piedra, etc.). Existen sistemas en los que la zapata está parcialmente construida, es decir, la pieza lleva la armadura necesaria para terminar de completar la zapata in situ.

- **Muros de lamas**

Muros formados por placas transversales prefabricadas, lamas, situadas entre unos contrafuertes verticales empotrados a la zapata hecha in situ.

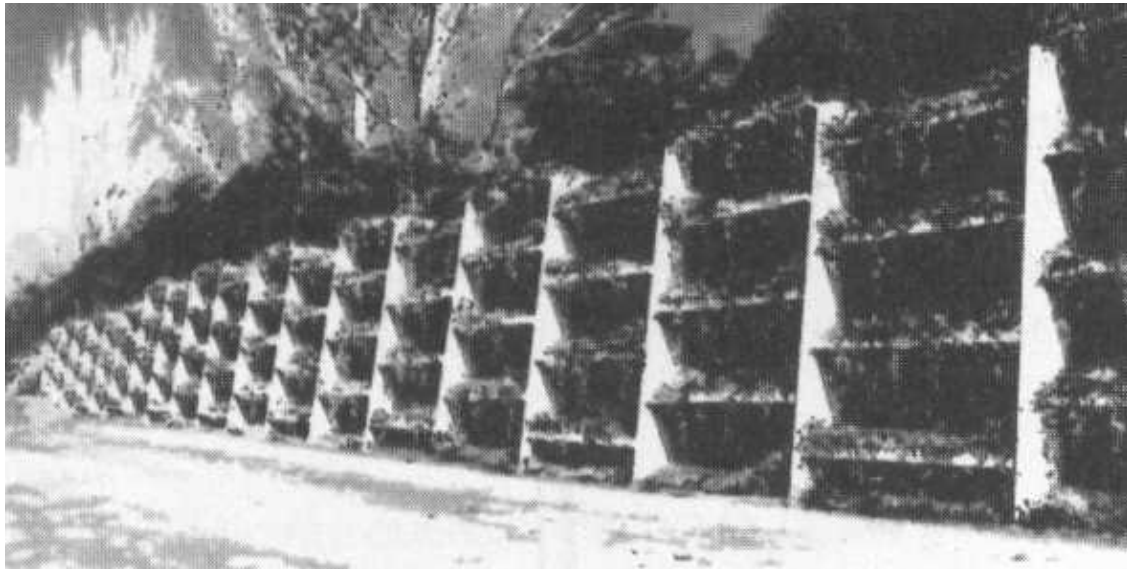
Este tipo de muro lleva una cobertura vegetal.

El aspecto final de la cara vista es el formado por unas bandejas fijadas lateralmente a los contrafuertes y ligeramente inclinadas, que sirven de apoyo para el crecimiento de la vegetación.

El material de relleno en contacto con el muro está compuesto por una capa de tierra vegetal que sirve de base para el crecimiento posterior de vegetación, proporcionando así un aspecto final verde y una reducción del impacto visual.

El número de placas depende de la altura del muro. Oscilando la máxima altura para estos los ocho metros, con una separación entre ejes de aproximadamente 2,20 metros.

Estos muros tienen la ventaja de poder sustituir fácilmente una placa, cuando esta sufra algún daño o rotura.



- **Muro pantalla aligerado**

Es el muro formado por una pantalla aligerada o alveolar prefabricada, anclada a otro panel prefabricado o zapata hecha in situ.

Este tipo de muro está formado por una placa alveolar anclada a una zapata, la cual puede ser:

- Pantalla aligerada de menor dimensión, unida al alzado mediante una pieza prefabricada con forma triangular.

- Formada por piezas prefabricadas.
- Realizada in situ.

La cara vista puede tener varios acabados, de forma similar a lo que ocurría para los de pantalla prefabricada y zapata in situ, según el entorno en el que se encuentre el muro.

La máxima altura que se puede llegar a alcanzar con este tipo de muro oscila los siete metros. La anchura de las piezas está condicionada por las limitaciones del transporte.

• MUROS PREFABRICADOS DE GRAVEDAD

Se entiende por muro prefabricado de gravedad aquel formado por elementos prefabricados, que es estable por su propio peso, sin que existan esfuerzos de tracción en alguno de sus elementos.

Los muros de gravedad contruidos mediante unidades prefabricadas pueden ser de módulos huecos o de bloques macizos. Sus funciones van a ser tanto de recubrimiento como de sostenimiento o contención de tierras.

La anchura de la solera de la base es variable, dependiendo de la altura del muro y de las condiciones de terreno.

• *Muros de módulos prefabricados verdes*

Se define como muro de módulos prefabricados verdes aquel muro formado por piezas prefabricadas huecas que se van encajando unas con otras rellenando posteriormente su interior con tierra.

Este tipo de muro admite el cultivo de flores y plantas reduciendo de este modo el impacto visual provocado por el muro. El aspecto visual que se obtiene es el de una combinación de superficies lisas de hormigón y vegetación.

Estos módulos son elementos prefabricados de hormigón armado de longitud y anchura diferentes, según las necesidades del muro. Las formas de estas piezas son variables dependiendo del sistema comercial empleado.

La altura máxima aconsejable para este tipo de muro oscila entre los 20 y los 24 metros.

• *Muros de bloques macizos*

Son muros de bloques macizos de hormigón encajados entresí.

Existen en el mercado una amplia tipología de bloques utilizados en la construcción de muros. Todos ellos tienen distintas dimensiones, pesos y resistencias, dependiendo del fabricante.

El manejo de estos bloques se realiza habitualmente de forma manual, sin requerir medio auxiliar alguno, debido a las pequeñas dimensiones y pesos.

Estos muros, pueden ser macizos o abiertos. Los últimos dejan huecos libres, para normalmente, permitir el crecimiento de vegetación, pero así mismo supone una limitación para la altura que puede alcanzar el muro.

La máxima altura aconsejable que se puede alcanzar con un muro de este tipo, sin existir ningún tipo de refuerzo y dependiendo de la densidad de ajardinamiento de la cara vista, no supera los tres metros, para el caso de obra continua.

• MUROS DE BLOQUES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

Son muros realizados mediante la superposición de bloques abiertos, no macizos, unidos entre sí por un mortero de cemento.

Su uso se limita a muros pequeños y medianos. En algunos casos puede ser necesario armarlos interiormente con barras de acero y hormigón, y unirlos mediante armaduras de espera a la zapata para resistir los momentos que se pueden dar en esta unión, en estos casos los huecos se rellenan con mortero.

Es un muro completamente vertical.

La altura máxima de este tipo de muros depende de la existancia, o no, de un refuerzo interno de los bloques. Es una situación favorable puede oscilar en torno a los tres metros.

La cara vista del bloque puede ser lisa, tosca o con formas geométricas.

• MUROS DE TIERRA REFORZADA

Se definen como los muros contruidos mediante tongadas de material de relleno, colocándose entre éstas elementos que arman el mismo, estando su paramento exterior formado por elementos prefabricados de hormigón.

La combinación de las distintas piezas prefabricadas junto con la tierra compactada y las armaduras refuerzo dan como resultado un sistema estructuralmente resistente y estable debido a su gran peso propio.

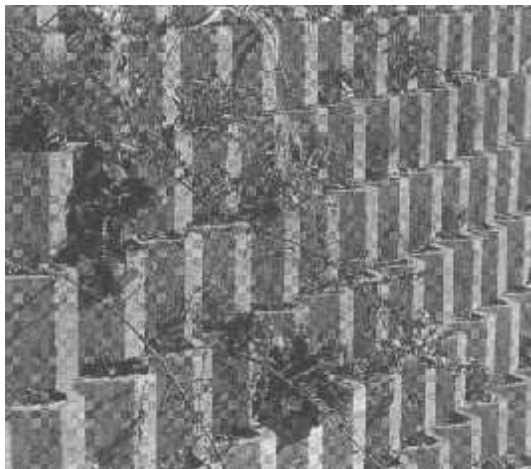
Estos muros pueden estar contruidos con bermas, de forma escalonada.

La ocupación requerida por este tipo de muro, que va a depender de las características geotécnicas del relleno, es muy superior a la que necesitan los muros de pantalla y contrafuerte. El principal uso de estos muros son los de sostenimiento o contención de tierras.

• *Muro celular verde*

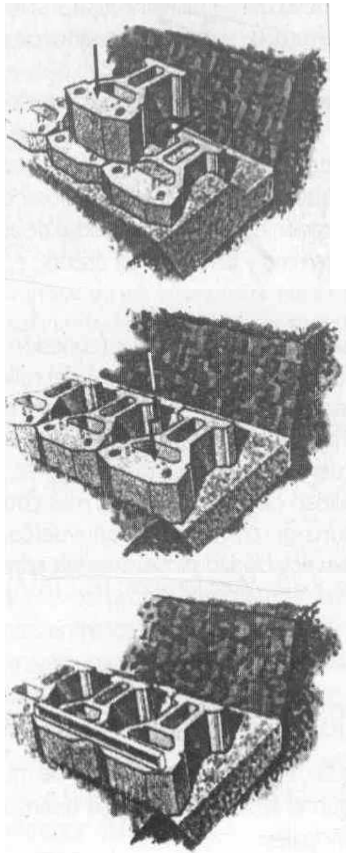
Son muros de piezas prefabricadas, con forma de celdas, constituyendo una estructura celular de contención, reforzándose el trasdós o relleno mediante un geotextil.

Estas piezas se encajan entre sí gracias a unas muescas o ranuras dispuestas a tal modo. El montaje entre ellas se realiza normalmente en seco, es decir, sin necesidad de mortero.



Este sistema formará muros de contención con alturas superiores a los 10 metros, capaz de soportar empujes importantes de tierras.

- ***Muro de bloques aligerados***



Son muros cuyo paramento exterior está formado por bloques aligerados prefabricados de hormigón unidos entre sí mediante pernos, sin cama de mortero, y de donde parte el refuerzo del terreno mediante un geotextil.

Estas unidades celulares no llevan vegetación en el paramento exterior. Estas piezas van unidas entre sí, sin mortero, gracias a la propia geometría de la pieza o a la ayuda de otros elementos auxiliares. Se pueden llegar a alcanzar alturas máximas de doce metros.

- ***Muro jardinera***

Son muros cuyo paramento exterior está compuesto por módulos prefabricados de hormigón a modo de jardinera.

El muro tiene una flexibilidad que le permite adaptarse a los asentamientos diferenciales que puedan producirse.



La altura máxima a la que pueden llegar es unos quince metros.

- **Muros de escamas prefabricadas de hormigón**

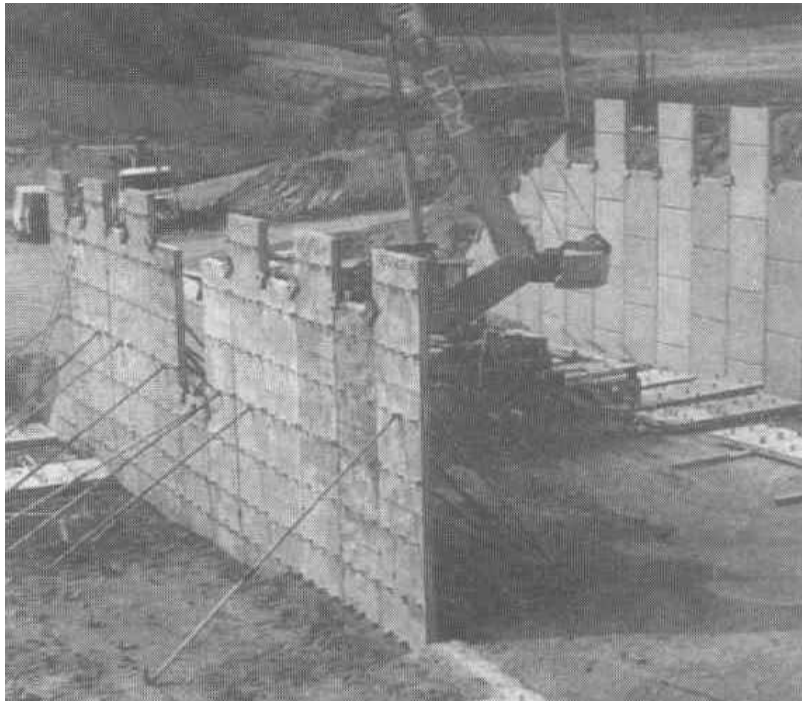
Se le define como el muro cuyo paramento exterior está constituido por unas escamas prefabricadas de hormigón, que encajonadas unas con otras, forman una superficie vertical y continua, que va unida a las armaduras de refuerzo.

El muro de tierra reforzada se puede adaptar a pequeños asentamientos que sufra el terreno; esto es debido a que cada escama del muro se comporta individualmente, siendo capaz de moverse ligeramente sin que se produzcan tensiones en las juntas de las escamas adyacentes.

A este tipo de muro se le conoce tradicionalmente como muro de tierra armada.

Actualmente se están utilizando nuevos tipos de materiales de refuerzo, mucho más fáciles de manejar que las tradicionales tiras de acero.

Estos nuevos productos, normalmente geotextiles, tienen propiedades resistentes contra la corrosión y son fáciles de transportar debido a su volumen y peso.



- **FORMAS DE AGOTAMIENTO**

En general el muro puede alcanzar los siguientes estados límite:

- **Giro excesivo del muro** considerado como un cuerpo rígido. Causa probable: reblandecimiento del terreno bajo la puntera por encauzamiento inadecuado del agua de drenaje.
- **Deslizamiento del muro.** Desplazamiento lateral del muro.
- **Deslizamiento profundo del muro.** Es debido a la formación de una superficie de deslizamiento profunda, de forma aproximadamente circular. Este tipo de fallo puede presentarse si existe una capa de suelo blando en una profundidad igual a vez y media la altura del muro, contada desde el plano de cimentación de la zapata. En ese caso debe investigarse la seguridad frente a este estado límite por los procedimientos clásicos.

- **Deformación excesiva del alzado.** Es una situación rara salvo en muros muy esbeltos, lo cual es un caso poco frecuente.
- **Fisuración excesiva.** Puede presentarse en todas las zonas de tracción y se trata de una fisuración especialmente grave si su ancho es excesivo, ya que en general el terreno puede cambiar de sequedad a humedad alta y este defecto no es observable. En este sentido, la impermeabilización adecuada del trasdós y de la cara inferior del cimiento suponen una alta garantía con un incremento ligero de coste.
- **Rotura por flexión.** Puede producirse en el alzado, la puntera o el talón. Los síntomas de prerotura sólo son observables en la cara de tracción, que en todos los casos está oculta, con lo cual no existe ningún síntoma apreciable de aviso.
- **Rotura por esfuerzo cortante.** Puede presentarse en el alzado, la puntera, el talón o el tacón.
- **Rotura por esfuerzo rasante.** La sección peligrosa suele ser la de arranque del alzado, AB, que es una junta de hormigonado obligada, en zona de máximo momento flector y de máximo esfuerzo cortante.
- **Rotura por fallo de solape.** La sección peligrosa suele ser la de arranque de la armadura de tracción del alzado, donde la longitud l_s de solape debe ser cuidadosamente estudiada, ya que por razones constructivas el solape se hace para la totalidad de la armadura en la zona de máximos esfuerzos de flexión y de corte y en la zona de junta de hormigonado.

