

Muros prefabricados. Solución vigente y retos para el futuro.

Rufino López Hoyos; Director de Ingeniería. Adhorna Prefabricación S.A.



El presente artículo describe de manera somera las principales tipologías de muros prefabricados que existen en el mercado actual. Como se podrá observar abarcan un gran abanico de soluciones, llegándose incluso a equiparar a la “flexibilidad” que se obtiene a los ejecutados in situ.

Como ventajas, aparte de la capacidad de solvencia, se unen una serie de factores intrínsecos del prefabricado entre los que se encuentran:

- La minimización de costes y plazos de entrega,
- La reducción de los riesgos de seguridad en obras,
- La disminución de los residuos en el período de ejecución,
- El control de calidad intenso en fábrica
- La posibilidad de conseguir acabados arquitectónicos
- La posibilidad de encontrar soluciones a medida de cada cliente al contar con departamentos de ingeniería capaces de desarrollar soluciones precisas para cada obra.

Todos estos factores favorecen que las soluciones prefabricadas para muros de contención sean cada vez más interesantes en comparación con las soluciones tradicionales in situ.

Las estructuras prefabricadas generalmente deben combinarse con estructuras in situ a fin de que cumplan los requisitos estructurales,

económicos y de transporte del prefabricado. El ejemplo más sencillo es la típica estructura de nave prefabricada, la cual se soluciona por entero con elementos prefabricados salvo la cimentación de los pilares que suele ejecutarse in situ.

A continuación se describen las diferentes tipologías de muros actuales basándonos en su funcionamiento estructural. Por un lado, están los muros que trabajan principalmente a flexión ya que sólo absorben los empujes de tierras y, por otro, los que además sirven para recibir cargas verticales y horizontales en el desarrollo de su alzado.

Muros sometidos a flexión

En este apartado los principales tipos son los siguientes:

Muros ménsula:

Son aquellos cuyo alzado se encuentra empotrado a la cimentación.

a.- Muros con zapata prefabricada.

Esta tipología de muros suele utilizarse en muros de poca o mediana altura de contención (máximo en torno a los 5 metros) puesto que para alturas superiores se requieren dimensiones de zapata que se hacen inviables debido a las restricciones del transporte.

Para el perfecto apoyo de estos muros, y que los esfuerzos se transmitan debidamente al terreno y evitar así asentamientos en el futuro, es necesario o bien disponer de una cama de arena inferior sobre la que apoyar las piezas o



Figura 1. Ejemplos de Muroles (Muros con zapata prefabricada)

bien ejecutar un hormigón de nivelación sobre el que apoyar la pieza y posteriormente rellenar la junta existente entre el hormigón de limpieza y la pieza, mediante un mortero fluido.

En este caso la cimentación es siempre superficial. (Ver figuras 1)

b.- Tablestacas de hormigón prefabricado.

Esta solución quedaría englobada en estructuras con cimentación incorporada, y en este caso de tipo profundo. Su forma y funcionalidad es similar a la tablestaca metálica, pero con unas características que garantizan una durabilidad superior a aquellas. Aunque es en general una solución desconocida en España, es bastante utilizada en Países Bajos

c.- Muros con zapata ejecutada in situ.

Consiste en ejecutar el alzado del muro prefabricado y la cimentación in situ, y se trata de la solución más habitual ya que abarca un rango de alturas considerable, llegando al orden de los 13-14 m



Figura 2. Proceso de ejecución de un muro nervado en ménsula.

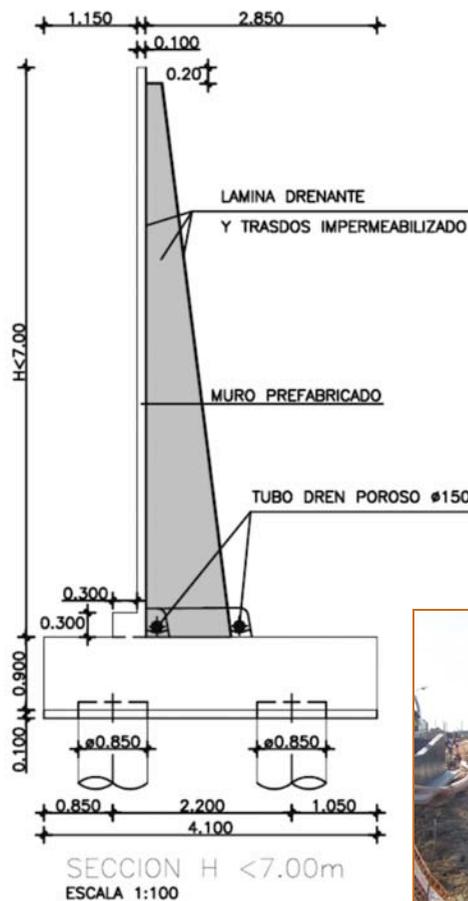


Figura 3. Vista de pilotes sobre los cuáles se ejecutará el encepado de empotramiento de los muros prefabricados/Sección transversal cimentación con pilotes

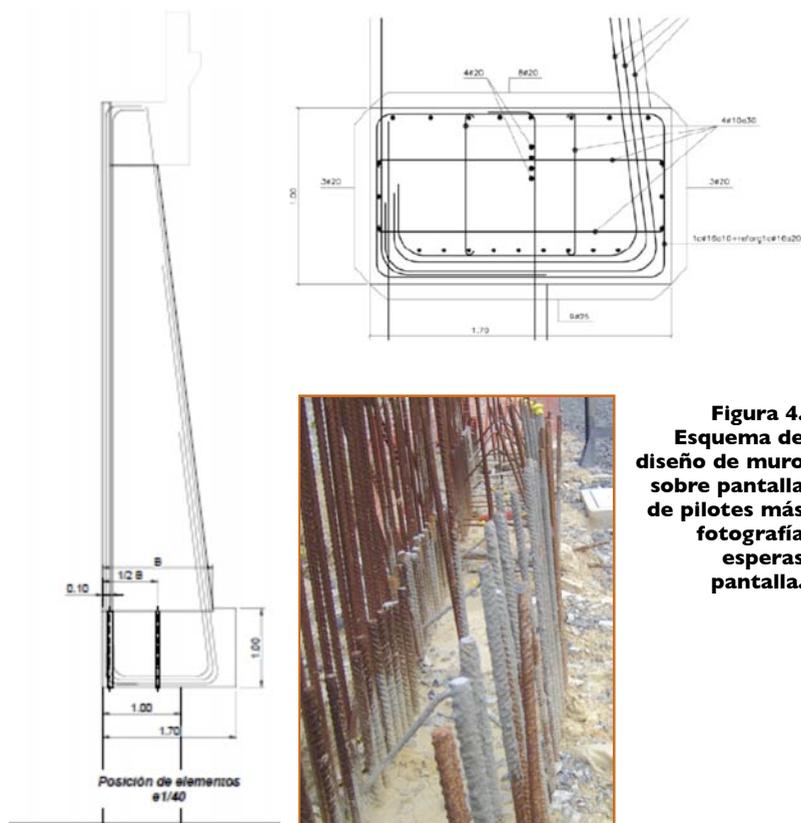


Figura 4.
Esquema de diseño de muro sobre pantalla de pilotes más fotografía esperas pantalla.

Normalmente se monta la pieza sobre un hormigón de limpieza, siendo posteriormente ferrallada y hormigonada la zapata (Figuras 2)

En otras ocasiones (las menos), es preciso el montaje del panel prefabricado una vez ejecutada la zapata, montando aquel sobre la

Figura 5a. Algunos ejemplos obras ejecutadas

Muro separador para acopio de materiales



misma, realizándose un empotramiento trasero mediante la ejecución de una mochila trasera o similar.

Una de las ventajas que presenta es la versatilidad en cuanto a la cimentación se refiere, y en ese sentido puede ser superficial (con diferentes geometrías de zapata según las necesidades) o profunda, bien mediante pilotes (Figura 3) o incluso pantallas (Figura 4). En cualquiera de los casos hay que dimensionar correctamente el entronque del alzado con la zapata, el encepado, o bien el nudo que se genera entre la pantalla y el prefabricado.

c.1.-Muros nervados

La sección resistente del alzado suele ser una sección en forma de T con el nervio en la cara de tierras, tratándose de piezas con inercia variable en altura y secciones bastante "ligeras" en cuanto a consumo de hormigón, lo que permite conseguir soluciones económicas de hasta los 13-14 m.

c.2.-Muro panel

En ocasiones, y para alturas máximas entorno a los 3 m, puede ser que en ocasiones interese ir a una sección maciza de canto constante. Se adaptan muy bien como solución a tramos de contención largos y bajos. Se trata de paneles sin contrafuertes, con esperas en el trasdós, preparadas para enlazar con el resto de la armadura de la cimentación.

c.3.-muro sandwich

Otra tipología de alzado prefabricado son los muros sándwich, los cuales proporcionan el encofrado de los muros por ambas caras y donde se procede al montaje de los mismos una vez ejecutada la zapata. En esta tipología estructural debe prestarse atención tanto al proceso de hormigonado de la sección central in situ como a la correcta ejecución del empotramiento zapata-alzado

c.4.muro atirantado

Otra tipología de alzado prefabricado que puede ser reemplazable por la sección en T sería la utilización de unos tirantes anclados simultáneamente al tablero y a la cimentación. Con ello se consigue reducir esfuerzos de flexión principal en el alzado, aunque tiene como contrapartida la ejecución más laboriosa y fundamentalmente la ejecución y durabilidad del nudo entre alzado y tirante



Figura 5b. Aleta gredada con profundidad huella 15 cm

c.5.muro bandeja

Un modelo de alzado poco habitual, es la utilización de una sección con bandejas, las cuales se ejecutan in situ a medida que se alcanza la cota inferior de las mismas. En este caso es crucial un correcto diseño del empotramiento de las bandejas en el alzado del muro prefabricado, así como un análisis correcto de los empujes sobre el alzado y del momento de sentido contrario al del empuje de tierras que transmite el peso de las tierras que gravitan sobre las bandejas. Esta solución se



puede utilizar para reducir los esfuerzos de flexión cara tierras en el alzado

Ya por último adjuntamos una serie de ejemplos obras ejecutadas (Figura 5)

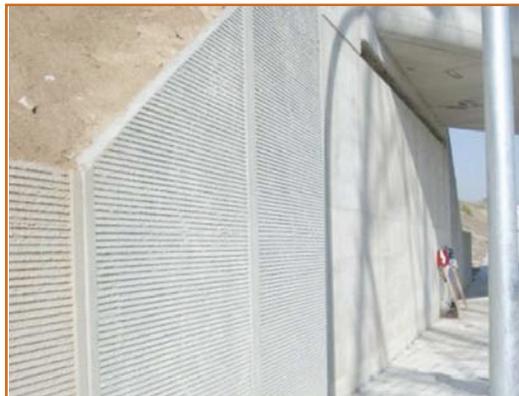


Figura 5c Acabados muros



Figura 6a. Pérgola L.A.V. MADRID-VALENCIA
CON L.A.V. MADRID-SEVILLA

Muros que reciben cargas verticales y horizontales

Como evolución de los muros anteriores, encontramos la posibilidad de aplicación de

diferentes cargas con diferentes usos a distintos niveles del alzado. Aprovechando la versatilidad que nos permiten los muros prefabricados, podemos adaptarlos para este fin con no demasiadas complicaciones en la ejecución.

Por otra parte, estos se diferencian de los anteriores en que su comportamiento a flexión varía respecto a los muros en voladizo ya que trabajan a flexión-compresión.

En este grupo podríamos englobar diferentes soluciones estructurales como son:

- muros que reciben cargas puntuales en su coronación (muros estribos),
- muros que reciben cargas puntuales tanto en su coronación como en alguna sección de su alzado (muros sótano).

Muros con cargas puntuales en su coronación (ESTRIBOS DE PUENTES):

Para resolver esta tipología se utilizan alzados prefabricados nervados



Figura 6b Estribos

Aparte de la función de contención de tierras, gracias a la ejecución de un cargadero en su coronación que enlaza los alzados, es capaz de recibir cargas en el mismo y distribuirlas a lo largo de los muros prefabricados hasta la cimentación

Generalmente dichas cargas son puntuales aunque también pueden ser lineales (véase tablero de un puente resuelto mediante vigas, losas de edificación) y dependiendo de cómo se resuelva la conexión de la losa superior con el alzado puede seguir trabajando como en ménsula o no.



Figura 7 Muro sótano. Con panel simplemente apoyado en cimentación y acodalado en cada forjado.

En este tipo de estructura es importante analizar los empujes de tierras a los cuales está sometido el alzado y para ello se debe tener en cuenta la deformabilidad del conjunto terreno-estructura. (Figura 6. Ejemplos de pérgolas y estribos)

Muros con cargas puntuales en el alzado del muro (MUROS SÓTANO):

Esta tipología es la habitual de los muros sótano de edificación. Para ello hay que prever un diseño de alzado que permita recibir cargas puntuales a lo largo del mismo.

Algunas posibles soluciones para ello pueden ser las ménsulas corridas o parciales en el mismo, de tal forma que se transmitan las cargas verticales y horizontales del forjado o también la interrupción de los alzados a fin de que los forjados se empotren rígidamente en el interior del muro prefabricado nervado.

En aquellos casos en los cuales el muro no deba recibir cargas verticales, sino tan sólo horizontales, servirá con diseñar un anclaje mecánico que asegure el contacto en toda ocasión del forjado con el muro. (Figura 7).

Muros de suelo reforzado

Los muros de suelo reforzado son estructuras formadas por macizos de tierra, reforzados mediante elementos de diferentes materiales, dispuestos de forma sensiblemente horizontal, interpuestos entre dos capas sucesivas a medida que se avanza en la construcción de la estructura.

La asociación de los refuerzos y el suelo distribuidos de forma adecuada, crea un macizo de material compuesto, resistente y a la vez flexible, donde los refuerzos, movilizados por su mecanismo de interacción con el suelo, trabajan fundamentalmente por tracción.

En este caso, el paramento delantero de hormigón prefabricado genera un acabado uniforme y estético que evita la erosión del macizo de suelo reforzado, resolviendo una parte importante del abanico de los muros realizados mediante técnicas de suelo reforzado.

Este sistema es la forma óptima de resolver las necesidades de contención de tierras para



Fig 8. Muro de suelos anclados.

determinadas situaciones en donde otras soluciones no son competitivas, o ni tan siquiera viables, como son estructuras muy altas, o cuando se cimientan sobre suelos de baja capacidad portante

Muros anclados

Finalmente, dentro de esta tipología estructural podríamos englobar los muros

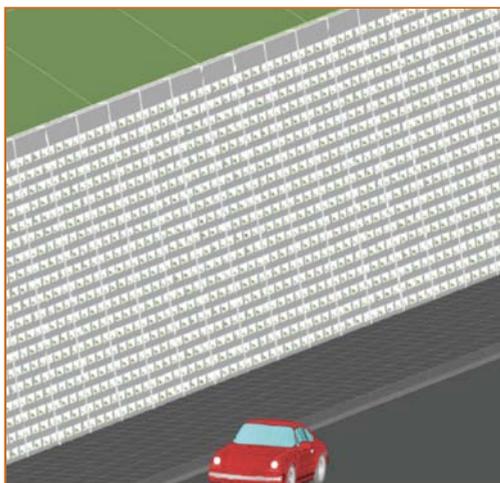
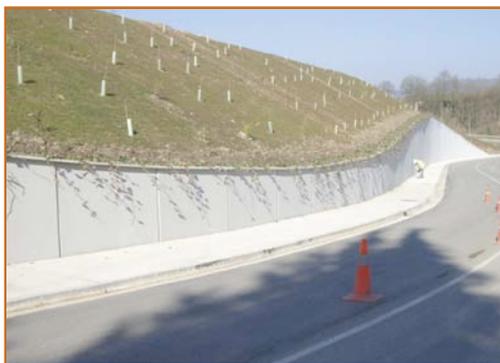


Figura 9 Muros ecológicos

anclados mediante anclaje activo. En esta tipología tampoco existe cimentación y consigue su estabilidad gracias a un anclaje activo contra el propio talud que contiene. Para ello se deben prever agujeros pasantes en los alzados a fin de introducir en los mismos el anclaje activo.

De este modo, una vez relleno de hormigón en masa el trasdós de la pieza prefabricada y el talud a contener, se procede a su tesado, consiguiendo así la estabilidad de dicho talud. (Figura 8)

Opciones de los muros prefabricados y acabados

Tal como se ha comentado anteriormente, y con el fin de satisfacer las necesidades estéticas de cada caso, los muros prefabricados permiten, con relativa facilidad y elevado peso arquitectónico, la inclusión en su paramento de diferentes acabados (texturizados, pigmentados, tintados, acabado en piedra, árido visto...)

También existen variantes de los muros ménsula en las que los alzados se diseñan de tal forma que la vegetación pueda crecer parcialmente los mismos. Por este motivo, esta tipología se denomina de muros verdes (Figura 9)

Retos de futuro del muro prefabricado

El principal reto de la construcción de muros prefabricados tiene que ver con la gestión medioambiental, tanto en términos de ahorro

y/o generación de energía como en términos de protección ambiental.

Aquí se sugieren dos cualidades que podrían adoptar los muros prefabricados, lo que ayudaría a incrementar su valor añadido de forma eficiente.

Muros con prestaciones acústicas: consistiría básicamente en agregar una capa de hormigón al alzado que consiga una absorción del ruido. Para ello se debe definir correctamente la conexión entre el alzado prefabricado (estructural) con esa capa absorbente y el comportamiento de la misma.

Muros capaces de albergar sistemas de captación de energía como, por ejemplo, la fotovoltaica. Esto es un reto de futuro a corto-

medio plazo que, con un diseño correcto, podría ser una solución viable tanto por los beneficios ambientales como económicos, de forma que el propio alzado sirva simultáneamente de estructura soporte para albergar los paneles fotovoltaicos.

Muros capaces de captar gases contaminantes de la atmósfera mediante el uso de cementos foto-catalíticos.

www.adhorna.es