

OBRA DE CONTENCIÓN

5 Segundo plano de la invención

La presente invención se relaciona con las obras de contención realizadas en un suelo, y especialmente con las obras destinadas a formar muros de muelle portuario.

Más especialmente, se refiere a una obra de contención en un suelo que
10 comprende una parte delantera que se extiende sensiblemente verticalmente pero que al mismo tiempo que delimita una primera porción de suelo de una segunda porción de suelo.

La invención es bastante interesante cuando los niveles de las primera y segunda porciones de suelo son sensiblemente diferentes, por ejemplo cuando la
15 diferencia de altura entre las primera y segunda porciones de suelo es del orden de 15 a 30 m.

Es el caso cuando la primera porción de suelo está situada debajo de un cuerpo de agua, constituyendo entonces la parte delantera de la obra de contención un muro de muelle que también delimita el cuerpo de agua con la segunda porción
20 de suelo.

Tradicionalmente, la parte delantera de tal obra de contención es una pared plana y una parte de las fuerzas ejercidas por la segunda porción de suelo sobre la parte delantera es retomada por unos tirantes metálicos alargados que unen la pared plana con una cortina de anclaje trasera, paralela a la pared plana, y situada en la

segunda porción de suelo, a cierta distancia de la pared plana, lo cual asegura la estabilidad de la obra. La cortina de anclaje trasera puede estar situada a más de 50 metros de la pared plana, y los tirantes metálicos pueden estar posicionados a una profundidad del orden de 5 metros. De manera clásica, se empieza por realizar la
5 pared plana y la cortina de anclaje en la segunda porción de suelo. Luego, se retira el volumen de suelo en toda la distancia que separa la pared plana de la cortina trasera, y sobre la profundidad a la cual se deben posicionar los tirantes metálicos.

Por consiguiente, se entiende que el volumen de suelo que es necesario retirar para poder instalar los tirantes metálicos es muy importante, y lo anterior más
10 aún si la pared plana tiene una gran longitud. Además, después de la instalación de los tirantes metálicos, se hace necesario rellenar el volumen de suelo que fue previamente retirado. En general, se presenta una capa de agua subterránea, la cual es necesario ir bajando durante el tiempo de las obras.

Estas operaciones sucesivas de descenso de capa de agua y de movimientos
15 de tierra, que implican desplazar volúmenes muy importantes de suelo, son especialmente demoradas, fastidiosas y onerosas.

Objeto y resumen de la invención

Uno de los objetivos de la invención consiste en remediar los inconvenientes
20 anteriormente mencionados y proponer una obra de contención que sea más simple y más rápida de realizar que aquella del arte anterior, y que no requiera las operaciones de movimientos de tierra señaladas anteriormente.

La invención logra su objetivo debido a que la parte delantera se presenta bajo la forma de una yuxtaposición de paredes abovedadas que se extienden en una dirección longitudinal que es vertical,

presentando cada pared abovedada un intradós con respecto a la primera
5 porción de suelo así como un extradós con respecto a la segunda porción de suelo, y
además la obra de contención tiene una parte trasera unida a la parte
delantera y cuenta con una pluralidad de elementos de pared cuyas caras más
grandes se extienden verticalmente en la segunda porción de suelo, estando
dispuesto cada elemento entre dos paredes abovedadas adyacentes y en posición
10 transversal con respecto a la parte delantera.

Considerado en un plano de corte horizontal, se entiende que la yuxtaposición de las paredes abovedadas de la parte delantera presenta la forma de una sucesión de arcos puestos lado a lado y cuyos intradoses están orientados hacia la primera porción de suelo.

15 Los elementos de pared constituyen tirantes planos que se extienden verticalmente desde la superficie del suelo hasta una profundidad determinada. Los elementos de pared son solidarios de la parte delantera a lo largo de toda la altura. Su función consiste en retomar las tensiones recibidas por las paredes abovedadas y se sustituyen ventajosamente a los tirantes metálicos alargados y a la
20 cortina trasera del arte anterior.

Los elementos de pared se realizan ventajosamente desde la superficie del suelo. Por consiguiente, según la invención, y contrariamente al arte anterior, la colocación de los tirantes se efectúa sin necesidad de retirar y rellenar nuevamente una gran cantidad de suelo. Por consiguiente, la invención permite la ejecución de la

obra de contención de forma mucha más rápida, tan pronto que no hay que realizar operaciones de remoción de tierra.

Preferiblemente, cada elemento de pared se dispone entre dos paredes abovedadas adyacentes, en una posición ortogonal con respecto a la parte
5 delantera.

De manera ventajosa, el nivel superior de la parte delantera corresponde sensiblemente al nivel superior de la parte trasera. En otras palabras, las caras superiores de las paredes embovedadas están sensiblemente al mismo nivel que las caras superiores de los elementos de pared.

10 Ventajosamente, la parte delantera tiene dos bordes de extremo verticales, y la parte trasera tiene además dos otros elementos de pared que son transversales con respecto a la parte delantera, y dispuestos de parte y otra de dicha pluralidad de elementos de pared, extendiéndose desde los bordes de extremos verticales de la parte delantera.

15 Ventajosamente, los elementos de pared son planos. Preferiblemente, la parte delantera presenta una dirección longitudinal y los elementos de pared con perpendiculares a dicha dirección longitudinal de la parte delantera.

De manera ventajosa, los elementos de pared son paralelos los unos con respecto a los otros. Preferiblemente, los elementos de pared son espaciados los
20 unos de los otros en forma regular.

Según un aspecto ventajoso de la invención, los elementos de pared presentan una mayor altura, la cual es estrictamente inferior a la altura de la parte delantera. Dicho de otra manera, la profundidad de los elementos de pared es estrictamente inferior a aquella de la parte delantera.

De tal manera que, sobre la altura de los elementos de pared, la obra de contención se comporta, según la invención, como una estructura monolítica ya que cada pared embovedada que compone la parte delantera trabaja en bóveda como una pared circular, bloqueada en sus extremos por los elementos de pared que trabajan como tirantes planos. El conjunto anterior, incluyendo el volumen de suelo contenido entre los elementos de pared, tiene un funcionamiento similar a aquel de una “pared peso”. Con lo anterior, se puede disminuir sensiblemente la intensidad de los momentos flectores aplicados en la parte delantera, y reducir el valor de los desplazamientos. Además, debajo de los elementos de pared, la obra de contención se comporta como una pared plana clásica.

En otros términos, la obra de contención según la invención presenta un comportamiento híbrido.

Preferiblemente, la altura de la parte delantera es sensiblemente igual al doble de la mayor altura de los elementos de pared. En el sentido de la invención, se considera “la altura” según una dirección vertical, mientras que “la longitud” de los elementos de paredes se considera según una dirección horizontal.

La mayor altura de los elementos de pared puede ser constante en toda la longitud de dichos elementos de pared. Sin embargo, y de manera ventajosa, considerado según su longitud, al menos uno de los elementos de pared tiene un primer extremo unido con la parte delantera, y un segundo extremo opuesto al primer extremo, y la altura del elemento de pared disminuye del primer extremo hacia el segundo extremo de dicho elemento de pared. Esta altura decreciente tiene como interés reducir la concentración de las fuerzas en el sitio de la unión entre el elemento de pared y las paredes embovedadas que le son inmediatamente

adyacentes. Otro interés consiste en acompañar la difusión de las fuerzas de tracción a lo largo de los elementos de pared que forman tirantes planos. Otro interés consiste en reducir la cantidad de materiales necesarios para formar la parte trasera, lo cual permite reducir el costo de la obra de contención. Preferiblemente, el perfil de la cara inferior de los elementos de paredes tiene la forma de una escalera.

De manera preferencial, la longitud de los elementos de pared es superior a la mayor altura de dichos elementos de pared.

Ventajosamente, la distancia entre dos elementos de pared adyacentes es inferior a la longitud de uno de los elementos de pared. Preferiblemente, la distancia entre dos elementos de pared adyacentes es sensiblemente igual a la mitad de la longitud de uno de los elementos de pared. Un interés consiste en mejorar la retoma de las fuerzas por la parte trasera de la obra de contención.

Según un modo de realización preferencial, al menos dos paredes embovedadas están unidas la una con la otra y con uno de los elementos de pared por medio de un elemento de acoplamiento que presenta una primera parte de unión asociada con el elemento de pared y unas segunda y tercera partes de unión asociadas con las dos paredes embovedadas. Se entiende que las paredes embovedadas actúan en compresión sobre el elemento de acoplamiento.

Ventajosamente, las partes delantera y/o trasera se realizan en hormigón armado.

De manera preferencial, las partes embovedadas comportan cajas de armadura puestas las unas al lado de las otras. Además, cuando la parte trasera contiene igualmente armaduras, éstas se conectan con las cajas de armadura de la primera parte, preferiblemente por medio de los elementos de acoplamiento, lo

anterior con la idea de realizar una continuidad estructural entre las armaduras de las partes delantera y trasera.

Según un primer modo de realización, la parte delantera y/o la parte trasera es una pared moldeada. Cuando la parte delantera es una pared moldeada, al menos
5 algunas de las partes embovedadas preferiblemente están constituidas por una yuxtaposición de pantallas unitarias planas dispuestas en arco de círculo. De manera clásica, las paredes moldeadas se ejecutan por paneles elementales alternos o sucesivos. En los extremos, se puede utilizar encofrados, tales y como aquellos descritos en el documento EP 0 101 350. De manera alternativa, con ciertos equipos
10 del tipo de una rozadora de pared, se puede obtener la unión entre paneles, mordiendo el hormigón del panel ya vertido.

Según un segundo modo de realización, la parte delantera es de hormigón armado, mientras que los elementos de las paredes comportan tablestacas.

Según otra variante, la parte trasera se realiza utilizando una técnica de “soil-
15 mixing”, la cual combina una etapa de excavación de una trinchera y de mezcla *in situ* del suelo de la trinchera con un aglutinante. Eventualmente, posteriormente se pueden instalar tablestacas en la trinchera.

Según otra variante más, la parte trasera se realiza con la ayuda de la técnica de pared de lechada, la cual por otra parte es bien conocida, en la cual las
20 armaduras eventualmente se podrán instalar.

La presente invención también se relaciona con un muelle portuario que tiene al menos una obra de contención según la invención, en la cual la primera porción de suelo está situada debajo del fondo de un cuerpo de agua, de manera que la parte delantera también delimita el cuerpo de agua de la segunda porción de suelo.

Este muelle portuario puede ser un muelle marítimo, un muelle fluvial o cualquier otro tipo de muelle en contacto con un cuerpo de agua.

Preferiblemente, pero no necesariamente, el fondo del cuerpo de agua se sitúa entre el nivel inferior de la parte trasera y el nivel del extremo inferior de la parte
5 delantera.

Ventajosamente, el muelle portuario según la invención contiene además un primer riel, el cual se encuentra en una posición transversal con respecto a los elementos de pared de la parte trasera y al mismo tiempo está soportado por varios de dichos elementos de pared, y el muelle portuario comprende además un segundo
10 riel paralelo al primer riel.

Estos dos rieles constituyen una vía que permite a las grúas de manutención de la carga, tales y como los pórticos de contenedores, desplazarse paralelamente a la dirección longitudinal de la parte delantera de la obra.

Preferiblemente, el primer riel es preferiblemente fijado a los elementos de las
15 paredes.

De manera preferencial, pero no exclusiva, el segundo riel está soportado por la parte delantera. De tal manera que, gracias a la invención, los primero y segundo rieles están soportados por la obra de contención. Preferiblemente, los rieles también son solidarios con la obra de contención. Por consiguiente, los elementos de paredes
20 forman traviesas, lo cual permite asegurar un ancho constante entre los dos rieles.

Además, el peso del pórtico para contenedores es ventajosamente retomado por la obra de contención, lo que representa la doble ventaja de reducir las fuerzas verticales para tener en cuenta para el dimensionamiento de la parte delantera y

evitar los riesgos de movimientos diferenciales entre los dos rieles, susceptibles de producirse con las obras de contención del arte anterior.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La invención se entiende mejor con la lectura de la descripción que sigue de modos de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos, en los cuales:
- La figura **1** es una vista en perspectiva de un muelle portuario según la invención
10 constituido por una obra de contención según un primer modo de realización de la invención;
 - La figura **2** es una vista lateral en corte del muelle portuario de la figura 1, en la cual se representaron un pórtico para contenedores instalado sobre un par de rieles soportado por la obra de contención;
 - La figura **3** es una vista por encima del muelle portuario de la figura **1**;
 - 15 - La figura **4** es una vista lateral en corte de una variante del muelle portuario de la figura **1** que contiene una obra de contención según un segundo modo de realización de la invención:
 - Las figuras **5A** y **5B** son gráficas comparativas que ilustran los valores de desplazamiento y de momentos flectores en función de la profundidad;
 - 20 - La figura **6** es una vista por encima en corte del muelle portuario según un primer ejemplo de realización de la invención; y,
 - La figura **7** es una vista por encima en corte del muelle portuario según un segundo ejemplo de realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

En la figura **1**, se ilustró un muelle portuario **10** según la invención, que tiene una obra de contención **12** en un suelo **S** según un primer modo de realización. La obra de contención **12** tiene una parte delantera **14** que se extiende de manera sensiblemente vertical y que delimita una primera porción de suelo **S1** con respecto a una segunda porción de suelo **S2**.

Haciendo referencia a las figuras **1** y **2**, se puede observar que la primera porción de suelo **S1** está situada en el fondo **F** de un cuerpo de agua **P** y que la parte delantera **14** presenta una profundidad superior a aquella del cuerpo de agua. Por consiguiente, se entiende que la parte delantera **14** de la obra de contención **12** también delimita el cuerpo de agua **P** con respecto a la segunda porción de suelo **S2**.

Se entiende que la parte delantera **14** de la obra de contención constituye una pared de contención de la cual una de las funciones consiste en impedir que la segunda porción de suelo se caiga en el cuerpo de agua **P**.

Como lo podemos observar en la figura **2**, la altura **H1** de la parte delantera **14** de la obra de contención **12** es estrictamente superior a la altura **H2** del cuerpo de agua **P**, siendo entendido que la altura **H2** del cuerpo de agua **P** se define entre el fondo **F** y la superficie del cuerpo de agua **P**. Más exactamente, la parte delantera **14** de la obra de contención **12** se extiende verticalmente encima del fondo **F** del cuerpo de agua **P** a una altura **H3**.

También, la parte delantera **14** de la obra de contención **12** delimita la porción de suelo **S1** con respecto a la segunda porción de suelo **S2** a esta altura **H3**.

Por otra parte, la parte delantera **14** de la obra de contención **12** se extiende verticalmente encima de la superficie del cuerpo de agua **P** en una altura **H4**.

En este ejemplo no limitativo, la altura **H1** de la parte delantera **12** es de 43 metros, la altura **H2** del cuerpo de agua es del orden de 25 metros, la altura de la
5 parte emergente **H4** de la parte delantera **14** es del orden de 6 metros. Finalmente, la altura **H3** de la porción de la parte delantera **14** que se extiende debajo del cuerpo de agua **P** es del orden de 12 metros.

Conforme a la invención, la parte delantera **14** de la obra de contención **12** se presenta bajo la forma de una yuxtaposición de paredes embovedadas **16** que se
10 extienden en una dirección longitudinal que es vertical. Las paredes embovedadas están alineadas estando dispuestas lado a lado de manera a formar una pared continua que se extiende según un plano vertical medio **X1** que se extiende en la dirección longitudinal de la parte delantera. Tal y como se representa en la figura **3**, cada pared embovedada **16** tiene una sección transversal, tomada en un plano
15 horizontal, que globalmente presenta la forma de un arco circular.

Cada pared embovedada **16** presenta un intradós **18** que se encuentra en frente de la primera porción de suelo **S1**, y también hacia el cuerpo de agua **P**. Cada pared embovedada **16** también presenta un extradós **21**, opuesto al intradós **18**, que está en frente de la segunda porción de suelo **S2**.

20 En este ejemplo, cada pared embovedada **16** presenta un grosor **E1** que es del orden de 1 metro. Por otra parte, se entiende que cada pared embovedada **16** se extiende verticalmente desde la superficie, sensiblemente en toda la altura **H1** de la parte delantera **14** de la obra de contención **12**. Siguiendo con este ejemplo, cada

pared embovedada **16**, considerada en un plano horizontal, presenta un radio de curvatura **R** que es del orden de 15 metros.

Además, la obra de contención **12** tiene una parte trasera **20** que es solidaria de la parte delantera **14** de manera a formar una estructura monobloque. La parte trasera **20** tiene una pluralidad de elementos de pared **22** formados en el suelo y que se extienden verticalmente desde la superficie del suelo hasta una profundidad predeterminada. Por consiguiente, se entiende que las caras más grandes **24** se extienden verticalmente en la segunda porción de suelo **S2**. En el primer modo de realización ilustrado en la figura **2**, la cara más grande **24** de los elementos de pared **22** presenta una forma sensiblemente plana y rectangular.

Haciendo referencia a la figura **2**, se observa que el nivel superior de la parte delantera corresponde sensiblemente al nivel superior de la parte trasera. En otros términos, los elementos de pared **22,26** se extienden verticalmente desde el nivel superior de la parte delantera. Además, los elementos de pared **22** son solidarios de la parte delantera **14** en toda su altura.

Tal y como se puede observar en la figura **3**, cada elemento de pared **22** es solidario de la parte delantera, estando situado entre dos paredes embovedadas **16** adyacentes, pero estando al mismo tiempo en posición transversal con respecto a la parte delantera **14**. Más exactamente, en este primer modo de realización, los elementos de pared **22** se extienden en planos verticales **X2**, los cuales son perpendiculares con el plano medio **X1** en el cual se extiende la parte delantera **14** de la obra de contención **12**.

Por otra parte, los elementos de pared **22** son paralelos los unos con los otros, siendo la distancia **d** entre dos elementos de pared **22** sucesivos del orden de **15** metros.

En este primero modo de realización, la parte delantera **14** tiene dos bordes con extremos verticales **14a** y **14b**, opuestos el uno con el otro, tal y como se ilustra en la figura **3**. Además, la parte trasera **20** tiene dos otros elementos de pared **26** que también son transversales con respecto a la parte delantera **14**, y que están situados de parte y otra de la pluralidad de elementos de pared **22**. Estos otros elementos de pared **26** se extienden desde los bordes de extremo **14a**, **14b** de la parte delantera **12**, de tal manera que todos los elementos de paredes **22,26** estén paralelos los unos con los otros.

Más exactamente, en este primer modo de realización, los elementos de pared **22,26** son idénticos y paralelos los unos con los otros, de tal manera que nos limitaremos a describir el elemento de pared **22** que se encuentra ilustrado en la figura **2**.

De manera ventajosa, los elementos de pared **22,26** presentan una mayor altura **H5M**, la cual, en este ejemplo, es constante en todo lo largo de los elementos de paredes. Además, todos los elementos de pared **22,26** presentan la misma mayor altura. Sin embargo, sin salir del marco de la presente invención, los elementos de pared podrían presentar mayores alturas diferentes.

La mayor altura **H5M** es estrictamente inferior a la altura **H1** de la parte delantera **14**. Además, la profundidad de los elementos de pared **22,26** es estrictamente inferior a aquella de la parte delantera **14**.

Esta conformación tiene como efecto que, según la altura **H5M**, la obra de contención se comporta como una pared circular, mientras que debajo de los elementos de pared **22,26**, la obra de contención se comporta como una pared plana.

5 Por otra parte, en el ejemplo de la figura **2**, se observa que el nivel del fondo **F** del cuerpo de agua **P** se sitúa entre el nivel inferior **14a** de la parte delantera **14** y el nivel inferior **20a** de la parte trasera **20**. El nivel inferior **14a** de la parte delantera **14** corresponde al extremo inferior de las paredes embovedadas, mientras que el nivel inferior de la parte trasera corresponde a la cara inferior de los elementos de paredes
10 **22,26**.

En este ejemplo, la altura **H1** de la parte delantera es sensiblemente igual al doble de la mayor altura **H5M** de los elementos de pared **22,26**. En este ejemplo, los elementos de pared se extienden en una longitud **L** que está orientada horizontalmente. La longitud **L** de los elementos de pared **22,26** es superior a la mayor
15 altura **H5M** de dichos elementos de pared, tal y como se ilustra en la figura **2**.

Además, la distancia **d** entre dos elementos de pared adyacentes **22,26** es sensiblemente igual a la mitad de la longitud **L** de los elementos de pared **22,26**. Tal configuración permite mejorar propiedades de contención de la obra de contención según la invención.

20 Haciendo nuevamente referencia a la figura **3**, se puede observar que al menos dos paredes embovedadas adyacentes **16** están unidas la una con la otra y con uno de los elementos de pared **22** por medio de un elemento de acoplamiento **30** el cual presenta una primera parte de unión **30a** asociada al elemento de pared **22** y unas primera y segunda partes de unión **30b**, **30c** unidas con las dos paredes

embovedadas adyacentes. Este elemento de acoplamiento **30** permite facilitar la unión solidaria de las paredes embovedadas con el elemento de asociación.

Haciendo nuevamente referencia a la figura **2**, se observa que el muelle portuario **10** tiene además un primer riel **40** y un segundo riel **42**, paralelo al primer riel **40**, sobre los cuales un pórtico para contenedores **50** se puede desplazar paralelamente a la parte delantera **14**, con el fin de cargar un barc portacontenedores **52**.

El primer riel **40** es transversal con respecto a los elementos de pared **22,26** pero al mismo tiempo está soportado por dichos elementos de pared **22,26**. En cuanto al segundo riel **42**, en este ejemplo, está soportado por la parte delantera **14**. Sin salirse del marco de la presente invención, el segundo riel **42** también podría ser soportado por los elementos de pared **22,26**. En este ejemplo, los primero y segundo rieles **40,42** están sujetos a la obra de contención **12**.

En la figura **4**, se ilustró otro muelle portuario **10'** según la invención, que comprende una obra de contención **12'** según un segundo modo de realización de la invención.

Considerado según su longitud **L**, cada elemento de pared **22'** tiene un primer extremo **22'a** el cual está unido a la parte delantera **14'** y un segundo extremo **22'b** opuesto al primer extremo **22'a**.

La obra de contención **12'** según este segundo modo de realización se diferencia del primer modo de realización por el hecho que los elementos de pared **22'** de la parte trasera **20'** presentan una altura no uniforme.

Tal y como queda ilustrado en la figura **4**, considerado según la longitud del elemento pared, la altura de dicho elemento de pared **22** disminuye entre el primer

extremo **22'a** y el segundo extremo **22'b** del elemento de pared **22**. En el ejemplo de la figura **4**, la cara inferior **22'c** del elemento de pared **22'** presenta una forma de escalera, encontrándose la mayor altura **H5M** del elemento de pared **22'** a proximidad de la parte delantera **14'**.

5 Ahora, vamos a describir un ejemplo de método de realización de los muelles portuarios descritos anteriormente.

Para realizar el muelle portuario **10**, se empieza por ejemplo para realizar la parte delantera **14** de la obra de contención **12**. Para ello, se forma en el suelo **S** una pared moldeada con una profundidad **H1** cuya sección transversal, tomada en un
10 plano horizontal, presenta la forma de una sección de arcos, tal y como se representa en la figura **3**. Esta pared moldeada está de hormigón armado. Para ello, se puede utilizar un equipo de perforación, tal y como aquél descrito en EP 2 295 648.

Luego, o en forma concomitante, se realiza los elementos de pared **22,26**,
15 bien sea bajo la forma de paredes moldeadas, o realizando excavaciones con una técnica de “soil-mixing” en las cuales se introduce tablestacas. Para ello, se puede utilizar un equipo de perforación y de mezcla, tal y como aquél descrito en FR 2 889 608. Por otra parte, los elementos de acoplamiento **30** se colocan entre los elementos de pared **22** y las paredes embovedadas **16**.

20 En los ejemplos de las figuras 6 y 7, los elementos de acoplamiento **30',30''** se construyen con los equipos utilizados para realizar la parte delantera.

Por ejemplo, se trata de un equipo de pared moldeada que implementa unos encofrados tales y como aquellos descritos en el documento EP 0 101 350, que

permiten la realización de las uniones entre el elemento de acoplamiento y las paredes embovedadas.

La figura **6** ilustra un primer ejemplo de realización de los elementos **22** de acoplamiento **30'**. En este primer ejemplo, la primera parte de unión **30'a** se acopla con el elemento de pared **22** mediante cooperación de forma. En este primer ejemplo, el elemento de pared **22** se realiza en pared moldeada con armaduras continuas, tal y como se describe en el documento EP 0 833 987, por ejemplo. Se observa que la caja de armadura **31'** del elemento de acoplamiento **30'** está unida con la caja de armadura **23** del elemento de pared **22**. Cada una de las segunda y tercera partes de unión **30'b,30'c** también está provista con una caja de armadura y se presenta bajo la forma de un brazo de unión acoplado con una de las paredes embovedadas **16** mediante cooperación de forma.

En el segundo ejemplo de realización ilustrada en la figura **7**, el elemento de acoplamiento **30'** es similar a aquél de la figura **6**, con la diferencia que las segunda y tercera partes de unión **30''b** y **30''c** presentan la forma de fortalecimiento más no de brazo de unión. La pared embovedada **16** que está unida con la segunda parte de unión **30''b** está constituida por dos elementos unitarios **16₁** y **16₂** unidos el uno con el otro.

Por otra parte, en este segundo ejemplo de realización, el elemento de pared **22** comprende una cortina de tablestacas **25** unida con la caja de armadura **31''** del elemento de acoplamiento **30''**. Esta cortina de tablestacas puede ser directamente batida en el suelo, o instalada en la excavación mediante la técnica de "soil-mixing", tal y como se describe anteriormente, o también de pared de lechada, por otra parte muy conocida.

Para realizar los elementos de pared **22'** del segundo modo de realización de la figura **4**, se cava cuatro trincheras adyacentes cuyas alturas respectivas disminuyen entre el primer extremo **22'a** y el segundo extremo **22'b**. Entonces, se obtiene la forma de escalera ilustrada en la figura **4**.

5 En la figura **5A**, la curva **G1** ilustra el desplazamiento en milímetros de la obra de contención **12** de la figura **1** en función de la profundidad, medida desde la superficie del cuerpo de agua **P**. La curva **G2** ilustra el desplazamiento de una obra de contención según el arte anterior descrito anteriormente.

10 En la figura **5B**, la curva **M1** ilustra el valor de los momentos flectores sufridos por la obra de contención **10** de la figura **1** en función de la profundidad. La curva **M2** ilustra el valor de los momentos flectores sufridos por la obra de contención según el arte anterior descrito anteriormente.

15 De los cálculos realizados, se deduce que la obra de contención según la invención presenta desplazamientos y momentos flectores que, en valor absoluto, son sensiblemente inferiores a aquellos de la obra anterior.