

Contenciones en Pantalla continua y Fundaciones con pilotes “CFA” Hélice continua

Prof. Ing. David Cabral

Fundespa S.A.

A. PANTALLA CONTINUA

El muro (colado) excavado y hormigonado in situ o pantalla continua consiste en la realización, en el subsuelo, de un muro vertical de hormigón armado de espesor variable entre 30 y 120 cm, capaz de absorber cargas axiales, empujes horizontales y momentos flectores, pudiendo alcanzar profundidades superiores a los 50 m.

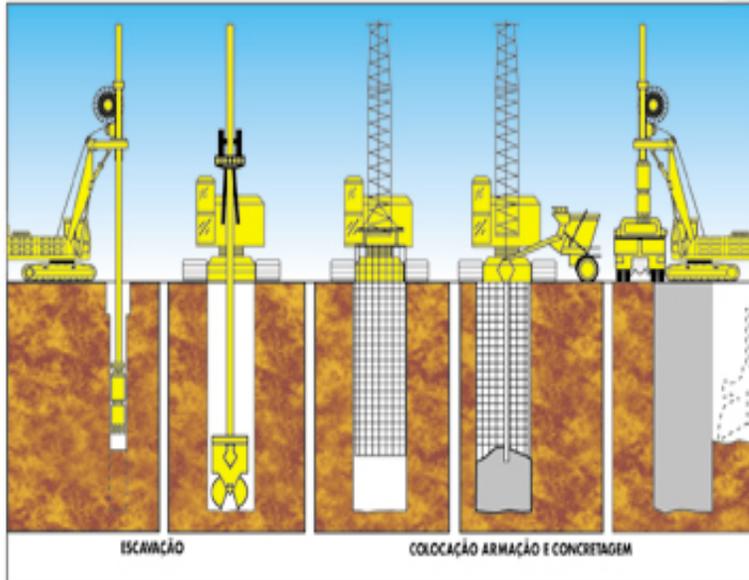
La pantalla continua se realiza en paneles o lamelas (en forma sucesiva o alternadas), cuya continuidad es asegurada por medio de un tubo o chapa junta, colocado luego de las operaciones de excavación de cada panel y retirado después del comienzo de endurecimiento del hormigón. Las técnicas de ejecución de las pantallas continuas son sustancialmente idénticas a las que se aplican para los pilotes excavados. La difusión cada vez en aumento de este sistema en el sector de las construcciones industriales y residenciales se debe fundamentalmente a las ventajas que ofrece:

- Facilidad de adaptación a la geometría del proyecto;
- Casi total ausencia de vibraciones;
- Notoria reducción de descompresión o modificaciones en el terreno, evitando de esta manera daños a las estructuras existentes;
- Posibilidad de alcanzar profundidades debajo del nivel de agua (nivel freático);
- Posibilidad de incorporar los paneles a la estructura permanente;
- Posibilidad de ser usados como contención de excavaciones profundas.

Por los motivos expuestos las pantallas continuas tienen hoy en día un vasto campo de aplicación, ya que pueden ser utilizadas con total éxito en variados sectores de la ingeniería de las fundaciones como por ejemplo:

- 1) Fundaciones de obras de arte
- 2) Servicios de submuración y de protección de obras amenazadas por la erosión de las aguas
- 3) Grandes obras hidráulicas (presas de tierra, excavaciones en presencia de napa freática, cortinas de impermeabilización en el cauce de los ríos, etc.)
- 4) Obras de canalización para la regularización de los cauces de los ríos contra las crecidas (inundaciones) y la erosión
- 5) Construcción de líneas de subterráneos, embarque de túneles, cruces subterráneos y construcción de grandes excavaciones en centros urbanos
- 6) Ejecución de subsuelos para edificios, garages subterráneos, etc., funcionando sea como elemento estructural que como diafragma impermeabilizante para detener filtraciones de agua
- 7) Grandes obras industriales para la construcción de pozos, silos subterráneos, etc.
- 8) Construcción de muelles
- 9) Pilotes rectangulares. Los paneles de la pantalla continua pueden ser usados individualmente para soportar elevadas cargas verticales. En este caso toman el nombre de pilotes rectangulares.
- 10) Pantalla continua plástica, para conformar una barrera estanca de fango mezcla de cemento, bentonita y agua en proporciones que varían en función de la permeabilidad deseada

(en función del grado de impermeabilización que se quiere alcanzar); para conformar una barrera hidráulica que impida filtraciones de agua o de fluidos indeseables.



Ejecución de Pantalla con limitación de altura



Pantalla continua anclada

Pantallas Continuas Premoldeadas

La técnica de ejecución de las pantallas continuas ha tenido constantes innovaciones, siendo la más importante la que se construye con paneles premoldeados de hormigón armado o pretensado.

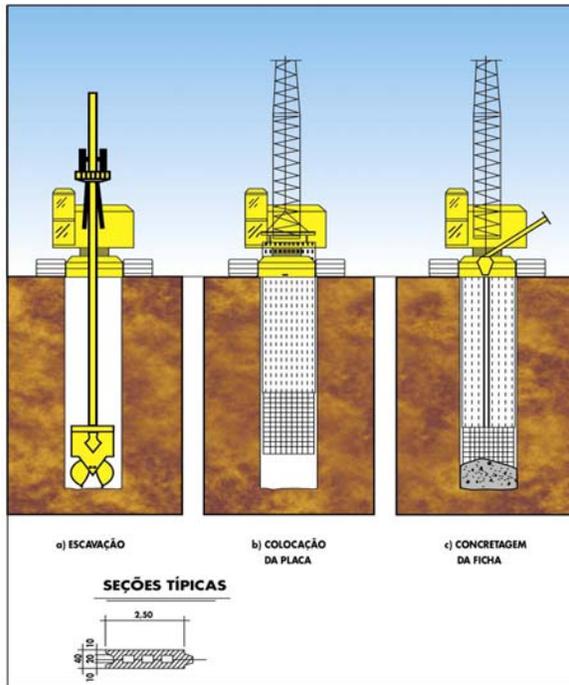
El panel premoldeado puede tener un recubrimiento menor - normalmente 3 cm - y el hormigón con fck superior a 25 MPa. De este modo la resistencia estructural de la pantalla premoldeada es notoriamente superior a la hormigonada in situ.

Es evidente que la pantalla premoldeada no tendrá sobrevolumenes de hormigón, que acarreen, además del costo de los materiales, laboriosos trabajos de remoción de los bolsones de hormigón. Estos valores pueden ser muy elevados, sobre todo en zonas de suelos blandos.

Con el fin de reducir el peso del panel premoldeado, que requiere el empleo de grúas de gran capacidad, se puede construir una pantalla cuya parte terminal (ficha), que quedará empotrada en el suelo de la fundación, se hormigonará in situ. En este caso se aconseja el uso de placas con huecos, a través de los cuales es posible hormigonar las fichas.

Para garantizar la estanqueidad de las juntas, el panel, excavado en presencia de lodo bentonítico, es rellenado con un fango (Mezcla de cemento + bentonita + agua), antes de colocar la placa premoldeada.

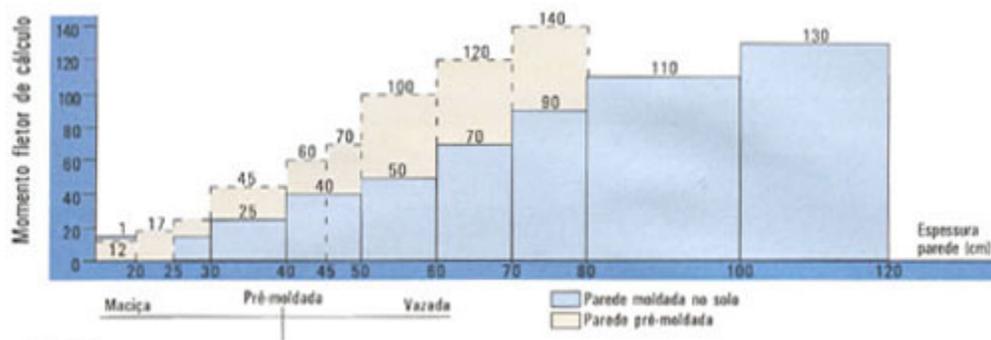
Después de la colocación de la placa de hormigón premoldeado, el fango rellenará el espacio entre las juntas, impidiendo el pasaje del agua. Otra forma de evitar las filtraciones es la de utilizar juntas tipo Fugenband, cuya eficacia se ha demostrado bastante satisfactoria.



Colocación de una placa Premoldeada

Desarrollo Tecnológico – Información técnica

El siguiente gráfico presenta distintos valores de espesores de pantalla continua en función de los momentos de diseño (M_d en tm/m)



Notas:

- Materiales:

- Acero CA-50A ($f_{yd} \geq 5000 \text{ kg/cm}^2$)
- Concreto: Colado en sitio, $f_{ck} = 160 \text{ kg/cm}^2$; Premoldeado, $f_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$
- En la determinación del espesor final, debe hacerse un análisis de deformación de la pantalla.
- Estos valores deben ser considerados con una sugerencia y pueden cambiar en función de las características de cada proyecto.

Ejecución de muelles con pantalla continua premoldeada

Una de las áreas de aplicación pantallas continuas, es la de las obras marítimas y fluviales. Para la ejecución de muelles, puertos, puentes, etc.

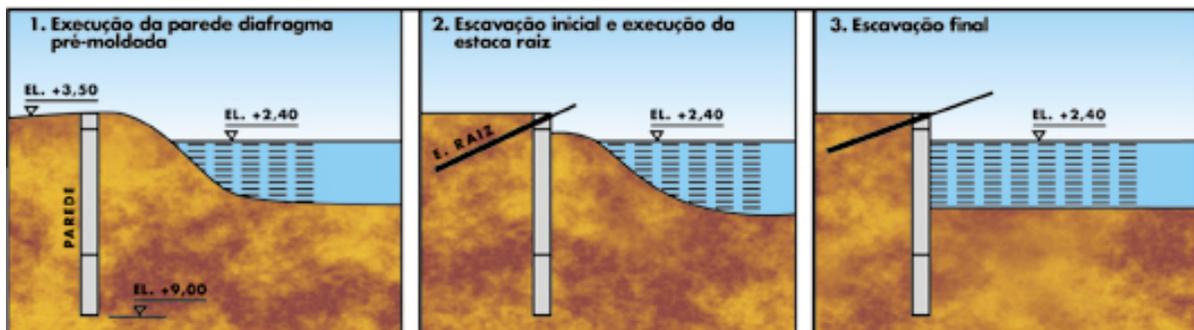
FUNDESP dispone de equipamientos especiales que pueden ser adaptados rápidamente a cualquier necesidad o tipo de obra: Martillos (martinetes) vibratorios, Entubadoras y perforadoras para suelo y roca.

Con el deseo de ofrecer nuevas alternativas rápidas y seguras para la ejecución de fundaciones de obras marítimas y fluviales, como por ejemplo Tomas de agua, Puentes, Plataformas offshore, Muelles, etc. FUNDESP ha desarrollado con éxito, los siguientes procesos ejecutivos:

La pantalla continua premoldeada posee gran resistencia estructural y al medio ambiente agresivo y puede ser empleada con éxito en la construcción de muelles con niveles de agua de hasta 10 m.

Si la pantalla continua es anclada con pilotes raíz o tirantes, adquiere capacidad de resistir a elevados esfuerzos de atraque y amarre.

Fases ejecutivas del muelle de barcasas de REDUC - Rio de Janeiro



B. PILOTES DE HÉLICE CONTINUA

INTRODUCCION

El pilote de hélice continua es un pilote hormigonado in situ. Se perfora el terreno con el auxilio de un barreno helicoidal continuo y se bombea el hormigón a través del tubo central del barreno, mientras este último es retirado del terreno

METODOLOGIA DE EJECUCION

a) Perforación: La perforación consiste en hacer penetrar en el terreno una hélice por medio de un torque apropiado para vencer su resistencia.

La barra de perforación está constituida por una hélice espiral, solidaria a un tubo central y provista de dientes en el extremo inferior que facilitan su penetración en el terreno.

La metodología de perforación permite su ejecución en terrenos cohesivos y arenosos, en presencia o no de la napa de agua, con la posibilidad de atravesar capas de suelos resistentes, con valores de N superiores a 50, dependiendo del tipo de equipo empleado.

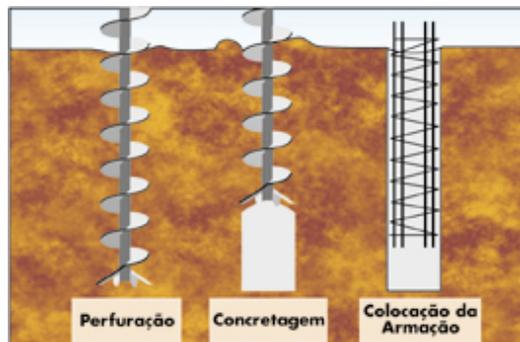
La velocidad de perforación permite una producción diaria de 200 a 400 m, en función del diámetro de la hélice, de la profundidad y de la resistencia del terreno.

b) Hormigonado: Una vez alcanzada la profundidad deseada, se bombea el hormigón a través del tubo central, rellenando la cavidad abierta por la hélice, al mismo tiempo que esta última es extraída del terreno sin rotar o rotando lentamente en el mismo sentido del avance.

El hormigón que se usa normalmente tiene resistencia característica f_{ck} de 20 MPa, es apto para ser bombeado y está integrado por arena, grava y cemento en la proporción de 350 a 400 Kg/m³, siendo optativo el empleo de aditivos.

El asentamiento o slump es mantenido entre 200 y 240 mm. Por lo general se usa una bomba para hormigón conectada con el equipo de perforación por medio de un conducto flexible. Por lo general se rellena el pilote con hormigón hasta la cota de la plataforma de trabajo.

Sin embargo es posible su nivelación debajo de la superficie del terreno, tomando las debidas precauciones para mantener estable las paredes de la excavación no hormigonada, sobre todo en el momento de bajar la armadura.



c) Colocación de la armadura: El método de ejecución del pilote de hélice continua exige la colocación de la armadura luego de su hormigonado.

La armadura, con forma de jaula cilíndrica, es introducida en el pilote por peso propio o con el auxilio de un martillo de poca potencia.

Los pilotes sometidos a esfuerzos de compresión llevan una armadura en la parte superior, cuya longitud es por lo general de 5,50 m. En el caso de pilotes sometidos a esfuerzos transversales o de tracción, la longitud de la armadura puede alcanzar los 18 m, dependiendo del método constructivo.

En el caso de armaduras largas, las jaulas deberán ser construidas con barras gruesas y con estribo espiralado soldado a la estructura longitudinal, en modo de evitar su deformación durante las operaciones de colocación en el fuste del pilote.

d) Equipos: El equipo empleado por FUNDESP para introducir la hélice en el terreno, está integrado por una grúa de orugas sobre la cual está armada una columna vertical de altura

adecuada a la profundidad del pilote, provista de guías sobre las cuales se desliza el motor de rotación, de accionamiento hidráulico. Los equipos disponibles permiten realizar pilotes de hasta 32 m de profundidad y con una inclinación de hasta 1:4 (H:V), con limitación de diámetro y profundidad.



e) Control de ejecución (Aparatos de control): Para controlar la presión de bombeo del hormigón, FUNDESP cuenta con instrumentos de medición digitales que registran todos los parámetros de ejecución del pilote, tales como: Inclinación de la hélice, profundidad de la perforación, torque y velocidad de rotación, presión de inyección, pérdidas y consumo de hormigón.



Los parámetros que aparecen en la pantalla del medidor digital son registrados e interpretados en un microprocesador por medio de un programa (software), obteniéndose un informe completo del pilote.

f) Aplicaciones: Los pilotes de hélice continua ofrecen una solución técnica y económicamente interesante en los siguientes casos:

- En centros urbanos, próximos a estructuras existentes, escuelas, hospitales y edificios históricos, porque no producen molestias vibraciones y no causan descompresión del terreno.
- En obras industriales y conjuntos habitacionales, donde por lo general se alcanza una buena producción, ya que hay que hay que construir un número elevado de pilotes todos del mismo diámetro.
- Como estructura de contención, anclada o no, próxima a estructuras existentes, desde que los esfuerzos transversales sean compatibles con las longitudes de armaduras permitidas.



Pilotes de Hélice Continua de contención $\phi 80$ cm.

Datos de Diseño

Descripción	Unidad	Valores									
Diámetro	cm	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carga de trabajo	tf	35-45	50-65	70-100	110-140	150-190	200-250	260-320	330-390	390-480	490-560
Mínima distancia entre centros	cm	87,5	100	125	150	175	200	225	250	275	300
Volumen	m ³ /m	0,096	0,126	0,196	0,283	0,385	0,502	0,636	0,785	0,95	1,130
Perímetro	m/m	110	126	157	188	220	251	283	314	346	377
Diámetro	cm	25	30	35	45	55	65	75	85	95	105

Ensayos de Carga

Carga lenta PC-I Ref.: Engesolos SP 244/93



Carga Rápida PC-1A Ref.: Engesolos SP 244/93

