

# Muros colados



## MUROS COLADOS

### DEFINICION

La Norma brasilera define como muro colado de fundación profunda el ejecutado por excavación mecánica, con uso o no de lodo bentonítico o con uso de revestimiento total o parcial y con hormigonado posterior.

Este tipo particular de fundación tiene su origen de la técnica de construcción de muros colados en el trabajo pionero de la perforación de pozos petrolíferos. Son conocidas desde 1900 y una primera publicación los menciona en 1913. El uso del lodo bentonítico se introdujo en los sistemas de lodos en 1929.

Progresos técnicos posteriores se aplicaron en los años 40, y en los años 50, en Italia, este tipo de muros colados tenían funciones de impermeabilizante y como obras de contención. En Brasil el primer muro colado FRANKI se hace en la Universidad de San Pablo en 1969 para el Edificio Pelletron.

### VENTAJAS

Este tipo de soluciones ofrecen las siguientes ventajas:

Rápida ejecución, sin vibraciones ni ruidos

Poder atravesar suelos muy resistentes debido a la herramientas de excavación

### FASES DE SU EJECUCIÓN

Se realizan en varias operaciones interligadas entre si y planeadas con anterioridad para evitar imprevistos. Entre estas fases se destacan:

Ejecución del murete guía

Fabricación del lodo bentonítico

Excavación

Cambio del lodo bentonítico

Colocación de la armadura

Hormigonado

### EL LODO BENTONÍTICO

Este material es la clave de las fundaciones por excavación, porque a partir de sus propiedades tixotrópica y de sellado permite soportar la excavación, impidiendo la pérdida de barro en el suelo.

Es una suspensión en agua dulce de una arcilla especial, llamada bentonita (de la familia de los montmorilonitas de sodio alcalino), cuya concentración coloidal es obtenida por la fórmula

$$Cc = \text{Peso de bentonita} \times 100 \text{ (en porcentaje) por } 1000 \text{ litros de agua.}$$

Normalmente su peso esta entre 30 kg y 70 kg, en función de la viscosidad y de la densidad que se desea obtener del barro.

### PROPIEDADES DEL LODO BENTONITICO

#### Estabilidad

La suspensión se mantiene estable por mucho tiempo y para ello las partículas dispersas deben tener diámetros medios inferiores a 0,1 m y poseer cargas eléctricas superficiales que impidan su aglomeración.

#### Viscosidad

También deja en suspensión partículas sólidas de suelo excavado, evitando que se depositen en el fondo de la excavación.

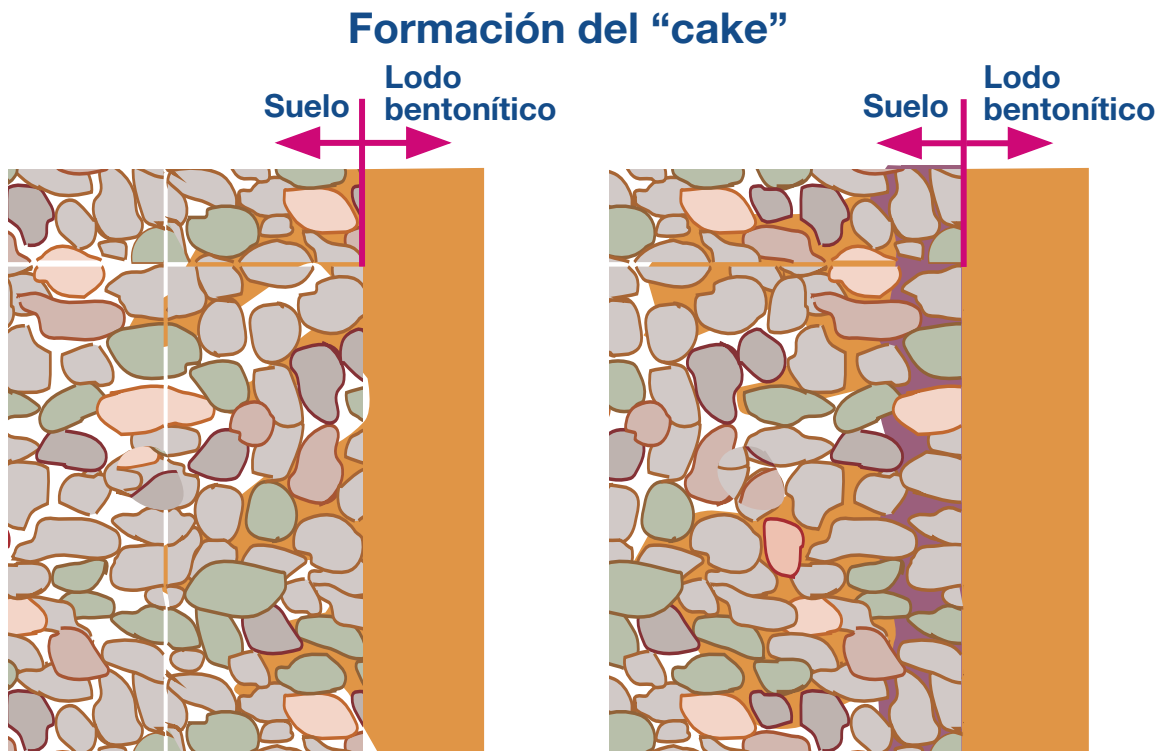
### Tixotropía

Esto significa que es fluido al agitarlo vigorosamente, pero forma un gel cuando está en reposo.

### Formación de “cake”

Como la presión hidrostática ejercida por el lodo bentonítico es mayor que la del agua en cualquier profundidad de la excavación, penetra en los vacíos del suelo y va quedando en reposo. Por ser tixotrópico se rigidiza y forma una película que une las partículas (“cake”) evitando el cisallamiento del suelo.

Esto no es uniforme y depende del tipo de suelo, del índice de vacíos, de la viscosidad del barro y de la diferencia de presión entre el lodo bentonítico y el agua del suelo. En pocos segundos, el “cake” se cubre con una fina capa de partículas de bentonita (film protector) anulando la penetración de lodo bentonítico en el suelo. y pudiendo soportar la presión hidrostática.



### FABRICACIÓN

La mezcla bentonítica es preparada en una instalación especial denominada “central de bentonita”, en un mezclador de alta turbulencia. Como la bentonita se hincha con el agua, antes de usarla deben transcurrir por lo menos 12 horas para su total maduración, en permanente agitación. Para su traslado se usan tuberías metálicas con enganche rápido o mangueras de plástico rígido.

### CONTROLES

Antes de perforar el lodo bentonítico se prueba para saber si está en condiciones de usarse, controlando la densidad y viscosidad, del “cake” y el pH, y el tenor de arena. En casos especiales se adicionan productos químicos para mejorar sus condiciones, corrigiendo la acidez del agua, aumentando la densidad de la masa, etc.

## ACCIÓN ESTABILIZADORA DEL LODO BENTONITICO

La estabilización del talud excavado se debe a:

La presión hidrostática ejercida por el lodo bentonítico.

Al penetrar el lodo bentonítico (cake), la resistencia del gel evita el cisallamiento del suelo.

A una cierta profundidad la tensión normal horizontal, ejercida por la mezcla bentonítica es mayor a la horizontal normal ejercida por el suelo, que se produce por el peso propio más la tensión normal horizontal ejercida por el suelo y la sobrecarga más la tensión normal horizontal ejercida por el agua.

Para mejorar las condiciones de estabilidad de la excavación, se actúa sobre dos tensiones:

### Tensión resistente

Elevando el tope del murete guía respecto del terreno aumenta la altura de la columna de barro

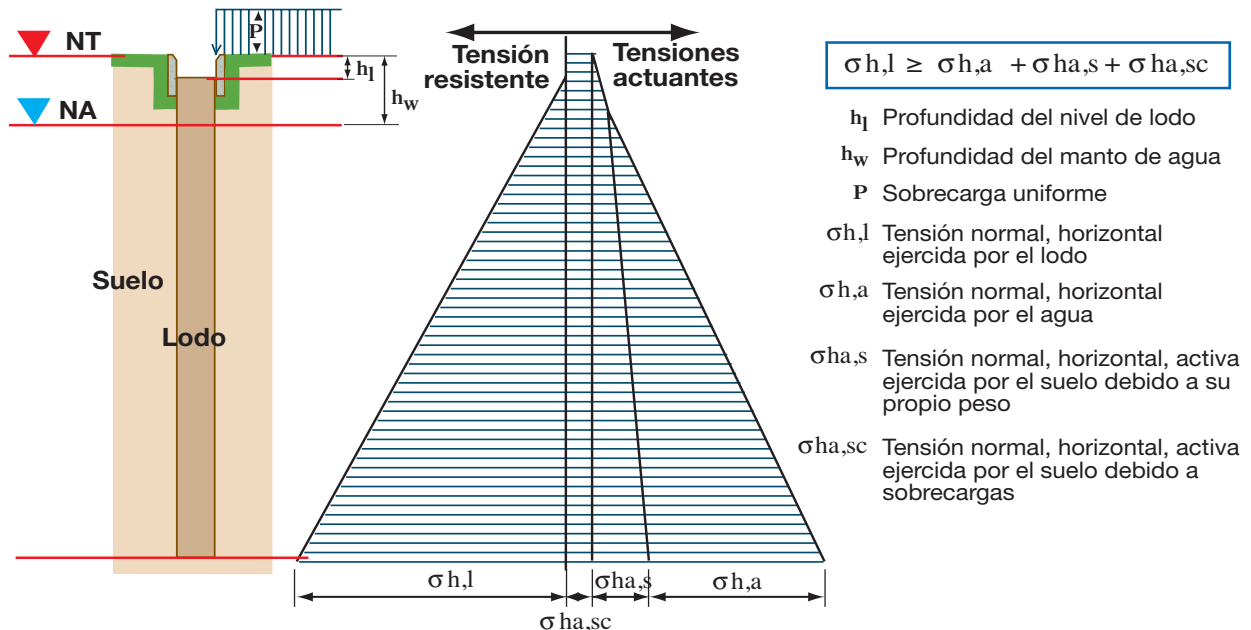
Adicionando substancias para aumentar la densidad del lodo bentonítico.

### Tensiones actuantes

Rebaje del nivel de manto freático, con un mínimo de 2.00 m entre el tope del nivel de lodo bentonítico y el manto.

Evitar sobrecargas sobre el terreno próximo a la excavación, ya que no es muy estable por una constante variación de nivel, sumado a ello el peso de los equipos de excavación. Por esto se aconseja emplear una estructura de hormigón armado para sustentar el suelo llamado Murete guía.

## Acción estabilizadora del lodo bentonítico



## MURETE GUÍA

Es una construcción provisoria de hormigón armado, con una altura que varia entre 1,50 a 2,00 m.

Sus principales funciones son:

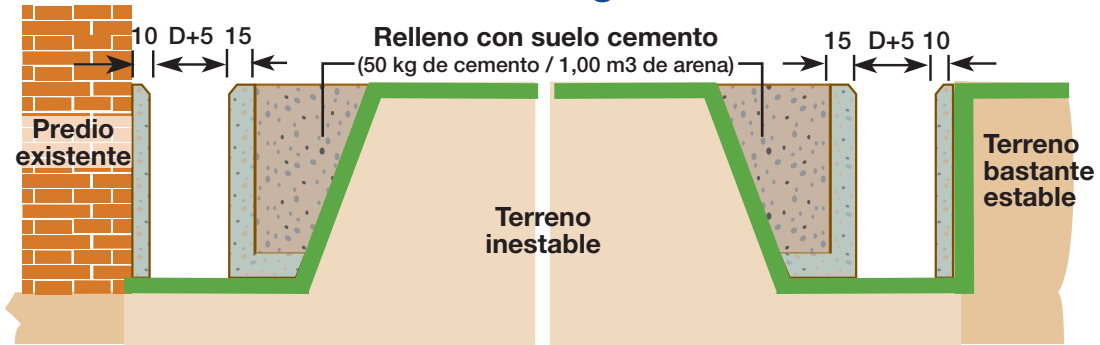
Ubicar la posición del muro que va a ser excavado

Guiar la herramienta de excavación

Contener al suelo en el trecho inicial de la excavación para evitar la acción del constante cambio de nivel de barro y la entrada y salida de la herramienta durante la excavación.

Garantizar una altura de barro compatible con el nivel de manto freático (mínimo 2.00 m).

## Murete guía



## EXCAVACION

Para la excavación de los muros colados se emplea una herramienta llamada “clam-shell” que realiza el corte del suelo por el movimiento vertical de sus mandíbulas.

A medida que se excava se introduce simultáneamente más barro, para la estabilidad de las paredes. Es fundamental tener un nivel lo más alto posible, dentro de la excavación. Si hay una pérdida de barro tal, que no permite mantener un nivel estable, la excavación se interrumpe inmediatamente para encontrar las causas que provocan la anomalía.



## CAMBIO DEL LODO BENTONITICO DE LA EXCAVACIÓN

Al terminar la excavación el lodo de la zanja tiene gran cantidad (25 a 30 %) de sólidos en suspensión, como pueden ser los granos de arena. Como en el hormigonado, el lodo bentonítico debe poseer sólo un máximo de 3% en volumen, de arena, el lodo bentonítico usado durante la perforación se cambia de dos maneras:

### Por substitución

En un caso se retira por la parte inferior con bombas sumergidas. El lodo bentonítico nuevo se introduce en el hueco por la parte superior.

### Por circulación,

El lodo bentonítico usado se retira por la parte inferior y se bombea a través de desarenadores donde por procesos mecánicos se retira la arena en suspensión, que de este modo puede volver a la excavación. Esto se llama "desarenación".

Concluído el cambio de lodo bentonítico se limpia bien el fondo de la excavación para tener certeza que no hay deposición de partículas de arena en el fondo.

## ARMADURA DE LOS MUROS COLADOS

En todos los casos de muros colados se emplean barras longitudinales y estribos puestos en forma de jaula. Por el izamiento estas jaulas deben tener hierros de endurecimiento para darles rigidez, como presillas para el izado y la posición de las mismas después de hundirla en la excavación.



## HORMIGÓN

Todos los casos se emplea un hormigón con alta plasticidad (asentamiento entre 18 y 22).

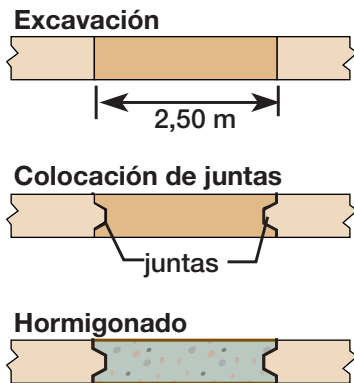
El consumo mínimo de cemento es de 400 kgf.m<sup>3</sup> y los agregados empleados son arena y piedra partida. Normalmente se emplea un aditivo, para dar mayor trabajabilidad al hormigón y retardar el inicio del fraguado.

## SECUENCIA EJECUTIVA DE MUROS COLADOS

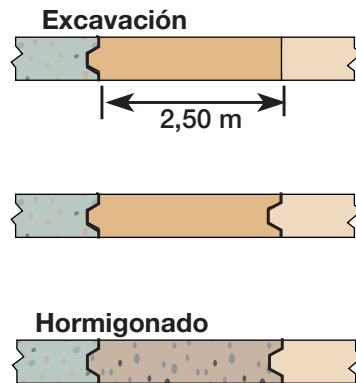
En el siguiente gráfico se muestra la secuencia ejecutiva a ser seguida en la ejecución del muro colado.

## División de paneles

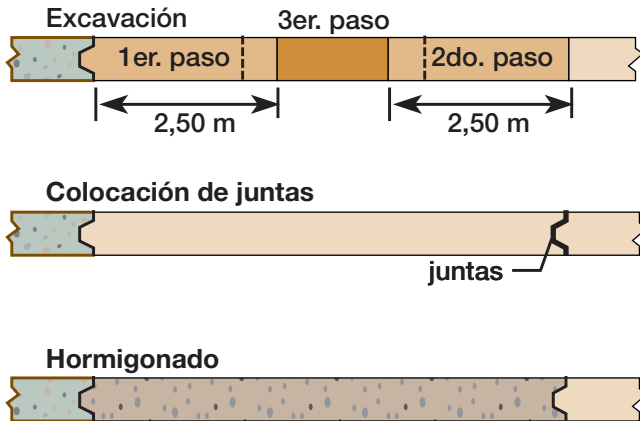
### Paneles primarios iniciales



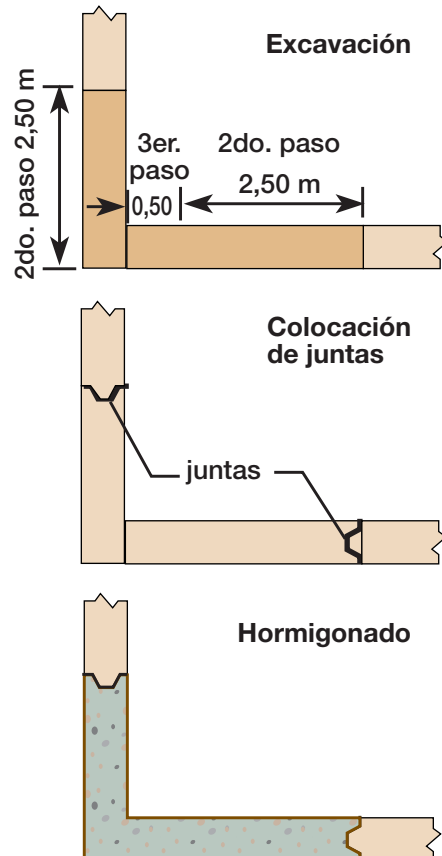
### Secuencia de paneles pequeños



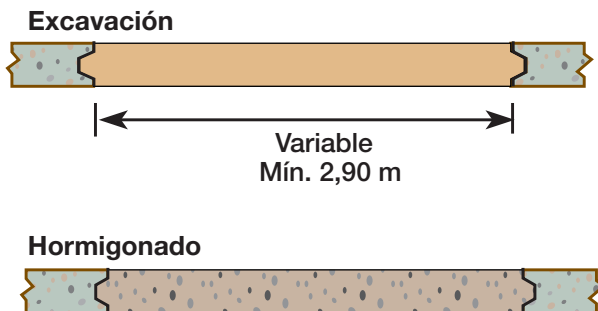
### Secuencia de paneles grandes (1,00 a 2,00 m)



### Paneles primarios de canto



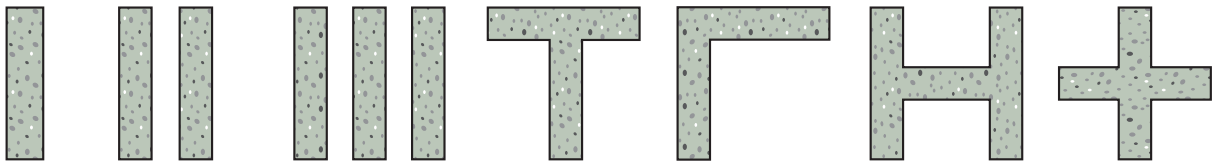
### Paneles de cierre



## PILOTES RECTANGULARES (BARRETES)

Este tipo de pilote relativamente nuevo, es similar a los muros colados y sigue patrones de diseño especial para adaptarlos a situaciones diversas. Podemos poner como ejemplo estas secciones

### Modelos más usuales de barretes



Todas las referencias sobre el uso del lodo bentonítico, su fabricación y propiedades, así como de la excavación, armaduras (no necesariamente) y hormigonado de estos pilotes rectangulares, son las mismas que para los muros colados.

## Pilote excavado rectangular (barrete)

### Secuencia de ejecución

