

# 5

---

---

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

---

---

## 5.- CAPITULO 5. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Conocer y entender a fondo el procedimiento constructivo significa haber avanzado un 50% en el análisis estructural del muro Milán, puesto que ambos están íntimamente relacionados.

El procedimiento constructivo es básico para determinar las etapas de análisis.

En un muro Milán se puede hablar de las siguientes etapas constructivas:

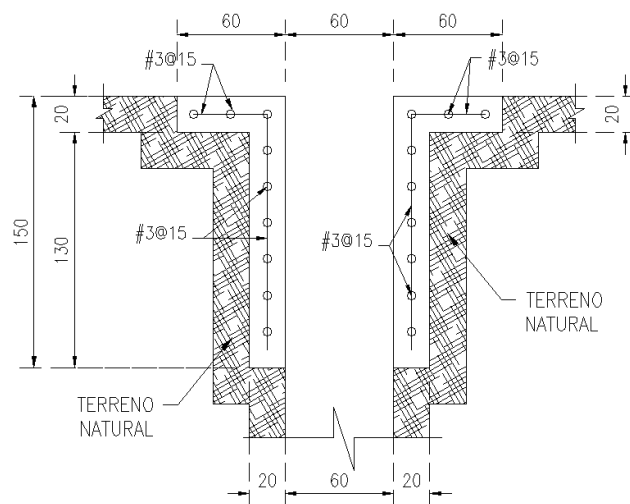
- Trazo
- Construcción de los brocales
- Excavación e inyección de lodo bentonítico
- Introducción de las parrillas (refuerzo de la tablaestaca)
- Colado de los muros Milán, excavación del núcleo central.
- Excavación y colocación de troqueles, generalmente en tres etapas, previo bombeo.
- Colado de la plantilla.
- Armado de la losa inferior y colocación del repellado en las paredes internas del muro Milán.
- Colado de la losa inferior.
- Retiro de troqueles.
- Armado de losa superior.
- Colado de la losa superior.
- Retiro del último troquel.

Este procedimiento es el más generalizado y para algunos proyectos tendrá ligeras variaciones.

**Trazo:** Juega el papel más importante en el procedimiento constructivo ya que de éste dependerá a partir de este momento, el que la construcción de los muros Milán queden en su posición correcta y conserve los gálibos que el proyecto exige. En el Anexo en el plano 1 se muestra la geometría en planta del cárcamo de bombeo.

**Brocales:** El brocal es una estructura de concreto armado, alojado en una zanja cuya excavación obligadamente es realizada a mano con el objeto de realizar posibles interferencias con instalaciones municipales (ductos de teléfonos, CFE, líneas de gas, drenajes, agua potable, redes de riego, etc.).

La finalidad de la construcción, obedece a la necesidad de contar con una guía que permita garantizar la posición y verticalidad correctas del equipo guiado durante el proceso de excavación del tramo de muro Milán en cuestión. En la figura 39 se muestra un brocal.



**Figura 38 detalle de brocal**

**Lodo bentonítico:** El proceso de construcción de los muros Milán, inicia con la excavación de las zanjas conformadas por los brocales. Durante dicha excavación, las paredes que se doman en el interior con el propio terreno natural no son estables por si solas aún y cuando se conserve un tirante de agua equivalente al nivel freático o mayor, por lo que es necesaria la estabilización con lodo Tixotrópico.

Se dice que es Tixotrópico por la resistencia que presenta al corte en reposo, que es cuando actúa como un gel, ya que cuando se bombea no presenta ésta propiedad.

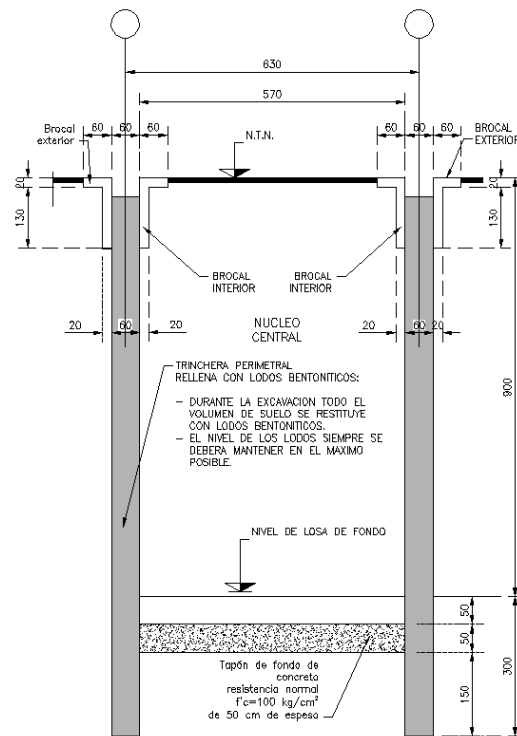
Le lodo estabilizador debe ser una suspensión estable de bentonita sódica en agua, tener una densidad mayor que la del agua con objeto de que el empuje hidrostático que ejerza sobre las paredes, sea mayor que el de ésta. El lodo se vacía en el interior de los tableros excavados hasta alcanzar un nivel superior al nivel freático con objeto de generar un gradiente de presiones sobre las paredes de la excavación que ayude a detenerlas o mantenerlas estables.

**Muro Milán:** Su construcción inicia una vez conformados los brocales. Se realiza la excavación en la zanja ya formada, mediante el uso de una draga preferentemente LS-108, pudiendo ser mayor por la capacidad para sostener el equipo guiado. Las dimensiones más comunes del muro terminado son 0.60m de espesor, 6.0 m de largo y de profundidad variables según los requerimientos del proyecto.

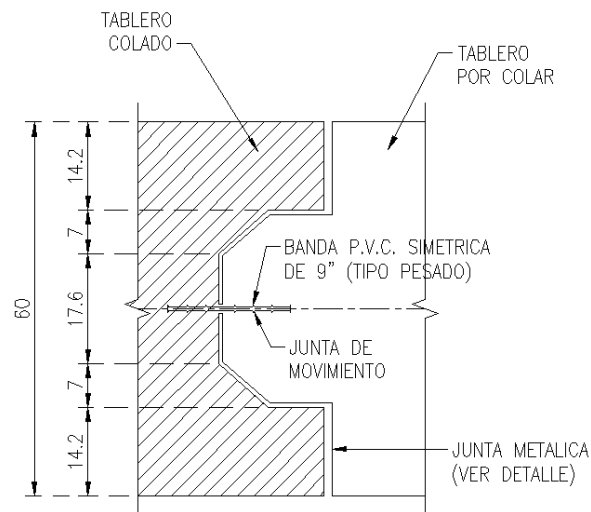
Definido el tablero a construir se procede a realizar la excavación de las zanjas hasta el nivel de desplante de proyecto usando agua o lodo bentonítico para garantizar la estabilidad de las paredes, manteniendo un nivel constante, el cual será del orden de 2m por debajo del borde superior de los brocales (Ver Figura 40).

Una vez alcanzado el nivel de desplante de proyecto en la excavación, se colocan en los extremos del muro las juntas de colado, que son elementos metálicos huecos de forma trapezoidal (Figura 41) en cuya cara frontal llevan una ranura para alojar la banda de pvc que quedará ahogada en el muro colado. El ancho de la junta lo determina el espesor del tablero y su longitud y profundidad del mismo. Su parte inferior tiene una forma tal que permite hincarse y asentarse firmemente en el fondo de la excavación. Funciona como cimbra tapón para contener el concreto del muro a colar y deja la forma machimbrada para el colado subsecuente. Cabe mencionar que entre dos muros colados con estas juntas se construye un muro ya sin ellas, debido a que la pared de los extremos funciona entonces como cimbra. Con las juntas en su sitio, se procede a colocar el acero de refuerzo (Parrilla) con una grúa hidráulica (Ver Figura 42).

En el Anexo 1 en el plano 2 se muestra en planta la distribución de los tableros y en los detalles se muestra la geometría de cada uno de ellos. Se indica también la profundidad de desplante de cada uno de los tableros.



**Figura 39 Estabilización de excavaciones con lodo bentonítico**



**Figura 40 Junta de colado**

**Figura 41 Colocación de Parrilla de acero**

Toda vez que la parrilla ha sido colocada, centrada y nivelada en su lugar correcto, se procede al colado del concreto para lo cual es necesario introducir las trompas

de colado (lingadas), que consiste en tramos de tubo de acero de 8" de diámetro, en longitudes no mayores a 2 m para su fácil manejo, roscados en sus extremos y unidos mediante coples para conformar la longitud requerida para el colado. Este tipo de sujeción permite un hermetismo que impide, al momento de su introducción, la absorción de aire o lodo que contamine el concreto. En su parte superior, la lingada tiene una forma de embudo (tolva) para la recepción del concreto la cual descansará sobre un marco metálico apoyado en los aleros del brocal.

**Excavación del núcleo:** Habiendo realizado la construcción de los muros Milán procederemos a realizar la excavación del núcleo central. Consiste en extraer el terreno natural de la zona que conformará el cajón para alojar cualquier estructura, utilizando una draga hidráulica con cucharón de almeja, de acuerdo a las condiciones de distancia y profundidad que ocurran en la obra.

La excavación se realiza con equipo mecánico desde la superficie de modo que sea posible realizar maniobras dentro de la misma en forma segura entre los troqueles ya colocados. Los alcances en tramos rectos suelen ser de 6 m de longitud y cada uno de ellos se realiza en etapas verticales de excavación que llegan 0.30 m por debajo del correspondiente nivel de troqueles, excepto la última etapa vertical que llegará hasta el nivel máximo de excavación.

Posterior a la excavación del núcleo y al apuntalamiento, es necesario el colado de una plantilla de concreto pobre en el fondo de la excavación, tan pronto como sea alcanzado el nivel de proyecto. La razón principal de esta acción, es la mantener una superficie limpia y en condiciones de trabajo, una vez fraguado el

concreto de la plantilla, se procede a armar el acero de refuerzo que conformará la losa de fondo.

El procedimiento de la losa es simple: se arma el acero de refuerzo, se cimbra o fronterean sus costados para evitar la derrama de concreto y se vierte el concreto con una resistencia de 300 kg/cm<sup>2</sup>.

24 horas después de haber colado la losa de fondo se procede a colocar un repellado de 10 cm de espesor reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10 para dejar una superficie plana. Al mismo tiempo se inicia la construcción de la losa tapa. 72 hrs después del colado de la losa tapa se proceden al retiro de los puntales metálicos y se procede a la instalación del equipo electromecánico e hidráulico.

En el Anexo 1 plano 3 y 4 se muestran tres cortes indicados en el plano 1, en cada uno de los cortes se indica la losa de fondo, tapón de fondo así como el muro Milán. Se muestra también la estructuración de los muros intermedios.

Para finalizar en el plano 4 del Anexo 1 se muestran cortes y detalles que aparecieron en el desarrollo del capítulo 6.