

---

**TRABAJO FINAL DE GRADO (ADAP) 2017-18:**

---

---

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN MURO  
PANTALLA DE PEQUEÑO ESPESOR EN  
APARCAMIENTO SUBTERRANEO PRIVADO Y  
LOCAL COMERCIAL**

---

**Alumna ETSIE:** María Isabel Martínez Fernández

**Tutor Académico:** Don Luis García Ballester



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ

ETS de Ingeniería de Edificación  
Universidad Politécnica de Valencia

---

## Agradecimientos

Debo expresar mi agradecimiento a la empresa Pantallax SL , por la cesión de información e imágenes para poder realizar el presente trabajo.

Gracias a Don Luis García Ballester, por sus críticas y sugerencias, así como por la aportación de su experiencia e información para el desarrollo de este trabajo, sobre todo en cuestiones relacionadas con el hormigón autocompactante.

Gracias a mi familia por su apoyo, siempre incondicional.

## Resumen TFG

Descripción de las fases del proceso constructivo de un muro pantalla. Como referencia he tomado una obra con restricciones de gálibo, accesos a obra y superficie de trabajo, condicionando por un lado que deba tratarse de un muro pantalla de pequeño espesor (35 cm), y por otro, que la perforación de la excavación se lleve a cabo en seco.

El problema fundamental de ejecutar muros pantalla de pequeño espesor, se encuentra en la fase de hormigonado, por lo que el tamaño máximo del árido del hormigón, deber estar limitado. El hormigón autocompactante, es una buena alternativa para excavaciones de estas características.

Description of the sentences of the construction process of a Wall screen. As reference of taken a work with restrictions of working height, accesses to work and conditioned work Surface by a side tha mustbe a Wall of screnn of the small thickness ( 35 cm), and by another, that the drilling of the excavation is carried out in the dry.

The fundamenta problema of executing thin screen walls is in the concreting phase, so the maximum size of the concrete arid must be limited. Self-compacting concrete is a good alternative for excavations of these characteristics.

## Palabras clave

Muro pantalla, limitación , espesor, seco , hormigón autocompactante.

Wall screen, limitation, thickness , dry, self-compacting.

## **Acrónimos utilizados**

**AENOR:** Asociación Española de Normalización y Certificación.

**CTE:** Código Técnico de la Edificación.

CTE. DB-HS : Documento Básico Salubridad

CTE.DB-SE-C: Documento Básico- Seguridad Estructural : Cimientos

**NTE:** Norma Tecnológica de la Edificación.

NTE-CPP: Cimentaciones. Contenciones: Pantallas

**UPV:** Universidad Politécnica de Valencia.

**INTEMAC:** Instituto Técnico de Materiales y Construcciones

## Terminología (CTE):

**Coefficiente de permeabilidad:** parámetro indicador del grado de permeabilidad de un suelo medido por la velocidad de paso del agua a través de él. Se expresa en m/s o cm/s. Puede determinarse directamente mediante ensayo en permeámetro o mediante ensayo in situ, o indirectamente a partir de la granulometría y la porosidad del terreno.

**Encachado:** capa de grava de diámetro grande que sirve de base a una solera apoyada en el terreno con el fin de dificultar la ascensión del agua del terreno por capilaridad a ésta.

**Grado de impermeabilidad:** número indicador de la resistencia al paso del agua característica de una *solución constructiva* definido de tal manera que crece al crecer dicha resistencia y, en consecuencia, cuanto mayor sea la sollicitación de humedad mayor debe ser el grado de impermeabilidad de dicha solución para alcanzar el mismo resultado. La gradación se aplica a las soluciones de cada *elemento constructivo* de forma independiente a las de los demás elementos. Por lo tanto, las gradaciones de los distintos elementos no son necesariamente equivalentes: así, el grado 3 de un muro no tiene por qué equivaler al grado 3 de una fachada.

**Hormigón de consistencia fluida:** hormigón que, ensayado en la mesa de sacudidas, presenta un asentamiento comprendido entre el 70% y el 100%, que equivale aproximadamente a un asiento superior mayor que 20 cm en el cono de Abrams.

**Hormigón hidrófugo:** hormigón que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**Hormigón de retracción moderada:** hormigón que sufre poca reducción de volumen como consecuencia del proceso físico-químico del fraguado, endurecimiento o desecación.

**Impermeabilización:** procedimiento destinado a evitar el mojado o la absorción de agua por un material o *elemento constructivo*. Puede hacerse durante su fabricación o mediante la posterior aplicación de un tratamiento.

**Impermeabilizante:** producto que evita el paso de agua a través de los materiales tratados con él.

**Lodo de bentonita:** suspensión en agua de bentonita que tiene la cualidad de formar sobre una superficie porosa una película prácticamente impermeable y que es tixotrópica, es decir, tiene la facultad de adquirir en estado de reposo una cierta rigidez.

**Mortero hidrófugo:** mortero que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**Muro pantalla:** muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye en el terreno mediante el vaciado del terreno exclusivo del muro y el consiguiente hormigonado in situ o mediante el hincado en el terreno de piezas prefabricadas. El vaciado del terreno del sótano se realiza una vez construido el muro.

**Nivel freático:** valor medio anual de la profundidad con respecto a la superficie del terreno de la cara superior de la capa freática.

**Pozo drenante:** pozo efectuado en el terreno con entibación perforada para permitir la llegada del agua del terreno circundante a su interior. El agua se extrae por bombeo.

**Solera:** capa gruesa de hormigón apoyada sobre el terreno, que se dispone como pavimento o como base para un solado.

# INDICE CONTENIDOS

1. <b>Capítulo I:</b> Introducción.....	-9-
2. <b>Capítulo II:</b> Antecedentes.....	-11-
2.1. Datos preliminares.....	-12-
2.2. Análisis del entorno.....	-13-
2.3. Estudio Geotécnico.....	-17-
3. <b>Capítulo III:</b> Proceso Constructivo de un Muro Pantalla.....	-19-
3.1. Muros pantalla.....	-20-
3.2. Proceso Constructivo.....	-21-
3.2.1. Trabajos previos.....	-21-
3.2.2. Zanja y murete guía.....	-24-
3.2.3. Excavación del panel.....	-26-
3.2.4. Excavación sin lodos.....	-29-
3.2.5. Colocación de juntas.....	-31-
3.2.6. Colocación de armaduras.....	-37-
3.2.7. Hormigonado del panel.....	-40-
3.2.8. Extracción de juntas.....	-45-
3.2.9. Desmochado de la cabeza del muro pantalla.....	-46-
3.2.10. Ejecución de la viga de coronación.....	-47-
3.2.11. Medios mecánicos para la ejecución de las pantallas.....	-48-
3.2.12. Vaciado del solar ( arriostramientos).....	-49-
3.3. Fresado del muro pantalla.....	-57-
3.4. Impermeabilización y tratamientos.....	-59-
3.4.1. Código Técnico de la Edificación: DB HS-1.....	-59-
3.4.2. Norma UNE EN 1504: Revestimientos.....	-60-
3.5. Enlace muro pantalla y losa.....	-62-
3.6. Problemas de permeabilidad.....	-68-
4. <b>Capítulo IV:</b> Gestión económica y del proceso.....	-70-
4.1. Planificación .....	-71-
4.2. Mediciones y Valoraciones.....	-73-
4.3. Riesgos y Medidas Preventivas.....	-81-
5. <b>Capítulo V:</b> Conclusiones.....	-92-
6. Bibliografía.....	-94-
7. Anexos.....	-96-

# INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Situación del solar ( www.sedecatastro.es).....	- 12 -
Ilustración 2 Cata en medianera .....	- 13 -
Ilustración 3 Invasión del muro medianero. Sustitución muro pantalla por pilares .....	- 14 -
Ilustración 4 Excavación de las capas inestables .....	- 15 -
Ilustración 5 Mortero en fondo y murete guía	Ilustración 6 Pilar hormigonado .....
Ilustración 7 Accesos a obra .....	- 16 -
Ilustración 8 Perfil Geotécnico .....	- 17 -
Ilustración 9 Plan de ejecución de paneles .....	- 23 -
Ilustración 10 Sección del murete guía (NTE CCP) .....	- 24 -
Ilustración 11 Ejecución de 1 murete guía .....	- 26 -
Ilustración 12 Tipos de paneles .....	- 27 -
Ilustración 13 Formas de ejecutar los paneles .....	- 28 -
Ilustración 14 Junta circular y armado tipo ( Vicente Ordura Vidal, 2015) .....	- 32 -
Ilustración 15 Esquema proceso junta circular .....	- 32 -
Ilustración 16 Contorno hormigón alrededor del tubo con aletas .....	Ilustración 17 Juntas con tubo liso y tubo
Ilustración 18 Junta semicircular y armado tipo ( Vicente Ordura Vidal, 2015).....	- 34 -
Ilustración 19 Esquema proceso junta semicircular .....	- 34 -
Ilustración 20 Apoyo junta semicircular	Ilustración 21 Conexiones tramos
Ilustración 22 Impregnación desencofrante .....	- 35 -
Ilustración 23 Colocación de la junta .....	- 35 -
Ilustración 24 Juntas trapezoidales y armado tipo ( Vicente Ordura Vial, 2015) .....	- 36 -
Ilustración 25 Junta trapezoidal con junta wáter-stop <a href="https://enriquealario.com/ejecucion-muros-pantalla-paso-a-paso/">https://enriquealario.com/ejecucion-muros-pantalla-paso-a-paso/</a> .....	- 36 -
Ilustración 26 Junta pilote, armado tipo ( Vicente Ordura Vidal, 2015).....	- 36 -
Ilustración 27 Armado tipo muro pantalla .....	- 39 -
Ilustración 28 Apoyo de la jaula en muretes guía .....	- 40 -
Ilustración 29 Recirculación del hormigón ( Schneebeli, 1994). .....	- 42 -
Ilustración 30 Hormigonado Tubo Tremie .....	- 43 -
Ilustración 31 Juntas Tubo Tremie .....	- 43 -
Ilustración 32 Ensamblaje Tubo Tremie .....	- 43 -
Ilustración 33 Dificultad de hormigonado muro pantalla de 35 cm.....	- 44 -
Ilustración 34 Extracción de juntas .....	- 46 -
Ilustración 36 Descabezado del muro pantalla .....	- 46 -
Ilustración 37 Esquema de viga de coronación .....	- 47 -
Ilustración 38 Junta de hormigonado en viga de coronación .....	- 47 -
Ilustración 39 Excavadora bivalva .....	- 48 -
Ilustración 40 Anclaje .....	- 49 -
Ilustración 44 Primer vaciado a -1,50 metros concluida la estructura .....	Ilustración 45 Vaciado siguiente tramo
Ilustración 46 Esquema en planta del proceso de excavación .....	- 51 -
Ilustración 47 Esquema en alzado del proceso de excavación.....	- 51 -
Ilustración 48 Acodalamiento esquinas interiores .....	- 52 -
Ilustración 49 Esquema de acodalamiento por tramos.....	- 52 -
Ilustración 50 Esquema de acodalamiento con estructura metálica .....	- 53 -

Ilustración 51 ( (Espasandín López & García Casas, 2002)) .....	- 54 -
Ilustración 52 ( Espasandín López & García Casas, 2002).....	- 54 -
Ilustración 53 Excavación con talud hasta cota de excavación .....	- 54 -
Ilustración 54 Irregularidad en superficie de muro pantalla ( Obra San Isidro) .....	- 57 -
Ilustración 55 Fresado acabado grueso	Ilustración 56 Fresado acabado fino .....
Ilustración 57 Acabado fino	Ilustración 58 Tipos de acabado fresado.....
Ilustración 59 Proceso de tratamiento juntas entre pantallas .....	- 60 -
Ilustración 60 Esquema de revestimiento .....	- 61 -
Ilustración 61 Detalle 1: Picado del muro pantalla para alojar armaduras de conexión (Vicente Ordura Vidal, 2015) .....	- 62 -
Ilustración 62 Detalle 2: Chapa de acero embebida en muro pantalla (Detalles Constructivos J. Calavera, 1993).....	- 63 -
Ilustración 63 Detalle 3: Armadura de conexión doblada en muro pantalla (Detalles Constructivos J. Calavera, 1993).....	- 64 -
Ilustración 64 Cajeados puntuales en muro pantalla (Detalles Constructivos J. Calavera, 1993) .....	- 65 -
Ilustración 65 Enlace de muro pantalla mediante taladros in situ .....	- 66 -
Ilustración 66 Replanteo taladros	Ilustración 67 Enlace de esperas con armado de la losa .....
Ilustración 68 Conectores con losa de sótano.....	- 67 -
Ilustración 69 Hormigón autocompactante ( <a href="https://www.slideshare.net/PrasadRaju26/scc-by-mlv-prasad">https://www.slideshare.net/PrasadRaju26/scc-by-mlv-prasad</a> ) .....	- 68 -
Ilustración 75 Coste real de contratar la ejecución del muro pantalla .....	- 75 -

# Capítulo I

# Introducción

## Objeto

El objeto de este Trabajo Fin de Grado ( Curso de Adaptación 2017-2018) es mostrar las distintas fases que intervienen en el proceso constructivo de un muro pantalla, en nuestro caso, de pequeño espesor, 35 cm.

El proceso constructivo de un muro pantalla de pequeño espesor, prácticamente es similar a la de muro pantalla convencional , a excepción de la fase de hormigonado, en el que hay que adoptar medidas concretas.

He tomado como referencia la ejecución de un muro pantalla de 35 cm de ancho, en un garaje de 2 plantas bajo nivel de rasante, con **restricciones** de accesibilidad, espacio, gálibo y edificaciones colindantes.

## Desarrollo del trabajo

El presente trabajo lo he desarrollado de la siguiente manera, en primer lugar he recogido en cada uno de los distintos epígrafes, los fundamentos teóricos y seguidamente he recogido la aplicación práctica llevada a cabo en la obra de referencia.

Para la realización del trabajo he contado con la colaboración de Pantallax SL, empresa especializada tanto en la ejecución de aparcamientos subterráneos con muros pantalla a partir de 0.30 m de espesor como en sistemas de impermeabilización, que me ha facilitado fotografías e información sobre la ejecución de muro pantalla.

# Capítulo II

# Antecedentes

## 2.1. DATOS PRELIMINARES

El proyecto de construcción versa sobre un aparcamiento subterráneo y local comercial en un edificio de viviendas situado en la C/ Del Arzobispo Fabián y Fuero nº 21, en la ciudad de Valencia.

Destacar que el proyecto contempla el derribo de una nave existente en la parte trasera de la edificación, que consta únicamente de planta baja, para la construcción en esta zona de un aparcamiento subterráneo de dos plantas o niveles por debajo de la rasante y un nivel de planta baja, que enrasa con la planta baja del edificio de viviendas existente, que consta de planta baja, siete alturas y ático, por tanto realizándose actuaciones mínimas bajo el edificio de viviendas. El solar objeto de estudio presenta una superficie de 912 m<sup>2</sup>, los cuales serán ocupados aproximadamente unos 658 m<sup>2</sup> por el aparcamiento subterráneo, y la totalidad por la planta baja.

El edificio se destina a aparcamiento privado de vehículos, ubicándose 15 plazas de garaje en cada una de las dos plantas de sótano. Hacen un total de 30 de plazas de garaje, y la Planta Baja un Local diáfano.

### Reconocimiento de campo:

El solar objeto de estudio se encuentra situado en el casco urbano de la ciudad de Valencia (*Ilustración 1*), en un entorno llano y completamente urbanizado, presentándose ocupado en la parte delantera por un edificio de viviendas tipo V.P.O y una planta baja que ocupa todo el solar tipo nave comercial, que presenta en la parte trasera únicamente un techo de fibrocemento.



*Ilustración 1 Situación del solar ( www.sedecatastro.es)*

## 2.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO

### Edificaciones colindantes

Debe señalarse la conveniencia de reconocer las edificaciones próximas, tomando fotografías de las mismas, e incluso levantado de acta notarial de su estado si procede.

A ambos lados de la zona donde se va a proyectar el parking, existen edificaciones colindantes con las siguientes características:

Edificio colindante sito en C/ Del Arzobispo Fabián y Fuero nº 19, superficie total del solar 938 m<sup>2</sup> de los cuales 254 m<sup>2</sup> aproximadamente se emplaza un edificio de viviendas consistente en planta baja, siete alturas y ático. En la zona trasera de la edificación se desarrolla la actividad de parking privado (ejecutado a posterior) en 2 plantas de sótano, planta baja y planta primera.

Tipo de cimentación: zapatas en la zona de edificio de viviendas.

Edificio colindante sito en C/ Del Arzobispo Fabián y Fuero nº 23, superficie total del solar 963 m<sup>2</sup> de los cuales 254 m<sup>2</sup> aproximadamente se emplaza un edificio de viviendas consistente en planta baja, siete alturas y ático. No hay sótano de cimentación. En toda la planta baja del solar se desarrolla la actividad de lavado y limpieza de vehículos.

Tipo de cimentación: zapatas en la zona de edificio de viviendas.

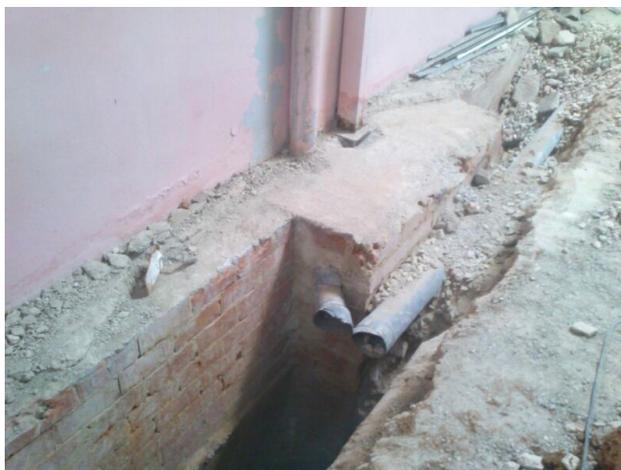
### Aplicación practica :

### Catas

Antes de iniciar los trabajos se ha estimado necesario comprobar el estado del muro de sótano contiguo para asegurar que el mismo ha respetado los límites de su propiedad.

Tras la realización de una **cata** (*Ilustración 2*), en la medianera con el edificio de la C/ Del Arzobispo Fabián y Fuero nº 19, se descubre que su muro de sótano ha invadido en torno a 0.50 m nuestro solar. Este muro de de 2 sótanos tiene una profundidad de -6,40 metros.

Este hecho implica la pérdida de capacidad de plazas de garaje previstas en proyecto, dado que las medidas ya estaban ajustadas en proyecto. No obstante se ha podido compensar dicha perdida con las soluciones comentadas en el punto siguiente.

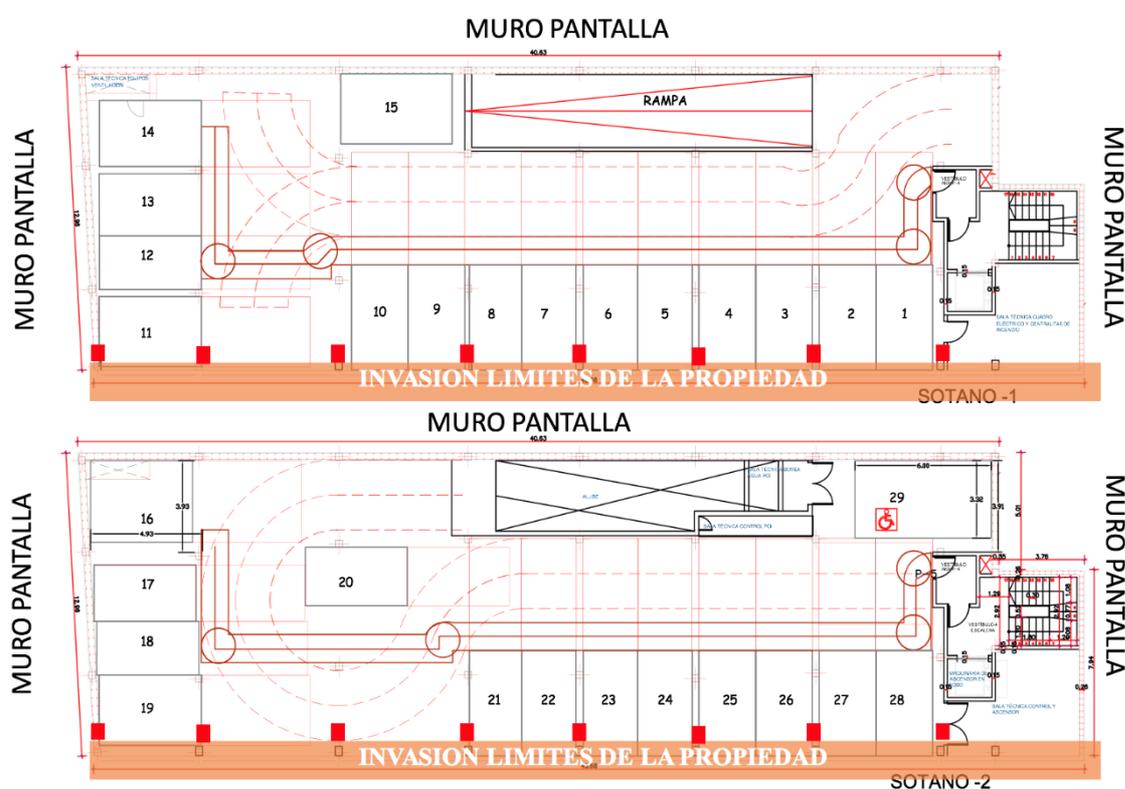


*Ilustración 2 Cata en medianera*

## Decisiones

La Dirección Facultativa, propone la supresión en tal medianera, de la realización de un muro pantalla, mientras que el muro pantalla con la medianera C/ Del Arzobispo Fabián y Fuero nº 23 se acuerda que su espesor sea de 35cm y la supresión de uno de los lados del murete guía, con fin de contrarrestar la pérdida de espacio.

Dado que la estructura metálica de la nave, debe quedar realizada antes de comenzar el vaciado del solar, puesto que para su ejecución se requiere maquinaria pesada que no podría transitar por los forjados de losa, y en la medianera de conflicto, no hay muro pantalla donde apoyar los pilares metálicos de la cubierta, se ha previsto la ejecución, desde la cota 0, de unos pilares de hormigón cuya cimentación van a estar constituidas por muros pantallas de profundidad de 6,00 a 9,00 metros y perpendiculares al muro de sótano colindante ( *Ilustración 3*).



*Ilustración 3 Invasión del muro medianero. Sustitución muro pantalla por pilares*

Para realizar la zapata ( pequeños muros pantalla de 3,00 de profundidad, 0,35cm de ancho y 1,85 de longitud) , se ha excavado entre 2,00 - 3,00 m de profundidad , por tratarse de capas inestables ( *Ilustración 4* ) , posteriormente se ha vertido mortero de cemento cuya función no sólo consiste en estabilizar las paredes durante la excavación, por tratarse de una excavación en seco, sino además, hace de base de apoyo para las chapas de encofrado del murete guía ( *Ilustración 5* ).

Alcanzada la cota de 9,00m se coloca el armado del conjunto ( zapata y pilar) y se vierte el hormigón con un tubo Tremie. Conforme avanza el hormigonado se sube el tubo Tremie con la precaución de mantenerlo siempre unos 2 m en el hormigón fresco.

Una vez endurecido el hormigón , se procede al encofrado del pilar utilizando una junta de muro pantalla con borde plano y, previo aplomado de la misma, se procede al hormigonado ( *Ilustración 6* )



*Ilustración 4 Excavación de las capas inestables*



*Ilustración 5 Mortero en fondo y murete guía*



*Ilustración 6 Pilar hormigonado*

## Restricciones de obra

### Gálibo ( altura de trabajo)

La parte trasera de la planta baja, donde se va a cometer nuestro proyecto, hay una nave comercial que consta únicamente de planta baja. La estructura se proyecta sobre pilares de acero sobre los que apoyan cerchas metálicas tipo cuchillo. Su estado de conservación es deficiente, presentando diversos puntos de oxidación.

Aunque está prevista la sustitución de la antigua estructura metálica por una de nueva construcción, ésta tiene que quedar ejecutada antes de la ejecución del forjado de planta baja puesto que el mismo no está calculado para tránsito pesado, ya que el desmontaje y montaje de las cerchas metálicas se va a realizar con maquinaria pesada.

La altura de trabajo bajo la nave ha sido de 5,00 metros. Este aspecto, va a condicionar el tipo de maquinaria a utilizar.

### Accesos a obra:

El único acceso a obra se realiza por la C/ Del Arzobispo Fabián y Fuero nº 21, por 2 huecos de de dimensiones: 3,65 m de ancho y 3,85 m de alto ( *Ilustración 7* ). Este hecho va a condicionar la maquinaria de obra.

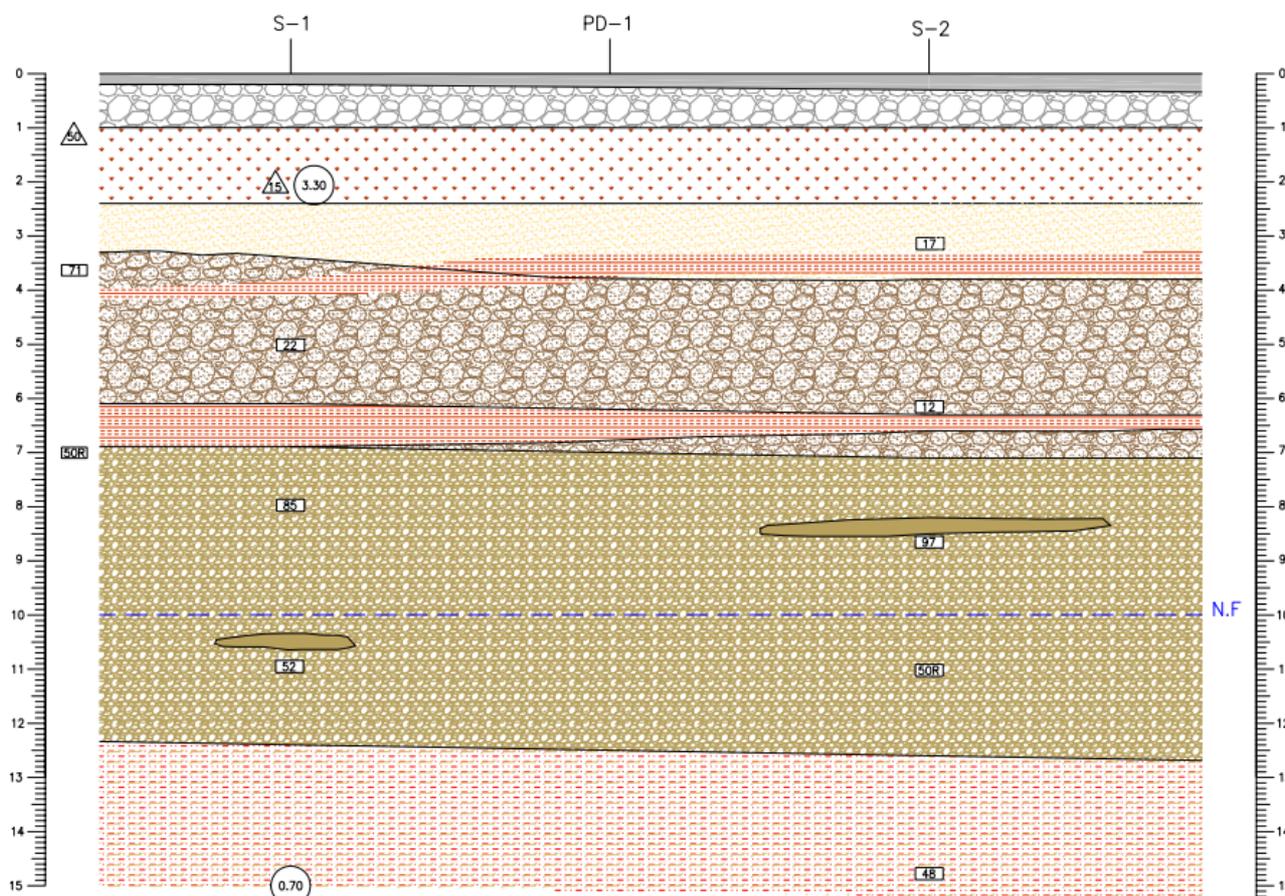


*Ilustración 7 Accesos a obra*

### 2.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO.

En la *Ilustración 8*, se muestra el perfil geológico que resulta del estudio geotécnico, mediante el cual podemos conocer el volumen, localización y tipo de materiales que han de ser excavados, así como la forma y maquinaria adecuada para llevar a cabo dicha excavación.

NIVEL	NATURALEZA	ESPESOR MÁXIMO	PROFUNDIDAD (m)
I	Rellenos antrópicos, solera y encanchado de bolos	1.00 m en S-1	De 0.00 a 1.00
II	Suelo edáfico arcilloso oscuro de consistencia firme	1.40 m en S-1	De 1.00 a 2.40
III	Arenas limosas marrón claro de compactidad floja a media	1.40 m en S-2	De 2.40 a 3.80
IV	Gravas finas redondeadas con matriz areno-limosa de compactidad densa a muy densa y media	3.30 m en S-2	De 3.80 a 7.10
V	Gravas red. heterométricas con matriz areno-limosa, e intercalaciones de arenas gruesas, de compactidad muy densa	5.50 m en S-1	De 6.90 a 12.40
VI	Alternancia de arcillas limosas de consistencia media y arenas limosas de compactidad densa con cantos	>2.60 m en S-2	De 12.60 a 15.20



*Ilustración 8 Perfil Geotécnico*

Los datos más relevantes tras el estudio Geotécnico son los siguientes:

1. Por lo que se refiere a **problemas relacionados con el agua** y riesgo de filtraciones: *Se ha detectado la presencia del nivel freático a una profundidad de 10,00 m. Según las excavaciones proyectadas y cota de cimentación prevista ( máximo 7,00 m), ésta no se verá afectada por el nivel freático, no considerándose por tanto la necesidad de abatamiento del mismo.*
2. Respecto a la estabilidad de las excavaciones.” *Debido a que las excavaciones implicarán al nivel superficial de rellenos antrópicos (...), se recomienda la ejecución de medidas estabilizadoras con anterioridad al inicio de las labores de excavación. La medida de contención recomendada será la **ejecución de pantallas**, en su modalidad de “in situ” (muro pantalla), debido a las características del suelo. Al ejecutarse un muro pantalla “in situ”, y ante la presencia del nivel freático, así como existencia de materiales de baja cohesión, durante las labores de excavación de los mismos deberá procederse al uso de **lodos tixotrópicos** que estabilicen las paredes hasta la inyección del hormigón o el uso de entibamientos para el mismo fin”.*

#### Aplicación practica :

La cota de profundidad del muro pantalla ha sido de 9,00 metros, por lo que nunca se ha trabajado con presencia del nivel freático.

3. Por lo que se refiere al **tipo de cimentación**, el estudio geotécnico dispone que el plano de apoyo de cimentación recae sobre el nivel 5:
  - Para una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas: Los asientos totales serán inferiores a los admisibles para este tipo de cimentación y terreno.
  - Cimentación mediante losa de cimentación: Se recomienda la ejecución de este tipo de cimentación.

# Capítulo III

## Proceso Constructivo de un Muro Pantalla

### 3.1. MUROS PANTALLA

Los **muros pantalla** (Cabo, 2004) se definen como estructuras de contención de tierras que se emplean para la realización de excavaciones en aquellos casos en que el terreno, o las estructuras de las inmediaciones de la excavación no serían estables, sin sujeción, o bien se trata de minimizar deformaciones del terreno y/o filtraciones de agua a través de los taludes de excavación y eliminar y reducir a límites admisibles las posibles filtraciones por el fondo de la excavación.

Las condiciones a exigir en un muro pantalla (Cabo, 2004) son las siguientes:

1. Estanqueidad. En presencia de nivel freático la creación de recintos “estancos”.
2. Buena calidad de la superficie
3. Verticalidad y alineación

La **estanqueidad** puede obtenerse, pero es precisa definirla correctamente. En efecto, el hormigón no puede considerarse en el sentido estricto de la palabra como un material impermeable, si no ¿de que servirían los enfoscados y los enlucidos impermeables utilizados normalmente en la construcción?

Un muro pantalla correctamente ejecutado puede presentar manchas de humedad y, a veces, pequeñas exudaciones. Sin embargo no pueden aceptarse filtraciones importantes. Esto definiría el grado de estanqueidad a exigir. El mismo criterio se aplica a las juntas.

En lo que concierne a la **calidad de la superficie** depende únicamente de la calidad del terreno que le sirve de encofrado. Tolerancias arbitrarias impuestas a los constructores cualquiera que sea el terreno son completamente absurdas y no tienen otra finalidad que hacer correr al contratista con los gastos de un buen acabado que no se ha querido prever en el presupuesto del proyecto. En la práctica se obtienen, según la naturaleza del terreno, muros con la superficie perfectamente lisa y muros extraordinariamente rugosos.

Análogas consideraciones son válidas en el caso de terrenos heterogéneos al ejecutar la excavación, en estos casos existe gran probabilidad de que de que el terreno se desmorone y que se obtengan muros con sobre anchos considerables.

En cuanto concierne a la **verticalidad**, una tolerancia del 1% se considera como muy severa para la excavación, y frecuentemente las exigencias para los muros pantalla son inferiores a estas tolerancias.

En lo que se refiere a la **alineación de los paneles** es evidente que debe ser perfecta en cabeza centrándonos especialmente en la correcta ejecución de los muros guía. Se considera una buena verticalidad y alineación cuando el porcentaje es inferior al 0.5%.

### **Ventajas respecto a otras estructuras de contención:**

1. Permiten la posibilidad de aproximarse a las medianerías, sin comprometer su estabilidad.
2. No son necesarios métodos de entibación de las paredes del terreno durante la construcción del muro.
3. Ejecución previa a la excavación definitiva o en procedo. Además, se realiza desde el nivel inicial de terreno.
4. La construcción de la pantalla se realiza por batches que se excavan y hormigonan de una sola vez en toda su profundidad.
5. No se requiere una cimentación específica. Ellos mismos son su propia cimentación.
6. Minimiza los movimientos de cimentación próximas, apenas descomprime el terreno.
7. Facilitan la posibilidad de excavar bajo la capa freática sin agotamientos ni sifonamientos. El diafragma impermeable creado por la pantalla se completa con un fondo estanco, bien sea por el empotramiento de la pantalla en una capa impermeable o bien por una adecuada inyección del terreno.
8. Poca permeabilidad.
9. Rapidez de ejecución. La producción de las pantallas suele ser rápida.
10. Se trata de una obra definitiva, incorporada al conjunto y no provisional.

## **3.2. PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN MURO PANTALLA**

### **3.2.1. TRABAJOS PREVIOS**

La construcción de un muro pantalla en la obra precisa de una serie de trabajos previos, por lo que hay que prever las siguientes operaciones:

#### **3.2.1.1. Preparar y nivelar la plataforma de trabajo**

La plataforma de trabajo (Ordura Vidal V., 2015) debe ser estable, situada sobre el nivel freático y adecuada para soportar la circulación de equipos pesados y camiones.

La parte superior de la plataforma de trabajo debería estar al menos 1,5 m por encima del nivel freático más alto que se prevé que haya durante la excavación, teniendo en cuenta las posibles fluctuaciones.

Debe prepararse la plataforma de trabajo eliminando los posibles obstáculos que puedan impedir la perforación como tendidos de cables, cimentaciones antiguas, conducciones, acequias, etc. Las filtraciones provenientes de drenes o tuberías cercanas, que pudieran afectar a la construcción del muro-pantalla, deben drenarse o desviarse.

Debe ser sensiblemente horizontal y con una anchura del orden de 10 a 15 metros, en cualquier caso suficiente para el movimiento de la maquinaria que se vaya a utilizar en la perforación y hormigonado posterior.

Es fundamental la nivelación de la plataforma de trabajo, ya que la perfecta horizontalidad beneficia los resultados de la máquina bivalva con mayor incidencia en la perfecta verticalidad de los paneles y en comodidad de trabajo.

El material utilizado para la construcción de la plataforma de trabajo o para el relleno de la excavación debe ser de calidad adecuada y bien compactado o estabilizado.

**Aplicación practica :**

En nuestro caso, la plataforma ya viene dada en cuanto que se ha aprovechado la solera de hormigón de la nave objeto de transformación, cumpliendo los requisitos de horizontalidad y compacidad.

### **3.2.1.1. Compactación de los bordes de plataforma**

Es muy conveniente la compactación mediante zavorras en las zonas lindantes con los muretes guía; sobre todo si la plataforma de trabajo está elevada con respecto a estos. La excesiva aproximación del peso de la máquina por necesidades de trabajo, el reblandecimiento que se produce a causa de los lodos en las zanjas, etc., pueden provocar hundimientos con graves perjuicios para los muretes-guía y las máquinas.

### **3.2.1.3. Planificación de los pozos drenantes**

En el caso de existir aguas freáticas, debe preverse la situación exacta de pozos drenantes para aliviar su presión.

### **3.2.1.4. Equipos de lodos**

En caso de utilizar lodos, debe preverse la situación de los equipos de desarenado, depuración y regeneración de lodos (Ordura Vidal V., 2015).

Deben situarse en las zonas más próximas posibles a las áreas de pantallas a realizar, aunque evitando en lo posible, que puedan dificultar los movimientos de la maquinaria.

**Aplicación practica :**

En nuestro caso concreto, la ejecución de los muros pantalla se ha realizado en seco suprimiendo en consecuencia la utilización de los equipos necesarios para el empleo de lodos de perforación. Ver apartado 5.4.

### **3.2.1.5. Plan de ejecución de paneles**

Previamente la Dirección Facultativa debe comprobar las alineaciones y replanteos , compararlos con los planos de proyecto y planificar la organización y ejecución de todos los paneles a ejecutar.

En el de **plan de ejecución de paneles** se indicarán todos los paneles a realizar con su orden de ejecución, cotas de enrase del hormigón, tipo de armaduras, etc.

La ejecución de un muro pantalla delante de una pared medianera requiere naturalmente precauciones importantes. Es prudente disminuir la longitud de los paneles, lo cual mejora la estabilidad de la excavación. Es importante que los paneles permanezcan abiertos el mínimo tiempo posible. Es, por tanto, muy importante el planificar correctamente la concatenación de las operaciones de excavación, ferrallado y hormigonado.

**Aplicación practica :**

En la Ilustración 9 se refleja el plan de ejecución de paneles utilizado en la obra.

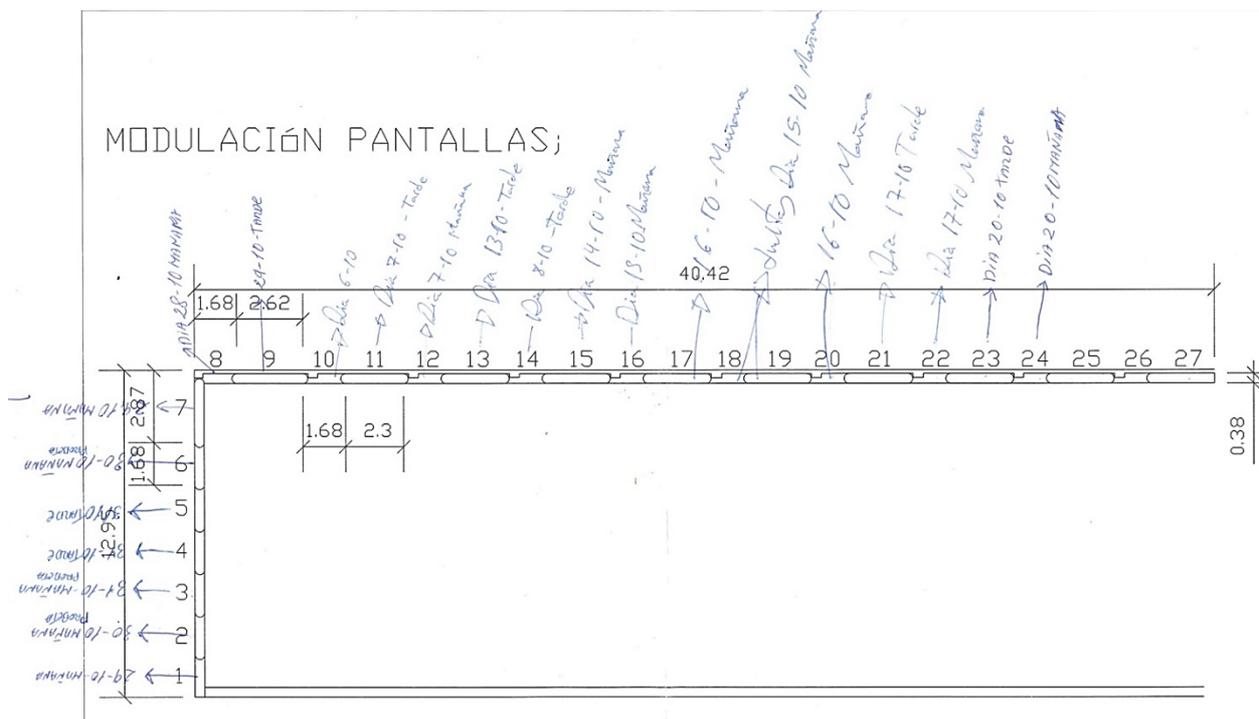


Ilustración 9 Plan de ejecución de paneles

**3.2.1.6. Plan de evacuación de tierras**

Deben estar previstos los movimientos de tierras que tendrán lugar durante la excavación tanto de los muros pantalla como de las excavaciones a realizar una vez ejecutadas estas (Ordura Vidal V., 2015).

**3.2.1.7. Previsión de alteración del orden de ejecución de los paneles.**

El tajo puede pararse o retrasarse considerablemente si no se dispone al principio de una longitud de zanja guía. Es aconsejable prever las posibilidades de modificar el orden de ejecución de los entrapamientos en el caso de una dificultad técnica imprevista (pérdida de lodo, trabajos de trépano para atravesar un obstáculo no previsto, etc.)

Durante la ejecución pueden surgir inconvenientes no previstos, que pueden obligar a alterar parcialmente el plan de trabajo. En el caso de que aparezcan oquedades en el proceso de excavación

de las pantallas y se haga necesario rellenarlas con consumos extras de morteros, o necesidades de aperturas de catas no previstas etc. (Ordura Vidal V., 2015).

### 3.2.2. ZANJA y MURETE GUÍA

La primera operación en la excavación de las pantallas, consiste en la construcción de una zanja guía de poca profundidad, los límites más normales están comprendidos entre 0.80 y 1.50m, cuyas paredes se sostienen mediante muros guías.

El murete guía (Ilustración 10) es un elemento dispuesto sobre el origen de la excavación formado por dos muretes de hormigón ligeramente armados, de sección aproximada 25-30 cm de anchura por 20 a 150 cm de altura, separados el ancho de la cuchara más 2-5 cm de holgura ( *Ilustración 10* ) . Sirve para garantizar la alineación de la pantalla, guía a la máquina excavadora, alimentar la excavación con lodos de perforación en caso que proceda su utilización y por otro lado sirven para estabilizar las paredes de la parte superior de la zanja, evitando el colapso de la parte superior de la zanja. (Ordura Vidal V., 2015)

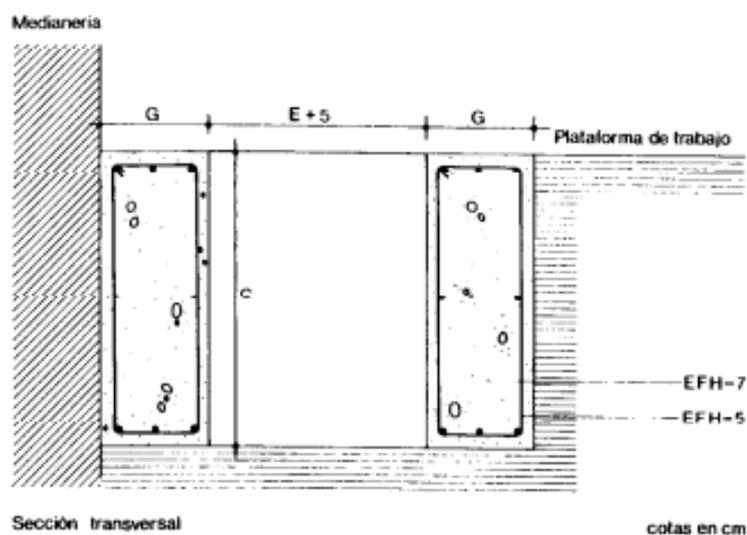


Ilustración 10 Sección del murete guía (NTE CCP)

Sin una entibación de estas características, la parte superior de la zanja no podría garantizarse como estable, ya que de un lado los empujes son importantes, y sobre todo por otro lado, como consecuencia de los movimientos del nivel de lodos durante la ejecución del panel podrían dar lugar, de no instalarse muretes guía, a graves erosiones del terreno .

De los diversos métodos que existen para la construcción del murete guía, el más habitual, y por tanto empleado en nuestro caso, emplea como encofrado la propia excavación. Armados ligeramente mediante mallas electrosoldadas, rellenos de hormigón. Tras el desencofrado, es prudente entibarlos interiormente cada 2 o 3 metros para evitar posible movimiento de basculación.

Las misiones del murete son las siguientes:

- Servir de replanteo y guía inicial evitándose desmoronamientos en las paredes de la superficie, que serían debidas, fundamentalmente a las cargas que transmite la propia máquina y sus consiguientes maniobras.

- De canalización de la bentonita (en caso de utilizarse).
- Apoyo del tubo Tremie, durante el hormigonado.
- Apoyo auxiliar para sustentar las armaduras durante el proceso de incorporación de las mismas a la excavación y facilitar el empalme de una caja con otra.
- Apoyo del arranque de los tubos junta etc.
- Apoyo de las máquinas auxiliares de extracción de las juntas.

### Características del murete guía

Las características del murete-guía y de los materiales que lo componen, se encuentran reflejadas en la norma UNE EN 1538-2 (AENOR, 2016) y en la norma tecnológica NTE-CCP.

Las características básicas de un murete guía, según la norma tecnológica son:

**Encofrados:** *“pueden ser de madera o metálicos. Su preparación será igual al espesor del muro pantalla más 5 cm.”*

**Hormigones:** mínimo de 25 MPa(elemento estructural). La consistencia plástica con asiento en el cono de Abrams de 3 a 5 cm<sup>1</sup>.

*El curado se realizará manteniendo húmeda la superficie del murete mediante riego que no se produzca deslavado.*

*No se desencofrará hasta que haya transcurrido, al menos 6 horas de la puesta en obra del hormigón, e inmediatamente se rellenará con tierra el espacio comprendido entre muretes acodado previamente. Los puntales dispuestos entre sí, se retirarán a medida que se ejecuten los paneles de muros pantalla. Realizando los muretes- guía, se acotarán sobre los mismos la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la perforación, la rasante del hormigón y las de las armaduras verticales.*

**Armaduras:** *“Serán de acero B 400 S<sup>2</sup> formando una jaula para cada murete compuesta por:*

- *Armadura longitudinal: constituida por barras de 12 mm.*
- *Armadura transversal: compuesta por cercos sencillos de barras de 6 mm de diámetro o separación máxima de 25 cm.*

Las armaduras se atarán con alambre, formando una jaula, fijándose esta al encofrado, de madera que no experimenten movimientos durante el vertido y compactación del terreno y queden envueltas sin dejar coqueras.

### Aplicación práctica:

En general se realizan las dos partes del murete guía espaciadas entre sí, en nuestro caso 35 cm, más 5 cm de tolerancia. No obstante en nuestro caso concreto y por necesidades sobrevenidas

<sup>1</sup> La vigente EHE-08 recomienda la utilización de consistencia blanda para la ejecución de elementos estructurales

<sup>2</sup> Este acero es el mínimo aplicable aunque en la actualidad en el mercado sólo se encuentra el B400SD o el B500SD

sólo se ha ejecutado una de las partes del murete suprimiendo la parte del murete de la medianera, con el objeto de poder ganar unos 10-15 cm ( *Ilustración 11*).



**Inconvenientes de ejecutar 1 murete en la zona de medianera:**

- La máquina no baja en el mismo plano sin girarse o desplazarse.
- No hay soporte estable para soportar la armadura.
- No existe espacio para independizar el muro pantalla del edificio colindante ( dilatación).

*Ilustración 11 Ejecución de 1 murete guía*

### 3.2.3. EXCAVACION DEL PANEL.

El sistema de excavación va muy ligado a la naturaleza del terreno ( blandos o duros).

Partiendo de que hay edificaciones colindantes y conviene reducir el ruido y las vibraciones generadas, además de los condicionantes de gálibo que condiciona las dimensiones del equipo de excavación, se ha empleado para la excavación de los paneles, maquinaria hidráulica ( menor vibración), que por percusión van extrayendo las tierras que encuentran a su paso.

La excavación mediante cuchara bivalva es el sistema más habitual en terrenos blandos y medios.

La excavación del panel se inicia cuando el hormigón del panel contiguo alcanza la resistencia suficiente. Esta excavación debe sobrepasar al menos **20 cm** la dimensión de las armaduras para que éstas no se apoyen sobre el terreno.

La secuencia de excavación se ha realizado por entrepaños de longitud limitada ( batches).

La limitación en el peso de las jaulas de armaduras como los volúmenes de hormigón que pueden colocarse correctamente en una sola operación, obligan a fijar las anchuras de paneles en distancias que oscilan entre 2.40 y 3 metros. La normativa de transporte, también incide en estas medidas, siendo lo normal la de 2.50 metros. Para paneles de más anchura, deberán unirse en obra, las partes transportadas.

De acuerdo con lo dispuesto en la Norma UNE-EN 1538 (AENOR, 2016):

*La longitud de los paneles debe asegurar la estabilidad de la zanja durante la excavación. Se debe determinar la estabilidad de la zanja en base a experiencias comparables, cálculos de estabilidad o excavaciones de prueba comparables.*

*Cuando una experiencia comparable no sea suficiente, se deben hacer cálculos de estabilidad o excavaciones de prueba en el emplazamiento.*

**Aplicación practica :**

En nuestra obra en cuestión la dimensiones de los paneles han sido de 2,30 m.

**Tipos básicos de paneles :**

**Panel de inicio:** Se construye aisladamente, no existiendo panel contiguo alguno. Las juntas laterales serán negativas, se emplean siempre dos juntas.

**Panel de cierre:** Se perfora entre paneles ya ejecutados realizándose su guiado a través de las juntas negativas de los mismos, quedando al final enlazado con aquellos, mediante juntas positivas.

**Panel normal:** Se perfora guiado por un panel contiguo, quedando al final enlazado, mediante una junta positiva.

**Panel en ángulos:** Se construye guiado por un panel contiguo, normalmente en las máquinas entrantes del vaciado, quedando al final enlazado con aquel mediante junta positiva, muy difícil de ejecutar por la dificultad del espacio para las máquinas y quedando más bien en una teoría.



AVANCE IZQUIERDAS



INICIO TIPO



AVANCE DERECHAS



CIERRE TIPO

*Ilustración 12 Tipos de paneles*

Los paneles se pueden ejecutar de forma consecutiva o de forma alternada ( *Ilustración 13* ) .

**Por paneles consecutivos:** Sólo precisa un tubo por panel, con excepción del primero (panel de arranque).

**Por paneles alternos:** Se requiere dos tubos- junta para los entropaños primarios ( panel de arranque) y ninguno para los secundarios ( junta negativa).



a) **PROCEDIMIENTO DE PANELES CONTIGUOS.**  
**ORDEN DE EJECUCIÓN 1,2,3,4,5,.....**



b) **PROCEDIMIENTO DE PANELES ALTERNADOS.**  
**ORDEN DE EJECUCIÓN 1,3,5,.....**  
**2,4,6,.....**

*Ilustración 13 Formas de ejecutar los paneles*

**Aplicación practica :**

En nuestra obra en cuestión, se ha excavado por paneles alternos, de modo que mientras fragua el hormigón del batache ejecutado, se inicia la excavación de un nuevo batache que no sea adyacente al panel hormigonado.

La Norma UNE-EN 1538 (AENOR, 2016), dispone que : *no se debe empezar la excavación de un panel antes de que hormigón del panel adyacente haya alcanzado la resistencia suficiente.*

**Desviaciones de la excavación:**

Las desviaciones de la excavación son debidas a la heterogeneidad del terreno. No importa que las herramientas utilizadas sean cucharas o cualquier otra, siempre tendrán tendencia a desviarse hacia la zona de terreno más blando. Esta desviación existirá siempre, pero tendrá proporciones variables según sea la eficacia del guiado o del cuidado que tenga el maquinista durante su trabajo.

### 3.2.4. EXCAVACION SIN LODOS.

#### Lodos bentónicos ( arcilla)

Los **lodos bentónicos** son mezclas de agua con bentonita. La bentonita es una arcilla muy fina del tipo montmorillonítica,.

Las bentonitas que se emplean en perforaciones, sufren tratamientos químicos ( cambios de iones) y mecánicos ( molturación muy energética), que acentúan un conjunto de propiedades muy interesantes (Ordura Vidal V., 2015):

- a) Estabilidad en la suspensión, que se traduce en ausencia de decantaciones durante periodos prolongados. De esta forma se facilita la evacuación de sedimentos o detritus.
- b) Posibilidad de formar una fina película flexible de arcilla “ cake” muy poco permeable, al producirse filtraciones de lodo a través de los poros del terreno circundante en la excavación.
- c) La tixotropía, propiedad de adquirir consistencia líquida cuando está en movimiento, y consistencia gel cuando está en reposo. Con esta propiedad se mantienen las paredes de la perforación.
- d) Refrigerar los útiles empleados para el ataque de suelos rocosos ( no así en el resto de los terrenos).

#### Equipos para la preparación y regeneración de lodos bentónicos

La amplitud de los equipos, depende de una serie de factores, tales como:

- tipos de terrenos a excavar,
- excavación a utilizar para zanjas y
- espacio útil en obra.

En el caso de trabajar con cucharas de caída libre, la contaminación de lodos no es excesivamente importante, permite la utilización de pequeños equipos.

El más simple de los equipos para aguas densas ha de estar compuesto por:

- Tanque alto de recogida de lodos.
- Tanque de preparación y reserva de lodos.
- Bombas sumergibles.
- Bombas de pistón.
- Desarenador.

Las razones de su aplicación se deben, principalmente, al tipo de terrenos, así como otros motivos de índole económica que aconsejan la renovación del agua densa con cierta periodicidad, recuperándola y mejorando la concentración de los lodos, el número de veces que sea necesario, en lugar de mantener un equipo de depuración más completo y extenso, pero mucho más caro. También incide la imposibilidad de disponer en obra del suficiente espacio para coger esta instalación.

## Lodos poliméricos

Como alternativa a los lodos bentónicos y de reciente aplicación, se encuentran los **lodos poliméricos**.

Un lodo polimérico es la dilución de un polímero en agua para formar un gel. Por su configuración química, optimizan las propiedades de la bentonita.

Se forma una membrana de pequeño espesor en las paredes ( equivalente al “cake”) lo que aumenta la adherencia entre el terreno y el hormigón. Esta membrana se descompone durante el hormigonado, obteniéndose un recubrimiento máximo del hormigón.

Los polímeros son fácilmente degradables y compatibles con los aditivos comúnmente utilizados en perforación ( hacen el hormigón más impermeable).

Los polímeros incrementan la viscosidad del fluido de perforación, aumentando la capacidad de arrastre de detritus.

En el **Anexo IV**, se adjunta la ficha técnica de Quimagel AS- 575 ( aditivo polimérico).

La Norma UNE-EN 1538 (AENOR, 2016) dispone lo siguiente:

Se debe utilizar un fluido de sostenimiento durante de la excavación, excepto para condiciones especiales del terreno y del emplazamiento.

En ciertos suelos con propiedades cohesivas o rocas, se puede excavar en seco, siempre que se compruebe que la resistencia del terreno es la suficiente para asegurar la estabilidad de ambos lados de la zanja.

En suelos en los que se disponga información de experiencias comparables, se debería hacer una excavación de prueba.

La presencia de bentonita con las armaduras (Schneebeli, 1974), cuestiona la posible adherencia de estas con el hormigón. Los ensayos efectuados para estudiar esta hipótesis demuestran que la reducción de adherencia es muy pequeña en lo que se refiere a la armaduras verticales. Es más importante para las armaduras horizontales. Prácticamente se utilizan cada vez más aceros de alta adherencia que deberían disipar todas inquietudes en este aspecto.

### Aplicación practica :

En nuestra obra en cuestión la decisión de no utilizar lodos durante la fase excavación ha venido motivada por varias cuestiones. Por un lado no se dispone de espacio físico en la obra para acopiar los equipos necesarios que conlleva la utilización de lodos, esto es, desarenadores, tanques de lodos, mezcladores y contenedores, y por otro lado, de la información que arroja el estudio geotécnico si bien existe alguna capa de grava, estas se ubican entre capas de arcillas densas, por lo que el riesgo de desmoronamiento es mínimo. Ver capítulo 09: problemas de permeabilidad del hormigón en excavaciones en seco.

### 3.2.5. COLOCACION DE JUNTAS

Los moldes junta, (Ordura Vidal V., 2015) además de actuar como encofrados para procurar la forma de anclaje entre paneles, han de ser capaces de resistir los empujes del hormigón fresco y garantizar su verticalidad.

Las juntas verticales entre pantallas revisten una gran importancia para conseguir un correcto enlace entre los paneles y lograr la estanquidad a la que, en la mayoría de los casos, se destina la pantalla.

#### Características de las junta:

Las juntas se colocan antes del hormigonado y en posición vertical. Su longitud ha de ser mayor que la profundidad de la zanja y han de fijarse o empotrarse debidamente en el fondo, al objeto de evitar que se produzcan movimientos y se salga el hormigón fresco.

La norma NTE-CPP, para el encofrado de junta lateral” indica:

*“La **anchura** será como máximo la del ancho útil empleado para hacer la perforación, de modo que una vez moldeada la junta de hormigón, ésta sirva de guía al útil perforante en la excavación del panel continuo.*

*La superficie de la junta que vaya a estar en contacto con el hormigón fresco, será perfectamente lisa sin sobre-espesor, alguno que pueda dificultar su extracción de la zanja hormigonada y no presentará ningún hueco por donde pudiera entrar el hormigón.*

*Presentará en su extremo superior un dispositivo o enganche capaz de resistir las operaciones de colocación y extracción de la zanja”.*

En muros pocos profundos, es evidente se pueden utilizar tubos juntas de una sola pieza. En muros más profundos se utilizan varios elementos unidos entre sí mediante ensamblaje.

Hay que comprobar que las juntas están correctamente colocadas en la zanja y algo hincados en el terreno para que el hormigón no pueda penetrar.

#### Geometría de las juntas

El tipo de molde a emplear para realizar la junta dependerá de la profundidad de la pantalla y presencia de agua, si estamos junto a medianera de un edificio o no, espacio disponible, etc.

Las opciones de juntas son varias:

- Juntas circulares
- Junta semicirculares
- Junta trapezoidal ( tipo boca de lobo )
- Junta prefabricada ( pilote)

### JUNTAS CIRCULARES

Consiste en utilizar un tubo cilíndrico de diámetro igual o sensiblemente menor que el espesor del muro pantalla. (Ilustración 14)

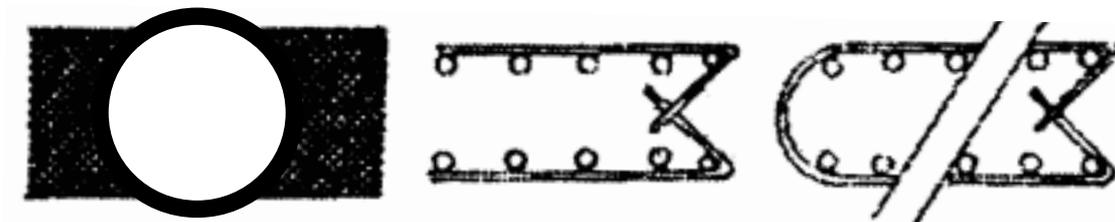


Ilustración 14 Junta circular y armado tipo (Vicente Ordura Vidal, 2015)

La **junta circular** proporciona una huella que sirve de guía a la cuchara en la perforación de los paneles secundarios, proporciona una buena unión entre hormigones de paneles contiguos y aumenta el posible recorrido del agua desde el trasdós mejorando la impermeabilidad del conjunto.

Para poder colocar este tipo de junta, las **mandíbulas de la bivalva** deben tener los laterales **redondeados** de forma y manera que se amolde a la forma circular de la junta.

Suele implicar el siguiente proceso ( Ilustración 15):

1. Perforación del batache utilizando la figura geométrica generado por el molde- junta de hormigón del batache vecino a modo de guía lateral de la perforación.
2. Colocación del molde- junta en el lado opuesto del batache excavado.
3. Colocación de armadura
4. Hormigonado
5. Extracción del molde- junta cuando el hormigón ha endurecido y tiene una consistencia suficiente como para no colapsar en la zona donde se extrae la junta

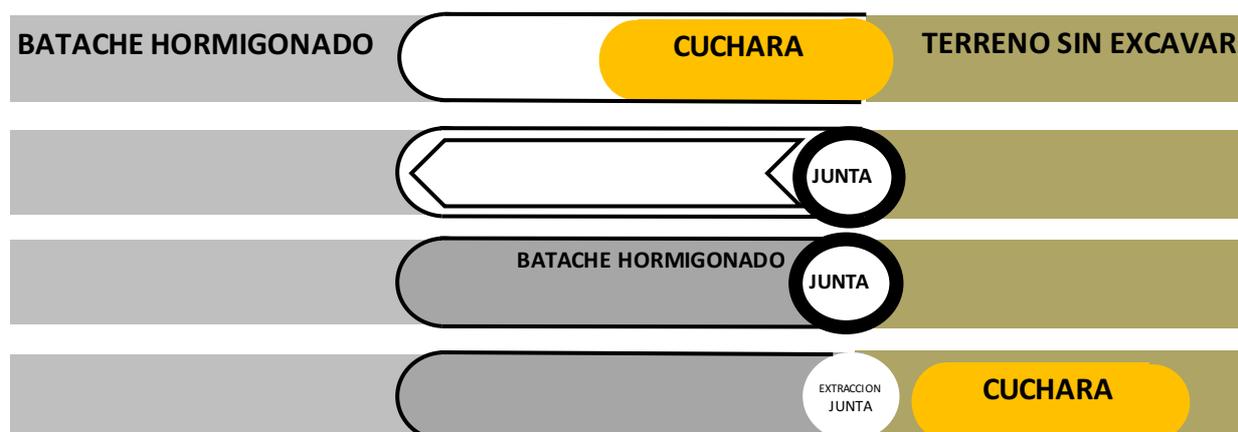


Ilustración 15 Esquema proceso junta circular

Durante el hormigonado existirá un cierto contorno alrededor del tubo-junta debido al huelgo inevitable que existe entre ellos y el terreno. Este fenómeno es más importante si la excavación es rectangular ( *Ilustración 16*). El hormigón que ha contorneado el tubo deberá ser extraído al excavar el panel adyacente. Esto se hará sin ninguna dificultad, aun con la cuchara, si la excavación se realiza poco tiempo después del hormigonado del panel. Contrariamente, si se da al hormigón tiempo para endurecer, puede ser necesario utilizar el trépano y, a poco que el contorno no sea simétrico, se corre el riesgo de una desviación del panel. En las juntas tenemos más o menos hormigón contaminado el cual forma el entorno de los tubos , con lo cual su eliminación es una ventaja apreciable (Schneebeli, 1974)..

En ocasiones se emplean tubos con aletas (Schneebeli, 1974). cuya misión es suprimir los contornos al hincarse las aletas en el terreno. No obstante el resultado ha sido que para los tubos lisos las juntas han sido correctas y apenas visibles mientras que las realizadas con tubos con aletas mostraban una pequeña zona de hormigón contaminado y de lodo ( en caso de utilizarse) que se ha formado en contacto con las aletas (Schneebeli, 1974) ( *Ilustración 17*)

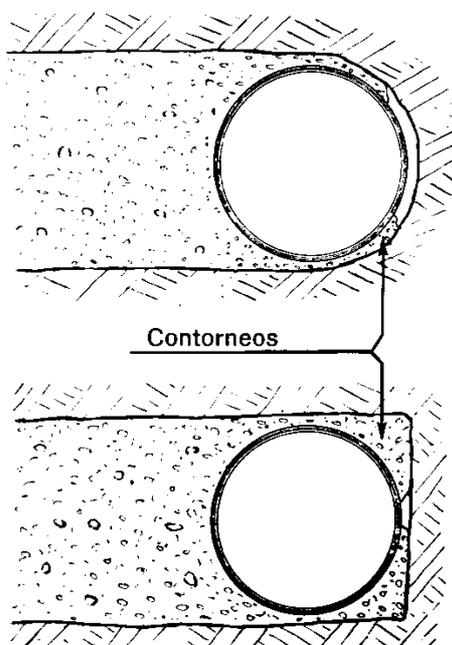


Ilustración 16 Contorno hormigón alrededor del tubo

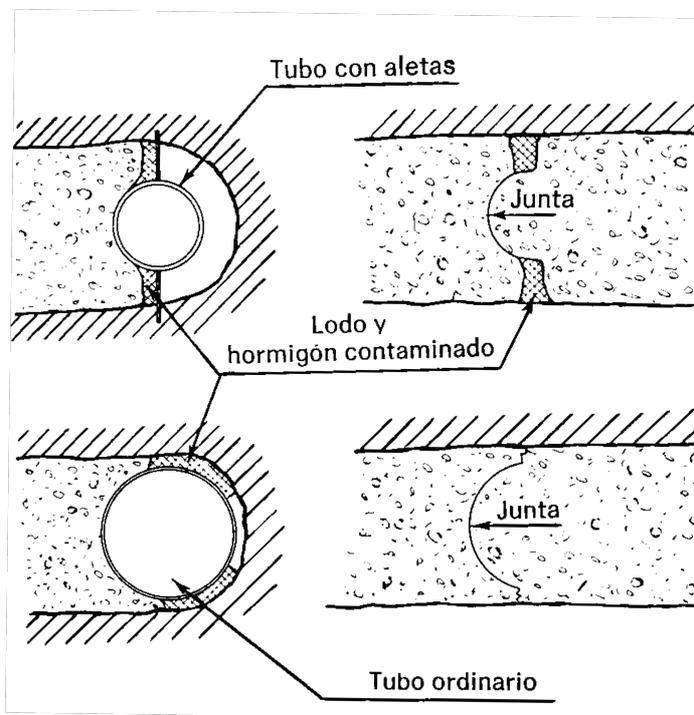


Ilustración 17 Juntas con tubo liso y tubo con aletas

La operación de extracción de la junta puede resultar difícil si el hormigón rodea a la junta, en dichos casos se utiliza un sacajuntas o ratón que no es más que un trépano con una corredera que a base de golpes va liberando la junta.

La utilización de extractores cuando se trabaja contra medianera puede ser un problema importante, no sólo porque los gastos extractores precisan espacio para su colocación, sino por los ruidos y vibraciones en la edificaciones medianeras.

## JUNTA SEMICIRCULAR ( MEDIA LUNA)

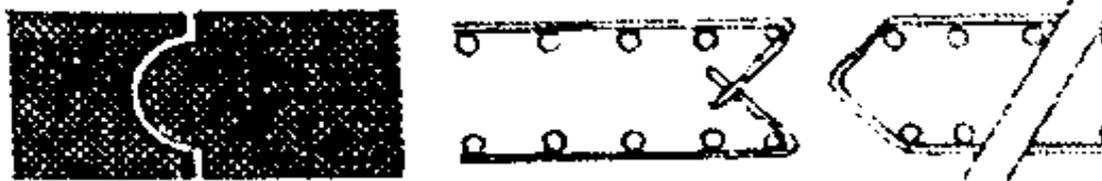


Ilustración 18 Junta semicircular y armado tipo ( Vicente Ordura Vidal, 2015)

### Aplicación practica :

En nuestra obra **se ha empleado una junta** de borde semicircular ( *Ilustración 20 y 21*) por las siguientes razones:

- Se reduce la utilización de extractores en cuanto que por un lado se reduce el riesgo de filtración de hormigón fresco por las aletas del molde, y por otro lado al ser media circunferencia el rozamiento es menor que si se tratara de un cilindro completo, por lo que se extrae la junta más fácilmente.
- Se puede excavar tanto con la junta puesta ( por la parte lisa) como sin ella.

Suele implicar el siguiente proceso ( *Ilustración 19*):

1. Perforación del batache “ rascando” el molde-junta colocado en el batache vecino hormigonado.
2. Extracción del molde-junta del batache hormigonado.
3. Colocación del molde- junta en el lado opuesto del batache excavado.
4. Colocación de armadura
5. Hormigonado

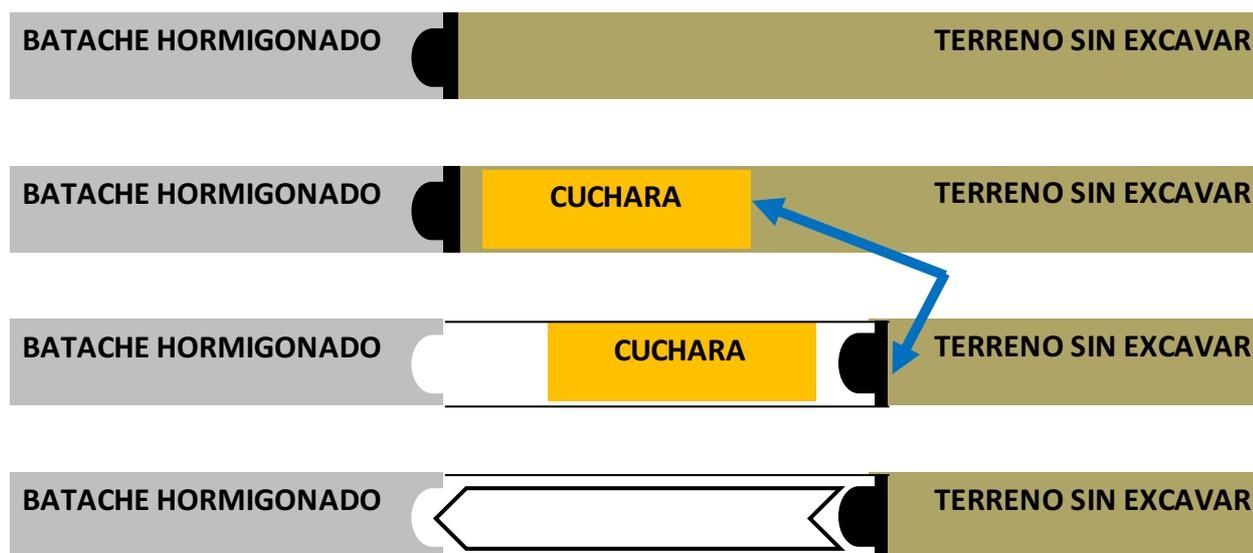


Ilustración 19 Esquema proceso junta semicircular

Para poder colocar este tipo de molde, las **mandíbulas de la bivalva** deben tener los laterales **planos** de forma y manera que se adapte a la forma de la junta.

Dado que el molde-junta se saca una vez ha pasado un cierto tiempo desde el hormigonado del batache contiguo y ello implica que está adherida al hormigón, se ha impregnado la superficie del molde-junta antes del hormigonado con material desencofrante para facilitar la extracción (*Ilustración 22*).



*Ilustración 20 Apoyo junta semicircular*



*Ilustración 21 Conexiones tramos*



*Ilustración 22 Impregnación desencofrante*



*Ilustración 23 Colocación de la junta*

## JUNTAS TRAPEZOIDALES ( BOCA DE LOBO)

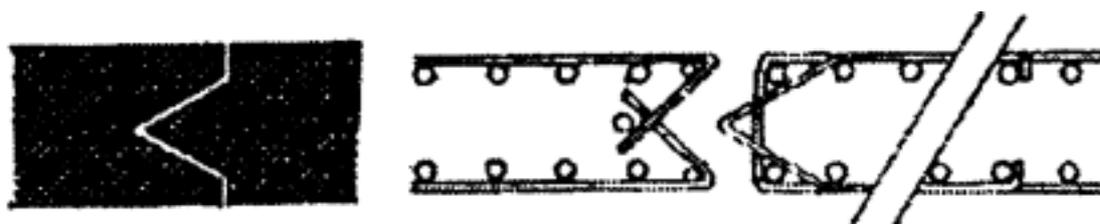


Ilustración 24 Juntas trapezoidales y armado tipo ( Vicente Ordura Vial, 2015)

Están formadas por elementos metálicos rectos que forman un prisma recto con base trapezoidal. Para poder colocar este tipo de molde, las **mandíbulas de la bivalva** deben tener los laterales **planos** de forma y manera que se adapte a la forma de la junta.

En el caso de tener problemas con el nivel freático, este tipo de juntas, además de moldear el hormigón para dejar una traba, permite disponer de barreras que cortan el agua, en cuanto que en la parte trapezoidal se puede instalar una goma “ wáter-stop” ( *Ilustración 25* ) , que va a quedar justo en el eje longitudinal del muro pantalla, mejorando la impermeabilidad de la junta.

Al hormigonar contra el panel, una de las partes del sellado se queda embebida en el hormigón y al retirar la junta trapezoidal, con el hormigón endurecido, la otra parte de goma queda embebida en la pantalla contigua, bloqueando el paso del agua a través de la junta entre ambas.



Ilustración 25 Junta trapezoidal con junta wáter-stop <https://enriquealario.com/ejecucion-muros-pantalla-paso-a-paso/>

## JUNTA PILOTE

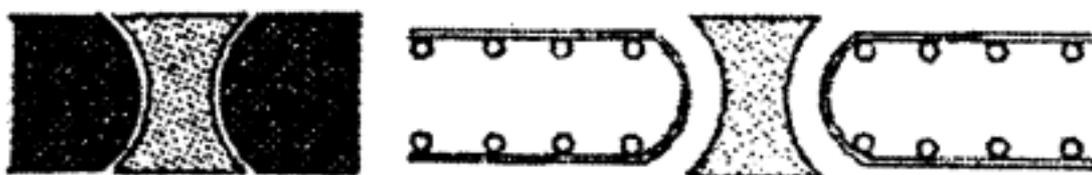


Ilustración 26 Junta pilote, armado tipo ( Vicente Ordura Vidal, 2015)

Se trata de un pilote prefabricado de hormigón armado de forma especial que queda embebido de forma definitiva dentro del muro y no es preciso extraerlo. Confiere estanqueidad en la unión entre batches.

Con este tipo de junta se evitan operaciones complejas de extracción de juntas, además, permite incorporar en el pilote chapas para facilitar el arriostamiento o enlace de los distintos forjados. Salvo que se trate de pilotes, las piezas de la junta se ensamblan unas con otras a base de rosca, bulonado o pasadores.

### 3.2.6. COLOCACION DE LAS ARMADURAS

Una vez terminada la excavación (Ordura Vidal V., 2015) se limpia y se coloca la armadura, previamente montada en forma de cajas rígidas, bajándola mediante la misma máquina de excavar (Ordura Vidal V., 2015).

La preparación y colocación de las armaduras, es por tanto un trabajo cuidadoso, aunque no especialmente delicado. Para una fácil colocación, es preferible que el peso de la armadura no sobrepase los 40 Kg/m<sup>2</sup>.

Las jaulas se pueden fabricar en taller y empalmar en obra los diferentes tramos, soldando el solapo entre ambas.

Se arman en función de los esfuerzos que ha de soportar la pantalla. Las cajas de armaduras, deben proyectarse de forma que se procuren un hormigonado correcto, con separaciones adecuadas que faciliten el perfecto recubrimiento.

Para su puesta en obra, es recomendable que la longitud del tramo, este entre a 10 a 15 metros. Tampoco debe olvidarse que hay que dejar espacio para el paso del tubo de hormigonado (tubo "TREMIE"). La interrupción de continuidad de las armaduras horizontales, por la existencia de juntas entre paneles no suele ser determinante, por cuanto que han sido las verticales las proyectadas para la absorción de los momentos flectores.

Para el centrado de las armaduras en la zanja, las cajas deben ir provistas de cierto número de separadores que suelen ser de mortero, cemento, rodillos de plástico, etc.

El **recubrimiento** de las barras principales suele oscilar entre 7 y 10 cm aunque la Norma EHE-08 indica **7 cm**.

Pueden preverse armaduras de espera para enlace con vigas de arriostamiento o forjados, previo picado en la pantalla para el despliegue de aquellas.

Si el muro es profundo, las cajas se fabrican en varias partes o niveles, que se unen en el interior de la zanja: la primera fracción se baja a la excavación suspendiéndola de los muretes guía; a continuación se presenta la fracción siguiente suspendida por la grúa y se procede a su unión mediante soldadura. El conjunto de la armadura, debe quedar colgado del murete guía, con el fin de que la jaula no toque el fondo y se produzca su pandeo, por apoyo en el fondo de la excavación. Hay que dejar una holgura de 20 cm como mínimo.

## Armadura tipo de los muros pantalla

Según los sistemas de sustentación provisionales y definitivos de las pantallas, tendrán diferentes tipos de refuerzos los armados (Ordura Vidal V., 2015), aunque sus armaduras tendrán siempre las mismas tipologías.

Las armaduras longitudinales, se encargan de absorber la flexión de la pantalla y las transversales en forma de cerco, actúan de reparto de la principal y como elemento de montaje, para confinar la jaula total y poderla transportar e izar en el momento de la colocación.

Estas armaduras tienen un gran peso y todas sus uniones, cruces, solapos, etc., se sueldan de forma que con la ayuda de los cercos, se genera una gran caja de barras, factible de manipular con la ayuda de grúas.

En el caso de pantallas autoportantes, su comportamiento estructural, se asimila a una viga en ménsula. El armado es sencillo, si bien suele tener cuantías elevadas.

En el caso de pantallas arriostradas y ancladas se asimilará su armado al de una viga continua. Sus apoyos, en una primera etapa (niveles de arriostramiento o anclaje), ocupan una posición distinta a la que tendrán que ocupar en una segunda etapa los forjados, que sensiblemente coinciden con ellos.

En el armado longitudinal es necesario tener en cuenta las dos posiciones de los apoyos, los provisionales y definitivos, independientemente del tiempo de actuación de cada uno de ellos. La envolvente de momento y cortantes será la que primará el cálculo.

Las pantallas de un mismo muro pantalla pueden variar sus armaduras según en la zona en que se encuentren. Si existe variación de esfuerzos por circunstancias de las cargas, se manifiestan en sus armados. Una pantalla puede tener un edificio próximo y otra una calle, tema este que hace que los armados de todas las pantallas del muro no tengan por qué ser iguales.

La Norma Tecnológica específica (Ordura Vidal V., 2015) cada una de las partes de las que componen las armaduras para pantallas.

“ (...) Será armadura de acero B 400 SD o B 500 SD, con sello de conformidad y las armaduras estarán formadas por:

- a) **Armadura base vertical:** Tanto en el trasdós como el intradós. Formada por un número de barras cada metro, con diámetro especificado y de longitud L, según cálculos.

A estas armaduras se le sumaran los suplementos de refuerzo, en las zonas de máxima tracción.

- b) **Armaduras de refuerzo vertical:** Tanto para el trasdós ( e intradós).

Formada por un numero de barras cada metro, con redondo especificado y de longitud Z y D. Se dispondrá paralelamente a las caras del trasdós ( e intradós), manteniendo un recubrimiento de 7 cm y entre las armaduras base verticales.

**c) Armaduras transversales**

Esta armadura se colocará por el exterior de las armaduras verticales soldándose, a las mismas en los casos necesarios, con el objeto de dar rigidez y garantizar su transporte durante las operaciones de colocación y hormigonado del panel. Sus formas son como grandes cercos o combinaciones de horquillas, que circundan a las armaduras longitudinales.

La misión de estas armaduras cuando se manifiestan, en cada plano o cara del armado de la pantalla, es actuar de reparto de las longitudinales.

**d) Rigidizadores:**

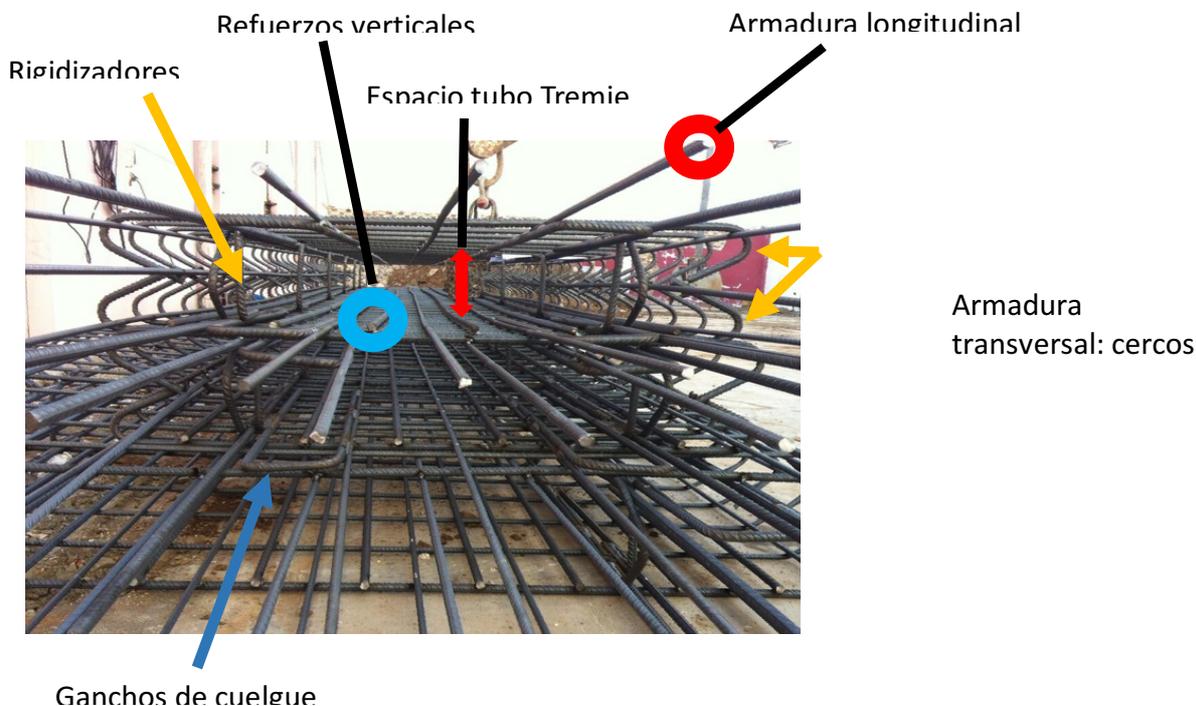
Sirven para facilitar el transporte y manejo del panel sin que deban moverse las armaduras horizontales y verticales. Constituidas por sistemas de barras dobladas de 45° de igual diámetro al de las armaduras longitudinales y perpendiculares a las caras del panel.

Deberán tener ganchos de cuelgue que permitan transportarla y arcos para apoyarse sobre los muretes- guía. Con la suficiente soldadura para soportar su propio peso.

De acuerdo con la Norma UNE EN 1538: A menos que se tomen medidas especiales, los elementos metálicos que se usan en los muros pantallas ejecutados in situ, como las tuberías de acceso para los ensayos, no deben ser de acero galvanizado u otros metales que pueden generar efectos electrostáticos que produzcan la corrosión electroquímica de la armadura.

**Aplicación practica :**

En nuestro caso las jaulas de armaduras vienen montadas y soladas de taller ( 1,80 m ancho ).



*Ilustración 27 Armado tipo muro pantalla*



Ilustración 28 Apoyo de la jaula en muretes guía

Norma UNE-EN 1538 (AENOR, 2016): Las jaulas de armaduras no deben apoyarse en la base de la excavación sino que deben suspenderse en los muretes guía.

### 3.2.7. HORMIGONADO DEL PANEL.

En este apartado vamos a comentar la **dificultad de hormigonado que entraña un muro de 35 cm de espesor**, pero no si antes exponer las disposiciones normativas en relación con el hormigón de los muros pantalla.

En relación con el hormigonado, la Norma UNE-EN 1538 (AENOR, 2016) dispone lo siguiente:

- *Se debe utilizar un solo hormigón estructural en un único panel.*
- *El tiempo comprendido entre el comienzo de la excavación y el comienzo del hormigonado debe ser lo más corto posible.*
- *Debe estar disponible un adecuado suministro de hormigón a lo largo de todo el proceso de hormigonado para así permitir una operación homogénea y controlada.*
- *Cuando se determine el tiempo de trabajabilidad del hormigón, se deberían prever interrupciones potenciales en el suministro y el tiempo requerido para el proceso de hormigonado.*
- *Siempre se debe verter hormigón fresco en el hormigón para que se mantenga su trabajabilidad.*
- *No se debe vibrar.*
- *Se debe tener especial cuidado cuando se hormigone en condiciones secas para evitar la segregación.*
- *Se debe comprobar y registrar el volumen y nivel de hormigón puesto dentro de la excavación.*
- *Como la parte superior del hormigón fraguado puede ser de calidad inferior, se debe colocar la cantidad suficiente de hormigón en el panel para asegurar que el hormigón por debajo del nivel de coronación tiene las propiedades especificadas.*

- *La calidad requerida del hormigón en el nivel de coronación se debe alcanzar hormigonando hasta una altura por encima de dicho nivel.*
- *Para excavaciones en seco: se puede utilizar en bombeo directo.*

### Condiciones del hormigón (Ordura Vidal V., 2015)

- Hormigón de resistencia característica 25 MPa mínimo.
- La relación agua/cemento entre 0.60 y 0.65
- Consistencia media en cono de Abrams: 16 a 20 cm
- Granulometría continua. Tamaño máximo del árido rodado, de 30 mm. Si procede de machaqueo 20 mm ( NTE- CPP)

### Puesta en obra del hormigón (Ordura Vidal V., 2015)

El método de puesta en obra del hormigón utilizado generalmente, es el tubo sumergido conocido como **tubo de TREMIE**.

La “tubería de hormigonado”, está compuesta por tubos metálicos de diámetros comprendidos entre 150 y 250 mm de diámetro. Cada pieza tiene una longitud que oscila entre 1 a 4 metros, realizándose su ensamblaje mediante un fileteado que permite roscarlos y desprenderlo rápidamente.

El tubo Tremie debe tener un **diámetro interior** mayor de 6 veces al tamaño máximo del árido, y siempre **mayor a 150 mm**. El diámetro exterior no excederá de 0.50 veces la anchura de la pantalla y 0,80 veces la anchura interior de la jaula.

El tubo está sujeto mediante un cabrestante a la grúa de la propia máquina excavadora y queda introducido en las armaduras, en el centro del panel, o lo más posible cuando es sólo uno.

Es función de la forma y dimensiones de los paneles el que se utilice una o dos tuberías de hormigonado.

*“ El hormigonado se realizará con técnica del hormigón sumergido y de modo continuo, para el macizado del panel de espesor E (cm.) longitud L (m.) y profundidad H (cm.) con profundidad de la excavación H+20 cm” (NTE-CPP).*

*“Cuando la longitud del panel sea superior a 5 m de ancho se utilizarán dos tuberías de hormigonado, vertiendo el hormigón por ambas simultáneamente”*

El vertido del hormigón preparado que, obligatoriamente debe ser de consistencia fluida, ha de efectuarse sin interrupciones y de forma continua. La mayor densidad del hormigón empuja los lodos a hacia arriba ( en caso de utilizase).

A medida que va penetrando el hormigón en la excavación y se eleva su nivel en la columna de hormigonado, se va dificultando paulatinamente el vertido. Para resolver dicha situación es necesario elevar lentamente y cuidadosamente el tubo de hormigonado sin crear cortes en el hormigonado de la pantalla.

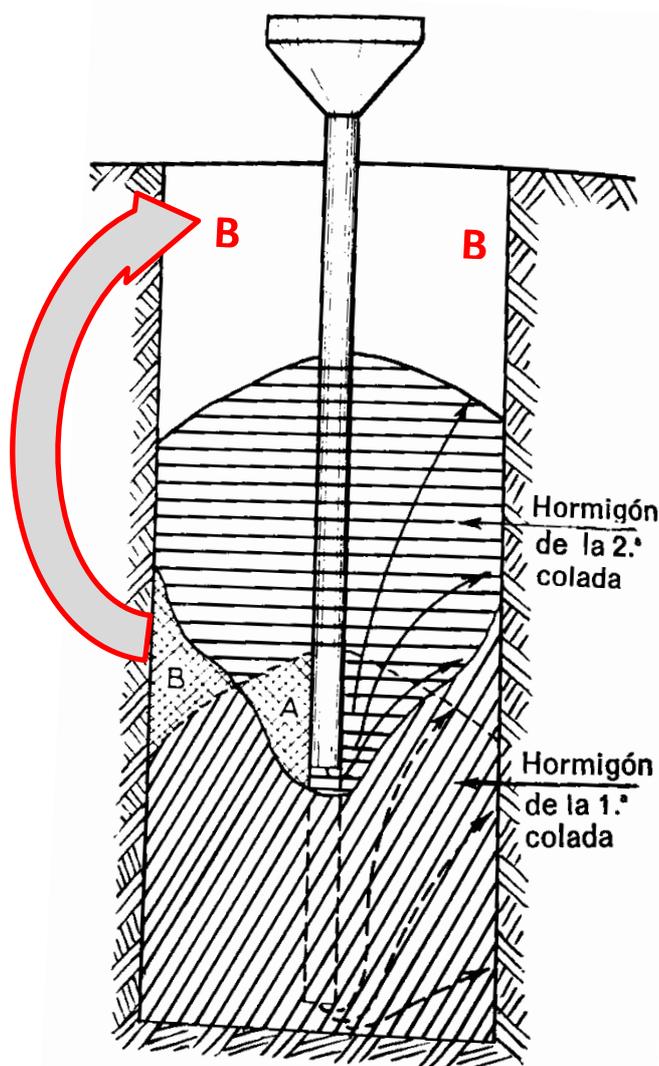
“ Si durante el proceso hiciera falta levantar la tubería del hormigonado, ésta **se mantendrá dentro de la masa de hormigón en una longitud mínima de 5 metros para hormigonado bajo lodos, o de 3 metros para hormigonado en seco**” ( NTE-CCP).

A medida que el nivel de hormigón asciende en la excavación durante el vertido, el tubo TREMIE se irá desempalmando progresivamente, de forma pausada asegurándose en todo momento que el tubo está sumergido en el hormigón fresco ( *Ilustración 30,31 y 32*).

Una vez finalizado el vertido, no debe extraerse el tubo TREMIE con demasiada rapidez, ya que el efecto succión resultante podría producir imperfecciones en el hormigonado.

### Recirculación del hormigón

Puede considerarse que el hormigón se comporta como una sustancia de gran viscosidad dotada además de una cierta rigidez sometida a la condiciones de tixotropía. Esta rigidez explica que la penetración del hormigón en la zanja no se produzca simplemente ascendiendo en ella, sino que se realiza siguiendo un esquema más completo representado en la *Ilustración 29*,



*Ilustración 29 Recirculación del hormigón ( Schneebeli, 1994).*

El hormigón puesto en obra en primer lugar, estando el canalón en el fondo, llena la zanja siguiendo trayectorias parecidas a las representadas por las flechas a trazos. Cuando después de la primera colada, se eleva el canalón, la superficie del hormigón toma la forma indicada a trazos. El hormigón de la segunda colada empuja al hormigón de la primera, que se halla en la zona A alrededor del tubo, hacia la zona B en el borde del panel, pues el movimiento que sigue es el de las flechas de trazo continuo.

Es inexacto, por tanto, decir que el primer hormigón puesto en obra se encuentra al acabar el hormigonado en la cabeza del panel. Este hormigón tendera a encontrarse en los extremos de los paneles, es decir, en las juntas. Esto es debido a la rigidez del hormigón es menor alrededor del tubo debido a los movimientos más importantes que sufre. En las zonas alejadas del tubo el hormigón endurece más rápidamente y no cambia de sitio (Schneebeli, 1974).

### Aditivos en el hormigonado

El añadido de aditivos está contemplado en la Norma EHE-08, no obstante, la NTE también lo trata.

*“Se podrán utilizar aditivos plastificantes con el objeto de conseguir un retardado en el endurecimiento del hormigón” (NTE-CCP).*

Así mismo dispone la Norma UNE- EN 1538 que: *cuando se prevean retrasos que puedan afectar negativamente a la calidad del hormigón, por ejemplo, debido a las condiciones de tráfico, se debe añadir al hormigón un porcentaje adecuado de retardador durante el proceso de mezclado.*

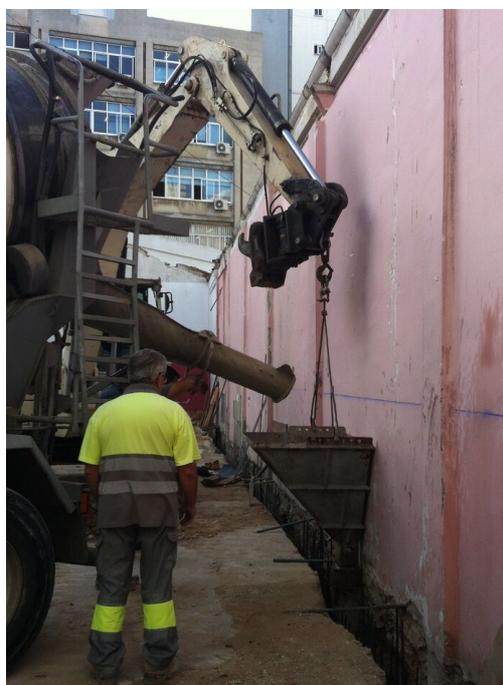


Ilustración 30 Hormigonado Tubo Tremie



Ilustración 31 Juntas Tubo Tremie



Ilustración 32 Ensamblaje Tubo Tremie

**DIFICULTAD DE HORMIGONADO DE UN MURO PANTALLA DE 35 cm**

En muros pantalla de 35 cm de espesor, el tubo Tremie **no** puede tener un diámetro interior de 150 mm tal y como dispone la norma .

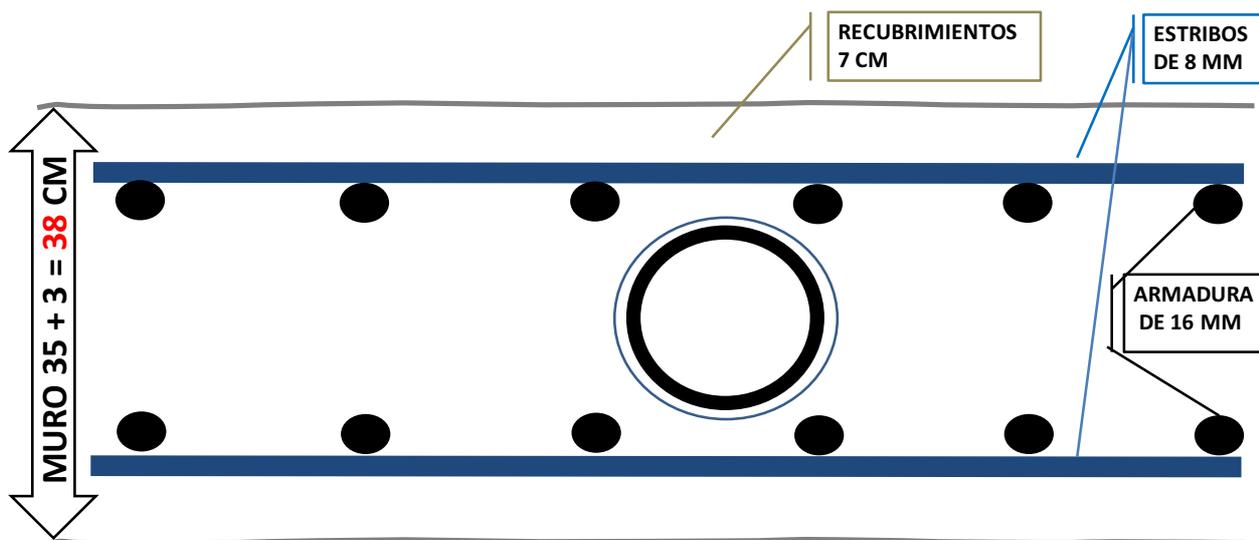
**Aplicación practica :**

En nuestra obra se ha empleado un ancho de cuchara de 35 cm de espesor y dejado un margen mínimo de 2-3 cm entre muretes, para que la cuchara pueda subir y bajar, por tanto el ancho de la perforación y en consecuencia de muro pantalla resulta de 38 cm y no 35 cm.

De los 38 cm hay que deducir los recubrimientos mínimos de 7 cm, los estribos de 8 mm y la armadura de las pantalla de 16 mm , no obstante hay que prever un cierto margen de desviación de la vertical tanto del tubo Tremie como de las armaduras, pongamos 3 cm, nos quedaría un ancho libre de 16,2 cm para alojar el tubo.

La tubería Tremie tiene un sobreespesor en las juntas ( casquillos) del orden de 15 mm, y un espesor de tubo del orden de 5 a 8 mm, con lo que el diámetro interior sería de 14,3 cm.

\*si el ancho de la perforación fuera de 35 cm, el diámetro interior sería de 11,3 cm.



ANCHO MURO	35	ANCHO MURO	38
RECUBRIMIENTOS	-14	RECUBRIMIENTOS	-14
CERCOS	-1,6	CERCOS	-1,6
ARMADURA	-3,2	ARMADURA	-3,2
DESVIACIONES	-3	DESVIACIONES	-3
<b>LIBRE PARA TREMIE</b>	<b>13,2</b>	<b>LIBRE PARA TREMIE</b>	<b>16,2</b>
CASQUILLOS	-0,3	CASQUILLOS	-0,3
ESPESOR TUBO	-1,6	ESPESOR TUBO	-1,6
<b>DIAMETRO INTERIOR</b>	<b>11,3</b>	<b>DIAMETRO INTERIOR</b>	<b>14,3</b>



Ilustración 33 Dificultad de hormigonado muro pantalla de 35 cm

La superficie útil de bajada sería en cualquier caso inferior a 15 cm que es lo que marca la norma ( 14,3 cm si el muro es de 38 cm, y 11,3 cm si el muro es de 35 cm). No es recomendable ejecutar muros de ancho total de 35 cm, ya que aunque el hormigón tenga consistencia fluida, éste difícilmente baja.

En estos casos se deben adoptar **medidas especiales** para garantizar el adecuado hormigonado:

- Hormigón de consistencia líquida.

*\*Ver apartado 3.6 problemas de permeabilidad del muro pantalla ( hormigón autocompactante).*

- **Tamaño máximo del árido 12 mm.**

### Defectos de la pantalla durante la fase de hormigonado (Ordura Vidal V., 2015)

Una velocidad excesiva en el ascenso de la tubería de hormigonado, puede dar lugar a fallos en el panel, por **contaminación** del hormigón por lodos o por el propio terreno. Se acorta el panel y se intercala entre el hormigón, tierras y lodos.

El vertido del hormigón en la excavación produce esfuerzos importantes de **flotabilidad sobre las armaduras**, hasta el punto de elevarlas. Un hormigón poco plástico, puede ser la causa de ellos.

La solución más adecuada en estos casos, consiste en elevar al máximo posible la tubería de hormigonado ( sin que se produzcan cortes de hormigonado en la pantalla) , con el fin de que al cesar de fluir el hormigón desde el fondo del panel y crear empujes ascendentes, actuando como lastre para las armaduras. En caso de tener que realizar esta operación, es recomendable efectuarla tras la puesta en obra de cierto volumen de hormigón.

Un **mal recubrimiento** de las armaduras proviene de la falta de plasticidad del hormigón, o un suministro irregular del mismo o mal mezclado, estos defectos aparecen, frecuentemente en zonas de gran densidad de armaduras (Ordura Vidal V., 2015).

### 3.2.8. EXTRACCION DE LAS JUNTAS.

Después del hormigonado y cuando éste alcance una cierta consistencia y antes de que su fraguado sea total, se debe extraer la junta ( Ilustración 34).

Generalmente se despega entre 2 y 4 horas desde la puesta en obra del primer hormigón pero sin extraerlo. El despegado debe ser lento y será tanto más dificultoso, cuanto más contorno de adherencias de hormigón no eliminado existan en el tubo. Los tubos se han de colocar limpios de hormigones antiguos adheridos, es muy importante para luego evitar filtraciones, entre las juntas de las pantallas.

Debe tenerse en cuenta el hecho de que si se tracciona la junta demasiado pronto, el hormigón del panel, que no ha endurecido suficientemente, subirá con el tubo, haciendo la extracción todavía más penosa.

En los casos que el hormigón haya fraguado, es conveniente prever “ gatos extractores” apoyados sobre los muretes guía que permiten ejercer sobre los tubos, tracciones más importantes y continuas para facilitar la extracción y evitar tirones de la grúa.



*Ilustración 34 Extracción de juntas*

### **3.2.9. DESMOCHADO DE LA CABEZA DE LA PANTALLA.**

Durante la ejecución del muro pantalla, se procurará que la cota final superior del hormigonado, rebase en 30 a 40 cm la cota teórica del mismo, encontrándose en esta capa de exceso el hormigón más contaminado que posteriormente debe eliminarse ( Ilustración 36).

Para realizar el descabezado se ha realizado un rebaje en la zona interior del solar, cuya altura es de 20 cm menos que la cara inferior de la viga de coronación, procediéndose a la demolición del murete guía interior del sótano.

No debe utilizarse martillos vibradores o máquinas “ punzón”, puesto que su frecuencia y potencia de golpeo, son perjudiciales para el hormigón y pueden dañar las armaduras, al margen de que podrían producirse repercusiones importantes en los edificios medianeros.

Las armaduras de los paneles ya van provistas de armaduras de espera, cuyas longitudes de anclaje serán coincidentes con la dimensión del canto útil de la viga de coronación.

El resto de operaciones, correspondiente a una correcta ejecución del encuentro, entre un hormigón viejo y uno fresco. Deben cumplirse las indicaciones de la Norma EHE-08, respecto a hormigones y armaduras, en cuanto a limpieza y adherencia de tales zonas, así como las de reanudación de juntas (Schneebeli, 1974).



*Ilustración 35 Descabezado del muro pantalla*

### 3.2.10. EJECUCION DE LA VIGA DE CORONACION.

La viga de coronación es el elemento constructivo que se emplea para producir un zunchado horizontal en la parte superior de las pantallas, de forma que puedan trabajar conjuntamente todos los paneles.

Por razones del propio sistema constructivo de los muros no hay posibilidades de producir empalmes de armaduras entre dos paneles contiguos, ya que sólo existe una armadura vertical y la transversal son cercos, por cuestiones de reparto y montaje.

A modo de ligazón horizontal y forma de repartir las cargas que vayan a incidir sobre las pantallas, se efectúa esta viga de coronación, previo saneado de la coronación, también denominada de “atado” o “reparto” ( Ilustración 37 y 38).

#### Hormigonado de la viga de coronación.

Habrà de realizarse según las características que para el hormigonado contempla la norma EHE-08. Es conveniente evitar, en la medida de lo posible, la proliferación de juntas de hormigonado, para procurar la mayor eficacia de la viga en su función de atado.

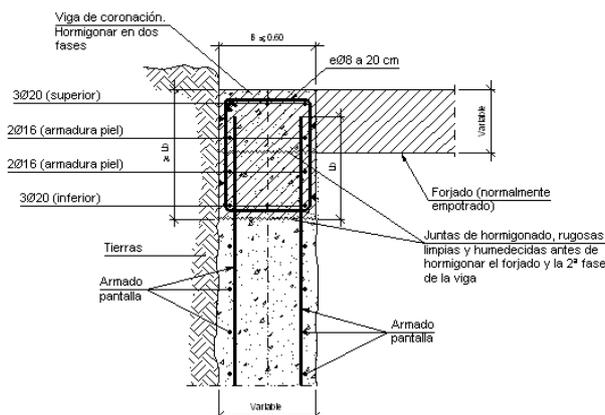


Ilustración 36 Esquema de viga de coronación



Ilustración 37 Junta de hormigonado en viga de coronación

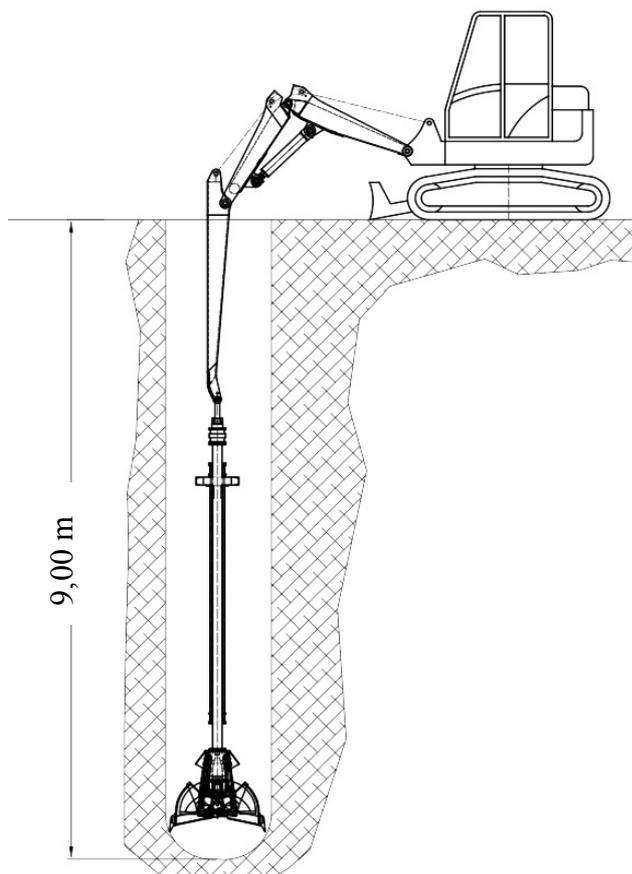
### 3.2.11. MEDIOS MECANICOS PARA LA EJECUCION DE LAS PANTALLAS.

Dadas las restricciones de acceso a la obra, gálibo así como el reducido espacio para maniobrar, se ha empleado una excavadora de tamaño medio ,TEREX 125, (*Ilustración 39*) a la que se le ha acoplado una cuchara bivalva de cierre hidráulico, con borde rectangular, equipada con dientes que facilitan la penetración en el terreno así como su disgregación.

Las dimensiones de la máquina:

Ancho: 2,50 m

Alto: 2,87 m



*Ilustración 38 Excavadora bivalva*

Los equipos para la ejecución de muros pantalla son máquinas de origen industrial y modelos homologados que deberán cumplir las condiciones, normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial.

#### **Otros equipos necesarios : Equipos hidráulicos extractores (ratón)**

Utilizados para aquellas circunstancias en las que los tubos junta presentan dificultades de extracción: bien por excesiva adherencia o por endurecimiento del hormigón.

Se trata de una mordaza con gatos hidráulicos, que producen una potente tracción pero suave, de modo que no perjudique a la junta de hormigonado. Van dotados de un compresor portátil que es suficiente para el circuito hidráulico del extractor, en otras ocasiones y cuando la junta a extraer es de tubo de acero, se efectuará con extractor de vaivén.

### 3.2.12. VACIADO DEL SOLAR – ARRIOSTRAMIENTO-

Ejecutado el muro pantalla se procede al vaciado del solar. Dadas las acciones que tiene que contener, básicamente el empuje de tierras, aguas ( en caso de existir) y edificaciones colindantes, hay que colocar elementos de contención a medida que se va excavando. Estos elementos de contención son provisionales ya que los apoyos definitivos son la propia estructura del edificio.

Las opciones de apoyos provisionales son, básicamente son las siguientes:

1. Anclajes
2. Estructura metálica
3. Banquetas o bermas de terreno

#### Solución mediante Anclajes:

Los es un tirante pretensado que atraviesa la pantalla y sostiene el terreno en el trasdós anclándose en los estratos más resistentes. Estos tirantes absorben los empujes que tendrían que actuar sobre la pantalla creando un tipo de contra-empuje ( *Ilustración 40*).

Se ejecutan a medida que se va excavando y en las zonas centrales de cada nivel de sótano. Hay que vaciar el terreno un 1 metro por debajo de la zona prevista de los anclajes para que la perforadora pueda posicionarse y realizar perforaciones cilíndricas de pequeño diámetro, que se refuerzan mediante la introducción de pequeñas armaduras metálicas , quedando dicho conjunto solidario al terreno mediante una inyección de cemento o mortero de dosificación según marque el proyecto. Finalmente se realiza la puesta en carga o tesado, una vez transcurrido el tiempo necesario ( 7 días normalmente a no ser que se empleen acelerantes de fraguado), previa colocación de la cabeza de anclaje. El tensado se realiza bien con gato unifilar ( cable a cable) o multifilar ( tirando de todos los cables a la vez). La ejecución de los anclajes conlleva a una labor rigurosa de control.

Una vez que se haya ejecutado la losa de cimentación y comience a ejecutarse los forjados ( apoyos definitivos), se van retirando los anclajes ( destensado).

Las zonas de anclajes tienen que ser selladas e impermeabilizadas adecuadamente para evitar filtraciones de agua, y máxime cuando existan problemas de nivel freático.

La utilización de anclajes tiene la ventaja de facilitar el vaciado por no interferir en el interior del mismo. Sin embargo se encuentra también en el subsuelo de los terrenos vecinos o bajo la vía pública, lo que necesita que no molesten al existente pero además autorizaciones especiales para la obra y la no existencia de elementos o servicios con los que pueda existir interferencias.



*Ilustración 39 Anclaje*

### Solución mediante estructura metálica:

Para excavaciones (Schneebeli, 1974) relativamente estrechas pueden utilizarse puntales horizontales que entiben los dos muros opuestos.

Generalmente se tratan de puntales de acero que se disponen a medida que vamos excavando para conseguir la estabilidad y limitar la deformación o desplazamiento excesivo de la pantalla que se encuentra en voladizo a medida que vamos excavando.

Estas estructuras adicionales y provisionales puede estar formadas por polígonos funiculares, vigas de celosía, vigas laminadas, o por cualquier elemento de acero que estabilice la pantalla durante el proceso de excavación.

Para la disposición de estas estructuras previamente hay que haber alojado una placa o bien hacerlo directamente con un retacado.

Hay que tener en cuenta la distancia entre los muros a acodalar, ya que en caso de ser excesivamente grande puede resultar inviable o excesivamente costoso.

Por otro lado hay que tener en cuenta que estos elementos de acodalamiento están sometidos a fuertes compresiones y dada la esbeltez puede surgir problemas de pandeo de piezas, motivo por el cual suelen completarse con estructuras adicionales ( correas).

La colocación es rápida y simple, si bien se precisa de grúa con capacidad necesaria para su puesta obra.

Otra opción posible sería hormigonar a medida que avanza la excavación unas vigas de la propia construcción y que hagan al mismo tiempo de puntales.

### Solución mediante banquetas o bermas:

#### Aplicación practica :

La solución de disponer anclajes queda descartada por la existencia de muro de sótano en uno de los lados medianeros.

Teniendo presentes los condicionantes existentes en la obra por los que no se puede ubicar un sistema de bombeo de hormigón y tampoco grúa tipo torre para el movimiento del material (solar entre medianeras con cubierta, reducido espacio para trabajar y dificultad para circulación de vehículos y maquinaria) los forjados de sótano no pueden ejecutarse de forma continua, en consecuencia se han organizado los trabajos de forma que el vaciado del solar se haga por tramos a razón de que la ejecución de la estructura ( sótano -2 y -1) avance por tramos ( *Ilustración 46 y 47* ) .

En primer lugar se ha realizado un primer vaciado del solar hasta una profundidad de - 1,5 m con el fin de que la excavadora pueda llegar hasta el fondo de la excavación ( *Ilustración 44* ) .

Desde el plano de trabajo de -1,50 m se ha excavado una profundidad de -4,5 m para llegar al fondo de la excavación y poder ejecutar el primer tramo de estructura que una vez finalizado arriostra de

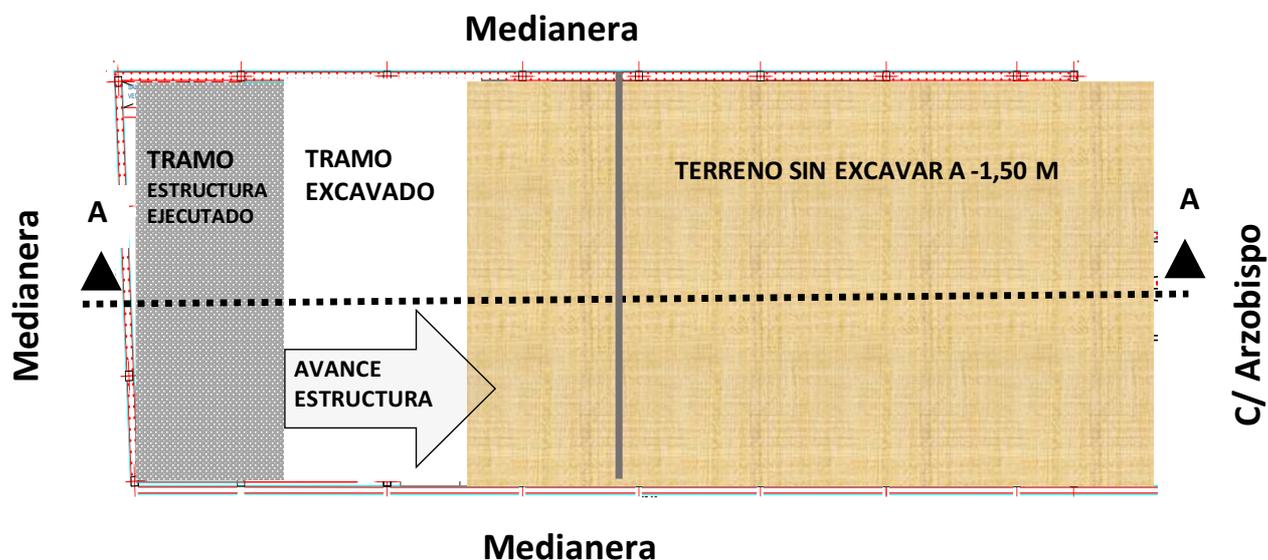
forma definitiva el muro pantalla. Concluida esta fase, se puede proceder a excavar un nuevo tramo de terreno para la ejecución del siguiente tramo de estructura ( *Ilustración 45* ).



*Ilustración 40 Primer vaciado a -1,50 metros*

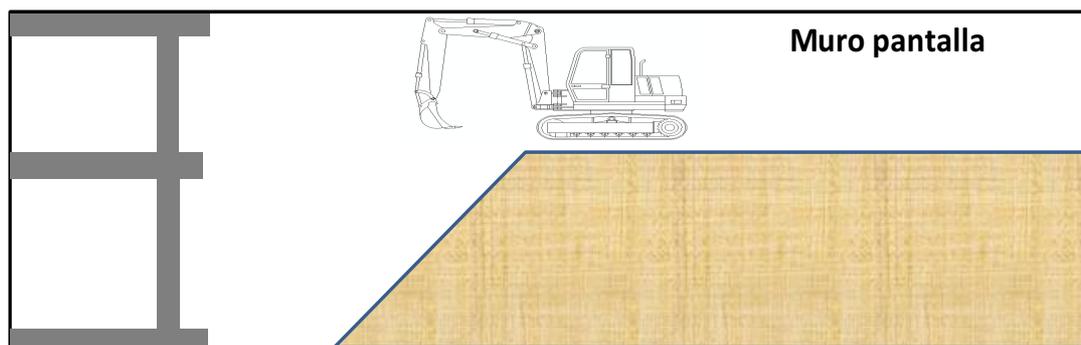


*Ilustración 41 Vaciado siguiente tramo concluida la estructura*



*Ilustración 42 Esquema en planta del proceso de excavación*

### Seccion A-A



*Ilustración 43 Esquema en alzado del proceso de excavación*

Pese a que el empotramiento del muro pantalla es de 3 metros, estamos hablando de un muro de 0,38 cm y 9,00 metros de profundidad, que dada la relación de esbeltez no se comportaría como un muro en voladizo.

En consecuencia adoptar esta solución, en la que no intervienen ni anclajes ni puntales, **salvo** que el muro pantalla sea **autoportante**, requiere la adopción de **medidas adicionales**, hasta que la estructura por tramos concluya:

1. Acodalamiento de las esquinas interiores del muro pantalla ( *Ilustración 48*).
2. Acodalamiento provisional del tramo de muro excavado ( *Ilustración 49*).

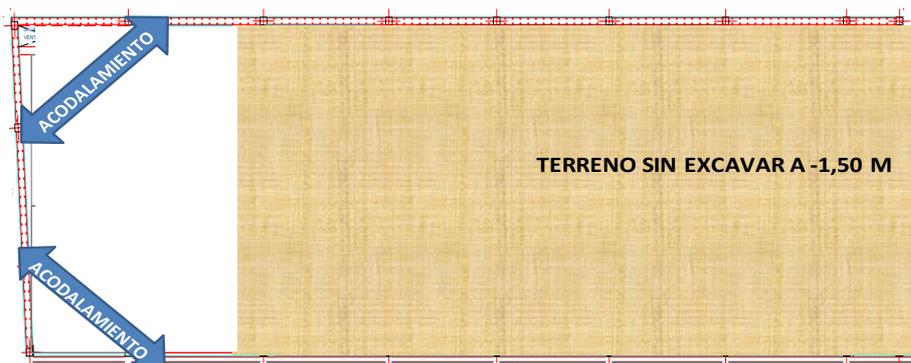


Ilustración 44 Acodamiento esquinas interiores

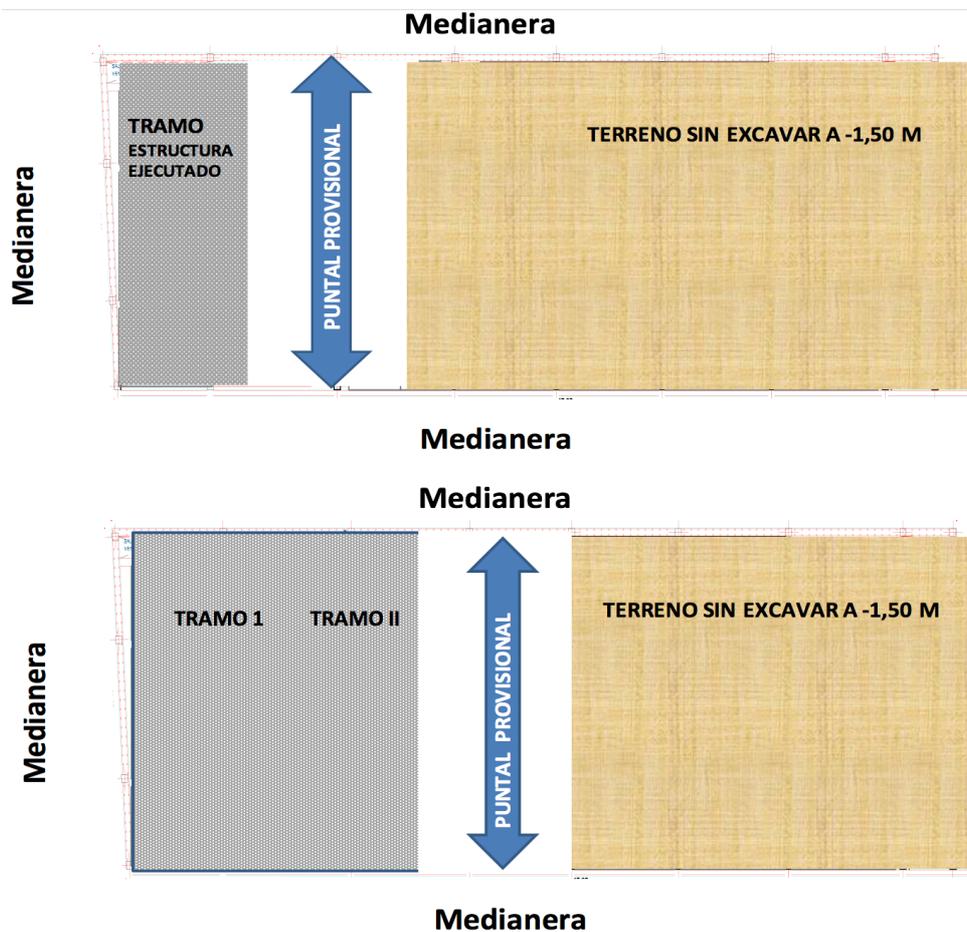


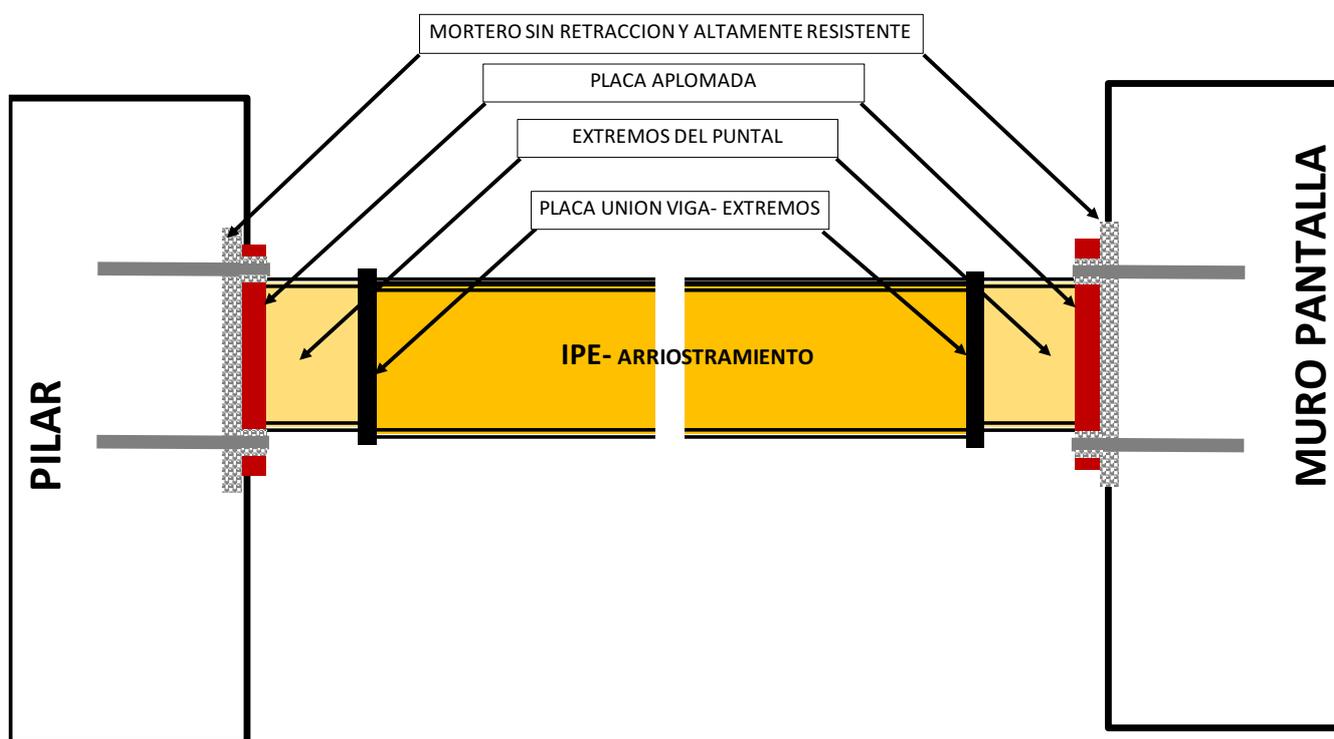
Ilustración 45 Esquema de acodamiento por tramos

En la *Ilustración 50*, se muestra como **posible solución** la colocación de puntal metálico que acodale el muro pantalla y el pilar, que a su vez ejerce de contrafuerte del muro medianero.

Esta operación implica excavar hasta la zona de trabajo para poder colocar el puntal, se aconseja que la excavación quede a 50 cm por debajo del nivel a arriostrar.

En enlace del puntal al muro pantalla se efectúa a través de placas de anclaje retacadas en el muro, para el retacado se deben utilizar morteros sin retracción y altamente resistentes.

A ambos extremos de la viga central se atornillan en los extremos unos perfiles de enlace al muro pantalla, de forma que estos extremos se puedan desechar finalizado su uso, sin tener que dañar el puntal central que podrá volver a utilizarse en sucesivas puestas.



*Ilustración 46 Esquema de acodamiento con estructura metálica*

### Consideraciones con respecto al talud:

La zona pendiente de excavar actúa como elemento de contención del muro pantalla.

El sistema de estabilización mediante bermas es eficaz siempre que se cumplan una serie de requisitos. El primero es que el volumen de terreno sea original y no sobrepuesto posteriormente. El segundo aspecto y primordial, es el geométrico: la berma actúa posibilitando la formación de una cuña de pasivo que equilibrará el empuje de la pantalla.

El talud de la berma es la superficie pendiente establecida al caer el terreno por gravedad, sin compactación.

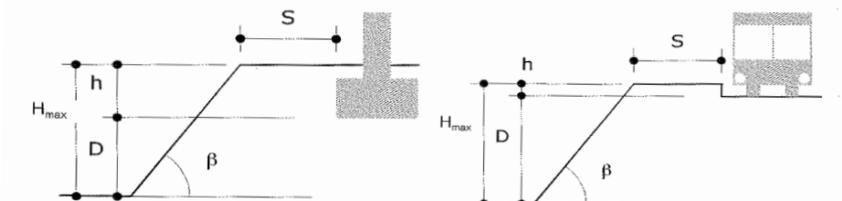
Las Normas Tecnológicas de la Edificación, establecen diferentes condiciones de equilibrio y alturas máximas, en función de la proximidad al talud de cargas aplicadas al terreno ( *Ilustración 51 y 52*).

TALUDES EN TERRENOS CON SOLICITACIONES PRÓXIMAS			
TIPO DE TALUD		Norma Tecnológica de la Edificación	Altura máxima
NTE-CCT	- Taludes provisionales en terrenos coherentes y entre superficies horizontales	Cimentaciones. Contenciones. Taludes	$H_{max}$ 1,30m-7m
NTE-ADE	- Taludes permanentes - Taludes en terrenos sin cohesión - Desmontes y terraplenes en explanaciones	Acondicionamiento del terreno. Desmontes Explanaciones	6m

*Ilustración 47 (Espasandín López & García Casas, 2002)*

SEPARACIÓN HORIZONTAL MÍNIMA DEL TALUD "S"									
Angulo de inclinación		$b > 60^\circ$					$b < 60^\circ$		
Tipo de Talud y norma de aplicación		NTE CCT	NTE ADE	NTE ADV	NTE ADZ	NTE CCT	NTE ADE	NTE ADV	NTE ADZ
Tipo de sollicitación	Cimentación	D	D	$h+D/2$	$D/2$	D	D	$h+D/2$	$D/2$
	Vial	D	$D/2^{(M)}$ $D/3^{(T)}$	$h+D/2$	$D/2$	$D/2$	$D/2^{(M)}$ $D/3^{(T)}$	$h+D/2$	$D/2$

(M) Valor en Desmorte (T) Valor en Terraplén



*Ilustración 48 (Espasandín López & García Casas, 2002)*

**Aplicación practica :**



*Ilustración 49 Excavación con talud hasta cota de excavación*

En nuestra obra la altura es excavación es 4,5 m por lo que estaríamos dentro de los límites marcados de la norma.

Los taludes han de ser vigilados y controlados sistemáticamente. Debe evitarse, a toda costa, acopiar escombros o materiales de obra. Si hubieran de mantenerse durante largo tiempo deben ser protegidos de la lluvia y la erosión del agua ( en nuestro caso la obra está cerrada con cubierta).

### **Inconvenientes de realizar estructura por tramos: juntas de hormigonado**

Uno de los inconvenientes que se derivan de ejecutar la estructura por tramos es la **cantidad de juntas** de hormigonado que se crean.

Las juntas de hormigonado (ETSIE, Complementos Hormigon Armado y Pretensado. Construcción II) deben reducirse al mínimo necesario, puesto que pueden presentar una resistencia a tracción y cortante más baja, reduciendo así la capacidad de carga en las proximidades de la misma, pudiendo aparecer como patología peligrosas grietas de difícil reparación.

Lo ideal en todo tipo de construcción es que el hormigonado se haga continuo, evitando las juntas y consiguiendo un monolitismo total. En la práctica esto es imposible de conseguir, ya que en la obra deben hacerse muchas juntas de trabajo, para continuar al día siguiente el hormigonado. Las juntas son necesarias ya que se debe facilitar el hormigonado de los distintos elementos.

Es importante prestar atención a los puntos donde se van a situar dichas juntas, la forma de las mismas y del cuidado a tener en cuenta en la reanudación del hormigonado.

Dos son los problemas que presentan las juntas de hormigonado y pueden ser causas de patologías (ETSIE, Complementos Hormigon Armado y Pretensado. Construcción II):

#### **a) Elegir donde se van a dejar las juntas**

Colocar juntas de hormigonado en puntos sometidos a fuertes tracciones y no normales a los esfuerzos de compresión suelen dar lugar a grietas o deslizamientos de unos elementos con respecto a otros.

Según el artículo 71 de la EHE, las juntas de hormigonado, deberán estar previstas en el Proyecto, y se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Las juntas deben colocarse en los puntos donde cambia la ley de momentos flectores ( $M=0$ ), o en los puntos de menor fatiga, es decir, donde no aparecen tracciones ( $T=0$ ).

En los **forjados** las juntas de hormigonado pueden disponerse con la caída natural del hormigón ( trazado a 45º) aproximadamente en los  $\frac{1}{4}$  de la luz ( momento nulo) , o bien pueden disponerse juntas verticales en el centro de la luz ( cortante nulo), en estos casos para mantener el hormigón vertical es necesario disponer del “ metal deployée” ( hojalata ranurada) o procedimiento análogo.

---

## b) Tratamientos de las mismas

La superficie de la junta debe tratarse adecuadamente con el objeto de que la discontinuidad constructiva que supone la junta no se traduzca en una discontinuidad estructural. Los hormigones a emplear a ambos lados de la junta deben ser hormigones de las mismas características, además hay que conseguir que ambos queden unidos, siendo este el problema a solucionar.

La EHE (EHE, 2000) en su artículo 71 nos indica que antes de reanudar el hormigonado hay que retirar la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y limpiar la junta de toda suciedad o árido suelto. El procedimiento de limpieza no debe alterar la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas. Para la limpieza de las juntas puede emplearse chorro de agua a presión y aire. Después de la limpieza de la junta, hay que humedecer la superficie. Da buenos resultados en la unión de hormigón fresco y endurecido la impregnación de las juntas con resinas epoxi en cuanto que colaboran a formar una capa de adherencia. La resina epoxi está indicada en juntas verticales o muy inclinadas.

Se ha comprobado mediante ensayos que las juntas bien realizadas la eficacia de la unión es como máximo de un 70 % a un 80%, sin embargo se ha demostrado que el empleo de resinas epoxi para unir hormigones la eficacia de la unión es del 100%.

La EHE (EHE, 2000) prohíbe hormigonar directamente contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, debiéndose eliminar previamente las partes dañadas.

En nuestra obra en cuestión el nivel freático se sitúa a – 10,00 m no existiendo problemas de filtraciones. Para losas con problemas de nivel freático, el CTE exige impermeabilizar las juntas

Para el sellado de las juntas de hormigonado se pueden hacer uso de perfiles hidroexpansivos, con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio, que tienen la capacidad de expandirse al contacto con el agua aumentando de volumen, sin que esto llegue a afectar la estructura matriz del polímero y proporciona una buena resistencia al envejecimiento y también su colocación en esquinas complicadas es de forma efectiva.

---

### 3.3. FRESADO DEL MURO PANTALLA

El acabado irregular que presenta el muro pantalla tras el vaciado del solar, no solamente tiene su origen en la propia naturaleza del terreno que ha servido de encofrado del muro, sino también proviene de pequeños excesos de espesor “bultos” localizados en capas de terreno granular o menos cohesivo que han originado desprendimientos durante la excavación. Debe contarse también con excesos de espesor por los movimientos de la cuchara. Además en terrenos blandos el empuje del hormigón fresco puede dar lugar a bultos importantes (*Ilustración 54*).



*Ilustración 50 Irregularidad en superficie de muro pantalla*

Para que la superficie pueda quedar vista es necesario regularizar la misma, bien mediante fresado o bien construyendo un falso muro ó incluso cámara bufa ( en caso de tener que filtraciones).

#### Aplicación practica :

Construir un falso muro implica contar con una superficie adicional que en nuestra obra no tenemos, por lo que se ha optado por regularizar directamente la pantalla mediante la técnica del fresado, si bien el inconveniente que presenta el fresado es la pérdida de recubrimiento.

El “fresado” consiste en desbastar el intradós de la pantalla por medio de **fresadoras** (*herramienta rotativa de varios filos, llamados dientes, labios o plaquitas de metal duro; que ejecuta movimientos en casi cualquier dirección de los tres ejes posibles*) que van acopladas a una excavadora, consiguiendo una mayor precisión y gran rendimiento.

Mediante este proceso se retira la capa adherida de tierras así como las pequeñas barrigas de hormigón.

Existen tres acabados comerciales para el fresado de los muros pantalla: basto, rugoso y fino (*Ilustración 55-8* . En nuestra obra se ha aplicado un acabado fino.



*Ilustración 51 Fresado acabado grueso*



*Ilustración 52 Fresado acabado fino*



*Ilustración 53 Acabado fino*



*Ilustración 54 Tipos de acabado fresado*

### 3.4. IMPERMEABILIZACION Y TRATAMIENTOS

El sistema de impermeabilización viene marcado por la presencia de agua , situación del edificio, composición del suelo, utilización del sótano y también la solución constructiva estructural.

#### 3.4.1. Código Técnico de la Edificación (CTE): DB HS-1 Protección contra la humedad

El Código Técnico de la Edificación, en concreto, el Documento Básico HS-1, regula las exigencias básicas de protección contra la humedad.

Tratándose de muros en contacto con el terreno, el diseño de la solución constructiva debe cumplir determinadas condiciones para alcanzar el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros.

#### Aplicación practica :

En nuestro caso concreto:

1. El grado de impermeabilidad mínimo exigido es 1, de acuerdo con la tabla 2.1. del DB HS-1 del CTE, cuando la presencia de agua es baja
2. El sistema de impermeabilización interior, previsto en la tabla 2.2. del DB HS-1 del CTE , para un muro pantalla con grado de impermeabilidad inferior a la unidad, se consigue mediante el empleo de lodos bentónicos.

Dado que la ejecución de nuestro muro pantalla se ha realizado sin la utilización de lodos de perforación, se ha aplicado un revestimiento interior impermeable con el objeto de limitar la presencia de agua o humedades en el interior del edificio (ver apartado 3.4.3.), además de tratar las juntas verticales entre los paneles del muro pantalla de la siguiente forma:

#### Tratamiento de las juntas verticales:

Se ha saneado la superficie de la junta mediante la apertura mínima de una roza de 5x5 cm, posteriormente se ha limpiado con chorro de agua y rellenado la roza con mortero específico de reparación cuya ficha técnica se adjunta en el **Anexo I**. Finalmente se ha aplicado una lechada elástica de cemento de Vandex, cuya ficha técnica se adjunta en el **Anexo II**, ( *Ilustración 59*).



Apertura de roza y limpieza  
con chorro de agua

Mortero de reparación  
UNI MORTAR 1 VANDEX  
Anexo I

Lechada elástica CEMELAST  
VANDEX  
Anexo II

Ilustración 55 Proceso de tratamiento juntas entre pantallas

### 3.4.2. Tratamientos de protección. Norma UNE EN- 1504 ( AENOR, 2007): Revestimientos

El mantenimiento correcto de una estructura de hormigón es esencial para poder garantizar la durabilidad del mismo, ya que puede haber numerosas causas de deterioro del hormigón.

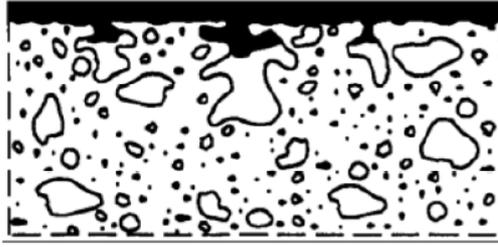
Aunque se consideran ambientes interiores todos aquellos que están aislados de la intemperie, lo cierto es que pueden darse en ellos grados importantes de agresividad. Tal puede ser el caso de aparcamientos subterráneos, con niveles de anhídrido carbónico muy elevados. Estas sustancias pueden provocar la corrosión de las armaduras.

En la parte novena de las Norma UNE-EN 1504 ( AENOR,2007) se definen los principios generales de utilización de los productos y métodos apropiados para la reparación y protección del hormigón. En concreto, el principio 1 ( protección contra la penetración) y el principio 6 ( Incremento de la resistencia a los productos químicos ) comprenden como medidas para **reducir la porosidad** e incrementar la resistencia a los ataques químicos, los revestimientos.

Los revestimientos son tratamiento destinados a producir una capa protectora continua en la superficie del hormigón ( *Ilustración 59*).

Nota 1: El espesor está comprendido, generalmente, entre 0.1 mm y 5.0 mm. Ciertas aplicaciones pueden necesitar un espesor mayor que 5 mm.

Nota 2: Los conglomerantes pueden ser , por ejemplo, polímeros orgánicos, polímeros orgánicos que contengan como filler cemento o cemento hidráulico modificado con una dispersión de polímero.



*Ilustración 56 Esquema de revestimiento*

**Aplicación practica :**

En nuestra obra en cuestión se ha aplicado como revestimiento del muro pantalla una lechada impermeabilizante de color blanco de Vandex ( Ilustración 60), cuya ficha técnica se adjunta en el **Anexo III**.



*Ilustración 60 Lechada impermeabilizante blanca*

### 3.5. ENLACE DE MURO PANTALLA Y LOSA

A continuación se muestran posibles soluciones para resolver el encuentro del muro pantalla con la losa de cimentación o losas de sótanos.

#### **DETALLE 1 : Picado del muro pantalla $\geq 10$ cm para alojar armadura de conexión( Ilustración 61).**

Consiste en practicar una roza en el hormigón hasta la armadura del muro para poder empotrar las armaduras de conexión.

Puesto que se trata de un muro de 35 cm de espesor, esta solución no es adecuada porque produce gran debilitamiento del mismo .

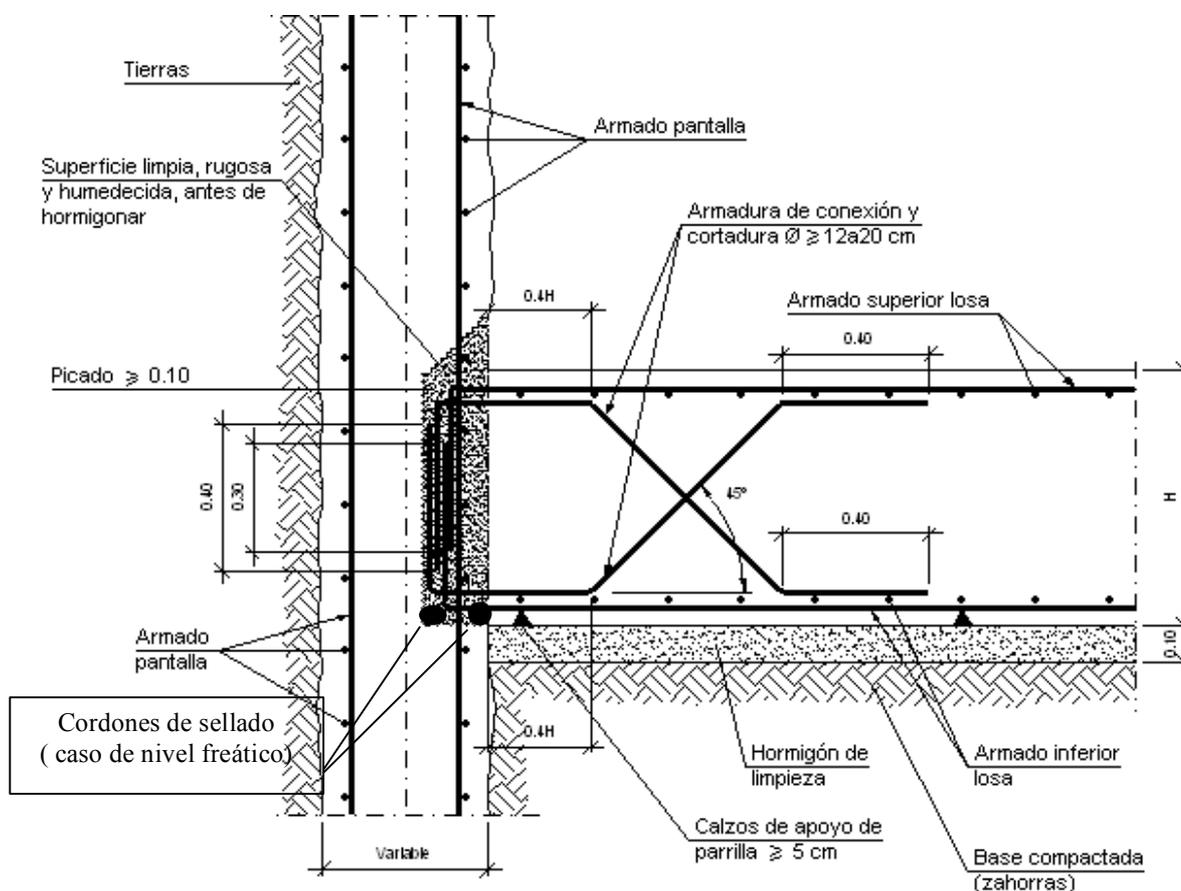


Ilustración 57 Detalle 1: Picado del muro pantalla para alojar armaduras de conexión (Vicente Ordura Vidal, 2015)

**DETALLE 2: Chapa de acero embebida en la jaula del muro pantalla ( Ilustración 62)**

Adoptar esta solución implica prever la colocación de unas chapas de acero, embebidas en la propia jaula del muro, para que una vez excavado el terreno y descubiertas, se sueldan a ellas unos conectores a los que enlazar el armado de la losa.

Plantea el inconveniente de necesitar labores de topografía y tomar precauciones al descender la jaula para evitar que puedan quedar a distinto nivel dificultando una correcta unión que impida absorber los esfuerzos a cortante. Hay que dejar alguna punta de barra o pivote que indique su posición al excavar, evitando demoliciones inútiles para su localización. El apartado 6.2. del artículo 66 de la EHE-08 dispone que en empalmes por solapo la separación máxima entre barras será  $4 \varnothing$  como máximo.

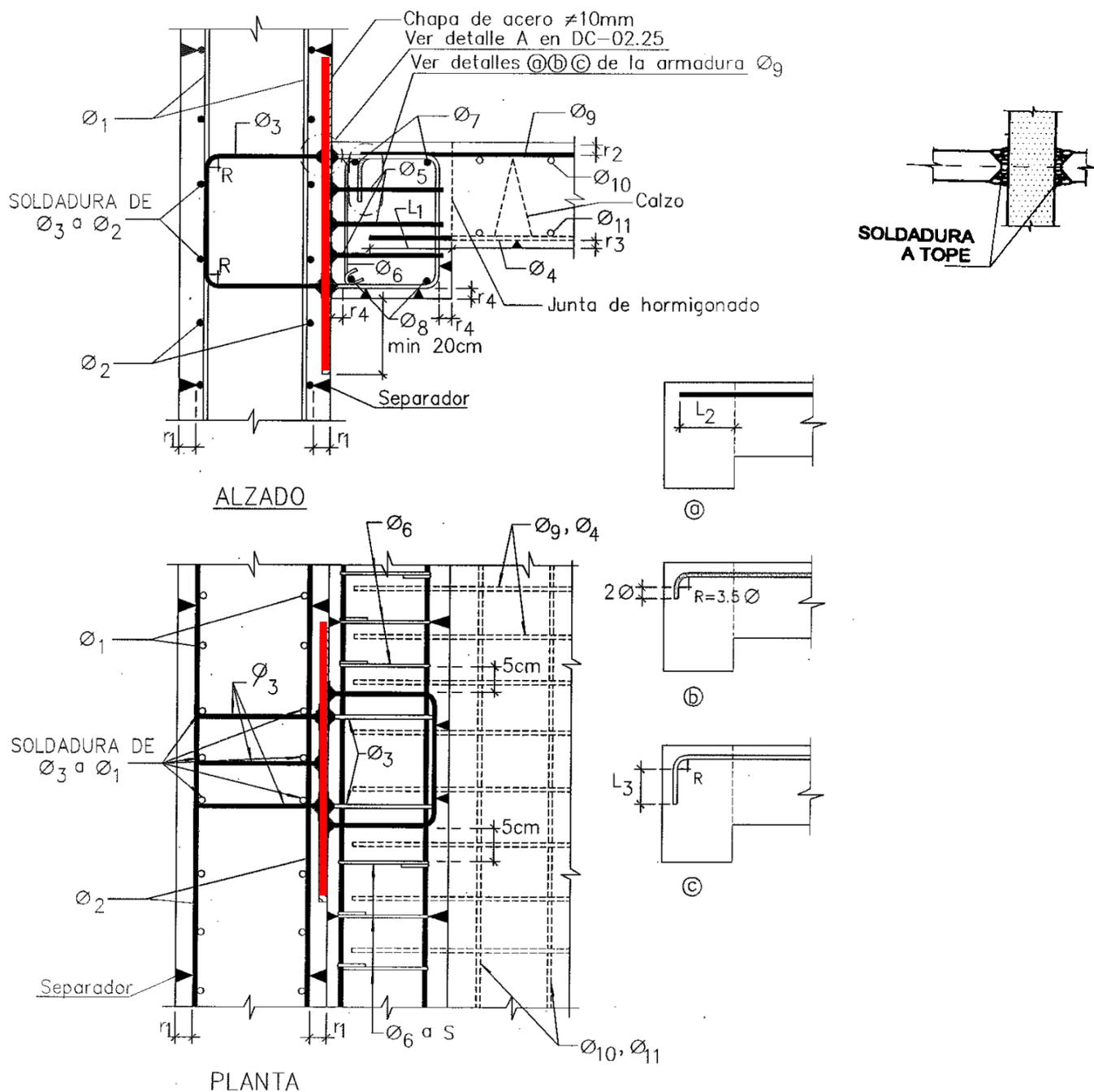


Ilustración 58 Detalle 2: Chapa de acero embebida en muro pantalla (Detalles Constructivos J. Calavera, 1993)

**DETALLE 3: Armadura de conexión doblada en la propia jaula del muro pantalla ( Ilustración 63).**

Esta solución implica dejar previstas, en la propia jaula de armaduras, unas barras dobladas ( esperas) que una vez excavado el terreno, se descubren picando la superficie del muro, se desdoblán y se enlazan con el armado de la losa.

Las esperas deben colocarse con gran precisión. Se corre el riesgo de no encontrarlas en su sitio si las armaduras se han movido durante el hormigonado. En previsión de tal inconveniente se puede prever dos filas de armaduras de espera ligeramente separadas. La primera fila estará situada a la cota teórica y la segunda 10 o 15 cm más baja. Únicamente se utilizara la segunda fila si las armaduras han subido durante el hormigonado (Schneebeli, 1974).

Se pueden prever pequeñas zonas sin hormigonar en el muro pantalla fijando en las armaduras unos bloques de poliestireno u otro material análogo. Esta técnica presenta gran dificultad provocada por el gran empuje del hormigón al irse llenando el panel. Los bloques de poliestireno pueden deslazarse y los huecos quedar fuera de sitio. En cualquier caso debe estar prohibida la utilización de cualquier encofrado perdido que pueda perjudicar el correcto hormigonado del muro. Siempre es más fácil y menos caro hacer aberturas mediante repicado del muro que reparar un panel mal hormigonado (Schneebeli, 1974).

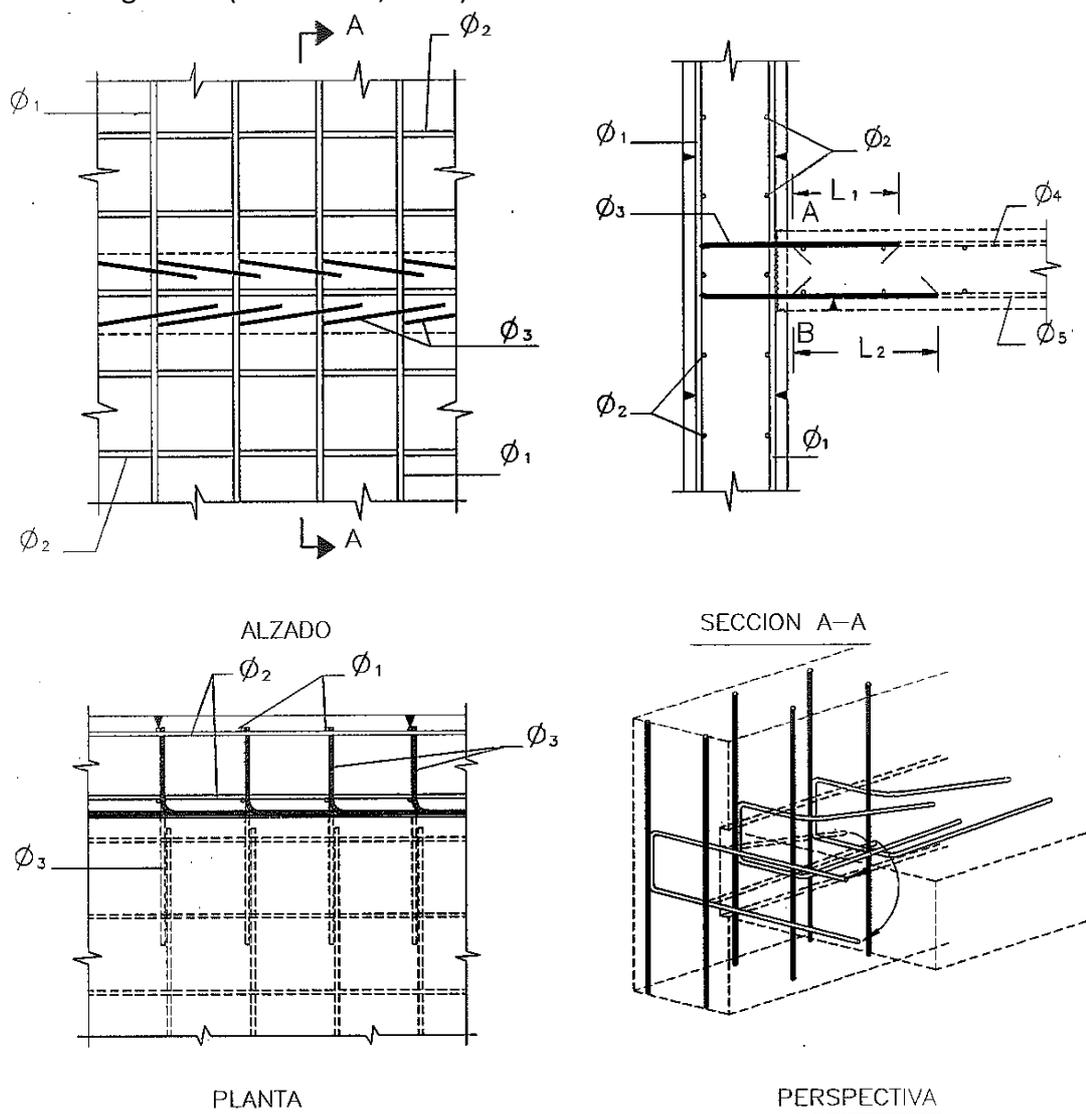


Ilustración 59 Detalle 3: Armadura de conexión doblada en muro pantalla (Detalles Constructivos J. Calavera, 1993)

**DETALLE 4: Cajeados puntuales en muro pantalla ( Ilustración 64)**

Esta solución permite empotrar, en zonas puntuales, la losa en el muro sin solapes de armaduras.

Para ello es necesario hacer reservas puntuales en el muro pantalla con encofrado de poliestireno expandido, el cual es retirado una vez excavado el terreno. Esta reserva se trata con resina y posterior relleno con hormigón sin retracción.

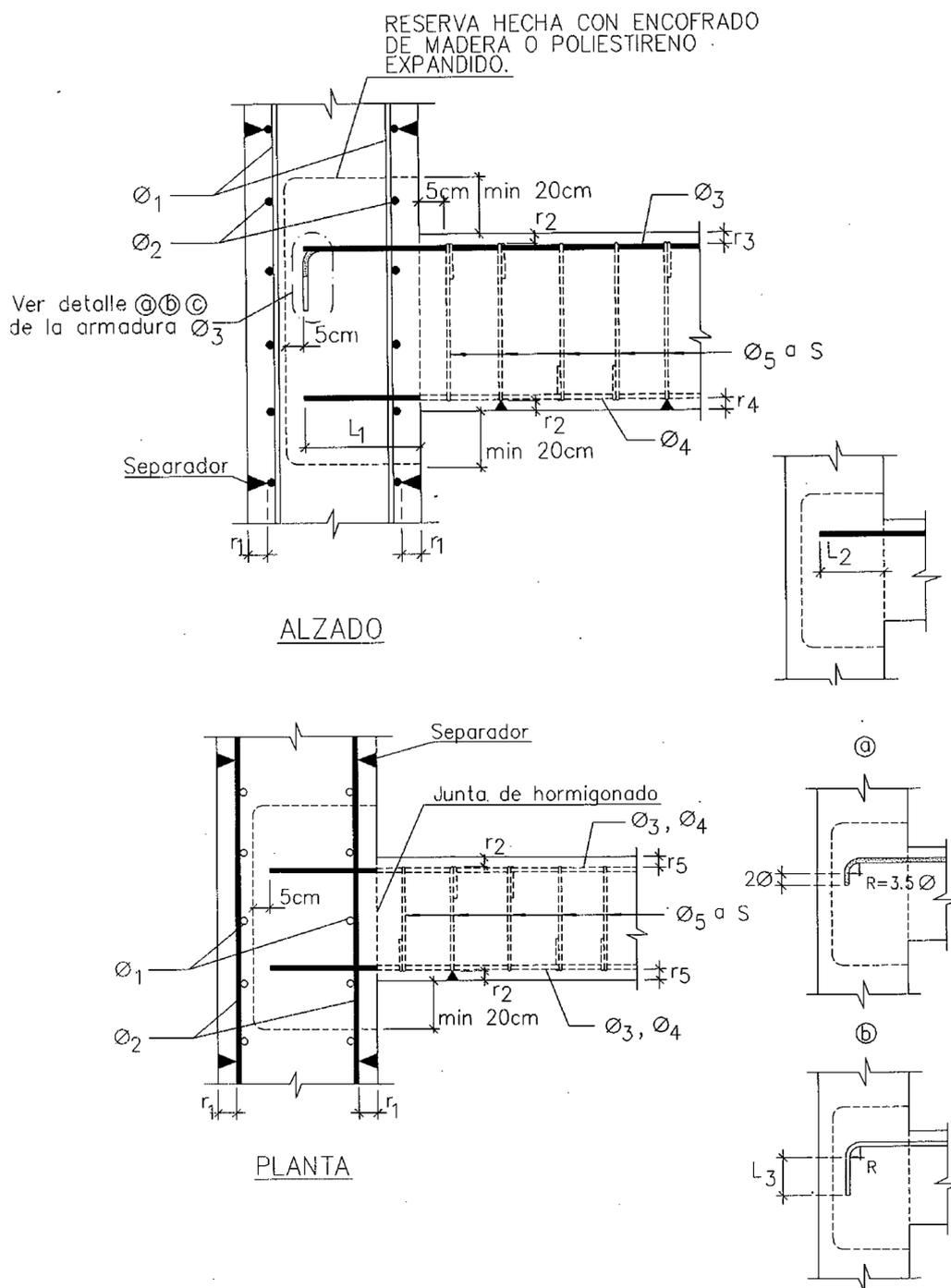


Ilustración 60 Cajeados puntuales en muro pantalla (Detalles Constructivos J. Calavera, 1993)

**Aplicación practica :**

**DETALLE 5:** Taladro en muro para alojar esperas (*Ilustración 65*)

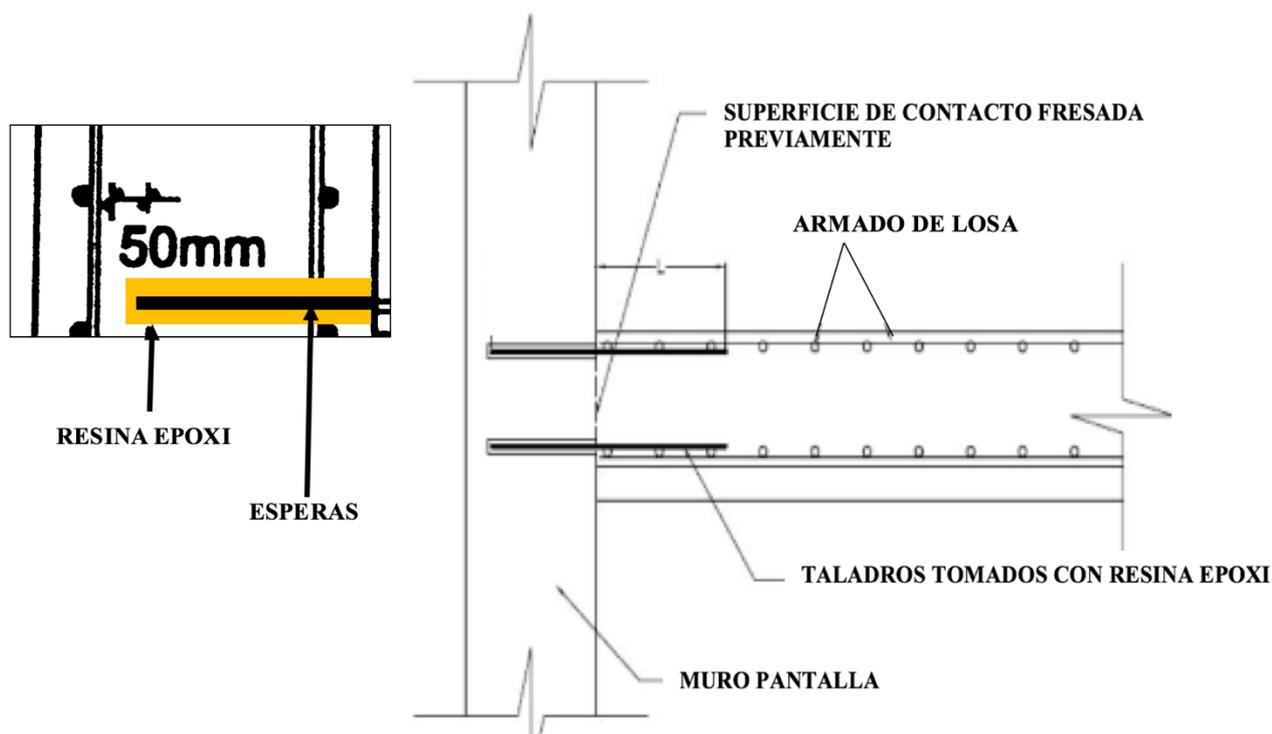
Puesto que se trata de un muro de pequeño espesor, se ha adoptado esta solución en cuanto que es la menos lo debilita.

Previa regularización de la zona de enlace, mediante un ligero fresado, se ha procedido a replantear la posición de los taladros (*Ilustración 66*), que deben tener un diámetro entre 2 y 5 mm mayor que el diámetro de las esperas. Con el replanteo de los taladros in situ aseguramos que éstos queden en el lugar correcto.

Realizados los taladros, se limpian y rellenan con resina especial que tiene un secado muy rápido, por lo que una vez rellenos los taladros se debe empotrar las esperas en pocos segundos.

Nota: Con la utilización de **taco químico** aseguramos que toda la profundidad de anclaje queda rellena con resina.

Las esperas deben empalmarse ( solapo) a la armadura de la losa (*Ilustración 67 y 68*). Es muy importante que las mismas estén dentro de la armadura para garantizar la transmisión de cargas de manera correcta. Recordemos que el apartado 6.2. del artículo 66 de la EHE dispone que en empalmes por solapo la separación máxima entre barras será  $4 \varnothing$  como máximo.



*Ilustración 61 Enlace de muro pantalla mediante taladros in situ*



*Ilustración 62 Replanteo taladros*



*Ilustración 63 Enlace de esperas con armado de la losa*



*Ilustración 64 Conectores con losa de sótano*

### 3.6. PROBLEMAS DE PERMEABILIDAD

#### Permeabilidad de las pantallas

Una de las razones por las cuales se ejecutan pantallas, proviene de su impermeabilidad.

El hormigón no puede considerarse como un elemento impermeable en sentido estricto. Un muro pantalla correctamente ejecutado, puede presentar manchas de humedad e incluso exudaciones, sin embargo, no pueden aceptarse filtraciones importantes, lo que implicaría soluciones muy costosas para su reparación.

Existen distintas **causas** por las cuales se producen filtraciones de agua (Ordura Vidal V., 2015):

#### a) La permeabilidad del propio Hormigón:

- Mezclas con elevadas relaciones Agua/Cemento ( mayores 0.6) bien por estar deficientemente mezcladas o por concentración de áridos gruesos ( por segregación).
- Coqueras de hormigón como consecuencia de lentejones de lodos o terrones de tierras enterrados en el hormigón.

Las excavaciones en seco, sin circulación de lodos, presentan el inconveniente de que parte del terreno disgregado por el agente perforador, se difunde en la zanja y es difícilmente remontado a la superficie. Aun cuando el posterior hormigonado trata de elevar esos restos, cualquier descuido en la ejecución del mismo, los enterraría en el interior de la pantalla, oclusionándola, provocando problemas de difícil solución.

Este problema puede solucionarse con el empleo del **hormigón autocompactante**, tal y como se muestra en la *ilustración 69*:

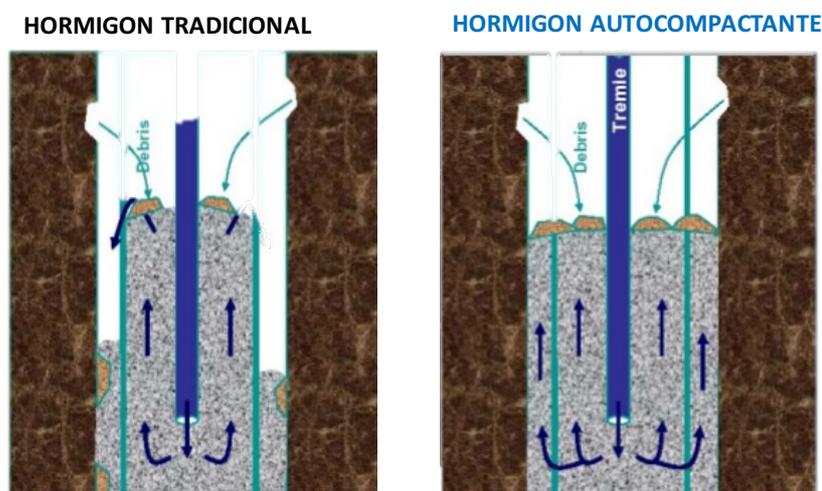


Ilustración 65 Hormigón autocompactante ( <https://www.slideshare.net/PrasadRaju26/scc-by-mlv-prasad>)

La EHE-08 (EHE, 2000) , define el hormigón autocompactante como *un hormigón capaz de fluir en el interior del encofrado o molde, llenándolo de forma natural, pasando entre las barras de armadura y consolidándose únicamente bajo la acción de su peso propio, sin ayuda de medios de compactación, y sin que se produzca segregación de sus componentes.*

Pese a que hormigón autocompactante (García Ballester) tiene mayor coste directo del material, por tener más aditivos en su composición, resulta ser más económico si se valora en conjunto las ventajas que ofrece, entre las que cabe resaltar:

- No necesita de un trabajador calificado para su puesta obra, dado que evitamos los sistemas de compactación del hormigón convencional.
- No requiere vibrado.
- Mejora la durabilidad en cuanto que reduce la cantidad de coqueas y poros.
- Debido a la alta compacidad, el grado de impermeabilidad es mayor que el hormigón tradicional.
- Ahorro en equipos y maquinaria.
- Permite que el hormigón penetre en zonas de congestión de armaduras.

Los ingredientes usados en las dosificaciones del HAC son prácticamente los mismos que los utilizados para el hormigón convencional vibrado, excepto que son mezclados en proporciones diferentes y en la adición de aditivos especiales ( Superfluidificantes + Filler calizo).

En el hormigón autocompactante las cantidades de árido grueso son menores que el hormigón tradicional, generalmente no pasan de un tamaño de 20mm. Este dato resulta interesante para la ejecución de un muro pantalla de 35 cm donde el tubo TREMIE resulta ser de un diámetro más pequeño.

**b) La permeabilidad de las JUNTAS** , es la principal causa de humedades, pueden deberse a distintas causas (Ordura Vidal V., 2015):

- Juntas de diseño inapropiadas ( juntas planas o de diámetro inadecuado).
- Contacto entre paneles defectuoso, por insuficiencia de machiembrado ( *Ilustración 70*).
- Imposibilidad de extracción del tubo junta
- Contaminación de las juntas ( *Ilustración 71*).

En ocasiones las juntas entre paneles, se quedan con tierras por algún desprendimiento de las paredes de la excavación y se hormigón sobre ellas. Estas tierras debido a la presión del nivel freático, se lavan y por ellas entra el agua, al intradós.



Ilustración 70 Desviaciones paneles (Schneebeli, 1974)

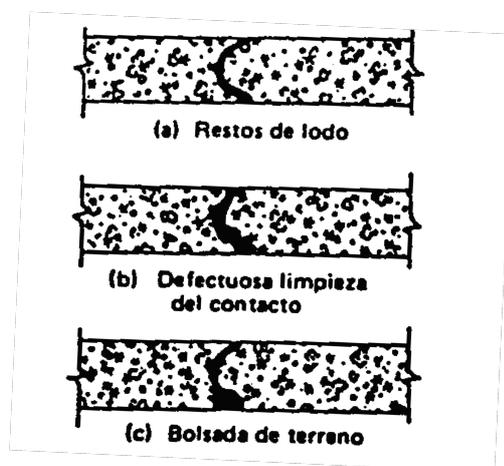


Ilustración 71 (ETSIE, Construcción II Control de Calidad de las Pantallas)

# Capítulo IV

## Gestión Económica y del Proceso

### 4.1. DIAGRAMA DE GANTT

Mediante el siguiente **Diagrama de Gantt** se recoge la planificación de las distintas actividades que intervienen en la ejecución del muro pantalla.

Para poder llevar a término la ejecución del muro pantalla en el escenario dado, he tenido en cuenta que una vez ejecutada la pantalla y antes de proceder a la excavación del solar, hay que ejecutar la cubierta, puesto que para la ejecución de la misma se precisa de maquinaria pesada que no podrían transitar por los forjados del garaje pues no están calculados para la circulación de la misma.

Por otro lado a la vez que se ha iniciado la excavación del terreno por bataches se ha procedido al fresado en fino de la pantalla seguido del arriostramiento definitivo del muro mediante las losas de los sótanos 1 y 2.

La tarea de ejecución de las losas del garaje en 7 tramos es la que mayor tiempo ha implicado.

#### DIAGRAMA DE GANTT:

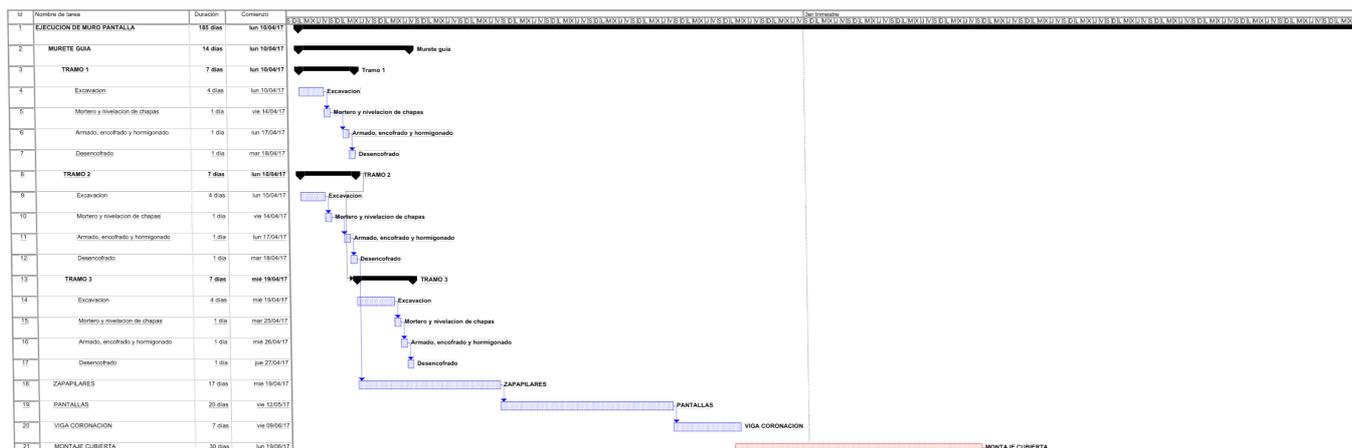
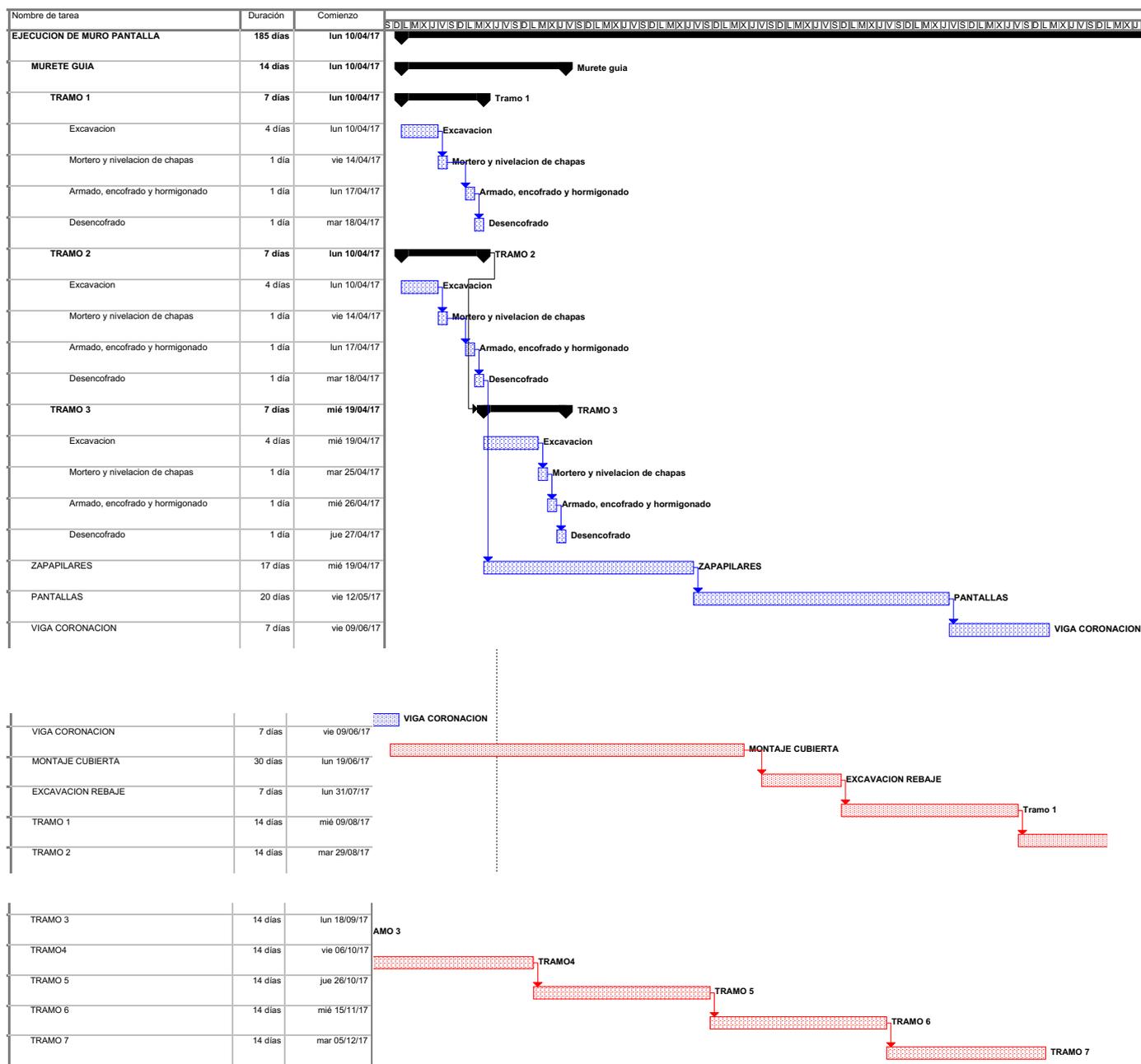


Ilustración 72 Diagrama de Gantt

Diagrama de Gantt, ampliado:



LEYENDA:

Tarea



Tarea crítica



Ilustración 73 Diagrama de Gantt ampliado

Para la ejecución de las distintas etapas que conlleva el muro pantalla, han intervenido, en el tiempo previsto, los siguientes recursos de mano de obra, resumidos en el siguiente histograma de mano de obra ( Ilustración 74)

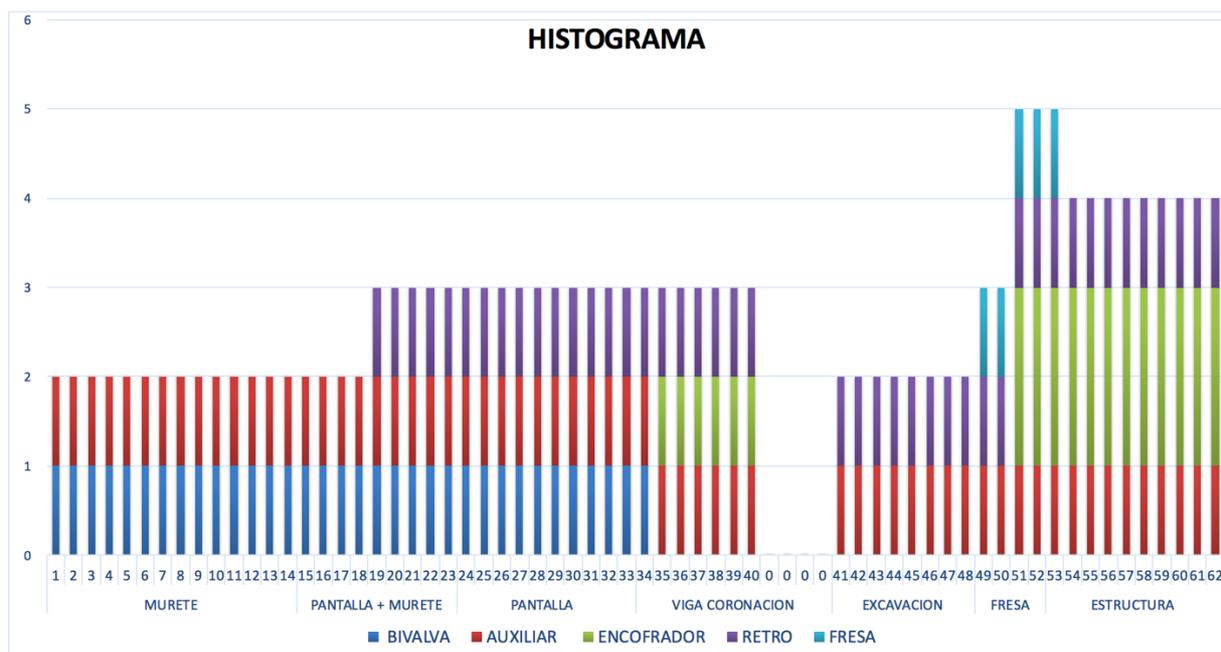


Ilustración 74 Histograma de mano de obra

#### 4.2. COSTE DEL MURO PANTALLA

El presupuesto generado en un estadio previo al proyecto, difícilmente puede coincidir con el coste final. Para que el presupuesto pueda ser un reflejo fidedigno de la partida a ejecutar tiene que estar suficientemente especificada la unidad de obra a realizar así como una correcta medición, de forma que refleje cuantitativa y cualitativamente cada uno de los componentes de la partida.

En el caso que nos ocupa, contratar la ejecución del muro pantalla ha generado un sobrecoste respecto de la estimación inicial del presupuesto.

Causas del sobrecoste:

1. Omisión en el presupuesto del fresado ( acabado fino) e impermeabilización del muro pantalla ( tratamiento de juntas), surgiendo inevitablemente trabajos no previstos que incrementan el precio final.

“ Los errores de proyecto y la falta de definición de los trabajos a realizar acaban encareciendo la obra, pues provocan la aparición de trabajos no previstos que se valorarán incrementando el precio inicial”.

2. Error en las mediciones. En el presupuesto inicial de proyecto se ha considerado una altura de pantalla de 7,50 metros en lugar de los 9,00 metros que se ha realizado:

**Presupuesto inicial:**

<b>1.2.2</b>	<b>M2</b>	<b>Excavación para muro pantalla con cuchara y con lodos tixotrópicos, en terreno areno-arcilloso o similar, de 35cm de espesor, incluso colocación de armaduras y vertido del hormigón, sin incluir acero y hormigón.</b>						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Muro			74,82		7,50	561,150		
						561,150	561,150	
		<b>Total m2 .....</b>			<b>561,150</b>	<b>66,75</b>	<b>37.456,76</b>	
<b>1.2.13</b>	<b>M3</b>	<b>Transporte de tierras de densidad media 1.50 t/m3, con camión volquete de carga máxima 15 t., a una distancia de 10 km., con velocidad media de 40 km/h., considerando tiempos de carga, ida, descarga y vuelta sin incluir carga.</b>						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Muro			74,82	0,35	7,50	196,403		
<b>2.5</b>	<b>M2</b>	<b>Pantalla continua de hormigón armado HA-25/F/20/IIa, con aditivo hidrofugante y acero B 500 S, de 35 cm de espesor y una cuantía media de 40 Kg/m2, excavada en terreno granular con lodos tixotrópicos , limpieza y doblado de armaduras y formación de la viga de coronación. Medida la superficie de pantalla con dimensiones tomadas en la obra, según NTE/CCP-7 y EHE-08.</b>						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Muro			74,82		7,50	561,150		
						561,150	561,150	
		<b>Total m2 .....</b>			<b>561,150</b>	<b>168,17</b>	<b>94.368,60</b>	

- El espesor real del muro pantalla ha resultado ser de 38 cm de espesor en lugar de 35 cm. Este hecho ha supuesto un sobre coste en cuanto que se emplea mayor cantidad de m3 de hormigón.
- Se ha tenido que emplear mortero de cemento para estabilizar las paredes de la excavación.
- La **maquinaria** posible para hacer realizar el muro pantalla en cuestión dados unos condicionantes determinados ( gálibo interior de la nave, huecos de acceso a obra, libertad de movimiento, etc.), es maquinaria de pequeña dimensión, con menor capacidad de carga y rendimiento, por tanto el tiempo empleado ha sido mayor que el que hubiera resultado de utilizar maquinaria con mayores prestaciones.

Contratar la ejecución del muro pantalla, de la obra en cuestión, tiene un coste de 177.745,94 euros. Este coste que nos ha facilitado la empresa que lo ejecutado ha sido elaborado teniendo en cuenta variables como magnitud de la obra, tipo de terreno, acceso a la obra, nivel freático, etc.:

Part.	Ud.	Descripción	Subtotal
<b>1.</b>		<b>SUMA TOTAL APROX.CAPITULO CIMENTACION</b>	<b>164.897,07</b>
1.01.	m³	DEMOLICIÓN DE CIMENTACIONES ANTIGUAS.	0,00
1.02.	m³	EXCAVACIÓN DE ZANJA DE LOS MURETES GUÍA.	3.875,75
1.03.	m³	MORTERO DE RELLENO.	4.234,34
1.04.	m	MURETE GUÍA PARA EJECUCIÓN MURO PANTALLA.	14.515,08
1.06.	m	VIGA DE CORONACIÓN EN PANTALLAS DE 0.35 m DE ESPESOR.	13.430,19
1.07.	Ud.	EQUIPO COMPLETO DE MÁQUINA PANTALLADORA Y/O AUXILIAR.	5.500,00
1.09.1.	m²	EJECUCIÓN DE MURO PANTALLA "PANTALLAX" DE TIPO I.	100.258,80
1.11.	h	EMPLEO DE TRÉPANO "PANTALLAX".	0,00
1.13.	h	HORAS DE PARADA.	0,00
1.14.	Ud.	TRANSPORTE Y RETIRADA FRESADORA DE "PANTALLAX".	2.500,00
1.15.	m²	FRESADO MURO PANTALLA ACABADO FINO "PANTALLAX".	8.349,84
1.19.	m	ENCUENTRO LOSA MURO "PANTALLAX".	7.107,90
1.19.1.	m	ENCUENTRO FORJADO MURO "PANTALLAX".	5.125,17
<b>2.</b>		<b>SUMA TOTAL APROX. CAPÍTULO IMPERMEABILIZACIÓN.</b>	<b>12.848,87</b>
2.03.	m	SELLADO DE JUNTAS VERTICALES Y/O HORIZONTALES.	6.489,07
2.07.	m²	IMPERMEABILIZACIÓN DE MUROS PANTALLA MEDIANTE EL SISTEMA IMPER WHITE DE "PANTALLAX".	6.359,80
<b>TOTAL PRESCRIPTOR</b>			<b>177.745,94 €</b>

Ilustración 66 Coste real de contratar la ejecución del muro pantalla

En el siguiente cuadro se recoge el desvío de coste surgido entre la estimación inicial y el coste real de contratar la realización del muro pantalla ( 44.482,04 euros).

No obstante teniendo en cuenta que el coste que oferta la empresa de muros pantalla, lleva incorporado el beneficio, he calculado el coste que le supondría a la empresa de muros pantalla ejecutar el propio muro ( 139.709,12 euros), a través de precios descompuestos.

**Desviación:**

UD	Partida	Largo	Ancho	Alto	Total medicion	Precio	Coste de ejecutar el MURO PANTALLA	PRESUPUESTO ( coste estimado de contratar MP )	Coste de contratar la ejecucion MP
M2	Excavacion para muro pantalla con cuchara y lodos tixotropicos, en terreno areno-arcilloso o similar, de 35 cm de espesor, incluso coloccion de armaduras y vertido del hormigón, sin incluir acero y hormigón.	74,82		7,50	561,15	66,75		37.456,76	
M3	Transporte de tierras de densidad media 1.50 T/M3, con camion volquete de carga máxima 15 toneladas, a una distancia de 10 km, con una velocidad media de 40 Km/ hora, considerando tiempos de carga, de ida, descarga y vuelta sin incluir carga.	74,82	0,35	7,50	196,40	7,32		1.437,67	
M2	Pantalla continua de hormigón armado HA-25/f/20/IIA, con aditivo hidrofugante y acero B 500S, de 35 cm de espesor y una cuantia media de 40 KG/m2, excavada en terreno granular con lodos tixotrópicos, limpieza y doblado de armaduras y formacion de la viga de coronacion. Medida la superficie de la pantalla con dimensiones tomadas en la obra, según NTE/CCP-7 y EHE-08.	74,82		7,50	561,15	168,17		94.368,60	
M3	Excavacion de la zanja para muretes guía						2.713,03		3.875,75
M3	Mortero de relleno						2.964,04		4.234,34
M	Murete guía para la ejecucion del muro pantalla	80,00				101,10	8.088,00		14.515,00
M	Viga de coronacion en pantallas de 0,35m de espesor	74,82				133,96	10.022,89		13.430,19
UD	Equipo completo máquina pantalladora y/o auxiliar						2.500,00		5.500,00
M2	Ejecucion muro pantalla PANTALLAX Tipo I	80,00		9,00	720,00	111,27	80.114,40		100.258,00
UD	Transporte y retirada de la Fresadora de PANTALLAX						2.500,00		2.500,00
M2	Fresado acabado fino PANTALLAX	74,82		5,00	374,10	15,31	5.727,47		8.349,84
M	Encuentro de la losa muro PANTALLAX	74,82				69,34	5.188,02		7.107,90
M	Encuentro forjado muro PANTALLAX	74,82				69,34	5.188,02		5.125,17
M	Sellado de juntas verticales y/o horizontales	140,00				67,64	9.469,60		6.489,07
M2	Impermeabilizacion muro pantalla mediante sistema IMPER WHITE de PANTALLAX	74,82		5,00	374,10	13,99	5.233,66		6.359,80
							139.709,12	133.263,02	177.745,06
								DESVIO (25%)	-44.482,04

**Precios descompuestos**

**M** murete guía, para muro pantalla, de hormigón armado de sección 70x25 cm; realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 25 kg/m; montaje y desmontaje del sistema de encofrado recuperable metálico a dos caras. Incluso alambre de atar, separadores y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra. El precio incluye la demolición del murete guía con retroexcavadora con martillo rompedor y la carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales (1)</b>				
m <sup>2</sup>	Paneles metálicos de varias dimensiones, para encofrar elementos de hormigón.	0,01	52,00	0,36
m	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	0,03	4,39	0,12
Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	0,02	13,37	0,24
m	Fleje de acero galvanizado, para encofrado metálico.	0,14	0,29	0,04
kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,27	1,10	0,3
kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,14	7,00	0,98
l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrado	0,04	1,98	0,08
Ud	Separador homologado para cimentaciones.	3,00	0,13	0,39
kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 5	25,00	0,81	20,25
m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/Ila, fabricado en central.	0,40	78,00	31,2
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>53,96</b>
<b>Equipo y maquinaria (2)</b>				
h	Retroexcavadora hidráulica sobre cadenas	0,23	50,00	11,65
h	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.	0,12	45,00	5,40
<b>Subtotal equipo y maquinaria</b>				<b>17,05</b>
<b>Mano de obra (3)</b>				
h	Oficial 1 <sup>a</sup> encofrador.	0,42	20,00	8,48
h	Ayudante encofrador.	0,57	17,25	9,76
h	Oficial 1 <sup>a</sup> ferrallista.	0,10	20,00	2,02
h	Ayudante ferrallista.	0,10	17,25	1,74
h	Oficial 1 <sup>a</sup> estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,03	20,00	0,54
h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,11	17,25	1,88
h	Peón ordinario construcción.	0,23	16,16	3,77
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>28,19</b>
<b>Costes directos complementarios (4)</b>				
%	Costes directos complementarios	2	99,20	1,98
<b>Costes directos (1+2+3+4)</b>				<b>101,19</b>

**M** Viga de atado de hormigón armado para paneles de muro pantalla, de 35x100 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 65 kg/m; montaje y desmontaje del sistema de encofrado recuperable metálico. Incluso alambre de atar, separadores, armaduras de espera para pilares que descansan sobre la viga de atado y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales (1)</b>				
m <sup>2</sup>	Paneles metálicos de varias dimensiones, para encofrar elementos de hormigón.	0,01	52,00	0,52
m	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	0,04	4,39	0,18
Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	0,03	13,37	0,35
m	Fleje de acero galvanizado, para encofrado metálico.	0,20	0,29	0,06
kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,62	1,10	0,68
kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,20	7,00	1,40
l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrado.	0,06	1,98	0,12
Ud	Separador homologado para vigas.	3,00	0,08	0,24
kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S.	65,00	0,81	52,65
m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	0,37	76,88	28,29
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>84,48</b>
<b>Mano de obra (2)</b>				
h	Oficial 1 <sup>º</sup> encofrador.	0,61	20,00	12,12
h	Ayudante encofrador.	0,81	17,25	13,94
h	Oficial 1 <sup>º</sup> ferrallista.	0,26	20,00	5,26
h	Ayudante ferrallista.	0,26	17,25	4,54
h	Oficial 1 <sup>º</sup> estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,12	20,00	2,48
h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,50	17,25	8,54
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>46,87</b>
<b>Costes directos complementarios (3)</b>				
%	Costes directos complementarios	2	131,36	2,63
<b>Costes directos (1+2+3)</b>				<b>133,98</b>

**M2** Muro pantalla de hormigón armado de 35 cm de espesor y hasta 14 m de profundidad, o hasta encontrar roca o capas duras de terreno, realizado por bataches de hasta 1,70 m de longitud, excavados en terreno cohesivo estable sin rechazo en el SPT, sin uso de lodos tixotrópicos; realizado con hormigón HA-25/F/12/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, con hormigonado continuo en seco a través de tubo Tremie, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 30 kg/m<sup>2</sup>. Incluso alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales (1)</b>				
Ud	Separador homologado para muros pantalla.	2,00	0,09	0,18
kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S.	30,00	0,85	25,50
kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,18	1,10	0,20
m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/F/12/IIa, fabricado en central.	0,50	83,88	41,94
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>67,82</b>
<b>Equipo y maquinaria (2)</b>				
h	Maquinaria para excavación de muro pantalla de 35 cm de espesor y hasta 14 m de profundidad.	0,40	40,00	16,00
h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m.	0,15	80,00	12,00
<b>Subtotal equipo y maquinaria</b>				<b>28</b>
<b>Mano de obra (3)</b>				
h	Oficial 1 <sup>a</sup> ferrallista.	0,15	20,00	3,04
h	Ayudante ferrallista.	0,15	17,25	2,62
h	Oficial 1 <sup>a</sup> estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,09	20,00	1,82
h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,36	17,25	6,28
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>13,761</b>
<b>Costes directos complementarios (4)</b>				
%	Costes directos complementarios	2	109,58	2,19
<b>Costes directos (1+2+3+4)</b>				<b>111,77</b>

**M2** Regularización de los paramentos verticales del intradós de muro pantalla de hormigón armado, mediante fresadora, "PANTALLAX", desbastando de 3 a 5 cm de espesor para eliminar los resaltes resultantes del hormigonado contra el terreno, y decapar la superficie con acabado fino, para revestir, y carga de escombros sobre camión o contenedor.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Equipo y maquinaria (1)</b>				
h	Equipo de fresado "PANTALLAX", para muro pantalla.	0,211	67,39	14,22
h	Mini pala cargadora sobre neumáticos, de 52 kW/1 m <sup>3</sup> kW.	0,024	32,78	0,79
<b>Subtotal equipo y maquinaria</b>				<b>15,01</b>
<b>Costes directos complementarios (2)</b>				
%	Costes directos complementarios	2	15,01	0,3
<b>Costes directos (1+2)</b>				<b>15,31</b>

**M** Encuentro de muro pantalla y losa de cimentación, mediante sistema "PANTALLAX", compuesto por 2 barras corrugadas de 16 mm de diámetro y 100 cm de longitud, de acero UNE-EN 10080 B 500 S, fijadas con resina epoxi cada 400 cm en orificios de 20 mm de diámetro y 250 mm de profundidad, practicados en rebaje perimetral con forma de media caña, de 5 cm de profundidad, ejecutado mediante

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales (1)</b>				
Ud	Cartucho de adhesivo tixotrópico de dos componentes a base de resina epoxi, de 330 ml	0,325	29,73	9,66
kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin	7,9	0,62	4,90
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>14,56</b>
<b>Equipo y maquinaria (2)</b>				
h	Equipo de fresado "PANTALLAX", para muro pantalla.	0,382	67,39	25,74
h	Mini pala cargadora sobre neumáticos, de 52 kW/1 m <sup>3</sup> kW.	0,383	32,78	12,55
h	Aplicador manual para cartuchos de inyección de resinas, con accesorio mezclador.	1,255	1,54	1,93
<b>Subtotal equipo y maquinaria:</b>				<b>40,23</b>
<b>Mano de obra (3)</b>				
h	Oficial 1 <sup>º</sup> estructurista.	0,354	20,00	7,08
h	Ayudante estructurista.	0,354	17,25	6,11
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>13,19</b>
<b>Costes directos complementarios (4)</b>				
%	Costes directos complementarios	2	67,98	1,36
<b>Costes directos (1+2+3+4)</b>				<b>69,34</b>

**ML** Tratamiento impermeabilizante de junta de hormigonado en muro de sótano de hormigón, por encima del nivel freático, con sistema "PANTALLAX", compuesto por apertura y saneado de la junta mediante roza de 5x5 cm; obturación instantánea de vía de agua en el interior de la roza, sistema Rapid, con mortero de fraguado ultrarrápido; limpieza de la junta mediante proyección de agua a presión, sistema Proyec; aplicación como puente de unión, sistema Osmotic, de mortero impermeabilizante, con un rendimiento de 1 kg/m<sup>2</sup>; sellado de junta, sistema Mortar, con mortero para reparación e impermeabilización, con un rendimiento de 5 kg/m y acabado de refuerzo, sistema Elastic, con lechada impermeabilizante elástica, color gris cemento, que actúa como barrera elástica superficial, con un rendimiento de 1,5 kg/m<sup>2</sup> la primera capa y 1,5 kg/m<sup>2</sup> la segunda capa.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales (1)</b>				
kg	Mortero de fraguado ultrarrápido, para obturación de vías de agua, sistema Rapid "PAN"	0,10	2,10	0,21
kg	Mortero impermeabilizante, color gris cemento, compuesto de cemento Portland, arena	1,00	1,80	1,80
kg	Mortero para reparación e impermeabilización de superficies, sistema Mortar "PANTALL"	5,00	0,90	4,50
kg	Lechada impermeabilizante elástica, color gris cemento, compuesta de cemento Portlan	3,00	3,90	11,70
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>18,21</b>
<b>Equipo y maquinaria (2)</b>				
h	Equipo de chorro de agua a presión.	0,09	5,14	0,47
h	Grupo electrógeno insonorizado, trifásico, de 45 kVA de potencia.	0,09	4,80	0,44
<b>Subtotal equipo y</b>				<b>0,90</b>
<b>Mano de obra (3)</b>				
h	Oficial 1 <sup>º</sup> aplicador de productos impermeabilizantes.	0,10	17,54	1,77
h	Ayudante aplicador de productos impermeabilizantes.	0,10	16,43	1,66
<b>Subtotal mano de</b>				<b>3,43</b>
<b>Costes directos complementarios (4)</b>				
%	Costes directos complementarios	2,00	22,55	45,09
<b>Costes directos (1+2+3+4)</b>				<b>67,64</b>

**M2** Impermeabilización de la cara interior de muro de hormigón en contacto con el terreno mediante sistema Imper White "PANTALLAX", compuesto por lechada impermeabilizante, color blanco, que actúa como barrera superficial, aplicada en dos capas, con un rendimiento de 3,5 kg/m<sup>2</sup> la primera capa y 3,5 kg/m<sup>2</sup> la segunda capa.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales (1)</b>				
kg	Lechada impermeabilizante, color blanco, compuesta de cemento Portland, arena de cuarzo	7	1,21	8,47
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>8,47</b>
<b>Equipo y maquinaria (2)</b>				
h	Mezcladora-bombeadora para morteros y yesos proyectados, de 3 m <sup>3</sup> /h.	0,1	7,95	0,8
<b>Subtotal equipo y maquinaria</b>				<b>0,8</b>
<b>Mano de obra (3)</b>				
h	Oficial 1 <sup>a</sup> aplicador de productos impermeabilizantes.	0,131	17,54	2,3
h	Ayudante aplicador de productos impermeabilizantes.	0,131	16,43	2,15
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>4,45</b>
<b>Costes directos complementarios (4)</b>				
%	Costes directos complementarios	2	13,72	0,27
<b>Costes directos (1+2+3+4)</b>				<b>13,99</b>

### 4.3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

---

#### Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) durante los trabajos previos

---

##### Riesgos:

- Salpicaduras y contacto con sustancias nocivas en el vertido del hormigón.
- Cortes, golpes y atrapamientos durante los trabajos de encofrado y desencofrado y movimiento con la canaleta de la hormigonera.
- Caída de objetos por desprendimientos del terreno de la zanja.

##### Medidas preventivas:

- Delimitar perfectamente la zona de trabajo.
- Organizar el tráfico y señalizar las zonas de trabajo.
- No realizar esfuerzos innecesarios ni adoptar posturas incorrectas.
- Utilizar siempre que sea posible medios mecánicos para el movimiento de objetos pesados.
- Empleo de gafas de protección contra proyecciones al hormigonar.
- Utilización de guantes que eviten el contacto con el hormigón.
- Eliminar clavos y puntas de encofrado.
- Buena visibilidad en la zona de trabajo.
- Prohibición de acopiar tierra y/o materiales a una distancia inferior a 2 metros del borde la zanja.

---

#### Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) durante la excavación

---

##### Construcción de la pantalla:

##### Riesgos:

- Contacto e inhalación de partículas ( manipulación de sacos de bentonita, si se utiliza).
- Caídas al mismo nivel por al estado de la plataforma de trabajo o materiales en las zonas de paso.
- Caídas a distinto nivel.
- Atropellos y golpes con las máquinas.
- Vuelco de maquinaria por cambios de posición en terrenos irregulares, embarrados o blandos.
- Ruidos por presencia simultánea de maquinaria y vehículos a motor.
- Contactos eléctricos por utilización de equipos con tensión, reparación de maquinaria.

### Medidas preventivas:

- Delimitar la zona de trabajo.
- Ante la repercusión y las vibraciones en los edificios colindantes, se colocaran los testigos con fecha, que se controlaran continuamente.
- Durante la fabricación del lodo es obligatorio el empleo de mascarilla de protección antipolvo y gafas de protección para evitar proyecciones.
- Mantener el orden y limpieza en la obra.
- La plataforma de trabajo será estable, horizontal, con el terreno compacto, sin hundimientos.
- Retirada de terrenos excavados.
- Proteger el perímetro de las zanjas, paneles, orificio de junta, etc. con vallado perimetral o plataformas resistentes tipo tramex.
- Durante la excavación se deberá delimitar el área de excavación, mediante vallas, nadie podrá introducirse dentro del área delimitada mientras la pantalladora este en movimiento.
- Los bataches concluidos a la espera de la introducción de la armadura serán cubiertos con planchas de tramex.
- Para medir la profundidad del batache el ayudante deberá emplear un arnés de seguridad anclado a un punto fijo.
- Está prohibido saltar de un lado a otro del batache.
- Está prohibido la presencia del personal en la zona de excavación y en el radio de acción de la máquina.
- Deberá existir coordinación entre el maquinista y los ayudantes siempre que la maquina este en movimiento.
- Mantener el contacto visual entre el maquinista y ayudante
- Prestar atención a la señalización luminosa y sonora de los vehículos
- No pasar por detrás de las maquinas en movimiento
- Utilizar ropa reflectante
- Siempre que se deba acceder a la zona de trabajo de la cuchara o radio de acción de la máquina, el ayudante deberá advertir al maquinista de su presencia. Este a su vez interrumpirá los trabajos hasta haber comprobado que el ayudante se encuentra alejado del radio de acción de la máquina.
- Utilización de protección auditiva en ambientes ruidosos.
- Los equipos tendrán toma a tierra e interruptores diferenciales
- Mantener en buen estado las conexiones y los cables ( no emplear empalmes no homologados)
- Señalizar y delimitar las zonas de trabajo con riesgo eléctrico
- Los montajes y desmontajes eléctricos se realizaran por personal autorizado y cualificado.
- Proteger los cables eléctricos en zonas de paso de maquinaria.

---

### **Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) durante la colocación y extracción de la junta**

---

#### **Riesgos:**

- Atrapamiento por izado, traslado e introducción de la junta.
- Golpes y cortes.
- Golpes y cortes.
- Caída al batache excavado mientras se introduce la junta, o bien caídas desde escaleras u otras superficies para acoplar la junta.
- Desprendimiento de objetos ( izado, traslado e introducción de la junta)

#### **Medidas preventivas:**

- Deberá existir coordinación entre el maquinista y los ayudantes siempre que la maquina este en movimiento. Las indicaciones las efectuara una única persona.
- El acopio de las juntas se realizara en una superficie horizontal y alejada de desniveles.
- La junta se guiará con sogá.
- Se deberá usar guantes para manipular las herramientas manuales.
- Está prohibido arrastrar las juntas hasta el lugar de montaje.
- Cuando haya que acceder a zonas elevadas, se deberán utilizar los medios adecuados.
- El batache excavado deberá protegerse con planchas tipo tramex en caso de existir riesgo de caída al panel.
- Queda prohibido situarse bajo cargas suspendidas.
- El gruista no abandonara los mandos de la maquina con cargas suspendidas.
- Antes de eslingar la junta se comprobará que los elementos de izado son adecuados a su peso.

---

### **Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) durante la introducción de la armadura**

---

#### **Riesgos:**

- Caída de la armadura durante su izado, traslado e introducción.
- Cortes, golpes y atrapamientos en el manejo de la ferralla, introducción y acoplamiento de la armadura.
- Quemaduras
- Caídas al interior del batache al introducir la armadura.

### Medidas preventivas:

- Comprobar que las soldaduras están correctamente realizadas y son suficientes.
- Comprobar que los elementos de enganche están en perfecto estado de uso.
- Balizar de forma provisional, la zona de izado, y restringir el paso de personas y vehículos.
- Prohibido situarse bajo cargas suspendidas.
- Antes de elevar la armadura se debe comprobar que su peso es inferior a la capacidad de carga de la grúa.
- Izada la armadura, se aproximará al batache mediante un traslado lento de la grúa manteniendo a medio metro del suelo el extremo de la armadura.
- Para controlar el movimiento de la armadura, se emplearán cuerdas de retenida arada a un metro de la base de estas.
- Prohibido manejar la armadura con las manos para introducirla en los baches.
- Nadie deberá situarse junto al batache durante la maniobra de aproximación de la armadura.
- Introducido el primera tramo de armadura se colocaran las planchas de tramex .
- La colocación de separadores se realizará de forma coordinada, deberá haber una persona encargada de efectuar la señalización al gruista.
- Está prohibida la introducción de las manos dentro de los hierros para colocar los separadores.
- Está prohibido apoyar los pies sobre los hierros durante la introducción de la armadura.
- El gruista no deberá bajar la armadura hasta haberse cerciorado que ningún operario permanezca en contacto con los hierros.
- Tanto el soldador como el ayudante deberán emplear los equipos de protección individuales adecuados ( careta, mandil, manguitos, guantes, etc).
- No utilizar el chaleco reflectante mientras se suelda o corta.
- Está prohibido trepar por la armadura.
- Los baches deberán estar protegidos con vallado y señalización que advierta el riesgo.

---

### Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) durante el hormigonado

---

#### Riesgos:

- Salpicaduras de hormigón durante el hormigonado del batache.
- Contacto con sustancias nocivas, contacto del hormigón con la piel.
- Cortes, golpes y atrapamientos ( tubo tremie y canaleta del camión hormigonera).
- Caídas al batache mientras se introduce la tubería.

#### Medidas preventivas:

- Se limpiará el tubo tremie después de utilizarlo.
- Es obligatorio el uso de gafas antisalpicaduras para evitar afecciones en los ojos.
- Está prohibido tocar el hormigón con las manos desnudas. Es obligatorio utilizar guantes de protección.

- Está prohibido sujetar el embudo o la canaleta del camión con las manos.
- Aplomar el tuno tremie antes del izado.
- El camión hormigonera deberá estar completamente en parada antes de desplegar la canaleta.
- Los tubos de hormigonado se deben manejar en columnas cortas.
- El embudo de vertido del hormigón se orientara para su introducción en el batache.
- Está prohibido permanecer bajo el tubo tremie.
- La extracción del tubo se realizara lentamente una vez alejado el personal y el camión.
- Se mantendrá la plataforma de trabajo limpia.

---

### **Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) durante la ejecución de la viga de coronación**

---

#### **Riesgos:**

- Salpicaduras de hormigón y contacto de éste con la piel.
- Vibraciones por la utilización del martillo neumático.
- Cortes, golpes y atrapamientos por utilización de la radial y oxicorte de armadura, martillo, compresor y ferralla.

#### **Medidas preventivas:**

- Es obligatorio el uso de gafas antisalpicaduras para evitar afecciones en los ojos.
- No tocar el hormigón con las manos. Utilizar siempre guantes de protección.
- Descansos frecuentes por manejo del martillo. El personal tiene que ir rotando en estas labores a lo largo del día.
- Utilizar los equipos de protección individuales ( guantes, gafas, protección auditiva, etc.)
- Mantener la zona de trabajo ordenada y limpia.
- Recoger los desperdicios, puntas, alambres, recortes de ferralla, etc.
- Antes de picar, comprobar que el compresor y el martillo estén en orden, los enganches de la manguera estén correctos y protegidos ante el paso de vehículos.
- Nunca dejar el martillo clavado de pie, siempre tumbado y desconectado

---

### **Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) durante el vaciado**

---

#### **Riesgos:**

- Repercusión en las estructuras de edificaciones colindantes ( por descalce, etc.).
- Desplome de elementos de estructuras colindantes afectadas.
- Desplome de tierras.
- Deslizamientos de la coronación de taludes.
- Desplome de tierras por filtraciones.
- Desplome de tierras por bolos ocultos.
- Desplome de tierras por sobrecarga de los bordes de coronación de taludes.

- Desprendimiento de tierras por alteración del corte por exposición a la intemperie durante largo tiempo.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria de movimiento de tierras
- Caída de personas, vehículos, maquinaria u objetos desde el borde de coronación de la excavación.
- Interferencias con conducciones de agua enterradas.
- Interferencia con conducciones de energía eléctrica.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Otros.

#### **Medidas preventivas:**

- Previamente a cualquier excavación se debe investigar sobre la existencia de instalaciones subterráneas referente a la ubicación de instalaciones subterráneas ( cables eléctricos, tuberías de agua, desagüe, combustibles, gas o líneas de fibra óptica).
- Debe evaluarse el tipo de suelo para determinar el tipo de protección conveniente.
- Antes de comenzar los trabajos tras cualquier parada se inspeccionará el estado de las medianerías, cimentaciones, etc. de los edificios colindantes.
- En la realización de excavaciones para obtener el vaciado de un terreno, cuando la profundidad a obtener sea mayor a 1,50 metros se utilizara un procedimiento de entibar las paredes de excavación, o en caso de no entibarse, se puede proceder manteniendo los taludes naturales del terreno a excavar, los ángulos de estos taludes tienen distintos valores en función del tipo de terreno, a saber:
  - Para terrenos no cohesivos o blandos; el ángulo del talud será de 45º.
  - Para terrenos cohesivos, el ángulo del talud será de 60º.
  - Para terrenos rocosos, el ángulo del talud será de 80º.

Cuando existan alteraciones en el terreno a excavar o en sus proximidades, tales como vibraciones por circulación de vehículos pesados, rellenos mal compactados, etc.; se reducirán los valores de los ángulos anteriormente indicados.

No se permitirá almacenar o acopiar materiales o tierras a una distancia del borde de la excavación, inferior a 60 cm.

- Antes de comenzar los trabajos tras cualquier parada se inspeccionará el estado de los apuntalamientos o apeos hechos a la construcciones colindantes
- En caso de presencia de agua en la obra ( nivel freático alto, lluvias e inundaciones por rotura de conducciones), se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes o cimentaciones próximas.
- Durante la excavación antes de proseguir el frente de avance se eliminaran bolos y viseras inestables.

- El frente de avance y taludes laterales del vaciado serán revisados antes de reanudar las tareas interrumpidas por cualquier causa, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento.
- Se señalizará mediante una línea ( yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación, de 2 metros , al borde de vaciado ( como norma general).
- La coronación de los taludes del vaciado a las que deben acceder las personas mediante una **barandilla** de 90 cm de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situada a 2 metros. Si la excavación estuviera expuesta a vibraciones o compresión causadas por vehículos, equipos o de otro origen, las barreras de protección deberán instalarse a no menos de 3 metros del borde la excavación. Si la excavación tuviera más de 3 metros de profundidad, esa distancia desde el borde se aumentará un 1 metro por cada 2 metros de profundidad adicional.
- En caso de personal que trabaje a partir de 1.20 metros de profundidad se debe proporcionar una escalera u otro medio equivalente. Se debe proveer **acceso** adecuado a las excavaciones, se utilizarán preferentemente, escaleras fijas o rampas. Las escalera debe sobresalir por lo menos 1 metro sobre la superficie del terreno y sujetarse para evitar movimientos.
- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 metros del borde de coronación del talud del vaciado sin protección, se efectuara sujeto con un cinturón de seguridad, amarrado a un punto fuerte.
- Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables
- El supervisor debe verificar que los trabajadores usen una soga de nylon en la cintura y dejen el otro extremo en el exterior para poder ubicarlos en caso de derrumbe.
- Se instalará una barrera de seguridad ( valla o barandilla) de protección del acceso peatonal al fondo del vaciado, de separación de la superficie dedicada al tránsito de maquinaria y vehículos.
- Se prohíbe permanecer ( o trabajar) en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Se prohíbe permanecer ( o trabajar) al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el encargado o vigilante de seguridad.
- Se prohíbe la circulación interna de vehículos a una distancia mínima de aproximación del borde de coronación del vaciado de ( 3 metros para vehículos ligeros y 4 metros para los pesados)

**Prendas de protección personal recomendables:**

- Si existe homologación expresa del Ministerio de Trabajo y SS, las prendas de protección personal a utilizar, estarán homologas.
- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno ( lo utilizaran, a parte del personal a pie de obra, los maquinistas y camioneros que abandonen las cabinas de conducción).
- Botas de seguridad.
- Botas de goma ( o PVC ) de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Mascarillas antipolvo sencillas.
- Cinturón de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma, o PVC.

---

**Riesgos y medidas preventivas (Beguiria Latorre, 1989)excavadora sobre orugas**

---

En este apartado se consideran 2 tipos de equipos, la cuchara tradicional de uñas y la cuchara bivalva para excavaciones verticales sobre orugas.

**Riesgos:**

- Atropello ( mala visibilidad, velocidad inadecuada ,etc.).
- Deslizamiento de la maquina ( terrenos embarrados).
- Maquina en marcha fuera de control ( abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la maquina ( inclinación del terreno superior a la admisible).
- Caída por pendientes ( trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con estructuras urbanas ( alcantarillado, red de aguas, líneas de conducción de gas o electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras ( trabajos de mantenimiento).
- Atrapamiento ( trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y ambiental ( trabajo al unísono de varias máquinas).
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos.

### Medidas preventivas:

- Entregar a los subcontratistas que deban manejar este tipo de máquinas, las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente según el Plan de Seguridad.
- Entregar a los maquinistas las siguientes normas preventivas:
  - Para subir y bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal menester, evitara lesiones por caídas.
  - No acceda a la maquina encaramándose a las cadenas, evitará caídas.
  - Suba y baje de la máquina de forma frontal ( mirando hacia ella).
  - No salte nunca al suelo si no es por peligro inminente para su persona.
  - No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.
  - No permita el acceso de la máquina, a personas no autorizadas, pueden provocar accidentes o lesiones.
  - No trabaje con la maquina en situación de semi avería. Repárala primero, luego, reanude el trabajo.
  - Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, apoye primero la cuchara en el suelo, pare el motor, ponga en servicio el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicios que necesite.
  - No guarde combustible ni trapos grasientos en la máquina, pueden incendiarse.
  - No levante en caliente la tapa del radiador. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causarle quemaduras.
  - Protéjase con guantes si por alguna causa debe tocar el líquido anticorrosión. Utilice además gafas antiproyecciones.
  - Cambie el aceite del motor y del sistema hidráulico en frio para evitar quemaduras.
  - Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si debe manipularlos, no fume ni acerque fuego.
  - Si desea manipular el sistema eléctrico, desconecte la máquina y extraiga primero la llave de contacto.
  - Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vacíelas y límpielas de aceite. El aceite del sistema hidráulico es inflamable.
  - Tome todas las precauciones, recuerde que la cuchara bivalva puede oscilar en todas las direcciones y golpear a la cabina o a las personas circundantes que trabajan junto a usted, durante los desplazamientos de la máquina.
  - Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionan los mandos correctamente, evitara accidentes.
  - No olvide ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controle sin dificultad; se fatigará menos.
  - Todas las operaciones de control del buen funcionamiento de los mandos hágalas con marchas sumamente lentas. Evitará accidentes.
  - Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar.

- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o permanencia de personas.
- Se revisaran periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que se en la cabina se reciban gases nocivos.
- La retroexcavadora a utilizar, estará dotada de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.
- Se prohíbe al conductor abandonar la retro con el motor en marcha, para evitar el riesgo de atropello.
- Se prohíbe al conductor abandonar la bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.
- Se prohíbe acceder a la cabina de mandos utilizando vestimentas sin ceñir y joyas, que puedan engancharse en los salientes y los controles.
- Las maquinas estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.

**Prendas de protección personal recomendables:**

- Gafas antiproyecciones
- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno ( cuando exista riesgo de golpe en la cabeza).
- Botas antideslizantes ( en terrenos secos).
- Botas impermeables ( terrenos embarrados).
- Calzado para la conducción de vehículos.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Mandil de cuero o PVC ( operaciones de mantenimiento).
- Polainas de cuero ( operaciones de mantenimiento).
- Botas de seguridad con puntera reforzada ( operaciones de mantenimiento).
- Cinturón de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma, o PVC.

---

## Riesgos y medidas preventivas (Begueria Latorre, 1989) camión grúa

---

### Riesgos:

- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caídas al subir ( o bajar) a la zona de mandos.
- Atropellos de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos.
- Otros.

### Medidas preventivas:

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión brazo- grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe estacionar la excavadora a distancias inferiores a 2 metros, del corte del terreno, en previsión de accidentes de vuelco.
- Se prohíbe arrastrar cargas.
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno a la maquina a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas de suspensión.
- El conductor de la máquina estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.
- Al personal encargado del manejo de la maquina se le hará entrega de la normativa de seguridad

### Prendas de protección personal recomendables:

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno ( cuando exista riesgo de golpe en la cabeza).
- Calzado para la conducción de vehículos.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.

# Capítulo V

# Conclusiones

Cuando se decide ejecutar muros pantalla con espesores inferiores a 40 cm, el principal problema que entraña es la dificultad del hormigonado del panel en cuanto que el diámetro interior del tubo Tremie es inferior a 150mm.

En estos casos el tamaño máximo del árido nunca debería ser mayor a 12 mm, siendo el hormigón autocompactante el más idóneo.

Así mismo , y en relación con el hormigón autocompactante, éste sería el más idóneo para excavaciones en seco ya que por sus propiedades facilita que el terreno disgregado ascienda junto la masa de hormigón fresco evitando que se difunda en la zanja produciendo futuros problemas de permeabilidad.

Por otro lado el no poder ejecutar en uno de los lados del solar, muro pantalla, el anillo no ha quedado completamente estanco. Si bien no se prevén filtraciones de agua por estar el nivel freático a 10,00m pueden producirse filtraciones de agua por las juntas de dilatación entre ambos edificios.

Ejecutar un muro pantalla, con los condicionantes expuestos, conlleva a que los plazos de ejecución sean superiores a los que hubieran correspondido dadas unas condiciones más idóneas. Por tanto las prolongaciones en el tiempo se traducen siempre se traducen en mayor coste.

# Bibliografía

- AENOR. (2016). AENOR.
- Begueria Latorre, P. A. (1989). *Manual para Estudios y Planes de Seguridad e Higiene Construcción*. Madrid.
- Cabo, A. D. (2004). *Cuadernos de Procedimientos de Construcción*. Valencia: UPV.
- Calavera, J. (1993). *Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado*. Vizcaya: Intemac.
- EHE. (2000). *Instrucción de Hormigón Estructural*.
- Espasandín López, J., & García Casas, J. I. (2002). *Apeos y refuerzos alternativos*. Madrid: Munilla-Lería.
- ETSIE. (s.f.). *Complementos Hormigón Armado y Pretensado. Construcción II*. Valencia.
- ETSIE. (s.f.). *Construcción II Control de Calidad de las Pantallas*. Valencia.
- Fernández Cánovas, M. (1977). *Patología y Terapéutica del Hormigón Armado*. Madrid: Dossat.
- García Ballester, L. (s.f.). *Curso Adaptación al Grado*. Ejecución de Obras.
- García Gil, F. J., & García Abacens, D. (2007). *Código Técnico de la Edificación*. Pamplona: DAPP, Publicaciones Jurídicas.
- J. Calavera. (2001). *Muros de Contención y Muros de Sótano*. Intemac.
- Muzás Labad, F. (2007). *Mecánica del Suelo y Cimentaciones*. Madrid: Fundación Escuela de la Edificación.
- Norma UNE EN 1538: 2010; Ejecución de trabajos geotécnicos especiales Muros-Pantalla*. (2015). AENOR.
- Ordura Vidal V., O. D. (2015). *MP Hormigoneria Muros Pantalla Tecnología de muros pantalla*. Valencia: Obrapropia.
- Ordura Vidal, V. E., Ordura muere, Á. M., & Ordura Dies, V. (2015). *CS Hormigoneria: Cimentaciones Superficiales y Muros: Tecnología de Cimentaciones*. Valencia: Obrapropia.
- Piqueras, V. Y. (2016). *Procedimientos de Construcción de Cimentaciones y Estructuras de Contención*. UPV.
- Schneebeli, G. (1974). *Muros pantalla Técnicas de Realización Métodos de Cálculo*. Barcelona: Editores técnicos asociados.
- Técnica, E. U. (1980). *Norma Tecnológica Edificación. Departamento Construcción II*. Valencia: Laguna.
- Vicente Ordura Vidal, Á. O. (2015). *MP Hormigoneria Muros Pantalla Tecnología de muros pantalla*. Valencia: Obrapropia.

# Anexos

ANEXO I: FICHA TECNICA DE MORTERO REPARACION JUNTAS



UNI MORTAR 1

**Mortero para reparación e impermeabilización**

- apto para presión de agua activa y pasiva
- para uso indistinto en superficies verticales u horizontales
- resiste a las heladas y a la sal de deshielo
- puede ser aplicada por proyección

Resistencia a compresión	clase R3 ≥ 25 MPa	<b>CE</b> 0761 Vandex Isoliermittel-GmbH Industriestr. 19-23 DE-21493 Schwarzenbek 09 008 EN 1504-3/2005:ZA.1a Mortero CC para reparación estructural del hormigón (a base de cemento hidráulico)
Contenido en iones cloruro	≤ 0,05%	
Adhesión	≥ 2,0 MPa	
Resistencia a la carbonatación	pasiva	
Módulo de elasticidad	≥ 20 GPa	
Compatibilidad térmica		
Parte 1: Hielo/deshielo	≥ 2,0 MPa	
Parte 4: Ciclos secos	≥ 2,0 MPa	
Absorción capilar	≤ 0,5 kg/m <sup>2</sup> · h <sup>0,5</sup>	
Reacción al fuego	clase A1	
Sustancias peligrosas	conforme con 5.4	

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

VANDEX UNI MORTAR 1 es un mortero de impermeabilización y de reparación en base cementosa, listo para el uso.

**ÁREAS DE APLICACIÓN**

- soportes: hormigón, mampostería y piedras naturales
- impermeabilización y protección contra agua y humedad
- aplicable en superficies horizontales y verticales para impermeabilización, nivelación y reparación
- mediacaña en juntas entre pared y sol
- fundaciones, losas, muros de retención, etc.
- estructuras de agua potable

**PROPIEDADES**

VANDEX UNI MORTAR 1 se aplica en capas de 6 a 12 mm de espesor, en una sola mano. El producto es especialmente resistente a la abrasión y a la sal de deshielo y por ello resiste a usuras mecánicas elevadas. Gracias a su composición de cemento, arenas de cuarzo de granulado escalonado y aditivos seleccionados, VANDEX UNI MORTAR 1 es impermeable. Una vez fraguado, es duradero y resiste a las heladas, al mismo tiempo permanece transpirable.

VANDEX UNI MORTAR 1 es aprobado para el contacto con agua potable.

**PREPARACIÓN DEL SOPORTE**

El soporte a tratar debe de ser sólido y llano, con poros abiertos, áspero y libre de huecos y grandes grietas o rebabas. Eliminar toda sustancia que reduce la adherencia como betún, aceite, grasa, restos de pintura y de lechadas mediante medios apropiados.

Previamente, eventuales entradas de agua deben de ser obturadas, p. ej. con VANDEX PLUG (véase ficha técnica).

A continuación mojar el soporte a tratar; en el momento de la aplicación debe presentarse húmedo-mate, pero no mojado. Eliminar eventuales charcos en superficies horizontales.

Soportes de ladrillo, mampostería

Eliminar restos de revoco y otras sustancias que puedan disminuir la adherencia. Eliminar mediante medios apropiados yeso, restos de madera u otra materia ajena. Quitar partes quebradizas y limpiar cuidadosamente el soporte.

**MEZCLADO**

Mezclar 25 kg de VANDEX UNI MORTAR 1 con 3–4 litros de agua de grifo mediante un mezclador mecánico en un recipiente limpio durante por lo menos 3 minutos hasta obtener una consistencia homogénea y sin grumos.

**APLICACIÓN**

VANDEX UNI MORTAR 1 se aplica con cepillo/brocha, lana o equipo de proyección apropiado.

Un mínimo de 6 mm (aprox. 12 kg/m<sup>2</sup>) y un máximo de 12 mm (aprox. 24 kg/m<sup>2</sup>) puede ser aplicado por mano. Para reparaciones locales de tamaño menor tales como p. ej. mediacañas y huecos causados por piezas distanciadoras, VANDEX UNI MORTAR 1 puede ser aplicado en espesores mayores.

En superficies horizontales, verter el VANDEX UNI MORTAR 1, luego compactar y alisarlo. Después de un fraguado inicial, puede ser tratado con una brocha para hacerlo más antideslizante. En superficies verticales, aplicar como mortero normal. Si se requieren más de una capa, se recomienda aplicar la capa siguiente cuando la anterior está aún húmeda en la superficie.

El tiempo de espera entre la aplicación de las capas depende de las condiciones climáticas tales como humedad, temperatura, etc. La capa anterior aún fresca será estructurada por medios apropiados para optimizar la adherencia.

Para mantener la trabajabilidad, no añadir más agua, sino sólo remover la mezcla de nuevo.

Aplicación con llana

A fin de conseguir una adherencia óptima del mortero al soporte y para evitar la oclusión de aire en sus cavidades, se aplica una primera mano del mortero en modo espatulado de capa fina.

Aplicación con equipo de proyección

VANDEX UNI MORTAR 1 puede ser aplicado con un equipo de proyección para mortero fino.

Para obtener una óptima textura de acabado, es recomendable utilizar un equipo que permite regular la cantidad de material y de aire asimismo que la presión de aire. El diámetro de la boquilla es de aprox. 10 mm.

Se aplica la primera capa de VANDEX UNI MORTAR 1 en movimientos circulares, teniendo la boquilla a un ángulo de 90° en relación al soporte. A continuación, el material es alisado y estructurado. La capa final puede ser dejada tal cual o tratada según la especificación.

No aplicar a temperaturas inferiores a +5 °C ni tampoco sobre soporte helado.

ANEXO II: FICHA TECNICA DE MATERIAL ACABADO DE JUNTAS



**CEMELAST**

**Lechada elástica de impermeabilizar**

- resiste al agua agresiva al hormigón
- apto para zonas con riesgo de fisuración
- aplicación por proyección es posible

Permeabilidad al CO <sub>2</sub>	s <sub>1</sub> > 50 m	CE 0761
Permeabilidad al vapor de agua	clase II 5 m ≤ s <sub>1</sub> ≤ 50 m	
Absorción capilar	w < 0,1 kg/m <sup>2</sup> · h <sup>0,5</sup>	Vandex Isoliermittel-GmbH Industriestr. 19-23 DE-21493 Schwarzenbek 09 005/150 EN 1504-2/2004:ZA.1d.1e Revestimiento de protección superficial
Resistencia a la fisuración	clase A2 (20 °C)	
Adhesión	≥ 0,8 MPa	
Reacción al fuego	clase E	
Sustancias peligrosas	conforme con 5.3	

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

VANDEX CEMELAST es un impermeabilizante de superficies en base cementosa y polímeros modificados a 2 componentes. Consiste de VANDEX BB 75 (componente en polvo) y VANDEX CEMELAST LIQUID (componente líquido).

**ÁREAS DE APLICACIÓN**

- soportes: hormigón y mampostería
- impermeabilización y protección contra agua y humedad
- para fisuras y zonas con riesgo de fisuración
- fundaciones, losas, muros de contención, estructuras de agua potable, etc.

**PROPIEDADES**

Gracias a su composición de cemento, arenas de cuarzo de granulado escalonado y aditivos seleccionados, asimismo como por la añadidura del componente polímero, VANDEX CEMELAST provee un revestimiento impermeable y elástico. La adhesión inicial y final de VANDEX CEMELAST es excelente, por lo tanto el producto es indicado para aplicarse en superficies horizontales y verticales. Es duradero y, una vez endurecido, resiste a las heladas y al calor, al mismo tiempo permanece transpirable. Es una barrera activa contra dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y resiste al agua agresiva al hormigón.

VANDEX CEMELAST es aprobado para el uso en contacto con agua potable.

**PREPARACIÓN DEL SOPORTE**

El soporte a tratar debe de ser sólido y llano, con poros abiertos, áspero y libre de huecos y grandes grietas o rebabas. Eliminar toda sustancia que reduce la adherencia como betún, aceite, grasa, restos de pintura y de lechadas mediante medios apropiados. - Previamente, eventuales entradas de agua deben de ser obturadas, p. ej. con VANDEX PLUG (véase ficha técnica). - A continuación mojar el soporte a tratar; en el momento de la aplicación debe presentarse húmedo-mate, pero no mojado. Eliminar eventuales charcos en superficies horizontales.

Soportes de ladrillo, mampostería

Eliminar restos de revoco y otras sustancias que puedan disminuir la adherencia. Eliminar mediante medios apropiados yeso, restos de madera u otra materia ajena. Quitar partes quebradizas y limpiar cuidadosamente el soporte.

**MEZCLADO**

Antes del uso, agitar bien el componente líquido. Mezclar 25 kg de VANDEX BB 75 (componente polvo) con 9 kg de VANDEX CEMELAST LIQUID mediante un mezclador

dor mecánico de alta velocidad, en un recipiente limpio durante por lo menos 3 minutos hasta obtener una consistencia homogénea y sin grumos. Según la consistencia de la mezcla, puede enjuagarse el recipiente con agua limpia y añadirla a la mezcla.

**APLICACIÓN**

VANDEX CEMELAST se aplica con llana o equipo de proyección apropiado.

En función de la consistencia de la lechada, un máximo de 4 kg/m<sup>2</sup> puede ser aplicado por mano. En la mayoría de los casos, se recomienda aplicar más de una capa, según la especificación correspondiente.

Si se aplican varias capas, prestar atención a no dañar la capa anterior al aplicar la capa siguiente. El tiempo de espera entre la aplicación de las capas depende de las condiciones climáticas tales como humedad, temperatura, etc. La capa anterior aún fresca será estructurada por medios apropiados para optimizar la adherencia.

Aplicación con llana

A fin de conseguir una adherencia óptima del mortero al soporte y para evitar la oclusión de aire en sus cavidades, se aplica una primera mano del mortero en modo espatulado de capa fina.

Aplicación con equipo de proyección

VANDEX CEMELAST puede ser aplicado con un equipo de proyección para mortero fino. Para obtener una óptima textura de acabado, es recomendable utilizar un equipo que permite regular la cantidad de material y de aire asimismo que la presión de aire. El diámetro de la boquilla es de aprox. 6 mm. Se aplica la primera capa de VANDEX CEMELAST en movimientos circulares, teniendo la boquilla a un ángulo de 90° en relación al soporte. A continuación, el material es alisado y estructurado. La capa final puede ser dejada tal cual o tratada según la especificación.

No aplicar a temperaturas inferiores a +5 °C ni tampoco sobre soporte helado.

**CONSUMO**

Tipo de solicitud	Cantidad aplicada total recomendada	No. de capas
Agua sin presión	2,5-3,5 kg/m <sup>2</sup>	1-2 mm
Agua bajo presión	3,5-5,5 kg/m <sup>2</sup> en función de la presión de agua	2-3 mm

Nota: Tomar en consideración las condiciones del soporte y de la aplicación. En función de la rugosidad del soporte, el consumo puede variar.

ANEXO III: FICHA TECNICA DE LA LECHADA IMPERMEABILIZANTE BLANCA



**BB WHITE**

**Lechada impermeabilizante blanca**

- para superficies con exigencias estéticas
- para hormigón y mampostería
- apta para presión de agua activa y pasiva
- puede ser aplicada por proyección

Resistencia a compresión	clase R3 ≥ 25 MPa	<b>CE</b> 0761 Vandex Isoliermittel-GmbH Industriestr. 19-23 DE-21493 Schwarzenbek 09 007 EN 1504-3/2005:ZA.1a Mortero tipo CC para la reparación estructural del hormigón (a base de cemento hidráulico)
Contenido en iones cloruro	≤ 0,05%	
Adhesión	≥ 2,0 MPa	
Resistencia a la carbonatación	pasa	
Módulo de elasticidad	≥ 20 GPa	
Compatibilidad térmica		
Parte 1: Hielo/deshielo	≥ 2,0 MPa	
Parte 4: Ciclos secos	≥ 2,0 MPa	
Absorción capilar	≤ 0,5 kg/m <sup>2</sup> · h <sup>1/2</sup>	
Reacción al fuego	clase A1	
Sustancias peligrosas	conforme con 5.4	

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

VANDEX BB WHITE es un impermeabilizante en base cementosa, listo para el uso.

**ÁREAS DE APLICACIÓN**

- soportes: hormigón y mampostería
- impermeabilización activa y pasiva
- protección contra agua y humedad
- muros, etc.
- estructuras de agua potable

**PROPIEDADES**

Gracias a su composición de cemento, arenas de cuarzo de granulado escalonado y aditivos seleccionados, VANDEX BB WHITE es impermeable. Puede ser aplicado para presión de agua activa y pasiva. La adherencia inicial y final de VANDEX BB WHITE es excelente, por lo que el producto puede ser aplicado en superficies horizontales y verticales. Después del fraguado, es duradero, resistente a las heladas y al calor, y al mismo tiempo transpirable. VANDEX BB WHITE es comprobado para el uso en contacto con agua potable.

**PREPARACIÓN DEL SOPORTE**

El soporte a tratar debe de ser sólido y llano, con poros abiertos, áspero y libre de huecos y grandes grietas o rebabas. Eliminar toda sustancia que reduce la adherencia como betún, aceite, grasa, restos de pintura y de lechadas mediante medios apropiados. Previamente, eventuales entradas de agua deben de ser obturadas, p. ej. con VANDEX PLUG (véase ficha técnica). A continuación mojar el soporte a tratar; en el momento de la aplicación debe presentarse húmedo-mate, pero no mojado. Eliminar eventuales charcos en superficies horizontales.

Soportes de ladrillo, mampostería

Eliminar restos de revoco y otras sustancias que puedan disminuir la adherencia. Eliminar mediante medios apropiados yeso, restos de madera u otra materia ajena. Quitar partes quebradizas y limpiar cuidadosamente el soporte.

**MEZCLADO**

Mezclar 25 kg de VANDEX BB WHITE con 5-6,25 litros de agua de grifo mediante un mezclador mecánico en un recipiente limpio durante por lo menos 3 minutos hasta obtener una consistencia homogénea y sin grumos.

**APLICACIÓN**

VANDEX BB WHITE se aplica con cepillo/brocha, llana o equipo de proyección apropiado.

Un máximo de 2 mm (aprox. 4 kg/m<sup>2</sup>) puede ser aplicado por mano. En la mayoría de los casos, se recomienda aplicar más de una capa, según la especificación correspondiente. Se recomienda aplicar la capa siguiente cuando la anterior está aún húmeda. Prestar atención a no dañar la capa anterior al aplicar la capa siguiente. El tiempo de espera entre la aplicación de las capas depende de las condiciones climáticas tales como humedad, temperatura, etc. La capa anterior aún fresca será estructurada por medios apropiados para optimizar la adherencia.

Para mantener la trabajabilidad, no añadir más agua, sino sólo remover la mezcla de nuevo.

Aplicación con cepillo/brocha

Asegurar que se rellenen todas las cavidades en el soporte.

Aplicación con llana

A fin de conseguir una adherencia óptima del mortero al soporte y para evitar la oclusión de aire en sus cavidades, se aplica una primera mano del mortero en modo espatulado de capa fina.

Aplicación con equipo de proyección

VANDEX BB WHITE puede ser aplicado con un equipo de proyección para mortero fino.

Para obtener una óptima textura de acabado, es recomendable utilizar un equipo que permite regular la cantidad de material y de aire asimismo que la presión y cantidad de aire. El diámetro de la boquilla es de aprox. 6 mm.

Se aplica la primera capa de VANDEX BB WHITE en movimientos circulares, teniendo la boquilla a un ángulo de 90° en relación al soporte. A continuación, el material es alisado y estructurado. La capa final puede ser dejada tal cual o tratada según la especificación.

No aplicar a temperaturas inferiores a +5 °C ni tampoco sobre soporte helado.

ANEXO IV: FICHA TECNICA ADITIVO POLIMERICO PARA PERFORACION



Ficha técnica

Producto: QUIMAGEL AS-575

**QUIMAGEL AS-575**  
**Aditivo para perforación**

**Composición Química:**

**QUIMAGEL AS-575** es un polielectrolito aniónico de elevado peso molecular, que se usa como agente floculante de partículas en fangos neutros a alcalinos.

**Descripción del producto:**

<p><b>Quimagel AS-575</b> es un floculante orgánico comúnmente usado en perforación de gravas, arenas y limos que pueden ser o no plásticos, garantizando un mayor rendimiento de los equipos de perforación.</p> <p>Al añadir <b>Quimagel AS-575</b> a solución acuosa, se forma un gel de elevada viscosidad que proporciona estabilidad a las paredes de la perforación, y evita sifonamiento de niveles freáticos de baja presión.</p> <p><b>Quimagel AS-575</b> es biodegradable.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">PROPIEDAD</th> <th style="padding: 5px;">VALOR</th> <th style="padding: 5px;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Aspecto:</td> <td style="padding: 5px;">Granulado blanco</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Densidad (20°C)</td> <td style="padding: 5px;">0.7-0.9</td> <td style="padding: 5px;">Kg/l</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Viscosidad (20°C)</td> <td style="padding: 5px;">N.A</td> <td style="padding: 5px;">N.A</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Valor del pH (20°C) (sol. 1%)</td> <td style="padding: 5px;">7-9</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Efectivo en rango de pH</td> <td style="padding: 5px;">6 - 10</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>	PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	Aspecto:	Granulado blanco		Densidad (20°C)	0.7-0.9	Kg/l	Viscosidad (20°C)	N.A	N.A	Valor del pH (20°C) (sol. 1%)	7-9		Efectivo en rango de pH	6 - 10	
PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD																	
Aspecto:	Granulado blanco																		
Densidad (20°C)	0.7-0.9	Kg/l																	
Viscosidad (20°C)	N.A	N.A																	
Valor del pH (20°C) (sol. 1%)	7-9																		
Efectivo en rango de pH	6 - 10																		

**Aplicaciones:**

**Quimagel AS-575** se utiliza principalmente en perforación de gravas, arenas, limos y arcillas de plasticidad media. En solución acuosa forma un gel de elevada viscosidad cuyas aplicaciones principales son:

- **Facilitar perforación de niveles granulares por su efecto “lubricante”.**
- **Sujetar y dar más estabilidad a las paredes del sondeo.**
- **Evitar sifonamiento al perforar niveles freáticos confinados a baja presión.**
- **Facilitar la extracción de detritus del interior del sondeo.**
- **Facilitar la refrigeración de la broca o corona de perforación.**

**Modo de empleo :**

**Quimagel AS-575** se adiciona directamente al agua que se usará en la perforación y/o al interior del sondeo durante la perforación.

No existe una dosificación fija de este producto ya que depende de la perforación, no obstante la dosis de uso habitual de **Quimagel AS-575** varía entre el **0.01-0.5%** del total de agua.

**Presentación y almacenaje:**

**Quimagel AS-575** se presenta en sacos de 25 Kg. El producto es estable a almacenaje prolongado en condiciones normales.

