

Aplicaciones del Jet-Grouting

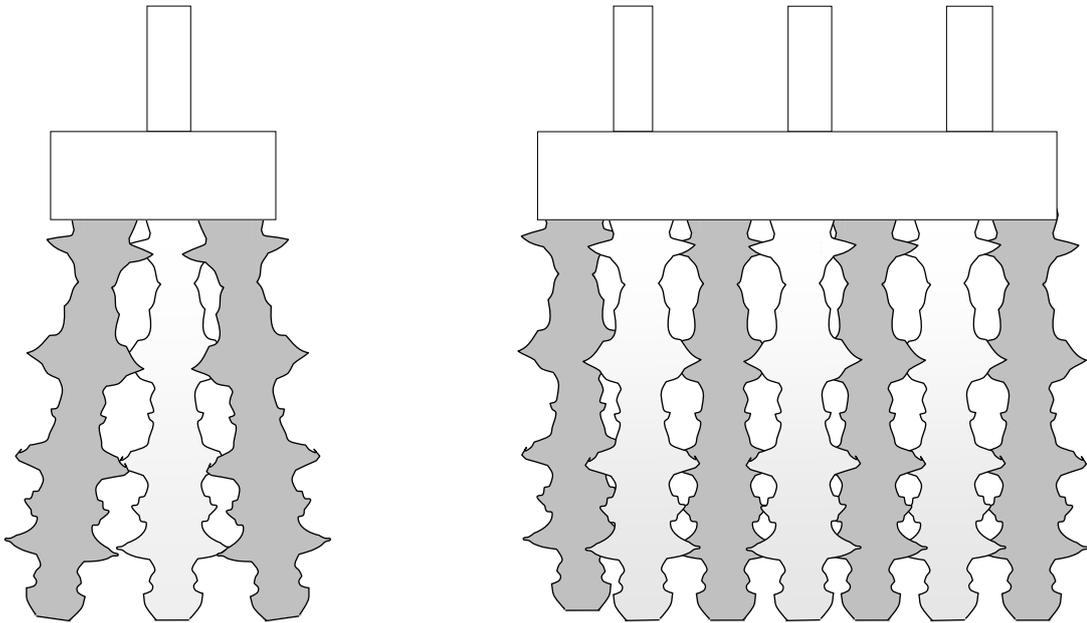
Aplicaciones del Jet-Grouting

La técnica del jet-grouting se viene aplicando tanto en obra nueva como en obras de recalce o de refuerzo, y tanto en trabajos permanentes como provisionales. Constituye un sistema que, en ocasiones, es más adecuado que los tradicionales (micropilotes e inyecciones). A continuación se recogen algunas de las aplicaciones más usuales:

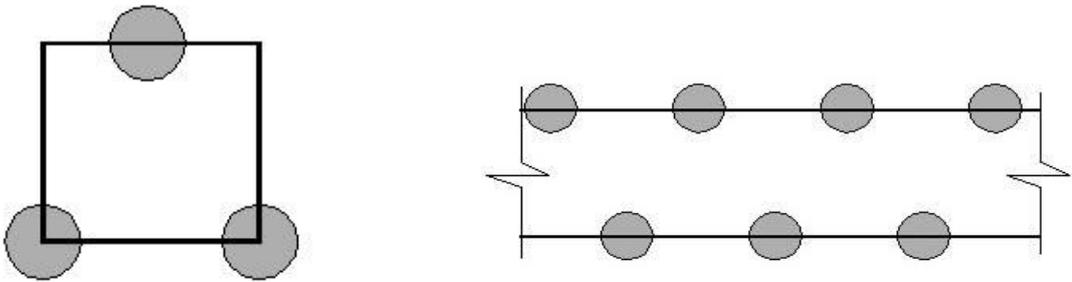
- A. **En recalce de cimentaciones**, de estructuras sometidas a una patología geotécnica, que obligue a reforzar su cimentación. También se aplica en ocasiones en donde por cambios de uso de la estructura, o modificaciones en la misma, es preciso absorber incrementos de carga a nivel de cimentación.

Presenta esta técnica, frente a la tradicional de los micropilotes, la ventaja de no exigir al cimiento a recalzar una gran capacidad estructural dado que su apoyo en el suelo tratado se realiza en una zona más amplia, sin “puntos duros”, al ser la transmisión de esfuerzos básicamente por compresión. Por el contrario en fase constructiva, y al ser la zona tratada más amplia, y hasta que se produzca el fraguado, se deben evitar posibles asentos y giros de la cimentación. En función del diseño del recalce debe valorarse la conveniencia de realizar un apeo provisional de cada zona de la estructura a recalzar.

Las columnas se suelen situar en un número no inferior a tres, por estabilidad, en las zapatas aisladas (Figura 1), y al tresbolillo en los muros o zapatas corridas (Figura 2). La relación área de zapata a área de columna es importante. En principio el tratamiento está más indicado en elementos continuos o de gran superficie que bajo zapatas aisladas o de pequeñas dimensiones.



Alzados



Plantas

Figura 1. Zapata aislada

Figura 2. Zapata continua

También puede utilizarse para mejorar la capacidad portante confinando perimetralmente el núcleo de terreno situado bajo el cimiento (Figura 3).

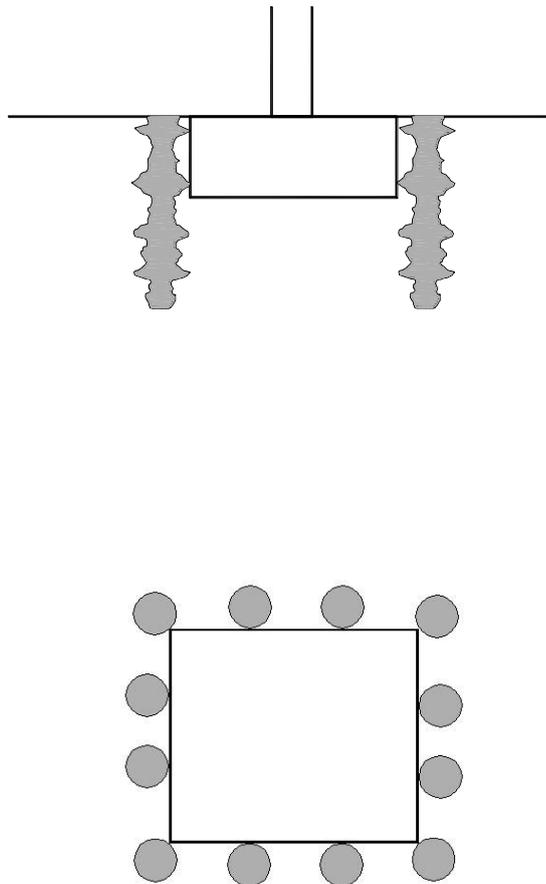


Figura. 3 Croquis de recalce de zapata aislada con columnas de jet exteriores (confinamiento periférico)

Debe tenerse en cuenta que el tratamiento con jet grouting disminuye a corto plazo (horas) la capacidad portante del terreno bajo la zapata. En el diseño del recalce se adecuará el tamaño de las columnas a la geometría del elemento a recalzar, a fin de considerar la disminución indicada.

En el caso de zapatas aisladas será imprescindible el apeo y arriostramiento del pilar, esto último sólo en caso de que no estuviera ya arriostrado por la estructura.

- B. En cimentaciones de estructuras de nueva planta,** en obras de difícil acceso o con poco gálibo. Constituye, cuando es adecuada, una técnica alternativa a las cimentaciones especiales convencionales (pilotes, elementos portantes, micropilotes). Se trata de crear bajo la nueva cimentación un terreno (suelo tratado + terreno confinado) con un menor módulo de deformación que el hormigón y el acero, y mayor resistencia y rigidez que el suelo natural (Figura 4).

Los diseños se suelen basar en crear una zona tratada bajo cada una de las nuevas zapatas de la estructura. En planta cada una de estas zonas tratadas puede ser mayor que la base de cada una de las propias zapatas.

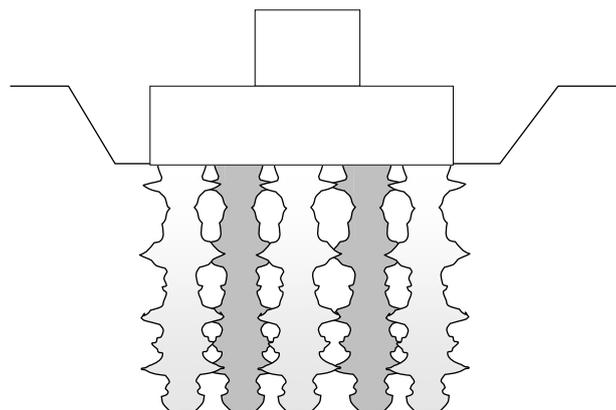


Figura 4. a Croquis de cimentación de zapata con columnas de jet - Sección

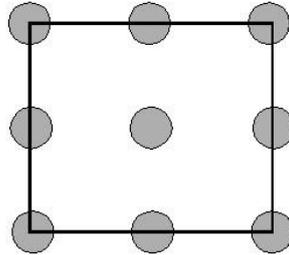


Figura 4. b Croquis de cimentación de zapata con columnas de jet -
Planta

- C. **En la prolongación de pantallas o cimentaciones profundas,** cuando es preciso aumentar su capacidad portante, mejorar el terreno de apoyo de la cimentación o llegar a una zona impermeable.

Se suele realizar, cuando está previsto en proyecto como tratamiento de punta, a través de tubos colocados al efecto en los pilotes o elementos portantes (en general solidarios a su armadura), y en caso contrario perforando el hormigón de los mismos (Figura 5).

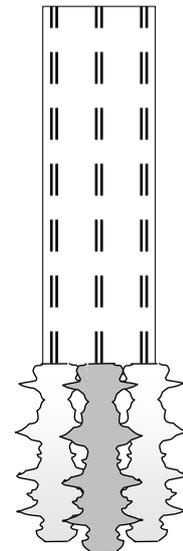


Figura 5. Croquis de prolongación de cimentaciones profundas

También se puede utilizar en la reparación de defectos de hormigonado en cimentaciones profundas.

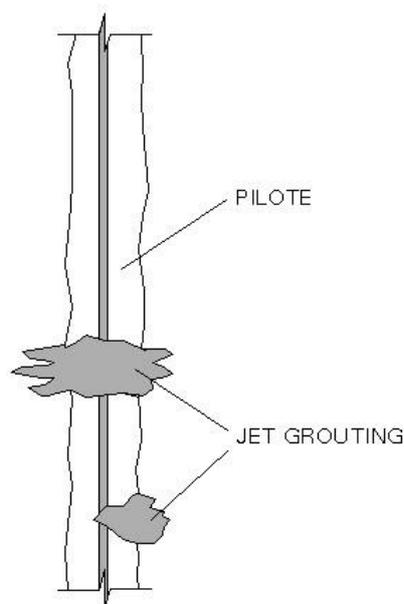


Figura. 6 Croquis de reparación de hormigón en pilotes.

D. En la protección de estructuras frente a excavaciones próximas, aplicadas en terrenos de baja consistencia, con o sin agua, con el fin de bajar su plano de cimentación por debajo de la máxima excavación proyectada.

Constituyen pantallas de suelo tratado y se suelen realizar en secciones transversales al frente de excavación, y en abanicos, desde el exterior del edificio cuya cimentación se desea reforzar (Figura 7).

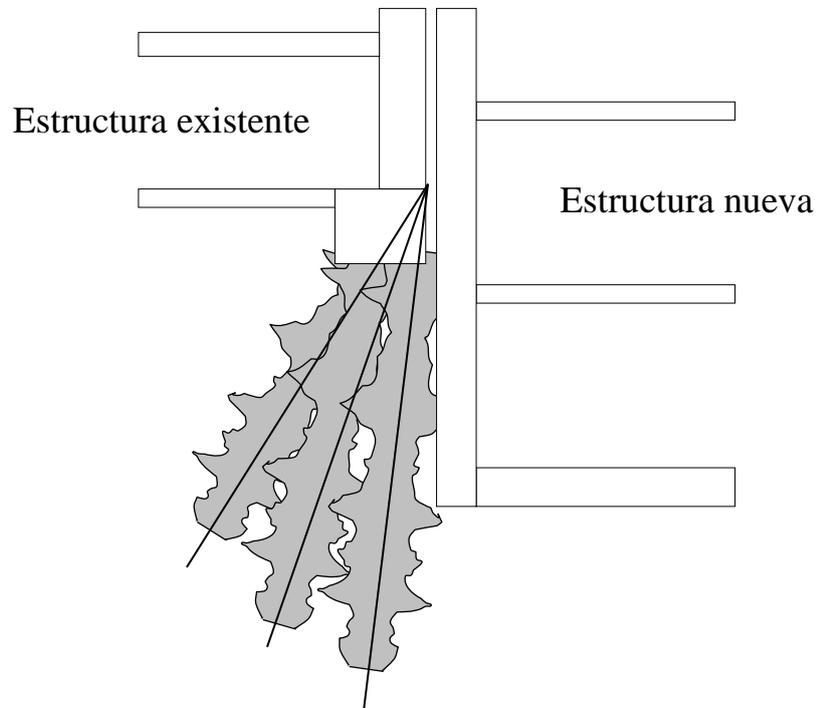


Figura. 7 Croquis de protección de excavaciones

- E. **En la realización de paraguas** en la excavación y emboquille de túneles con zonas de terreno no cohesivos o en túneles con escaso recubrimiento.

Se realizan a medida que avanza la excavación del túnel, siguiendo el perímetro de la excavación, solapando las columnas del tratamiento con las realizadas en la fase anterior, con una ligera inclinación (no más de 20°). En caso de terrenos algo cohesivos y sin agua no es necesario el solape lateral entre columnas de un mismo paraguas (Figura 8).

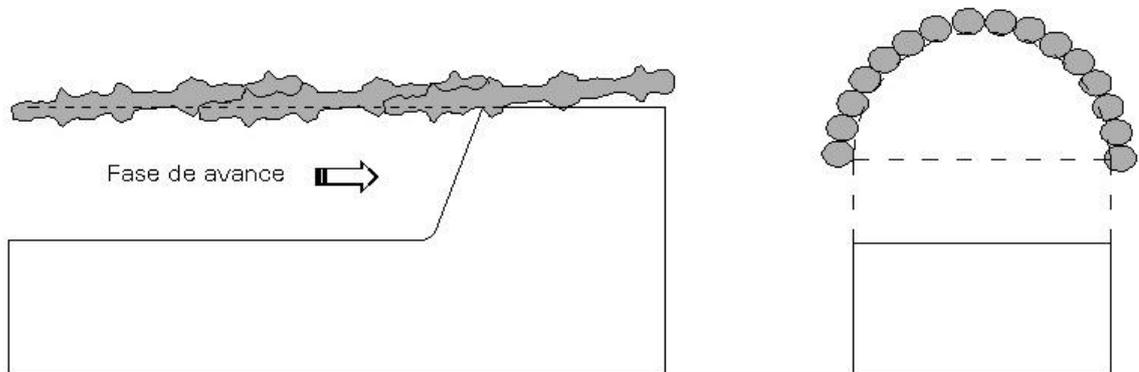


Figura 8. Perfil longitudinal y sección transversal de paraguas con columnas de jet grouting

F. **En la construcción de bóvedas en túneles** formadas por columnas de jet verticales secantes, cuya geometría se adapta a la directriz transversal del túnel.

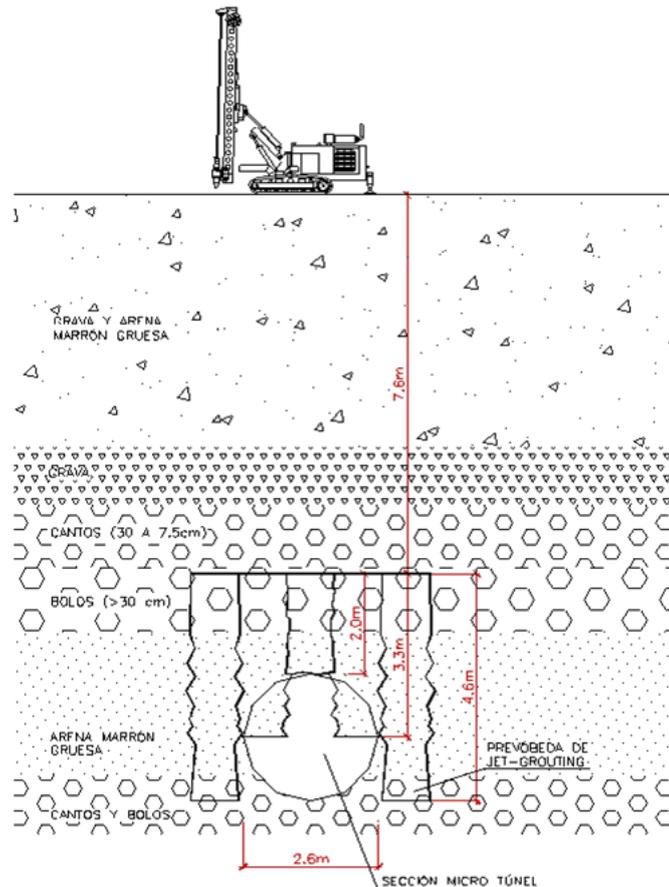


Figura 9. Pre bóveda de jet grouting para la ejecución de un túnel en terreno granular

G. **En la realización de pantallas de protección y barreras delgadas,** para crear en unos casos recintos resistentes y estancos que permitan efectuar en condiciones de seguridad excavaciones, o crear barreras de impermeabilización de poco espesor en el interior del terreno, generalmente contra la contaminación.

En el primer caso se realizan columnas secantes, solapadas en una o varias filas, en función de las solicitaciones (fundamentalmente,

flexión y cortante) a la que van a estar sometidas (Figura 10). En el caso de las pantallas delgadas la ejecución de cada columna se realiza sin giro del monitor, de manera que produzca el solape de los paneles formados (Figura 11).

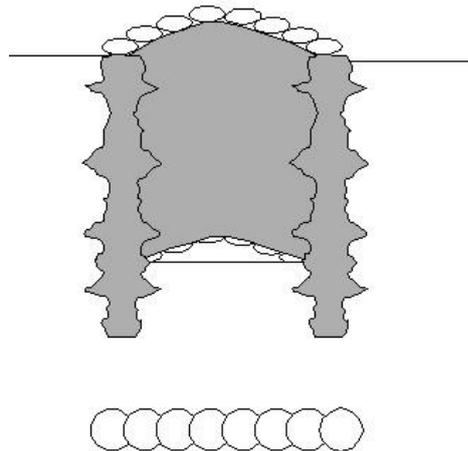


Figura 10. Croquis de pantalla con columnas secantes de jet

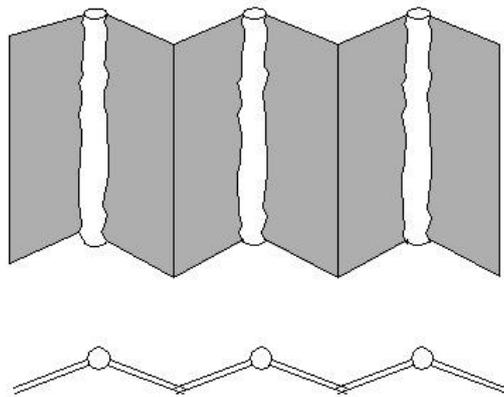


Figura 11. Croquis de barreras delgadas hechas con columnas de jet sin rotación

H. **En la creación de pantallas de estanqueidad**, como es el caso de tapones de fondo en recintos apantallados sometidos a subpresiones (Figura 12), o en barreras de impermeabilización en núcleos de presas (Figura 13).

Se realiza el tratamiento ejecutando columnas secantes, solapadas entre sí, y en un espesor determinado del terreno. Este espesor y la densidad de las columnas es función de las solicitaciones (fundamentalmente la subpresión) a las que van a estar sometidas, las cuales provocan esfuerzos de flexión y cortante.

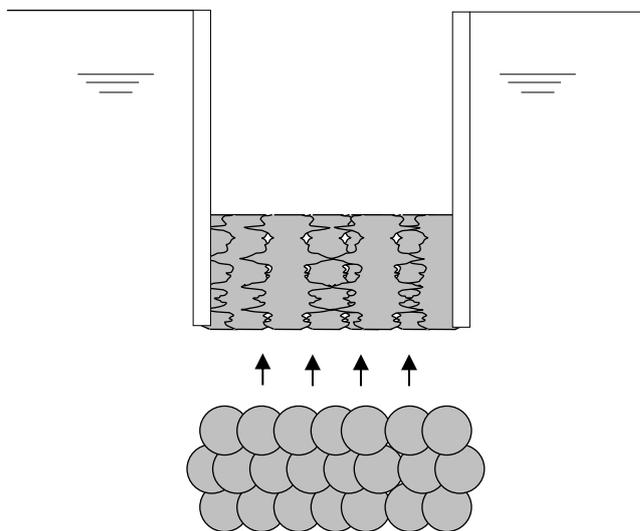


Figura 12. Croquis de tapón de Jet

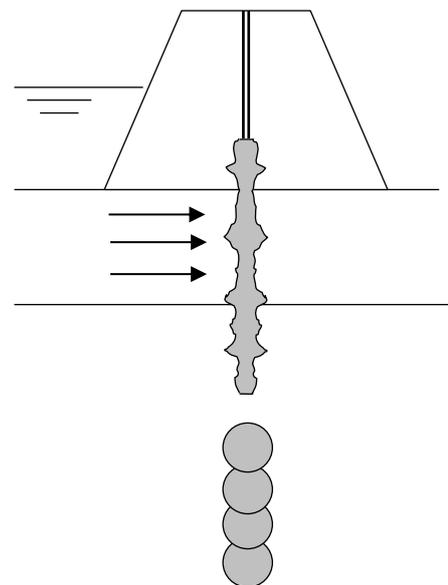


Figura 13. Croquis de barreras de impermeabilización de impermeabilización

En tapones de fondo suele ser necesario ejecutar una solera sobre el jet, generalmente armada, para resistir toda la subpresión (Figura 14).

En ocasiones el jet se utiliza para crear estampidores de acodalamiento de pantallas bajo el fondo de excavación previamente a la ejecución de esta.

En presas es frecuente la necesidad de pantallas dobles o triples.

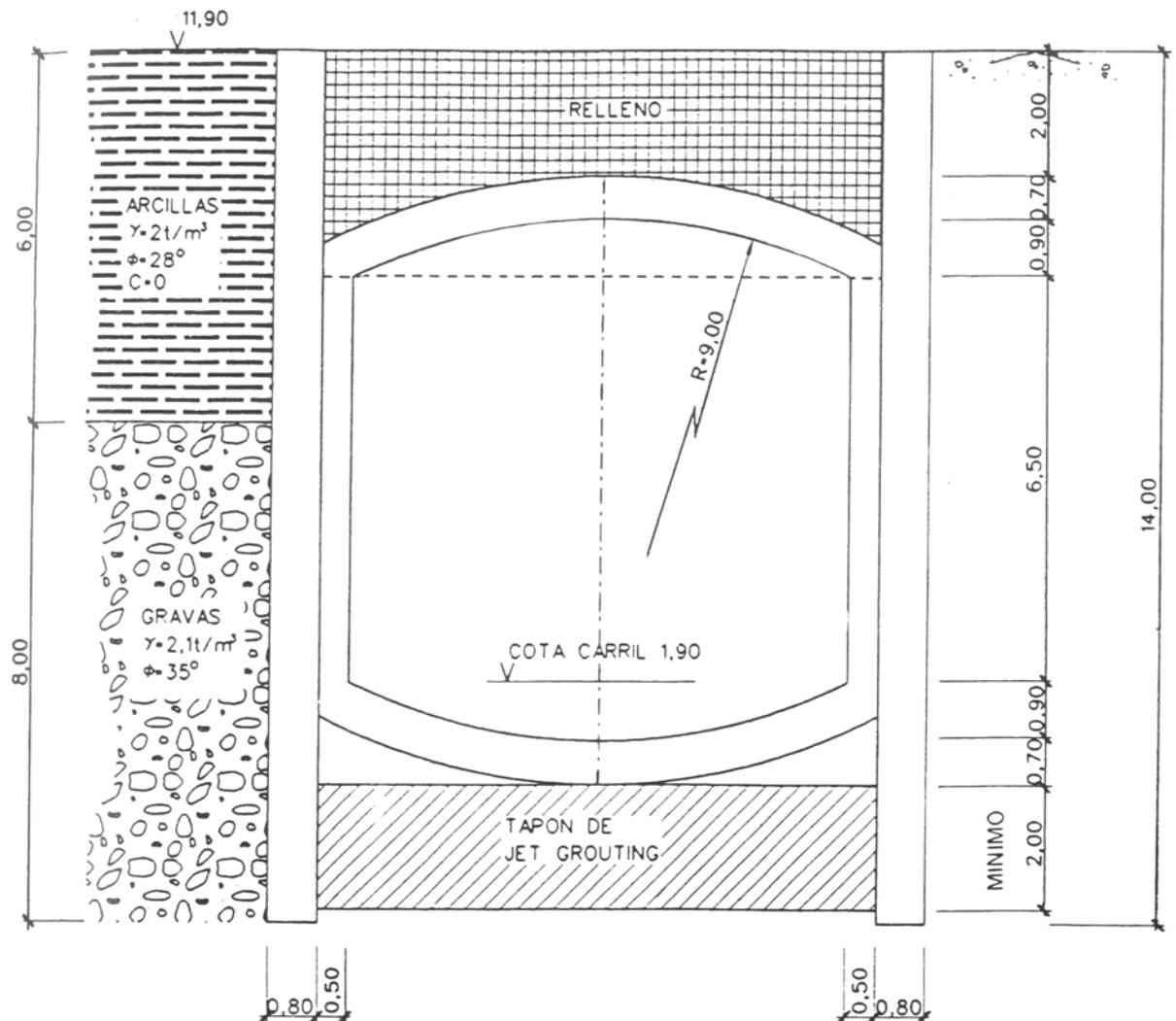


Figura 14 Ejemplo de aplicación de tapón de jet grouting para la ejecución de un túnel de metro (sistema cut and cover)

I. Otras aplicaciones:

- Como elemento de impermeabilización en juntas de pantallas in situ (Figura 15), o como elemento de cierre en pantallas de pilotes o micropilotes, cuando estos se construyen separados. En este caso las columnas se realizan entre cada dos pilotes o micropilotes. Estos últimos sirven de elementos estructurales, proporcionando el jet grouting la impermeabilización necesaria.
- En pantallas de protección de edificios y de servicios para la construcción de túneles (Figura 16).

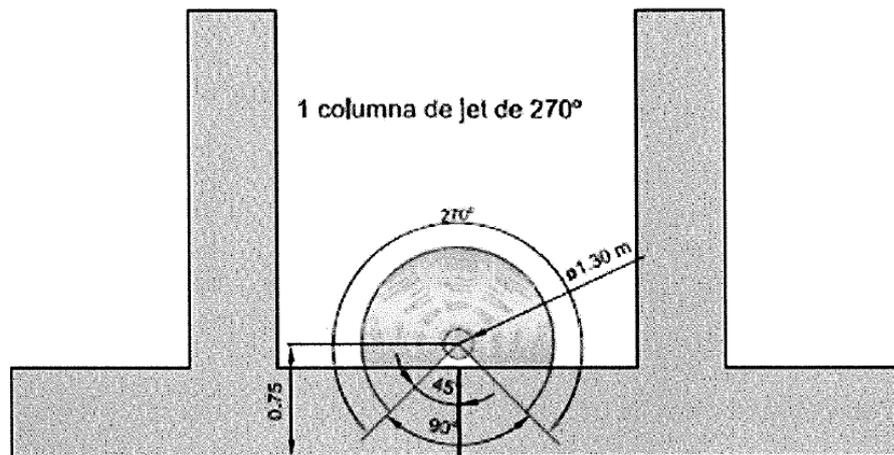


Figura 15. Vista en planta de la impermeabilización de una junta de pantalla de hormigón con una columna de jet sectorial

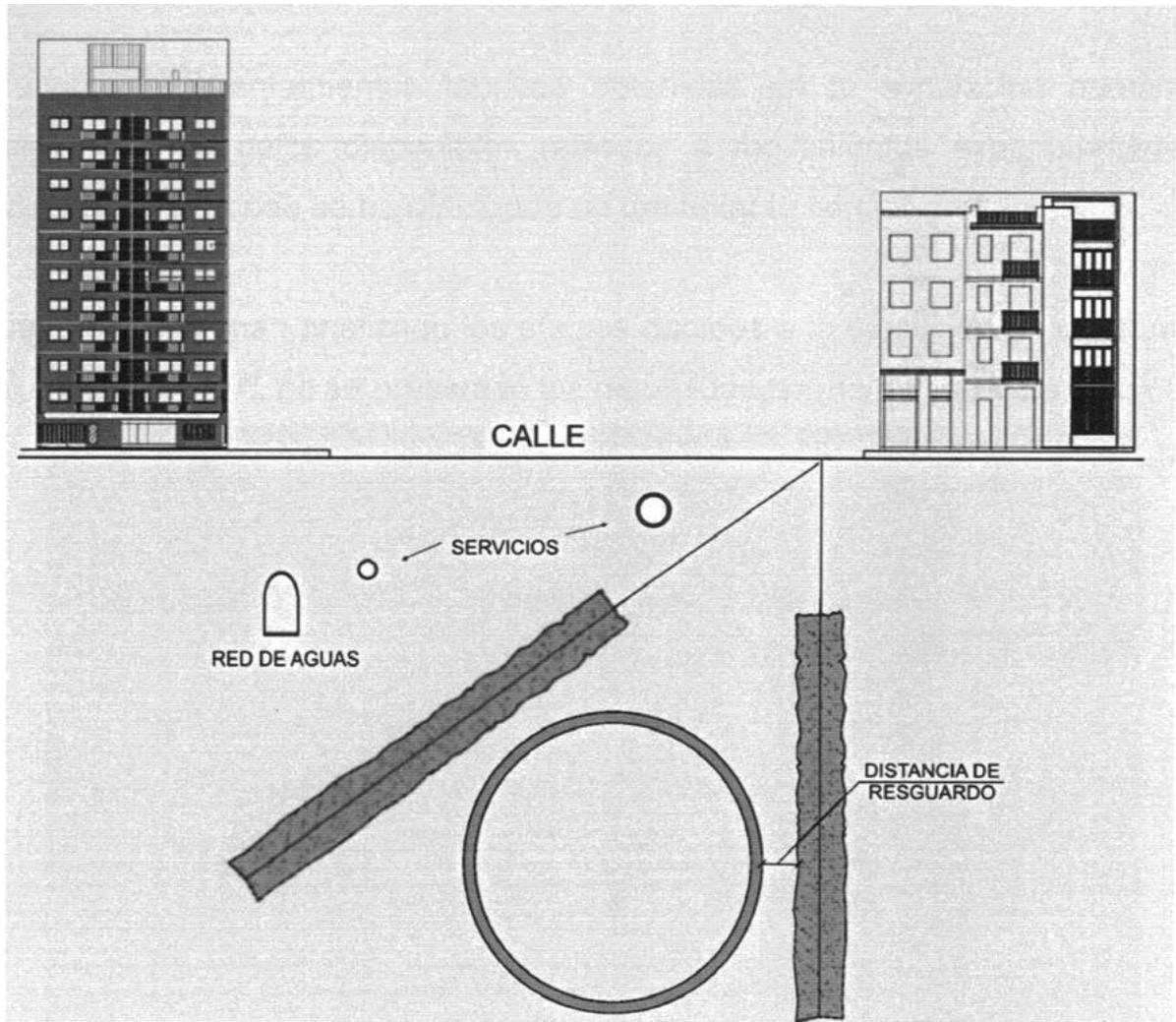


Figura 16. Pantallas de jet grouting de protección de edificios y servicios para la excavación de túneles

- En el cierre del gap en las pantallas de los pozos de salida de tuneladoras, en suelos con capas arenosas (Figura 17).



Figura 17. Jet grouting para el cierre del gap en los pozos de salida de tuneladoras, en suelos arenosos

- En la llegada de las tuneladoras a las estaciones, para evitar la formación de socavones al romper la pantalla de cierre (Figura 18).

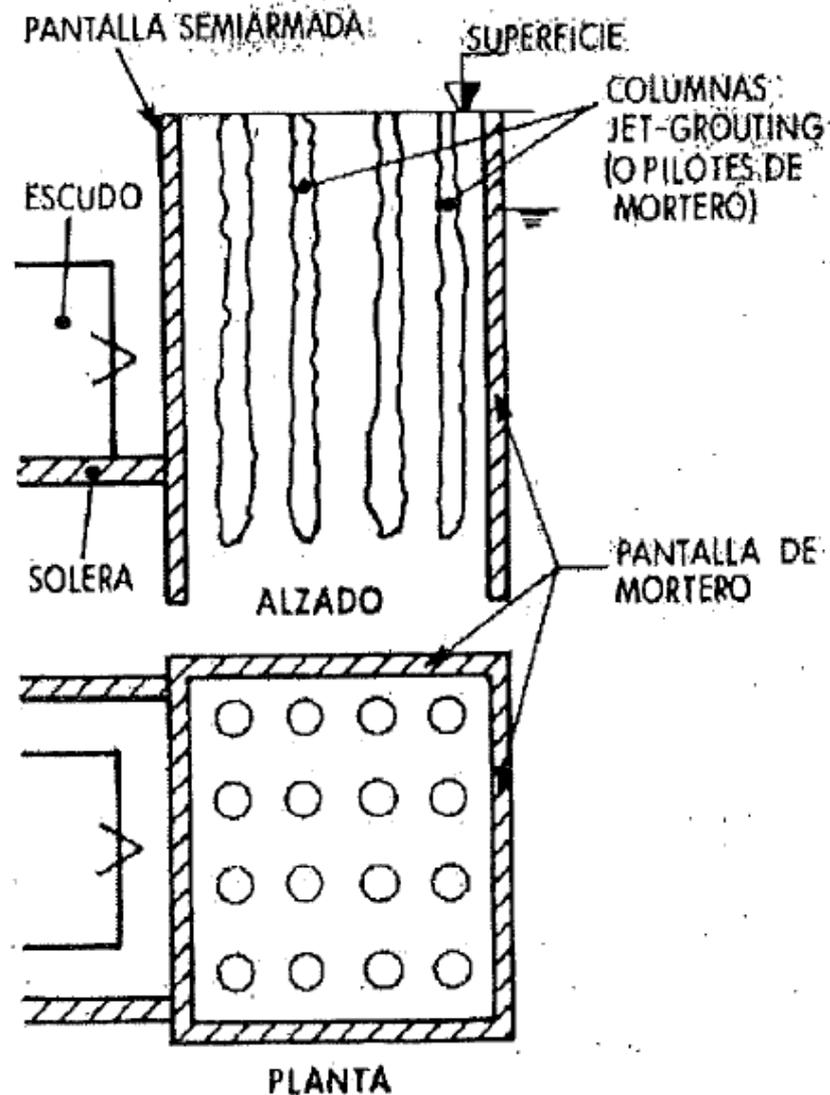


Figura 18. Jet grouting para el refuerzo del terreno en la llegada de las tuneladoras a las estaciones

- En la construcción de los denominados “bloques técnicos” para permitir el acceso al frente de las tuneladoras, para el cambio de las herramientas de corte (Figura 19).

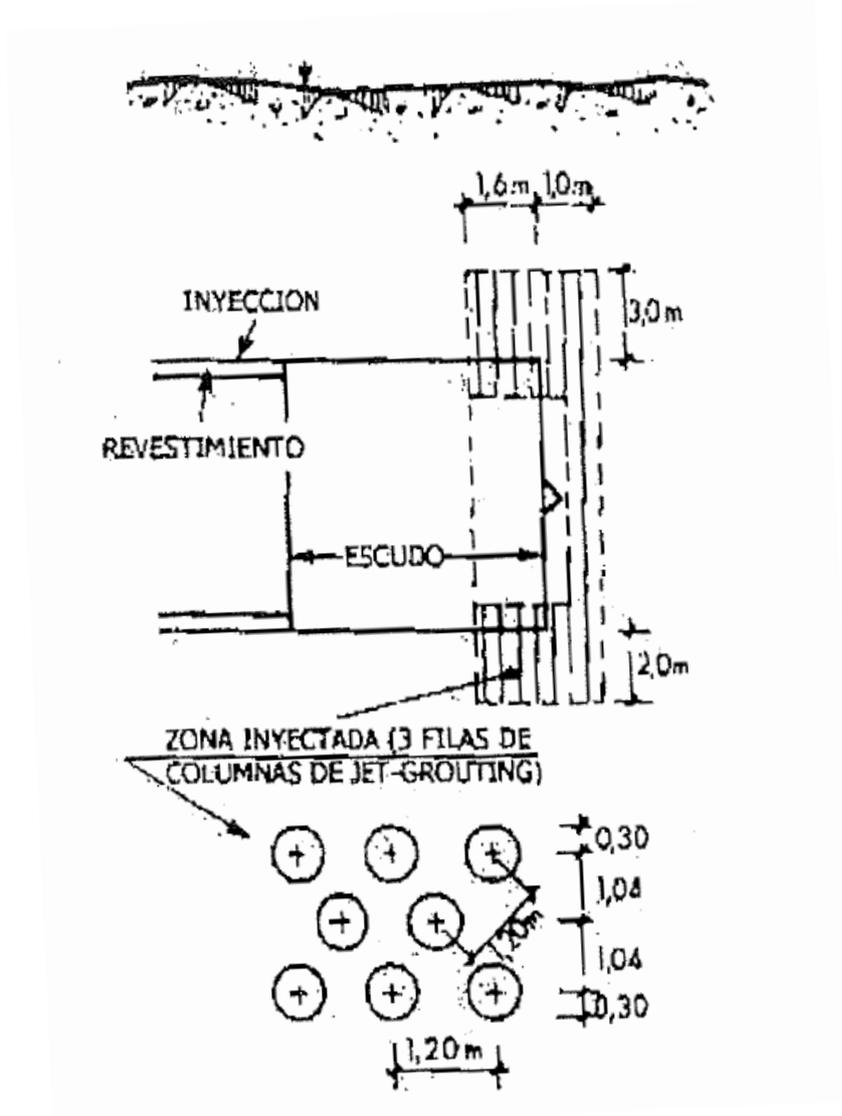


Figura 19. Tratamiento con jet grouting para acceder al frente del escudo o tuneladora

- En el recalce de muelles para permitir el aumento de calado (Figura 20).

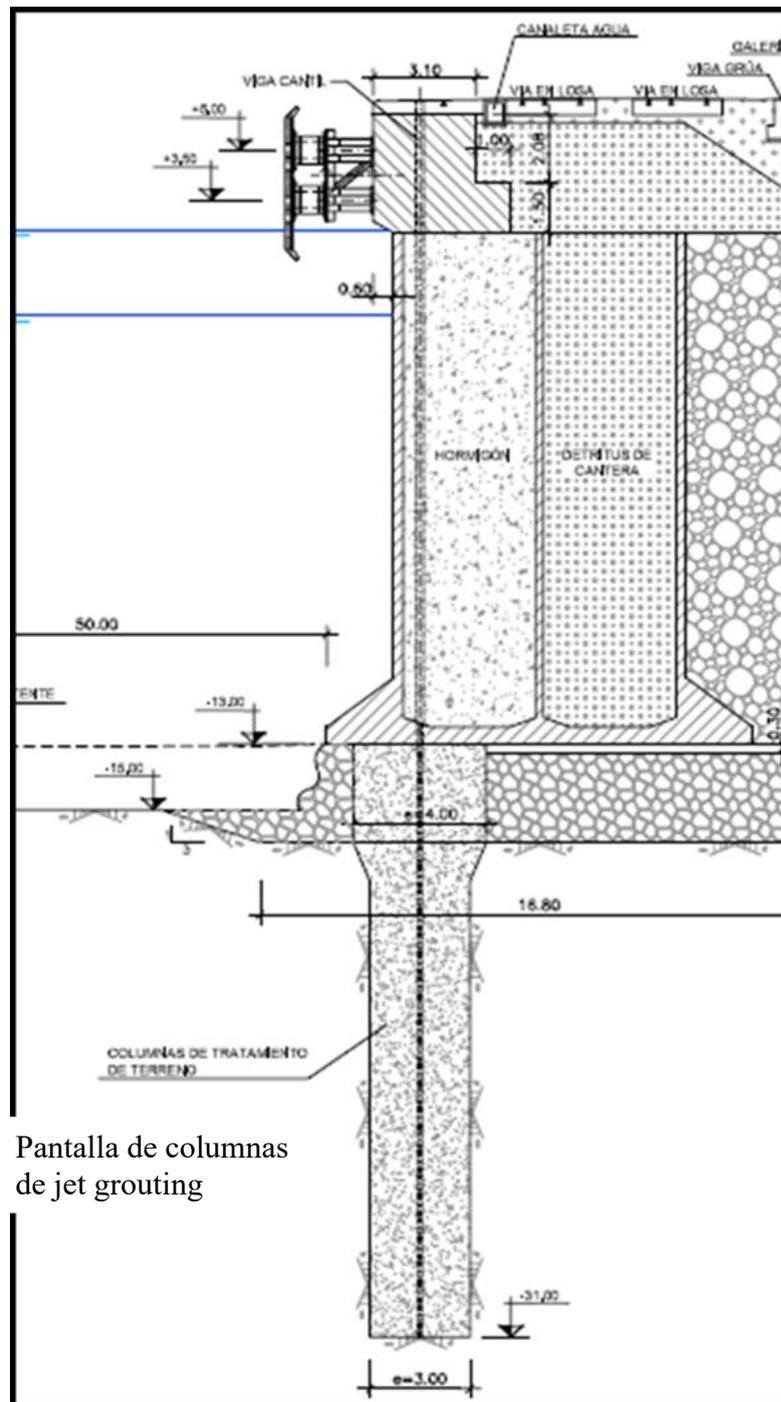


Figura 20. Recalce de un muelle con una pantalla de columnas de jet grouting