



Aparcamientos subterráneos

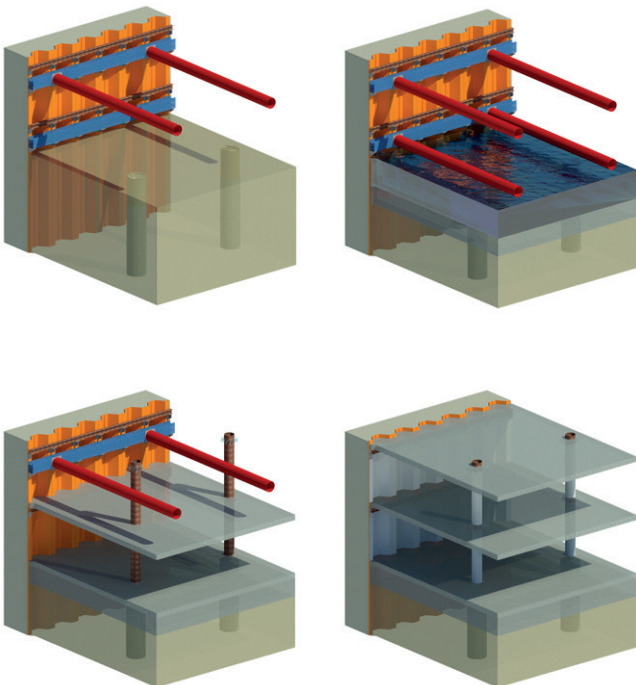
Lecciones aprendidas de la práctica holandesa | 2018



Aparcamiento subterráneo con muros permanentes de tablestacas de acero en el centro comercial Hopmarkt, Aalst, Bélgica

Las promociones inmobiliarias deben incluir aparcamientos

Fases de la construcción:
caso práctico con losa inferior Hormigonada bajo agua



Las ciudades han crecido sustancialmente en las últimas décadas, lo que se ha traducido en una mayor densidad de edificios y una escasez de espacio a pie de calle. Aunque la mentalidad está cambiando, en muchas ciudades europeas la movilidad sigue dependiendo fundamentalmente del coche de uso individual y del problema inherente que conlleva: el aparcamiento.

Dado que los residentes prefieren claramente el aparcamiento público, los aparcamientos subterráneos (UCP) parecen ser la solución idónea en áreas urbanas.

Hoy en día, las promociones inmobiliarias deben incluir aparcamientos. La opción más común es debajo del edificio o en zonas adyacentes como patios, entradas de vehículos, jardines públicos o parques.

Además, los centros urbanos son cada vez más peatonales, y a veces incluso se prohíbe la circulación de coches en ciertas zonas, lo que genera la necesidad de aparcamientos en periferia. Estos aparcamientos deben estar bien comunicados con las infraestructuras viarias locales y la red de transporte público, para minimizar los tiempos de viaje.



Los promotores y operadores buscan la solución más rentable

Los promotores y operadores buscan, obviamente, la solución más rentable que no comprometa la seguridad, el confort o la integridad medioambiental. En la mayoría de los casos un muro de tablestacas de acero es la solución que cumple estrictamente con los criterios exigidos.

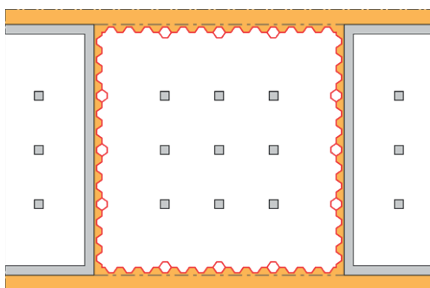
Normalmente, estas instalaciones subterráneas aumentan el valor del suelo y ahorran espacio para actividades socialmente de mayor valor. Sin embargo, el diseño y el funcionamiento de los UCP deben abordar cuestiones como la calidad del aire (ventilación) y la resistencia al fuego, que son menos críticas para estructuras similares en superficie.

En los últimos 50 años, aunque se han construido muchos aparcamientos subterráneos en todo el mundo con tablestacas de acero como muros

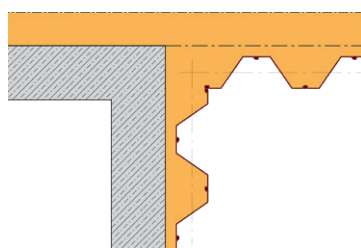
permanentes, muchos arquitectos e ingenieros siguen siendo reticentes a considerar esta eficaz solución ya probada. Por ello, ArcelorMittal encargó a la consultora de ingeniería holandesa **Royal Haskoning DHV la elaboración de una guía¹⁾ sobre aparcamientos subterráneos**, centrada en la práctica holandesa en materia de diseño, instalación y aplicación permanente de tablestacas de acero.

La guía incluye dos ejemplos típicos y algunos proyectos recientes. Considera instalaciones en un entorno urbano y en condiciones geotécnicas usuales representativas de las zonas occidental y oriental del país. Su diseño se respeta las normas europeas. Aunque también hace referencia a una norma holandesa y utiliza software holandés, los resultados deberían ser bastante similares en otros países.

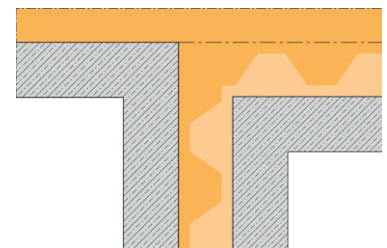
Ahorro de espacio al utilizar tablestacas de acero como estructuras permanentes de contención



Las tablestacas de acero pueden utilizarse como estructura de contención permanente para optimizar la superficie del suelo.



No es necesario un muro interior de hormigón (ganancia de espacio disponible)



Con los muros de contención provisionales con tablestacas de acero, la estructura de hormigón armado construida en el interior del foso de excavación reduce la superficie disponible

¹⁾ *Steel Sheet Piles for Underground Parking Facilities. Guide Book.* Royal Haskoning DHV NL. Ref. 2018 BF7258TPRP1812111356. Diciembre de 2018 (informe elaborado para ArcelorMittal)

En los Países Bajos, los muros de tablestacas de acero son rentables para los UCP de hasta 4 niveles

Pero la guía se centra en los casos más comunes, es decir, entre 2 y 3 niveles.

Los ingenieros analizaron los riesgos que pueden afectar al diseño, la construcción y el mantenimiento. Los principales problemas potenciales que se identificaron son el diseño contra incendios, en algunas zonas sensibles, el asentamiento de la cimentación adyacente debido a la deflexión del muro. Estas cuestiones pueden resolverse sin dificultad.

La mayoría de los aparcamientos subterráneos de los Países Bajos descienden por debajo del nivel freático, por lo que los muros exteriores y la conexión entre ellos y la losa inferior deben ser estancos. ArcelorMittal ofrece varios sistemas de sellado para conseguir muros de tablestacas de acero altamente impermeables, y ha elaborado algunos detalles para las conexiones.

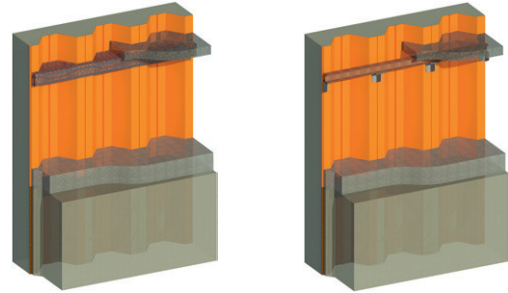
Hoy en día, **con las últimas técnicas de instalación** que utilizan martillos vibratorios sin resonancia de alta frecuencia o prensas hidráulicas, **el ruido y las vibraciones durante la hinca de tablestacas pueden reducirse o incluso eliminarse.**

Otra característica interesante es que las tablestacas de acero pueden actuar como elemento portante, transfiriendo elevadas cargas verticales al suelo y **reduciendo así el número de pilares y cimentaciones necesarios en el interior de los muros.** El departamento de I+D de ArcelorMittal ha desarrollado un método de diseño bastante sencillo para construir vigas de reparto de hormigón que transfieran las elevadas cargas verticales de la superestructura a las tablestacas.

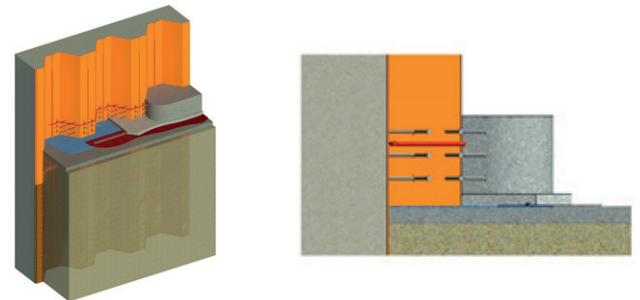
Fue validado por el instituto alemán DIBt, que le concedió una "*Allgemeine Bauartgenehmigung*" (Aprobación Técnica Nacional).

Por último, el inversor se beneficia de una mayor superficie útil neta ya que los muros de tablestaca son más delgados que otras soluciones alternativas.

Conexión tablestacas a losas horizontales



Conexión tablestaca a losa inferior (estanqueidad)





Edificio Markthal en Rotterdam (Países Bajos) con 3 plantas de aparcamiento subterráneo. © Digikhmer

La solución con pantalla de tablestacas es hasta un 50% más económica y 2x rápida de instalar que una solución con pilotes secantes

Desde el punto de vista medioambiental, el acero es la solución perfecta

Al final de la vida útil de la estructura las tablestacas normalmente se pueden extraer, en ocasiones reutilizar (poco frecuente después de 50 años), o reciclarse 100% en nuevos productos de acero. **La reutilización o el reciclaje reducen significativamente la huella de carbono de un proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida.** Como el criterio de sostenibilidad puede estar incluido en un proceso de licitación, una solución en acero podría ser aún incluso más atractiva.

Una ventaja adicional de las tablestacas de acero es la reducción del número de camiones necesarios para abastecer la obra, además de un menor espacio necesario para su almacenamiento e instalación:

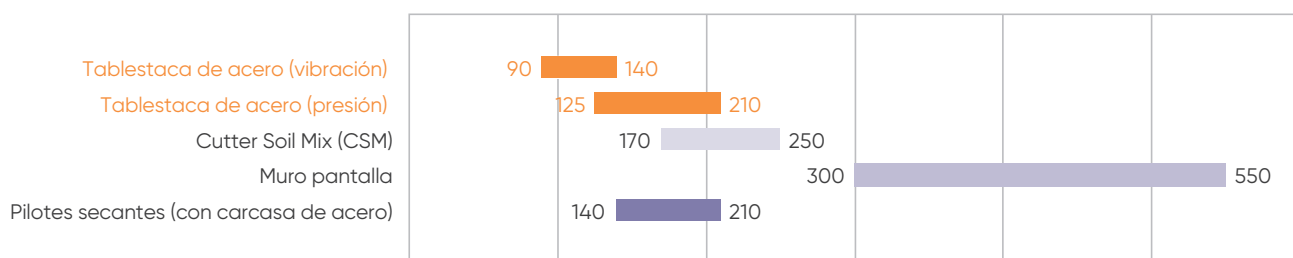
a menor impacto de tráfico rodado durante un periodo de tiempo más corto menor molestia para el vecindario.

Royal Haskoning DHV realizó un estudio comparativo, basándose en su experiencia, con diferentes alternativas de muro: tablestacas, pilotes secantes, muros pantalla y CSM ("Cutter Soil Mix") Tomando un vano de 15m (2 a 3 niveles de aparcamiento subterráneo) como base de comparación; los resultados del estudio muestran a continuación:

Podría conseguirse una mayor reducción del coste de la solución de tablestacas utilizando una mayor calidad del acero que la S 355 GP.

Comparación de costes de alternativas técnicas

Comparación en costes para muros de contención de 15 m de profundidad (€/m²)



Nota: Los valores incluyen los costes de diseño e instalación, excluyendo revestimientos, sistemas de impermeabilización, protección contra incendios, etc.

ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l.

Tablestacas | 66, rue de Luxembourg | L-4221 Esch-sur-Alzette
 T +352 5313 3105 | sheetpiling@arcelormittal.com
 sheetpiling.arcelormittal.com