

Desarrolladas por Herrenknecht AG.

# Máquinas *MH Box*: nuevo concepto en la construcción eficiente de pasos subterráneos

Junto con la creciente carga de tráfico en grandes ciudades y megaciudades está aumentando la demanda de nuevas infraestructuras subterráneas para peatones y ciclistas. Por ello es necesaria la construcción de pasos subterráneos a poca profundidad y corto recorrido que permita cruzar por debajo de autopistas, rutas ferroviarias, etc. La alta carga de tráfico en estas intersecciones hace las intervenciones sobre el suelo extremadamente difícil o incluso imposible generando gran cantidad de gastos y trabajo adicional.

Como solución a este problema, *Herrenknecht AG* ha desarrollado la máquina *MH Box*. En su desarrollo se ha utilizado la tecnología de excavación de los escudos abiertos *MH* que se ha usado con éxito durante más de 35 años. Su estructura simple de bajo coste y un excelente rendimiento han hecho de estas máquinas el equipo de perforación más económico en la construcción de túneles e instalación de tuberías por encima del nivel freático.

### Tecnología *MH Box*

La tecnología *MH Box* ha sido adaptada especialmente en la construcción de cruces bajo vías de gran tránsito.

En la construcción de pasos de peatones, una sección transversal rectangular tiene muchos beneficios: durante todo el ancho del paso de peatones hay una altura constante, por lo que los peatones pueden caminar por todo el ancho del paso con la misma comodidad. Al utilizar una forma rectangular, la profundidad del paso es la mínima posible en comparación con la forma circular, por lo que el túnel se encuentra a poca profundidad de la superficie facilitando el acceso a los usuarios.



La tecnología *MH Box* utiliza una forma rectangular con esquinas, techo y suelo redondeado. Esto tiene grandes ventajas para la estabilidad y la mejora cualitativa en el proceso de fabricación. También es posible integrar un canal para el agua de lluvia en la parte inferior del túnel.

### Principio Operativo de la *MH Box*

#### a) Soporte del frente de excavación

Un escudo tiene la tarea de sostener y asegurar la cavidad creada sobre la máquina así como el frente de excavación hasta que se realice la instalación del revestimiento definitivo del túnel. Con la máquina *MH Box*, el soporte del

Palabras clave: ENCOFRADO, ESCUDO, EXCAVACIÓN, HINCA, PANTALLA, PASO SUBTERRÁNEO, REVESTIMIENTO, TRANSPORTE, TECNOLOGÍA MH, URBANO.

Francisco J. CLEMENTE  
HERRENKNECHT IBÉRICA, S.A. Unipersonal

frente de excavación se realiza por el ajuste natural de la pendiente del terreno. Con escudos más grandes, como en este caso, el terraplén natural puede ser dividido en varios terraplenes mediante la instalación de una plataforma en el escudo. Esto aporta la seguridad necesaria para evitar colapsos no controlados.

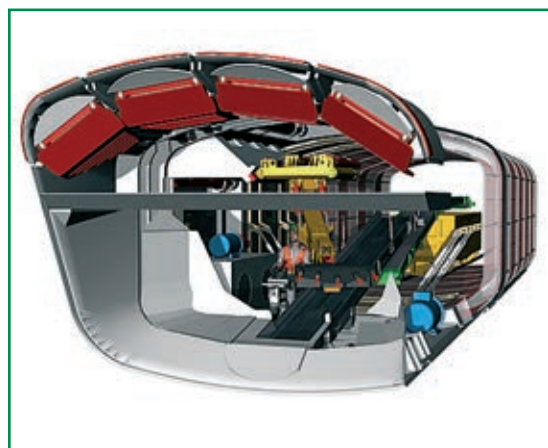
#### b) Sistema de excavación

La máquina tiene integrado un brazo con accionamiento hidráulico que excava el terreno y lo coloca sobre la cinta transportadora. El brazo de la excavadora está unido a un carro con

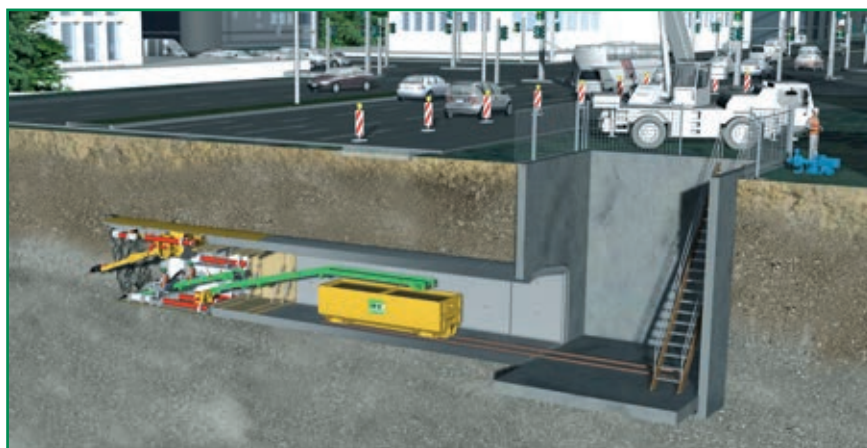
desplazamiento axial. Puede girar tanto en sentido horizontal como en vertical y puede ser extendido telescópicamente al mismo tiempo. Esto asegura que todas las posiciones a lo largo del perímetro de corte pueden ser alcanzadas y por tanto se puede realizar el sobre corte necesario y remover el material excavado.

#### c) Sistema de transporte

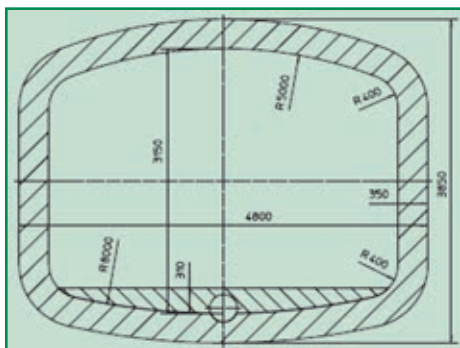
En las esquinas inferiores y en la base del escudo hay deflectores para conducir el material hacia el centro. Allí se encuentra ubicada una cinta transportadora de accionamiento hidráulico. Con la ayuda de los deflectores, la excavadora mueve la tierra excavada sobre la cinta trans-



■ Vista frontal de la máquina Máquina MX Box.



■ Máquina MH Box para paso subterráneo bajo una vía urbana.



■ **Diseño preliminar de la sección rectangular.**

portadora. Desde allí, el material excavado pasa a otra cinta transportadora y luego a los vagones de desescombro. Estos vagones se mueven en el túnel con un sistema de cabrestante.

#### d) Control de dirección

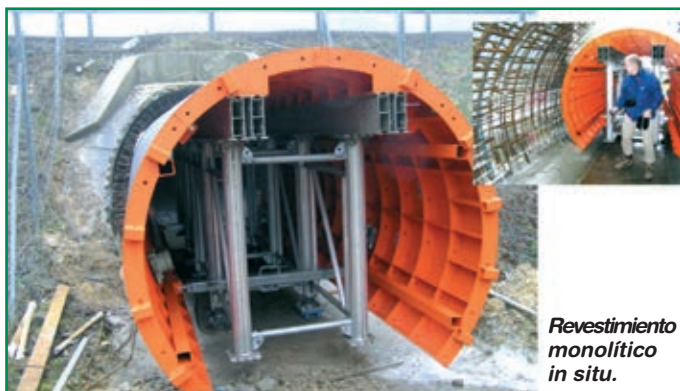
La tuneladora se compone de un escudo frontal y un escudo trasero. Ambos escudos están conectados entre sí con unos cilindros hidráulicos de carrera corta. Un ajuste cuidadosamente planeado de cada uno de estos cilindros da como resultado una angulación determinada del escudo frontal y el escudo trasero entre sí en un plano horizontal o vertical. Esta angulación deliberada hace posible el guiado de la máquina a lo largo de un trazado predeterminado.

### Modos de revestimiento para las máquinas MH Box

#### 1. Hinca del perfil prefabricado

Al igual que en la hinca de tubería circular, los segmentos de tubería prefabricados son empujados a través del suelo desde un pozo con el uso de cilindros hidráulicos. La lubricación con bentonita es esencial para reducir la fricción entre el perfil prefabricado y el terreno. Los segmentos tienen un recubrimiento exterior con base de betún o base mineral que sirve como aislamiento contra la humedad. También existe la posibilidad de revestir tanto interior como exteriormente los segmentos con polietileno de alta densidad.

Cuando la máquina **MH Box** es utilizada con un revestimiento hincado, el pozo de ataque es de gran importancia. El pozo tiene que servir como un tope de apoyo para el dispositivo de empuje hidráulico. Es decir, estas fuerzas deben ser absorbidas por la pared del pozo y ser dirigidas de forma segura al suelo. Un dimensionamiento bien calculado y seguro evitará que el pozo se mueva o se rompa.



**Revestimiento monolítico in situ.**

#### 2. Revestimiento monolítico in situ

Dentro de la máquina bajo la protección del escudo de cola tiene lugar el sellado y la inserción de la armadura, la junta de estanqueidad y la junta de expansión; también el relleno con hormigón y el curado. La realización de este ciclo consume un tiempo considerable. Por tanto, el rendimiento diario con revestimiento monolítico *in situ* es bajo, pero en túneles de corta longitud, como en los pasos subterráneos, el período de construcción sólo se ve ligeramente afectado.

El revestimiento siempre se realiza en tramos de 2 metros de largo. Después de que la máquina ha excavado estos 2 m, los cilindros de empuje con el anillo de empuje se retraen. Así se crea el espacio necesario para la instalación de la siguiente sección en el escudo de cola.

El espacio anular necesita ser llenado continuamente con material, para garantizar un soporte del suelo por encima de la máquina evitando derrumbes y asentamientos en la superficie. El relleno del espacio anular se realiza mediante la inyección de una lechada a base de cemento. Esta lechada se bombea directamente al espacio anular a través de los tubos de inyección que están integrados en el escudo de cola reduciendo al mínimo el riesgo de asentamientos en superficie.

Con en el revestimiento *monolítico in situ*, el pozo de ataque tiene un papel menos importante. No hay cargas significativas durante la operación de la máquina **MH Box**. Por ello, el dimensionamiento y la construcción de los pozos se simplifican considerablemente.

#### Estabilización del recubrimiento y del frente de excavación

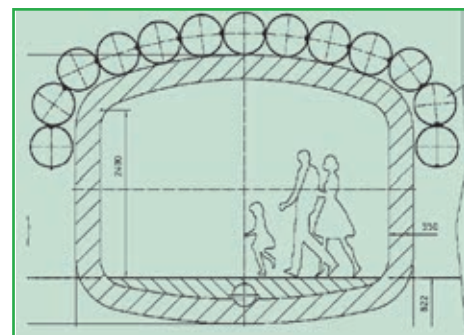
En la construcción de pasos peatonales subterráneos siempre surge el mismo tipo de problema, debido a que los cruces son a poca profundidad y con poco recubrimiento. A menor recubrimiento, mayor es el riesgo de que el suelo se derrumbe, entre sin control en la máquina y finalmente cree asentamientos en superficie.

El método más seguro para soportar el suelo por encima del túnel y prevenir que este sea arrastrado, es la instalación de una pantalla de

tubo sobre el túnel. Esto proporciona una seguridad adecuada para los cruces de carreteras y de ferrocarril con altas cargas dinámicas.

#### 1. Pantallas de tuberías

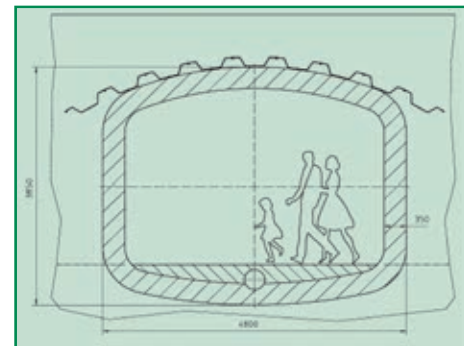
La pantalla de protección más viable se consigue con tubos de acero, estos además pueden ser reforzados con hormigón.



■ **Ejemplo de pantalla de tuberías.**

#### 2. Pantallas de tablestaca

Otra opción muy viable es la instalación de una tablestaca horizontal. Con agujeros piloto como en la perforación con tornillos sinfín, se crean agujeros que sirven de guía para la tablestacado.



■ **Ejemplo de una pantalla de protección con tablestaca.**

#### 3. Plataforma/ Puente de carga

En zonas con menor carga de tráfico se puede utilizar una plataforma de segmentos de acero para la distribución de la carga. Existe el riesgo, sin embargo, que la capa superficial del suelo sea arrastrada. Por lo tanto, este método solo puede ser utilizado con en el revestimiento monolítico *in situ*.



**HERRENKNECHT IBÉRICA, S.A.**  
Unipersonal

Pº Castellana, 192 - 13 D  
28046 Madrid - España

☎: + 34 913 598 008

Fax: + 34 913 592 032

[herrenknechtiberica@herrenknecht.es](mailto:herrenknechtiberica@herrenknecht.es)

Web: [www.herrenknecht.com](http://www.herrenknecht.com)