

## [INSTALACIÓN DE ENTIBACIONES METÁLICAS]

# CONTENCIÓN SEGURA

En los últimos años ganan terreno las entibaciones metálicas, empleadas para la contención de terreno en obras subterráneas como instalaciones de tuberías y estructuras enterradas. Entre sus características destacan la seguridad que proporcionan a la faena, en comparación a sistemas tradicionales en base a madera. En la instalación resulta clave contar con personal capacitado que ejecute las recomendaciones de los especialistas.

DANIELA MALDONADO P.  
PERIODISTA REVISTA BIT



**L**A ENTIBACIÓN CONSTITUYE un sistema de contención provisional de paredes de excavaciones empleado en la ejecución de obras subterráneas tales como instalaciones de tuberías, cajones, cámaras, plantas elevadoras, estribos y cepas de puentes, entre otros. Hasta hace algunos años, el sistema de sostenimiento utilizado para estas faenas consistía en entibaciones de madera, que al momento de ser instalado tenía un alto riesgo de derrumbes.

Según la Mutual de Seguridad, la tipología más aplicada actualmente para la contención en excavaciones de zanjas es la entibación metálica. Estos equipos, modulares y flexibles, se fabrican industrialmente y se aplican en todo tipo de suelos, en distintos anchos y profundidades.

En Chile las empresas comercializadoras de estos equipos venden y/o arriendan a las constructoras, quienes son las encargadas de la instalación tras la capacitación impartida por los proveedores.

En general, se trata de equipos importados, de procedencia francesa o alemana. El sistema consta de paneles de acero de 10 cm de espesor, de pilares o rieles también de acero y de riostras o puntales de acero forjado.

Entre las principales ventajas de las entibaciones metálicas, los proveedores destacan la seguridad que proporcionan tanto para el personal de instalación como para el resto de los equipos y maquinarias que participan en la faena. Además, con este sistema se aseguran

plazos determinados de construcción y se optimiza el tamaño de las excavaciones, ya que se logra el menor ancho posible. Por otra parte, señalan las empresas, se reducen los costos, fluctuando el valor de arriendo mensual para los diferentes sistemas entre \$ 15.000 y \$ 22.000 el m<sup>2</sup> (más los fletes). El costo final de m<sup>2</sup> entibado en zanja depende de la velocidad con que se ejecute la colocación de los tubos y los rellenos compactados, que varía según el tipo de terreno, ancho y profundidad de las excavaciones y del personal y equipos de la empresa constructora.

### Montaje: Excavar Entibando

Las entibaciones metálicas protegen en todo momento las paredes de las excavaciones porque tras la instalación de los módulos en la superficie del terreno, la excavación se realiza por el interior de éstos. El concepto que se aplica es excavar entibando o entibar excavando. El proceso se ejecuta por medio de máquinas (normalmente es una excavadora) que excava por el interior de los módulos de entibación y presiona hacia abajo cada panel lateral en forma alternada a medida que se profundiza la zanja.

Para esta faena se emplean distintos sistemas, según la profundidad de entibación requerida, las características del terreno y el ancho y profundidad de la zanja. Los principales corresponden al sistema de cajones o box armados fuera de la zanja, y al sistema deslizante o de guías, cuyos componentes se arman en la misma excavación.

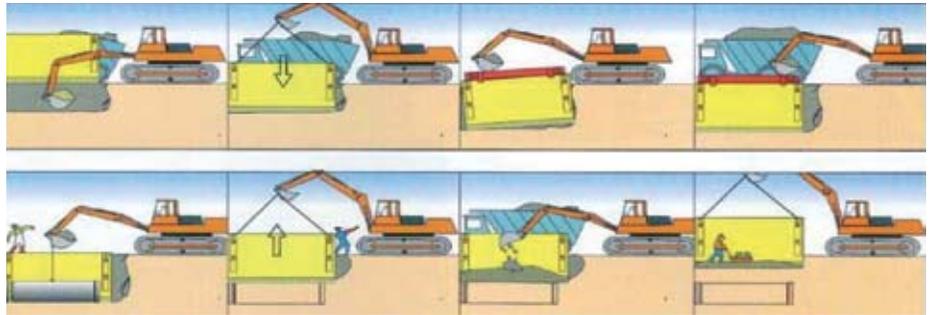
### Sistema de Cajón

Se trata de un conjunto de entibación formado por dos paneles laterales, los que pueden alcanzar profundidades medias de 3 m. En caso de ser necesario se emplean paneles realza o de extensión, los que se utilizan para aumentar la profundidad de la excavación, logrando llegar con éstos a 4 m entibados. Los paneles cuentan con rieles incorporados, en los que se fijan las riostras que unen ambas caras por medio de pasadores. El panel base y el panel extensión se fijan mediante acoples metálicos asegurados con pasadores.

**Armado del módulo:** El primer paso consiste en colocar sobre una superficie firme los dos paneles laterales que conforman el cajón, en forma horizontal, con los rieles hacia arri-

### SISTEMA DE CAJÓN

Luego de colocar el cajón en la preexcavación, se excava con el balde por el interior. El proceso de hincado se repite hasta que el cajón llegue a la profundidad requerida.



ba. En el primer panel se inserta en cada riel un par de articulaciones, fijándolos con los pasadores y asegurándolos con las chavetas o seguros de fierro. Posteriormente se coloca sobre cada articulación, una riostra cerrada (y extensión de riostra si se requiere mayor ancho). Es importante asegurarse de que todas las riostras tengan la misma apertura.

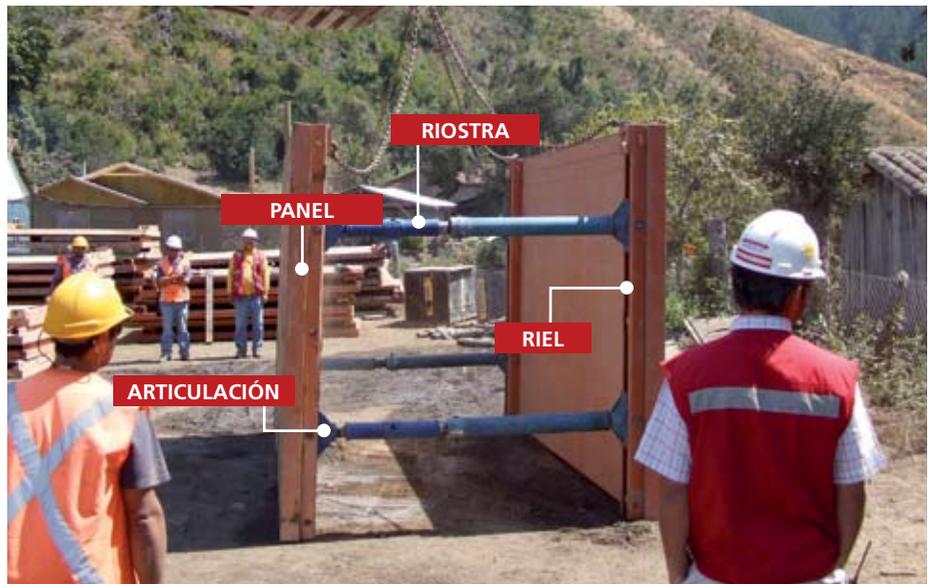
En el segundo panel se insertan las articulaciones, repitiendo el procedimiento de la cara anterior.

Con la excavadora se eleva –mediante eslingas– el segundo panel y se coloca hacia abajo. Luego, se enganchan los cuatro extremos de la eslinga en las cuatro esquinas del segundo panel, levantando y situándolo sobre el primer panel, haciendo coincidir las articulaciones con las riostras. Se insertan las riostras y extensiones de riostras en las articulaciones y se fijan con los pasadores y seguros.

La distancia libre entre panel y panel es entre 1,0 m y 1,20 m regulables y si se requiere una zanja más ancha, se colocan extensiones en las riostras, gracias a las que se puede llegar a 3 m de ancho.

#### Instalación del módulo en la zanja:

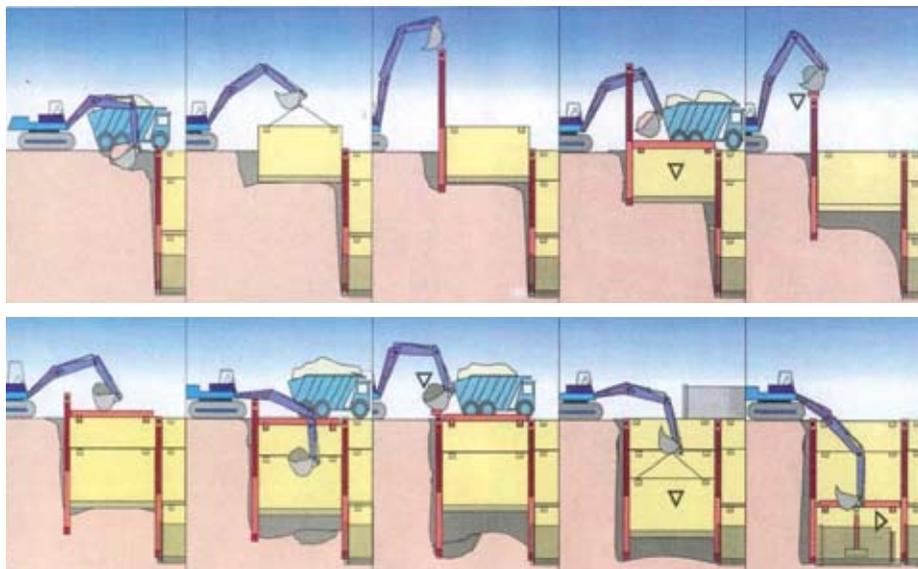
Para introducir el módulo se deberá preparar una preexcavación del largo del cajón, aproximadamente de 1 m de profundidad y del ancho de la excavación. Con la excavadora se procede a colocar el cajón en esta preexcavación. Con el balde de la misma máquina se excava al interior del cajón, presionando los paneles alternadamente hacia abajo -con el balde lleno de tierra para que adquiera peso- de modo de introducirlos en el terreno a medida que se excava. En esta etapa es importante tener en cuenta que no se debe golpear los paneles directamente con el balde, ya que esto los dañaría, al igual que a la excavadora. Para evitar esta situación, sobre



ELEMENTOS DE ENTIBACIÓN

## SISTEMA CORREDERA

Los paneles se deslizan por un riel doble corredera instalando el panel superior por la parte externa del riel y el panel inferior por la parte interna. Esto permite extraer los paneles inferiores sin mover los superiores.



los paneles se debe colocar una viga metálica de protección, sobre la cual carga el balde de la excavadora. El panel base cuenta en la parte inferior con un corte en ángulo, que facilita su penetración en el terreno.

La excavación e hincado del cajón se repite hasta que éste llegue a la profundidad requerida. Si la cohesión del terreno lo permite (no se desmorona) y no hay agua, no es necesario llegar hasta el fondo de la excavación con el cajón, éste puede quedar como máximo a 1,50 m del fondo. La excavación se produce por dentro de los paneles, entre un espacio de 3,10 m entre riostra y riostra.

Terminada la instalación del cajón y la excavación, ingresan los trabajadores a la zanja a realizar las tareas de preparación del terreno, colocación de tubos y relleno compactado.

El retiro de los cajones se realiza a medida que se efectúan los rellenos compactados. Este relleno se realiza con la misma tierra extraída o con otro material seleccionado. El relleno en torno al tubo se realiza por capas, generalmente de 30 o 50 cm según lo especifique cada proyecto. Con una máquina, un vibropisón, una placa compactadora, o rodillos se consolida el terreno. La entibación se retira a medida que se ejecutan los rellenos. Es fundamental hacer este relleno por capas, ya que de realizarlo de una sola vez, la tierra se comprimiría contra el panel, dificultando su extracción, además que al levantar los paneles se removería el terreno ya compactado.

Para retirar los cajones, con la excavadora,

mediante las cadenas, se levanta el cajón tirando alternadamente de las esquinas de los paneles. Este proceso se repite con los cajones que se van colocando más adelante en el trazado.

## Sistema Deslizante

Este tipo de entibación se caracteriza por su armado al interior de la zanja. Se pueden encontrar dos tipos de entibaciones metálicas deslizantes, el sistema corredera y el sistema paralelo.

**Corredera:** Este sistema se compone de dos paneles laterales y permite una profundidad total entibada de 4,80 metros. En primer lugar se deberá realizar afuera de la zanja el montaje de pórticos, que son las estructuras formadas por un par de rieles instalado uno frente al otro unidos mediante tres líneas de riostras, lo más distanciadas posibles una de otra. La riostra se inserta cerrada en los rieles y se fija mediante los pasadores y los seguros. Una vez armado el par de rieles con las riostras se da la medida interior requerida girando las riostras. La parte inferior de los rieles debe quedar unos 8 a 10 cm más abierta que la parte superior, de manera que éstos penetren cortando el terreno. Todos los pórticos que se armen deben tener las mismas medidas interiores, de modo que los paneles encajen en éstos perfectamente.

Se hace una preexcavación de aproximadamente 1,0 a 1,5 m de profundidad y unos 50 cm más larga que el módulo y del ancho

de la zanja. Con la excavadora se inserta en el terreno este pórtico. El primer par de rieles se inserta de forma vertical teniendo la precaución de que queden bien alineados, uno frente al otro y bien aplomados. Posteriormente, se inserta un panel por la guía exterior de cada riel. La distancia que quede entre los paneles en el sector de los rieles se debe repetir en el sector libre de los paneles donde se instala el segundo pórtico, con lo que queda conformado el primer módulo.

A continuación se excava al interior del módulo empujando hacia abajo con el balde cada panel y cada riel en forma alternada en la medida que aumenta la profundidad, hasta que la parte superior de los paneles llegue a nivel de terreno. Al igual que en el sistema de cajones, para proteger los paneles, se debe colocar sobre éstos la viga de protección sobre la cual cargará el balde.

Posteriormente se insertan otros dos paneles por las guías interiores de los rieles y se continúa la excavación empujando sobre los paneles interiores y los rieles hasta llegar a la profundidad requerida. Es importante que los paneles no sobresalgan de los rieles más de 50 cm en la parte inferior, si esto ocurre, la presión de la tierra puede tender a doblarlos.

Terminada la instalación del módulo, las riostras deben quedar en forma horizontal, perpendicular a los rieles. A continuación se repite la secuencia anterior para instalar los módulos siguientes. Por el interior de la entibación se ejecutan los trabajos de preparación de terreno, colocación de tubos y relleno compactado. Junto con este relleno se van levantando los paneles y los rieles, comenzando por los paneles interiores. Al estar los paneles superiores e inferiores en distinto plano, se reduce el rozamiento de éstos con el terreno y por tanto su adhesión al mismo. Además, esto permite extraer los paneles inferiores sin mover los superiores, lo que involucra una gran eficiencia en el proceso de rellenos compactados. Cada panel se mueve independientemente del otro. Si se utilizara el sistema de cajón de las medidas del sistema corredera, pesaría más de 4 toneladas, por lo que costaría muchísimo instalarlo y sacarlo de la zanja.

**Sistema Paralelo:** Este sistema consta de un panel más que el sistema anterior, un panel extensión por lado, gracias a lo que puede llegar a una entibación total de 6,10 me-

tros. Mediante el uso de extensiones de viga puede superar los 8 metros.

Al igual que en el sistema corredera, en primer lugar se deberá realizar el montaje de los pórticos, que son las estructuras formadas por rieles, carretillas y vigas de extensión. Para esto se debe colocar un riel sobre una superficie plana, levantar la carretilla o carro corredizo con el balde de una excavadora y deslizar horizontalmente por el riel porta-carretilla. Insertar un perno de bloqueo en el riel a cada extremo de la carretilla, los que actuarán como tope de ésta. Enfrentar un par de rieles con sus carretillas ya instaladas y colocar entre éstos, las vigas de extensión. Con esto ya queda listo el primer pórtico para su instalación. Para los demás pórticos se repiten los puntos anteriores.

Posteriormente se ejecuta una preexcavación del ancho de la zanja y 0,5 m más larga que el módulo de entibación. Con la excavadora se inserta el primer pórtico, con la carretilla en la parte inferior, en la preexcavación, dejándolo lo más aplomado y alineado

## EXPERIENCIA EN SISTEMAS METÁLICOS

Jara Gumucio S.A. es una de las empresas chilenas que ha utilizado entibaciones metálicas en todas sus variedades cajones, paralelo y correderas. En relación a sus ventajas, destacan la seguridad y rapidez que se pueden alcanzar en el avance de la obra, comparado con tipologías tradicionales. Además, se logra una reducción del movimiento de tierra, lo que se aprecia sobre todo en Santiago, donde no existe el espacio suficiente para desarrollar taludes.

En la firma subrayan la importancia de los estudios de mecánica de suelos, que determinan el más adecuado sistema de entibación a utilizar. Además, enfatizan en la capacitación. Tanto el personal que trabaja en el interior de la zanja, como el que se encuentra en el exterior, deben ser inducidos diariamente, pues deben tomar conciencia de que es muy importante la organización de la faena, la limpieza de los sectores de trabajo y la sincronización entre los equipos. Por otra parte, se debe tener la precaución de anticipar efectos naturales como lluvias, los cuales podrían ser una complicación para la faena, señalan en la compañía. En Jara Gumucio utilizan la modalidad de arriendo a empresas chilenas especialistas.

Otra alternativa utilizada, está en arrendarlos o comprarlos directamente en el extranjero. Un ejemplo de esto lo constituye la constructora Tecsa S.A. quienes adquirieron hace 6 años en Europa entibaciones metálicas usadas, para aplicarlas en una obra específica. En la constructora señalan que se analizaron las alternativas y la utilizada era la más conveniente para el uso acotado que se le debía dar en terrenos arenosos de Punta Arenas. Incluso se barajó la posibilidad de arrendar equipos temporalmente en el extranjero, sin embargo, esta alternativa resultaba económicamente inviable. La experiencia fue bastante positiva, ya que no tuvieron accidentes ni fallas y la asesoría y capacitación del personal fue permanente.



**KRINGS CHILE**

**X RAPIDEZ**  
**X SEGURIDAD**  
**X EFECTIVIDAD**

## Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- **Sistemas de cajones KS-100**
- **Sistemas con guías deslizantes:**
  - Sistema corredera (4-6 Metros)
  - Sistema paralelo (5-8 Metros)
- **Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras**



### Casa Matriz

Av. Americo Vesputio Sur 80 Of. 32 - Las Condes  
Fono: (56-2) 241 3000

Guillermo Schrebler  
gschrebler@krings.cl

**WWW.KRINGS.CL**

### SECUENCIA INSTALACIÓN SISTEMA CAJÓN

1. Colocar los dos paneles base que conforman el cajón sobre una superficie firme. Levantar el segundo panel y voltearlo hacia abajo.
2. Enganchar las cuatro puntas de la eslinga en las cuatro esquinas del segundo panel, levantarlo y situarlo sobre el primer panel.
3. Insertar las riostras y extensiones de riostras en las articulaciones y fijarlas con los pasadores y seguros.
4. Con la excavadora se coloca el cajón en la preexcavación.
5. Excavación con el balde de la excavadora al interior del cajón.
6. Los paneles se empujan alternadamente hacia abajo, con el balde lleno de tierra.
7. El proceso de excavación e hincado del cajón se repite hasta que éste llegue a la profundidad requerida.
8. Terminada la instalación del cajón y la excavación, ingresan los trabajadores.



posible. Este último aspecto es fundamental ya que el primer pórtico hace de guía para los siguientes. Para asegurar la alineación, los especialistas recomiendan utilizar un plomo con una lienza, de todas formas a simple vista se puede distinguir su nivelación.

Insertar un panel por la guía exterior de cada riel dejándolos alineados con el trazado de la excavación.

Colocar el segundo pórtico insertando la guía exterior de los rieles en los paneles. Con esta última operación se completa el primer módulo.

Comenzar la excavación por el interior del módulo. A medida que aumente la profundidad de la excavación, empujar con el balde cargado de la excavadora, en forma alternada, los rieles, los paneles y las carretillas. Cuando el primer par de paneles están a nivel de terreno, insertar los paneles de extensión por las guías exteriores de los rieles. Cuando se llega con los paneles de extensión a nivel de terreno, insertar otro par de paneles por las guías interiores de cada riel. Continuar con las acciones de excavar, empujar rieles, paneles interiores y carretillas hasta la profundidad requerida para la zanja. Cuando se termine con la excavación, subir la carretilla y fijarla con los pernos de bloqueo. En esta etapa ya está en condiciones para iniciar los trabajos de colocación de tubería. Repetir los pasos anteriores para la colocación de los módulos siguientes.

Para la extracción de los módulos, levantar primero los paneles interiores, rieles y carretillas, rellenar la zanja y compactar.

Con la adición de una capa de poliestireno expandido de 50 mm más una capa de polietileno adosados a los paneles, este sistema se puede utilizar, además, como moldaje exterior para cajones de hormigón in situ u otras obras similares.

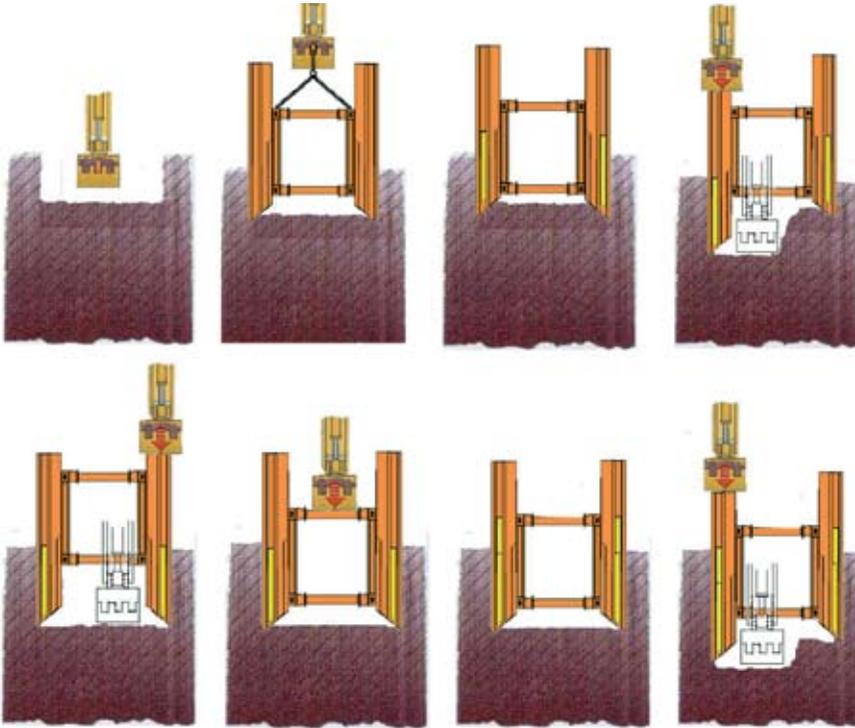
Por otra parte, para las excavaciones de pozos, cámaras, plantas elevadoras u otras obras similares enterradas, se utiliza el sistema esquinero. Este método se compone de cuatro rieles que permiten instalar paneles en un ángulo de 90°, gracias a lo que forma una sección cerrada, cuadrada o rectangular.

### Instalación segura

Pese a que con el sistema metálico han disminuido considerablemente los riesgos asociados a las excavaciones, en la Mutual de Seguridad enfatizan que igualmente se deben tomar medidas de seguridad.

## SISTEMA PARALELO

Con el primer módulo armado, continuar con las acciones de excavar, empujar rieles, paneles interiores y carretillas hasta la profundidad requerida.



Rafael Herrera, ingeniero asesor de investigación y desarrollo de la Mutual, destaca que lo más frecuente en este tipo de instalaciones son las lesiones relacionadas a los golpes contra los elementos, que constituyen la estructura del sostenimiento y las asociadas al manejo de herramientas en su instalación.

Dentro de las recomendaciones, uno de los aspectos importantes corresponde a los accesos de entrada y salida de la zanja. Éstos no deberían estar a más de 15 m de separación entre unos y otros. La zona de trabajo además debe estar despejada, sobre todo los bordes de la excavación, para evitar la caída de materiales. No se debe acopiar material en las inmediaciones de la excavación, a menos de un metro de distancia del borde.

Una de las principales precauciones que señalan las empresas proveedoras se refiere a los elementos de izaje. Las cadenas deben estar en buenas condiciones y ser las adecuadas para el peso que se levantará. Es relevante verificar que los pasadores estén siempre colocados de arriba hacia abajo con el seguro en la parte inferior. Si se colocan al revés y se sale el seguro, el pasador se puede caer y las distintas piezas se pueden desacoplar con el riesgo de algún accidente.

Durante el armado de los módulos, el personal debe trabajar fuera de éstos. Si se pre-

sentan napas de agua, es necesario agotarlas para evitar que se empiece a socavar el terreno. Es muy importante además, realizar a los trabajadores una instrucción en terreno. Es una gran ventaja, señalan los especialistas, contar con un operador de excavadora que tenga experiencia con entibaciones. ■

### COLABORADORES

Guillermo Schrebler, Gerente de Operaciones, Krings Chile S.A. [www.kringschile.cl](http://www.kringschile.cl)  
Wolfgang Poppen, Representante Comercial, Mecanotubo Chile. [www.mecanotubo.cl](http://www.mecanotubo.cl)  
Roberto Klotz, Director, Empresas Tecsa S.A.  
Francisco López, Director de Obras, Jara Gumucio S.A.

FOTOGRAFÍAS GENTILEZA: KRINGS CHILE S.A. Y MECANOTUBO CHILE.

### EN SÍNTESIS

**En la actualidad el sistema de entibaciones metálicas es el más utilizado en la contención de paredes de excavaciones en obras subterráneas. Con su uso se logra asegurar y optimizar plazos y costos de construcción, aparte de lograr obras muy seguras y menos invasivas con el entorno. Los principales sistemas son el de cajón y el deslizante. En ambos casos es muy importante colocar sobre los paneles una viga de protección sobre la cual se cargue el balde de la excavadora.**

Paneles con núcleo en lana de roca o poliuretano modificado PIR



Cortafuego y Retardantes al fuego

**meTecno**

Av. Nueva Industria 200, Quilicura  
Tel : 4387500 / fax : 4387590  
[info@metecno.cl](mailto:info@metecno.cl)

[www.metecno.cl](http://www.metecno.cl)

Certificaciones :

