



# HORMIGÓN PRODUCTOS PARA TBM

CONSTRUYENDO CONFIANZA



# SIKA Y LOS PRODUCTOS PARA TBM

**LA EXCAVACIÓN MECANIZADA** ha ganado más y más importancia con el rápido crecimiento y la expansión de la construcción subterránea en años recientes.

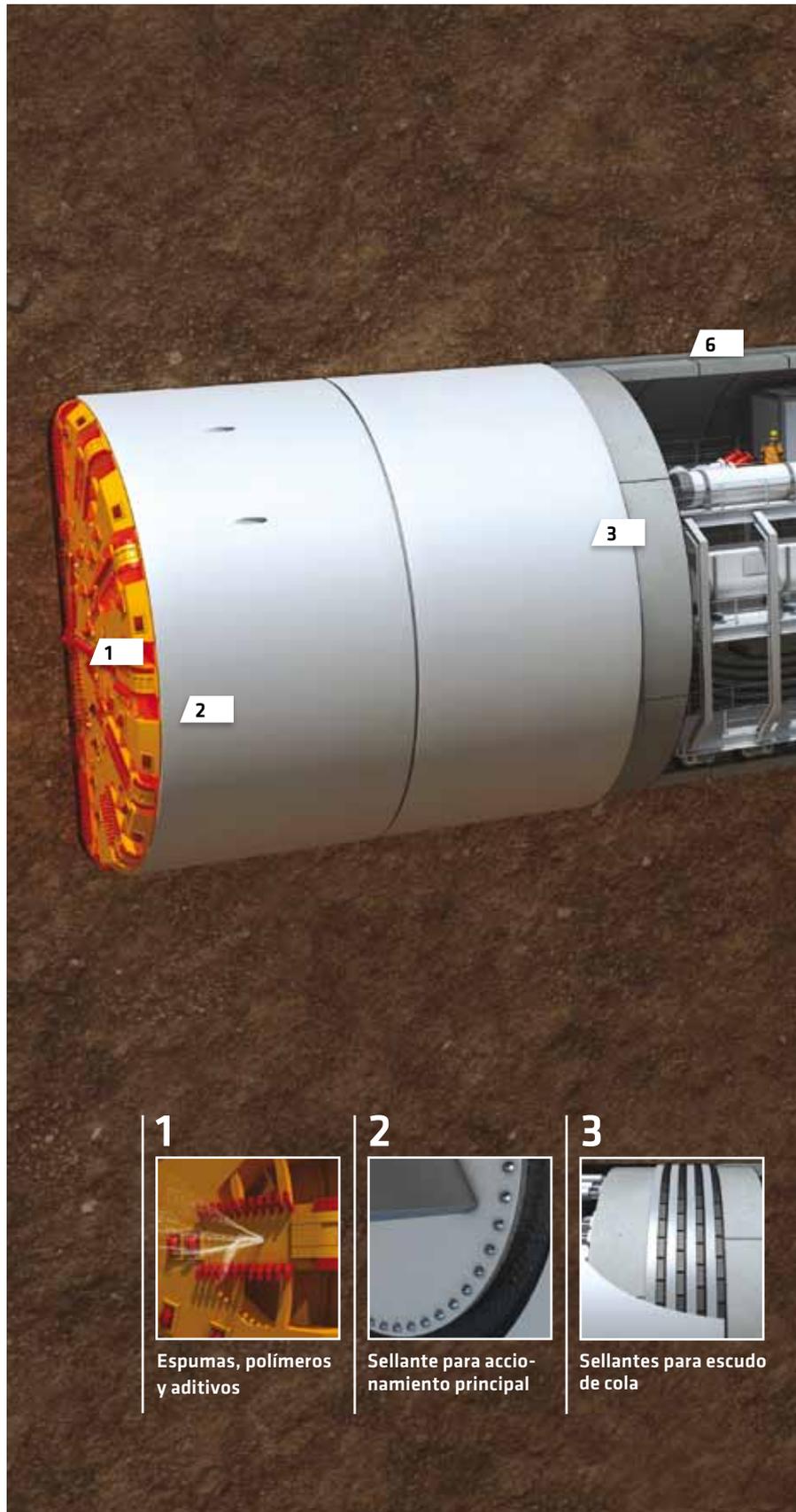
Maquinas tuneladoras (TBMs) son equipos muy avanzados usados como alternativa a la "perforación y voladura" en rocas y a la "excavación convencional" en suelo blando.

Las TBMs reducen el deterioro en el área de excavación, lo que las hace ideales para el uso en zonas altamente urbanizadas. Ellas también producen un acabado regular de la superficie en el túnel lo que reduce el costo final de los acabados.

El tiempo total de excavación de túneles largos se reduce también significativamente con el uso de las TBMs en comparación con los métodos tradicionales de excavación.

Una variedad de TBMs ha sido introducida en las décadas pasadas. Estas incluyen las de Lodo y las de Balance de Presión de Tierra (EPB) para suelos blandos, las Gripper para roca dura y las TBM de Escudo Simple para excavación a través de roca y otros suelos estables, con poca presencia de agua.

Sika provee un amplio rango de productos que son específicamente diseñados para el uso en cada uno de los diferentes tipos de TBM durante todo el proceso de excavación y construcción del túnel.





4

7

5

4



Inyecciones

5



Reparación y unión de banda transportadora

6



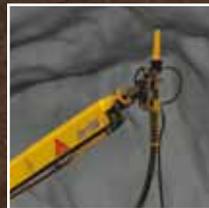
Grout de relleno

7



Aditivos para hormigón proyectado y dovelas

8

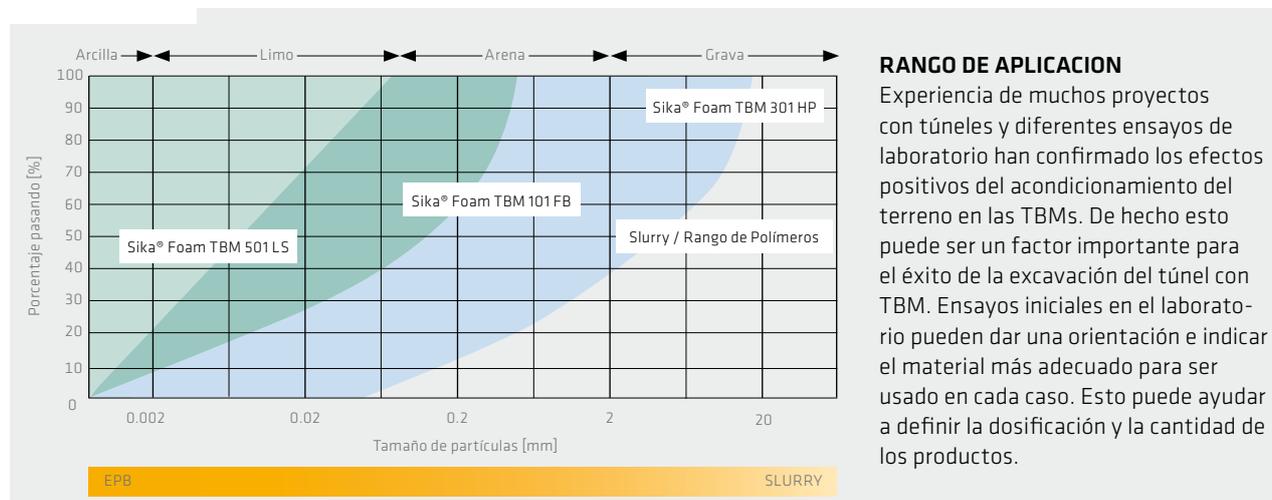


Máquinas de rotor y brazos telescópicos (no disponible en esta TBM)

# ESPUMAS, POLIMEROS Y ADITIVOS

**LA INYECCIÓN DE ESPUMAS, POLÍMEROS Y OTROS ADITIVOS** en el frente del túnel puede modificar significativamente las características de suelo blando, incluyendo su plasticidad, textura y permeabilidad; con el fin de facilitar y acelerar el trabajo y la excavación de la TBM. La selección del tipo de producto más adecuado y la cantidad necesaria para cada acondicionamiento del terreno depende de la geología específica y del equipo disponible en la TBM.

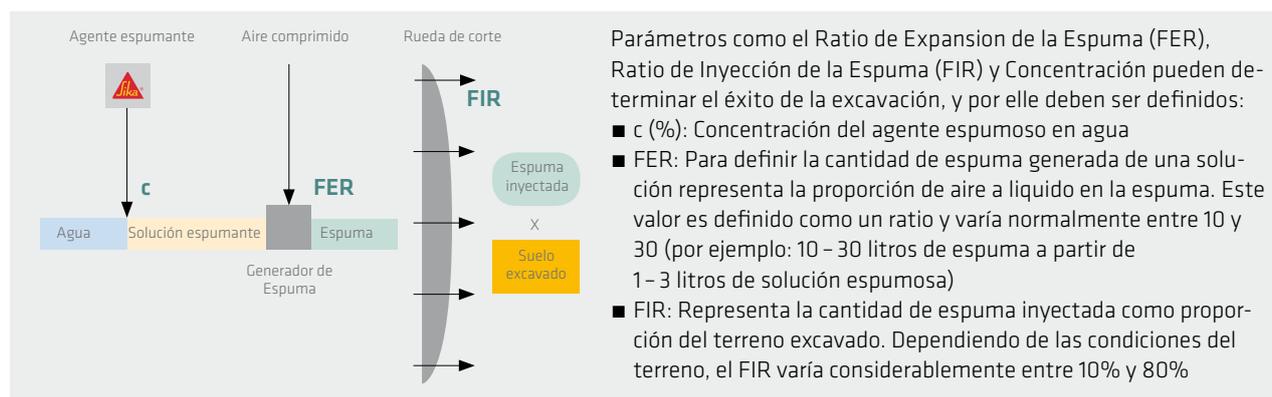
## RANGO DE APLICACION DE TBM'S EPB / USO DE ESPUMA



### RANGO DE APLICACION

Experiencia de muchos proyectos con túneles y diferentes ensayos de laboratorio han confirmado los efectos positivos del acondicionamiento del terreno en las TBMs. De hecho esto puede ser un factor importante para el éxito de la excavación del túnel con TBM. Ensayos iniciales en el laboratorio pueden dar una orientación e indicar el material más adecuado para ser usado en cada caso. Esto puede ayudar a definir la dosificación y la cantidad de los productos.

## PARAMETROS FER Y FIR



## VENTAJAS DEL ACONDICIONAMIENTO

### Suelo blando:

- Reducción del ángulo de fricción
- Cohesión a corto plazo
- Bajo desgaste y menor torque
- Estabilización del frente a corto plazo
- Material menos pegajoso
- Baja permeabilidad

### Roca dura:

- Reducción del polvo
- Reducción en daños a los discos de corte
- Cambio de discos de corte más limpio y rápido
- Bajo desgaste y menor torque
- Reducción en la abrasión y desgaste



## ESPUMAS

Como no todos los suelos son ideales para la excavación con TBMs, el uso de espumas acondicionadoras del terreno puede permitirle mejores tasas de avance a las TBMs EPB, aún en suelos heterogéneos con grava, arena y agua o bajo condiciones geológicas críticas.

### **Sika® Foam TBM 101 FB**

Agente espumoso para suelos con alta a baja permeabilidad, modificado con polímero.

### **Sika® Foam TBM 102 GP**

Agente espumoso de estabilidad excepcionalmente alta.

### **Sika® Foam TBM 301 HP**

Alta concentración de agente espumoso para suelos con alta permeabilidad y fracturados.

### **Sika® Foam TBM 401 LC**

Agente espumoso universal para suelos de permeabilidad media.

### **Sika® Foam TBM 501 LS**

Agente espumoso para suelos altamente cohesivos.



## POLIMEROS

Aplicaciones típicas de los polímeros de Sika en los procesos de excavación con TBM son:

- Reducción de la capacidad de “pegarse”
- Reducción de la adherencia a las superficies de metal
- Reducida segregación en la cámara de excavación
- Secado del material

### **Sika® Foam TBM 220 P**

Producto en polvo el cual reduce el riesgo de llenado de la cámara de excavación con suelo y agua.

### **Sika® Foam TBM 230 L**

Producto líquido también usado para reducir el riesgo de llenado de la cámara de excavación con suelo y agua.

### **Sika® Foam TBM 800 C**

Polímero líquido para estabilización de espumas y como ayuda para la dispersión de finos.

### **Sika® Foam TBM 900 Bio**

Polímero natural viscosificador líquido y estabilizador para espumas y otros fluidos dispersos en agua.



## ADITIVOS

A pesar de que las espumas son los productos más usados, no son los únicos que pueden ser considerados. Otros productos pueden ser utilizados para alcanzar diferentes resultados durante la excavación y avance con la TBM.

### **Sika® Foam TBM 20**

Limpiador y removedor de arcilla de los discos de corte.

### **Sika® Foam TBM 200**

Agente desespumante usado en la excavación de túneles y lodos antes de la disposición.

### **Sika® Foam TBM 700 WR**

Reductor de fricción especial usado para mantener las superficies de acero limpias.

# SELLANTES PARA EL ACCIONAMIENTO PRINCIPAL Y EL ESCUDO DE COLA

**LOS SELLANTES DE SIKA HAN SIDO ESPECIALMENTE DISEÑADOS** y desarrollados con una formulación basada en aceites vegetales, libres de hidrocarburos que evitan la contaminación de los desechos y que también son resistentes a la presión generada por el agua y el suelo.

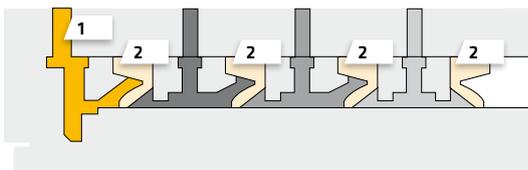
## SELLANTE ACCIONAMIENTO PRINCIPAL

El rodamiento principal es uno de los componentes más importantes y costosos de la TBM. Con el fin de mantenerlo en buena condición, éste tiene que estar adecuadamente sellado y lubricado. La experiencia ha mostrado que la mayoría de las fallas del rodamiento principal en las TBMs están relacionadas a la falta de lubricante, o a la entrada de contaminantes desde afuera. Por esta razón es absolutamente esencial tener el sistema funcionando con productos confiables. Sika® Stabilizer TBM H Protege el rodamiento principal previniendo su contacto con el agua, lodo, polvo y contaminación con espuma.

### Sika® Stabilizer TBM H

Sellante para el rodamiento de las TBMs con alta capacidad de adherencia a las superficies metálicas con extrema resistencia al lavado.

También cuenta con una buena propiedad de lubricación y bombeo.



1 Sika® Stabilizer TBM H | 2 Sellos

## SELLANTES ESCUDO DE COLA

Los sellantes para el sello en la cola son inyectados entre las filas de cepillos en el espacio entre el escudo de cola y las dovelas prefabricadas para prevenir que agua, suelo y el grout de inyección entren a la TBM. Los Sika® Stabilizers están específicamente diseñados para su uso seguro en áreas urbanas y otras donde el agua freática pueda entrar en contacto con excavaciones de TBM, con el fin de prevenir la polución del medio ambiente.

### Sika® Stabilizer TBM TS1

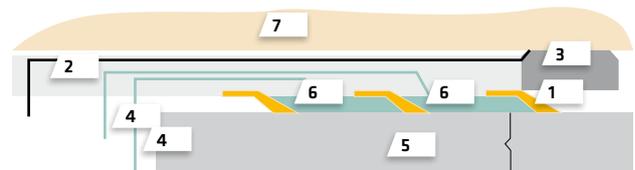
Primer sellante para el sello de cola.

### Sika® Stabilizer TBM TS2

Sellante para la cola en TBMs.

### Sika® Stabilizer TBM TS3

Sellante no inflamable para la cola en TBMs.



1 Cepillos | 2 Escudo de cola | 3 Relleno | 4 Líneas de grasa | 5 Segmento de hormigón | 6 Sika® Stabilizer | 7 Suelo



# INYECCIONES

**SIKA PROVEE UN AMPLIO RANGO** de productos para la inyección los cuales son usados en TBMs para diferentes aplicaciones incluyendo la consolidación del suelo, estabilización de rocas, para detener el ingreso de agua, y sellado permanente, además del relleno de vacíos y cavidades.

La entrada de agua y el lavado con el desarrollo de cavidades incontroladas presentan un riesgo para la seguridad y un aumento potencial de costos para las TBMs de roca y Grippers. Las tecnologías de inyección SikaFix® son altamente eficientes para resolver tales problemas pues el material curado puede ser fácilmente cortado por la TBM. El rendimiento no se ve alterado por la presencia de agua.

## **SikaFix® 301**

Es una inyección de resina de 3-componentes basada en acrilatos, específicamente desarrollada para penetrar y consolidar estructuras de baja permeabilidad. SikaFix® 301 tiene una consistencia similar al agua y por consiguiente penetra rápida y eficientemente las estructuras de roca y arena. El tiempo de reacción de la resina puede ser ajustado desde 2 - 15 minutos dependiendo de la aplicación y de las distancias de penetración requeridas.

## **SikaFix® 501**

SikaFix® 501 es una resina de silicato de 2-componentes con un alto factor de expansión de aproximadamente 30 veces (el tiempo de reacción es de aproximadamente 15 segundos). El producto se expande con o sin la presencia de agua. Otra importante ventaja para el uso de este producto en las TBMs es la facilidad para cortar la espuma curada (si fuera una espuma de PU, ésta se adheriría a la rueda de corte de la TBM). SikaFix® 501 también muestra excelente rendimiento de costo en comparación con otros productos de pre-inyección para TBM, y es ampliamente usada para estabilizar geologías fracturadas con alto índice de cavidad.

## **SikaFix® 601**

SikaFix® 601 es una resina de silicato de 2-componentes con corto tiempo de reacción (aproximadamente 40 segundos), la cual cura como una resina sólida de alta resistencia, sin el desarrollo de espuma. También tiene excelente adherencia, aún en superficies húmedas, y por ello SikaFix® 601 es frecuentemente usada para exigentes consolidaciones de roca y para controlar sobre-voladuras en los túneles. El producto también está disponible en una versión tixotrópica para su uso sobre cabeza e inyección de pernos autoperforantes.



# REPARACION Y UNION DE BANDAS TRANSPORTADORAS

**LA INDUSTRIA DE TÚNELES Y DE MINERÍA** se encuentra entre los sectores industriales más grandes del mundo donde sistemas de bandas transportadoras de caucho son usados. Sika puede ofrecer opciones superiores para la unión y reparación de las bandas de caucho y sus componentes para muchas aplicaciones.

## REPARACION DE BANDA

### SikaBond® R&B-100

Este sistema elastómero de 2-componentes de alto desempeño, basado en resina sintética, está especialmente diseñado para la reparación de bandas transportadoras de caucho reforzadas con textiles o acero. El material es primeramente usado para reparar daños comunes, no estructurales como huecos, cortes y bordes cortados causados por las rocas. Esto extiende significativamente la vida en servicio de la banda transportadora.

Cuando se aplica, el producto endurece y desarrolla propiedades mecánicas sobresalientes en substratos bien preparados. SikaBond® R&B-100 es ideal para reparaciones rápidas con una puesta en servicio rápida de las bandas transportadoras.



## UNION DE BANDA

### SikaBond® R&B-200/210

La vulcanización del caucho consume tiempo y puede también ser un negocio costoso debido al equipo y a la experiencia necesaria.

Sika es una de las pocas empresas con conocimiento patentado en este campo, más un interés global de proveer adhesivos sobresalientes para la unión de cauchos.

SikaBond® R&B-200/210 son sistemas de adhesivos flexibles de rápido curado diseñados para reemplazar las reparaciones mecánicas o uniones, como ribetes, tornillos o soldadura o la vulcanización caliente misma. Los productos también se pueden usar para unir muchos otros materiales como caucho, metales, plásticos duros, vidrio y madera.



# GROUT DE RELLENO

**SIKA SE ENCUENTRA ACTIVA A NIVEL MUNDIAL** en muchos proyectos de túneles y provee una amplia gama de productos para el grout de relleno en las TBM, basándose en las especificaciones de cada proyecto.

## GROUT DE RELLENO

La excavación con TBM de escudos implica que dovelas de hormigón deben ser instaladas para formar el túnel y que un espacio anular permanece entre estos segmentos y el terreno. El relleno de este espacio anular es un requerimiento muy importante ya que asegura el contacto homogéneo con el terreno, transfiere las cargas del remolque de la TBM y también puede ayudar a impermeabilizar el túnel. Diferentes tipos de materiales para relleno han sido desarrollados: grouts hidráulicos y de dos componentes. Sika ofrece una completa gama de estabilizantes y retardadores para preparar el grout de relleno: SikaTard®, Sika® Visco-Crete®, SikaFume® y Plastiment®.



## GROUT DE DOS COMPONENTES

El grout de inyección de dos componentes es preparado adicionando una mezcla de agua/cemento, bentonita y retardante (componente A) con un acelerante (componente B). Estos se mezclan justo antes de que el componente A sea inyectado a través de la cola del escudo y se transforma de un líquido cremoso a una gel en aproximadamente 10 - 20 segundos. La mezcla final tiene una resistencia similar a la del terreno alrededor y puede llenar cada espacio y vacío antes de que se solidifique.

Para los efectos de flujo y retardo requeridos, se usan los productos de Sika SikaTard® y Plastiment®. Los acelerantes Sika-Set® o Sigunit® también son usados para controlar el tiempo y proceso de gelificación y endurecimiento.



# ADITIVOS PARA HORMIGÓN PROYECTADO Y DOVELAS DE HORMIGÓN

**EQUIPOS MODERNOS DE HORMIGÓN** proyectado utilizan modernas tecnologías de manejo de materiales así como tecnología de hormigón como la química de los aditivos. El incremento en la demanda de costos – beneficios, la protección de la salud y el medio ambiente significan que el hormigón proyectado ha estado en continuo desarrollo en los años recientes.

## **Sika® ViscoCrete®**

Productos usados para reducir la demanda de agua del hormigón, controlar la trabajabilidad e incrementar la durabilidad del hormigón proyectado. El desarrollo de la resistencia es influenciado positivamente por el doble efecto del super-plastificante y acelerante.

## **SikaTard®**

Aditivos desarrollados para regular la hidratación del hormigón proyectado los cuales permiten un tiempo de trabajabilidad extendido, para que un trabajo continuo con mezclas frescas pueda ser llevado a cabo por periodos de tiempo definidos sin dificultad.

## **Sika® Shot**

Los acelerantes son usados en aplicaciones de hormigón proyectado para impermeabilización, trabajos de reparación o protección al fuego, por ejemplo. Estos pueden ser producidos como grouts “listo para usar” que dan flexibilidad ya que los

materiales pueden ser guardados en la obra por relativamente largos periodos de tiempo y pueden ser aplicados con máquinas relativamente pequeñas.

## **Sigunit®**

Un rango completo de acelerantes libres de álcali y alcalinos para el hormigón proyectado desarrollando resistencias de acuerdo a las curvas requeridas J1, J2 y J3.



**EN LA CONSTRUCCIÓN MODERNA CON TBM** el revestimiento final es construido con dovelas de hormigón. Este hormigón requiere soluciones innovativas para el diseño de la mezcla.

## **HORMIGÓN PARA RECUBRIMIENTO INTERIOR**

El volumen de hormigón requerido para el revestimiento interno en túneles es muy alto. Efectividad de costos es por consiguiente de alta importancia. El hormigón debe fluir fácilmente de manera que pueda ser encofrado en moldes, no puede exudar ni segregarse, con el fin de asegurar una rápida producción y disponibilidad de los moldes, tiene que proveer alta resistencia temprana. Los requerimientos de consistencia, estabilidad y resistencia temprana son controlados con el uso de la tecnología Sika® ViscoCrete®. Aditivos adicionales de Sika como Sikament® y SikaPlast® también son usados para cumplir demandas específicas. Si se necesita un retardante -SikaTard® y para la inyección de aire -Sika®Aer. Micro sílice SikaFume® incrementa la densidad de la mezcla llevando a un aumento de la resistencia a la compresión y aún mayor durabilidad.

## **DOVELAS DE HORMIGÓN**

Durante la producción de las dovelas de hormigón para los túneles es importante que el hormigón pueda ser colocado sin la formación de orificios ni vacíos. La mezcla debe tener también una resistencia alta temprana para reducir el tiempo de curado

y desmoldar las dovelas lo más rápido posible.

Con un alto efecto plastificante, una baja relación agua/cemento puede ser alcanzada lo cual incrementará las resistencias tempranas y aumentará la durabilidad.

Luego de pocas horas el hormigón debe tener una resistencia suficiente. Para cumplir con estos requerimientos, aditivos especiales han sido desarrollados usando la tecnología Sika® ViscoCrete®. Los productos Sika® Separol® son usados para asegurar un fácil desencofrado y obtener superficies de hormigón mejoradas. En algunos casos los segmentos formando el alineamiento permanente pueden estar expuestos a agresivas aguas freáticas. En este caso por ejemplo, Sikagard®-65 WN es un protector epóxi en base acuosa diseñado para proveer un alto nivel de protección.



# MAQUINAS DE ROTOR Y BRAZOS TELESCOPICOS

**LOS EQUIPOS ALIVA® SON UNA DIVISIÓN DE SIKA AG EN SUIZA.** Por más de medio centenario Aliva® ha estado activa en el área del hormigón proyectado como especialista en el diseño y construcción robusta y flexible de máquinas de rotor, bombas de hormigón, unidades dosificadoras, brazos telescópicos y sistemas especiales de hormigón proyectado para TBMs.

## MAQUINAS DE ROTOR

El material bombeado a través de un rotor es transportado con aire a presión a la boquilla, donde es mezclado con el agua y cualquier aditivo puede ser adicionado (por ejemplo acelerante). Estas máquinas Aliva tienen placas de sello hechas de acero especial y cuentan con un sistema automático de lubricación que reduce el desgaste y la fatiga, y por consiguiente el tiempo de parada y los costos operacionales.

### VENTAJAS DE LA MAQUINAS DE ROTOR ALIVA

- Manejo fácil y bajo mantenimiento
- Largas distancias de bombeo son posibles
- Tasa de bombeo constante y muy baja pulsación
- Caja de control especial (Autónoma, componentes adicionales, etc)
- Presiones de trabajo y las cantidades de los materiales son mostradas en el mando a distancia (AL267)
- Sistema automático de reconocimiento de bloqueo (AL267)
- También usadas para el relleno detrás de los dovelas de hormigón o para llenar el vacío anular

### Aliva®-267

Esta máquina de rotor es ideal para procesar hormigón proyectado seco y húmedo. Su construcción modular lo hace posible. Su capacidad de salida de 4 - 21 m<sup>3</sup>/h la hace útil para TBMs, sistemas de soporte temporal en minería, estabilización de taludes y refuerzos en roca.



## BRAZOS TELESCOPICOS

Aliva® ha creado nuevos estándares con la producción de equipos para la construcción de túneles orientados específicamente a los clientes. En particular con el robot Aliva para hormigón proyectado (AL-302) y el equipo Aliva para relleno de grout (AL-267) en TBMs.

### VENTAJAS DE LOS BRAZOS TELESCOPICOS

- Diseñados, desarrollados y construidos por Aliva® en Suiza
- Soluciones prácticas estandarizadas
- Soluciones orientadas al cliente
- Flexibles en el alcance y área de trabajo
- Cabezas inyectoras y otros accesorios disponibles
- Sistemas de hormigón y acelerantes pueden ser incluidos

### COMPONENTES DEL SISTEMA

- Mecanismo de anillo
- Robot con brazo telescópico de una a tres secciones
- Máquina de rotor Aliva®-267
- Soluciones orientadas a los clientes para TBMs
- Sistemas completos incluyendo la bomba de hormigón y la unidad dosificadora del acelerante
- Controles remotos o con cable



# SIKA, EL MÁS AMPLIO RANGO DE SOLUCIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN



**IMPERMEABILIZACIÓN**



**HORMIGÓN**



**REPARACIONES Y REFUERZO**



**PEGADO Y SELLADO**



**SISTEMAS DE PISOS**



**CUBIERTAS**

## ¿QUIÉNES SOMOS?

Sika es una compañía activa mundialmente en el negocio de los productos químicos para la construcción. Tiene subsidiarias en más de 97 países alrededor del mundo. Sika es líder mundial en el mercado y la tecnología en impermeabilización, sellado, pegado, aislamiento, reforzamiento y protección de edificaciones y estructuras civiles. Sika tiene más de 17.000 empleados en el mundo y por esto, está idealmente posicionada para apoyar el éxito de sus clientes.

Rigen nuestras Condiciones Generales de Venta más recientes.

Sírvase consultar la Hoja de Datos de Producto antes de cualquier uso y procesamiento.



### SIKA ARGENTINA S.A.I.C.

Juan B. Alberdi 5250  
B1678CSI · Caseros  
Pcia. Buenos Aires · Argentina

### Contacto

Teléfono: 011 4734 3500  
info.gral@ar.sika.com  
www.sika.com.ar

**CONSTRUYENDO CONFIANZA**

