Construcción

# Sistemas Sika®para Hormigón Proyectado

## Tecnología y Conceptos

# Tecnología Sika para Hormigón Proyectado

## Sika - Líder con permanente innovación

## Introducción

Por razones de flexibilidad, rendimientos y economía, el hormigón proyectado ha adquirido una gran importancia en las últimas décadas, especialmente en lo relacionado con el sostenimiento de túneles. La principal razón para éllo, son los nuevos desarrollos y mejoras alcanzadas en la tecnología y en los procedimientos de ejecución de los hormigones proyectados.

Los nuevos desarrollos que se están realizando en los aditivos del hormigón proyectado, en las adiciones, en los cementos, y en los métodos de proyección están llevando a innovadoras aplicaciones, como es el caso del sistema de proyección por vía húmeda, con el cual se pueden obtener los máximos rendimientos, resistencias a compresión y durabilidad del hormigón. Estas ventajas deberían aprovecharse al máximo en todo el mundo, ya que a menudo el hormigón proyectado se utiliza únicamente como soporte temporal que debe cumplir con bajos requerimientos de calidad.

Sin embargo, toda la experiencia adquirida en el conocimiento del hormigón proyectado por vía húmeda se ha traducido en un aumento significativo en su utilización en una amplia variedad de proyectos y aplicaciones.

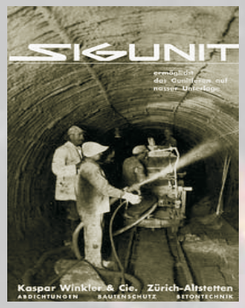
Los constructores y proyectistas pueden confiar en la experiencia existente, y pueden avanzar seguros con ideas y soluciones creativas e innovadoras.

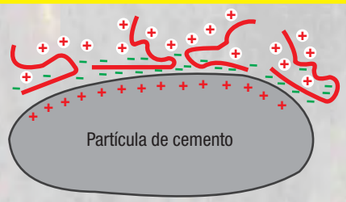
**La reputación de la que disfruta Sika en el mercado de la construcción de túneles es ampliamente conocida, sobre todo teniendo en cuenta que las actividades de la compañía, desde sus inicios en 1910, siempre han estado encaminadas al desarrollo de la tecnología para este tipo de proyectos.**

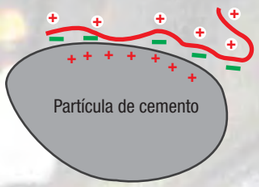
**La primera patente de un equipo de hormigón proyectado fue registrada en el año en que Sika fue fundada, una coincidencia, porque la historia de la construcción de túneles y la tecnología del hormigón proyectado siempre han estado relacionados con los desarrollos realizados por Sika.**

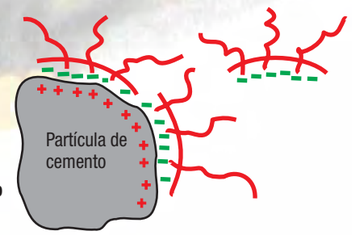
**Un ejemplo de esta historia exitosa, es la decisión de utilizar productos Sika para la impermeabilización de todas las estructuras de la línea del ferrocarril a través del primer Túnel Alpino del Gotthard.**

| | Equipos | Acelerantes | Superplastificantes |
|---|---|---|---|
| **1920** | | **En 1933 nació la marca Sigunita®**<br>**Presentación en polvo**<br>**Adicionado manualmente.**<br>**Dosificación 3% - 7 %** | |
| **1940** | **Spribag BS-12/MS-12**<br>**Primeros equipos para hormigón proyectado vía seca (Aire comprimido)**<br>**Rendimiento hasta 3 m³/hr.** | | **Naftaleno Sulfonado**<br>**Melamina Sulfonada**<br>**Sikament®, todavía es un aditivo superplastificante utilizado hoy en día en los túneles**<br>**Tiempo de Manejabilidad hasta 2 horas** |
| **1960** | | **Aluminatos alcalinos**<br>**Primer acelerante liquido para hormigones proyectados, Sigunita®-L Líquido**<br>**Dosificación 3-6 %** | |
| **1980** | **Sika®Aliva®-200/285**<br>**Equipos de rotor para hormigón proyectado**<br>**Vía seca y húmeda** | **Sulfato de Aluminio**<br>**Sigunita®-49 AF Polvo**<br>**El primer acelerante de fraguado libre de álcalis**<br>**Dosificación 4-7 %** | **Copolimeros de Vinilo**<br>**SikaTard® superplastificante para hormigón proyectado**<br>**Tiempo de manejabilidad hasta 4 horas** |
| **2000** | **Sika®-PM500**<br>**Sistemas altamente mecanizados para hormigón proyectado vía seca y vía húmeda** | **Hidróxido de Aluminio**<br>**Sulfato de Aluminio**<br>**Sigunita®-AF Líquido**<br>**Acelerante de fraguado libre de álcalis**<br>**Dosificación 4-7%** | **Policarboxilatos Modificados**<br>**Sika®ViscoCrete® la última innovación para hormigón proyectado**<br>**Tiempo de manejabilidad hasta 6 horas** |





# Requerimientos del Hormigón Proyectado: Ecología y Economía

**Sika**, como toda la industria química, tiene un compromiso permanente con el medioambiente, una responsabilidad integral que define los principios de seguridad, salud y protección medioambiental.

Numerosos accidentes ocurridos en el pasado han demostrado que las condiciones de trabajo en la construcción requieren una especial atención. La generación de polvo debe reducirse, y los riesgos creados por los productos químicos corrosivos y tóxicos deben minimizarse. El lanzamiento al mercado de los aditivos acelerantes de fraguado libres de álcali, como las **Sigunitas AF**, ha significado un cambio histórico en las condiciones de trabajo existentes en los túneles.

Estos acelerantes no tóxicos, libres de álcali, con un valor del pH alrededor de 3, reducen el impacto medioambiental y el riesgo de accidentes durante su manipulación, su almacenamiento y su empleo.

Dichos productos contienen componentes no corrosivos, por lo que el daño para la piel, para las membranas mucosas y para los ojos puede reducirse. En lo referente a la generación de polvo, el sistema de proyección por vía húmeda produce mucho menos polvo que el sistema tradicional de proyección por vía seca. La cantidad de polvo también puede reducirse mediante una mejora en la tecnología de las boquillas de proyección.

El rendimiento es el principal factor que hace del sistema de proyección por vía húmeda el sistema más económico. Dependiendo del tipo de aplicación, se pueden conseguir rendimientos de hasta 30 m3/h. Para obtener estos rendimientos es fundamental definir el mejor diseño posible de la mezcla de hormigón, el espesor de capa, así como el tipo y la cantidad de acelerante. No se pueden conseguir elevados rendimientos a no ser que el hormigón sea fácilmente bombeable.

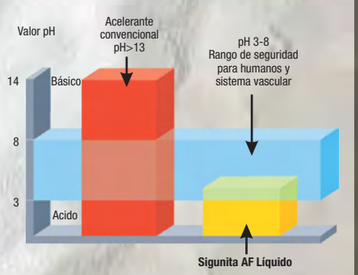
Si la mezcla de hormigón no es la adecuada para el bombeo, existen aditivos especiales que ayudan a prevenir la segregación y a reducir la presión de bombeo.

La cantidad de rebote de proyección es un factor económico muy importante, ya que minimizarlo al máximo influye positivamente en todo el proceso de colocación del hormigón proyectado.

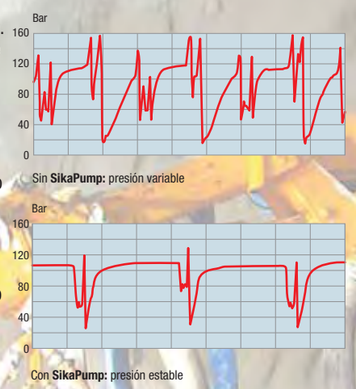
**Parámetros que influyen en la cantidad de rebote de proyección**

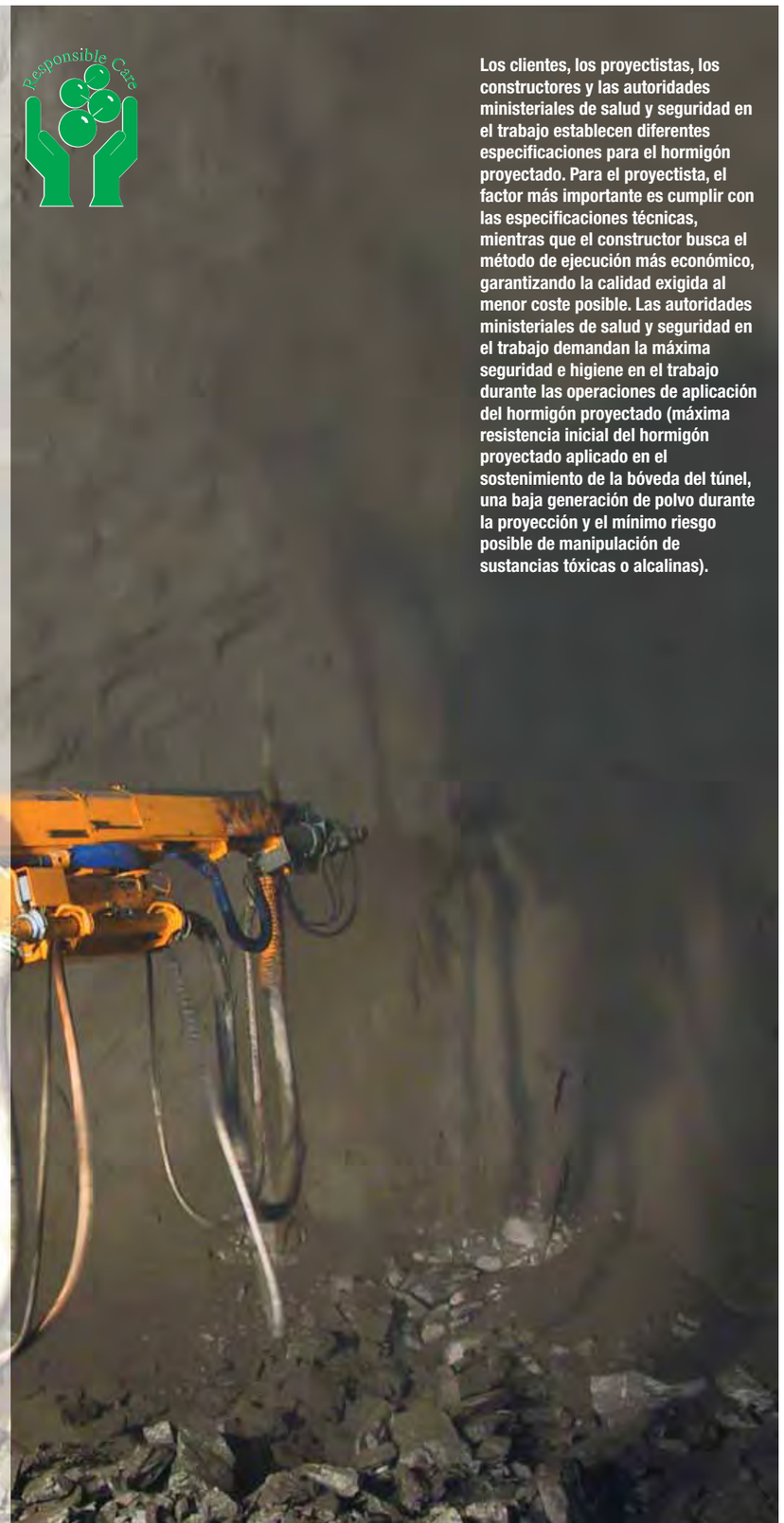
- Espesor de capa proyectada
- Curva granulométrica de los áridos
- Estado del soporte
- Ángulo de proyección
- Caudal y presión de aire
- Condiciones de adherencia
- Resistencia inicial exigida
- Tipo de fibras
- Contenido de fibras
- Sistema de proyección (vía seca o húmeda)

**Nuestro compromiso con la seguridad, la salud y la protección del medioambiente.**




**Presión de bombeo**



**Los clientes, los proyectistas, los constructores y las autoridades ministeriales de salud y seguridad en el trabajo establecen diferentes especificaciones para el hormigón proyectado. Para el proyectista, el factor más importante es cumplir con las especificaciones técnicas, mientras que el constructor busca el método de ejecución más económico, garantizando la calidad exigida al menor coste posible. Las autoridades ministeriales de salud y seguridad en el trabajo demandan la máxima seguridad e higiene en el trabajo durante las operaciones de aplicación del hormigón proyectado (máxima resistencia inicial del hormigón proyectado aplicado en el sostenimiento de la bóveda del túnel, una baja generación de polvo durante la proyección y el mínimo riesgo posible de manipulación de sustancias tóxicas o alcalinas).**

# Requerimientos del Hormigón Proyectado: Calidad y Características

## Resistencia Inicial ❶

Este es un requerimiento fundamental del hormigón proyectado cuando se aplica para el sostenimiento de la bóveda del túnel, sobre todo cuando se trabaja a elevados rendimientos, con la aplicación de grandes espesores de capa, o cuando se proyecta sobre soportes con fuerte presencia de agua y filtraciones. La curva del desarrollo de la resistencia en los primeros minutos después de la proyección tiene una gran influencia en la generación de polvo y en el rebote de proyección.
Normalmente se mide el desarrollo de las resistencias iniciales entre los 6 y los 60 minutos desde la proyección, y posteriormente se evalúa dicha resistencia cada hora.

## Resistencia Final ❷

Cuanto menor sea la relación agua/cemento de la mezcla de hormigón, menor será la porosidad del hormigón endurecido. Esto tendrá un efecto beneficioso en la mayoría de las propiedades del hormigón, especialmente en la resistencia a compresión. La cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento equivale a una relación agua/cemento aproximada a 0,25. El exceso de agua en la mezcla se evaporará después de la aplicación, dejando poros en la pasta del hormigón endurecido.

- Para bajas especificaciones: La relación a/c del hormigón proyectado es < 0.55
- Para especificaciones medias: La relación a/c del hormigón proyectado es < 0.50
- Para especificaciones elevadas: La relación a/c del hormigón proyectado es < 0.46

## Durabilidad ❸

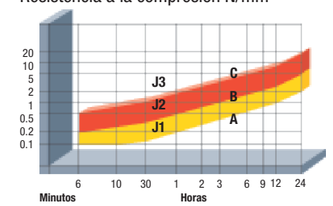
La durabilidad es equivalente a una baja porosidad. La baja porosidad capilar es esencial para conseguir una elevada estanqueidad, y se consigue mediante una aplicación correcta del hormigón proyectado, con una baja relación a/c y un proceso de curado correcto.

## Sulfatos ❹

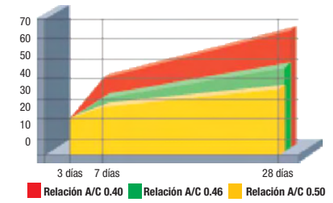
Los sulfatos solubles en agua reaccionan con el C3A del cemento para formar etringita.
Los cristales de etringita se propagan en primer lugar a los poros existentes en el hormigón. Cuando los poros están llenos la etringita desarrolla una presión sobre el interior del hormigón que puede llegar a dañar su estructura.
Si se necesita un hormigón proyectado resistente a los sulfatos, se deberá emplear un cemento resistente a los sulfatos, cementos con escoria, puzolanas o adicionados con humo de sílice.

**Resistencia al hielo**
A diferencia del hormigón convencional, la resistencia al hielo en el hormigón proyectado se consigue mediante la creación de una densa microestructura, en vez de introducir una mayor porosidad. Las adiciones a base de humo de sílice provocan un nivel superior de hidratación, dándole al hormigón proyectado una menor porosidad y absorción de agua.

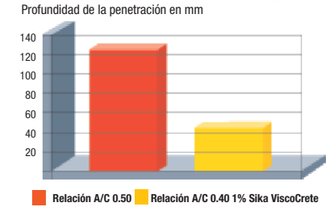
**Desarrollo de la resistencia del hormigón proyectado Especificaciones** ❶
Resistencia a la compresión N/mm²



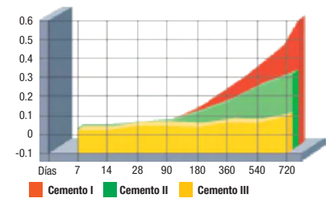

**Efecto de la relación A/C en la resistencia a compresión** ❷
Resistencia a la compresión N/mm²




**Efecto de la relación A/C en la profundidad de penetración de agua** ❸
Profundidad de la penetración en mm




**Resistencia a los sulfatos en la matriz del hormigón** ❹
Diferencia en la deformación lineal media entre muestras almacenadas en sulfatos y en agua



# Diseños de Mezclas de Hormigón Proyectado

Los diseños de las mezclas de hormigón proyectado deberán adaptarse siempre a las especificaciones y granulometrías de los áridos, y a los tipos de cementos existentes en cada obra, con el fin de poder obtener las resistencias iniciales y la manejabilidad requeridas. Los ensayos preliminares en el laboratorio, facilitarán el tener un hormigón proyectado de calidad en la obra.

El tipo de cemento tendrá una gran influencia en el desarrollo de las resistencias iniciales y finales, y en las propiedades del hormigón endurecido. Las adiciones a base de humo de sílice **Sika Fume S92D** o **Sikacrete P** se utilizan para conseguir una baja permeabilidad, una mayor durabilidad y para reducir el rebote de proyección. Los productos **Sikament**, **Sika Viscocrete** o **Sikatard** son aditivos superplastificantes que aseguran una buena manejabilidad del hormigón proyectado con bajas relaciones a/c.

Las fibras metálicas incrementan la capacidad de carga y las propiedades de ductilidad del hormigón proyectado.

Las fibras de polipropileno **Sikafiber M-12** se emplean para mejorar las propiedades frente a las contracciones iniciales del hormigón, así como para obtener una mayor resistencia frente al fuego del hormigón proyectado.

El contenido de aire en el hormigón proyectado fresco se aumenta con el fin de elevar igualmente su manejabilidad.

El tamaño máximo del árido dependerá del espesor de capa a proyectar, así como del grado de acabado que se requiera en el hormigón proyectado. Aproximadamente el 95% de la superficie del árido corresponde a la fracción de arena de 0/4 mm. Las variaciones en la calidad de la arena tienen una gran influencia en las propiedades del hormigón fresco, en la relación a/c y por consiguiente en las propiedades del hormigón endurecido. La granulometría de la arena deberá estudiarse meticulosamente durante el proceso de control de calidad. Existen también diferencias en el hormigón proyectado dependiendo de si los áridos son lavados o procedentes de machaqueo. Es preferible igualmente que la forma de las partículas de los áridos sea cúbica ó esférica, ya que ello afectará en gran medida a la manejabilidad. Los áridos deberán estar limpios, duros y no desgastados por la intemperie.

## Ejemplos de diseños de mezclas de hormigón proyectado

| **Hormigón proyectado vía seca** | **0/12 mm** |
|---|---|
| Cemento | 400 kg |
| **SikaFume® S92 / Sikacrete P** (opcional) | 16 kg |
| Estabilizador **Sikacrete PPX** (opcional) | 1 - 2% |
| 65% de Arena 0/5 mm | 1.040 kg. |
| 35% de Árido 5/12 mm. | 560 kg. |
| Acelerante en polvo **Sigunita 49 AF** | 3 - 4% |
| Acelerante líquido **Sigunita L-52 AFS** | 3 - 4% |
| **Mezcla m3** | *** Aprox. 2.000 kg.** |
| *Debe comprobarse mediante ensayos en obra | |

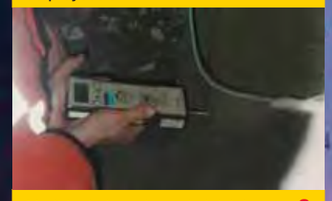
| **Hormigón Proyectado por Vía Húmeda** | **0/12 mm.** |
|---|---|
| Cemento | 400 kg. |
| **Sika Fume S92 D / Sikacrete P** (opcional) | 16 kg. |
| Estabilizador **Sikatard 930** (opcional) | 0,5-2% |
| Superplastificante **Sika Viscocrete SC-305** | 1% |
| 80% de Arena 0/5 mm | 1.400 kg. |
| 20% de Árido 5/12 mm. | 350 kg. |
| Agua (a/c = 0,42) | 168 lt. |
| Fibras de acero | 40 kg. |
| Acelerante líquido **Sigunita L-53 AFS** | 4 - 5% |
| **Mezcla m3** | *** Aprox. 2.350 kg.** |
| *Debe comprobarse mediante ensayos en obra<br>Es importante que exista un porcentaje mínimo de finos que pasen por el tamiz 0,125 mm. para que exista una correcta bombeabilidad | |

# Control de Calidad

**Previamente al comienzo de la obra, lo normal es que el constructor, la propiedad y el proyectista quieran que se realicen ensayos de las propiedades del hormigón proyectado para cerciorarse de que cumple con las especificaciones requeridas.**
**Estos ensayos deben realizarse al comienzo de la obra, empleándose para ello la misma planta de hormigón, los componentes del hormigón (cemento y áridos), los aditivos y la maquinaria que se vaya a emplear durante la ejecución de la obra.**
**Durante la construcción de la obra deberá controlarse la calidad del hormigón proyectado de acuerdo con la normativa existente o con las especificaciones del proyecto.**

Pruebas en la mesa de flujo del hormigón fresco **1**

Hormigón proyectado. Huecos detrás de las armaduras/Rebote de proyección. **2**



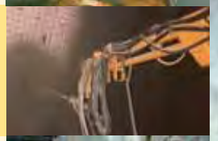
Medida de la resistencia inicial entre 0-1 Mpa Método del penetrómetro **3**

Medida de la resistencia entre 1-15 N/mm² Método de resistencia al arrancamiento de un clavo. **4**

Resistencia a la compresión en testigos Prensa de rotura a Compresión **5**

Impermeabilidad al agua Ensayo con agua bajo presión **6**

# Aplicaciones del Hormigón Proyectado

| Uso | Requerimientos | |
|---|---|---|
| **Estabilización de frentes Inestables en túneles** | • Alta resistencia inicial<br>• Baja resistencia final<br>• Elevados rendimientos de proyección | |
| **Revestimientos de túneles con hormigón proyectado** | • Alta resistencia inicial<br>• Alta resistencia final<br>• Baja permeabilidad<br>• Alta durabilidad | |
| **Minería** | • Alta resistencia inicial<br>• Sellado de frentes de excavación<br>• Resistencia final entre media y baja | |
| **Resistencia al fuego** | • Capa de protección (sin función de sostenimiento)<br>• Alta adherencia al soporte<br>• Resistencia a temperaturas superiores a los 1.200ºC |  |
| **Estabilización de taludes y frentes de excavación** | • Rápido desarrollo de las resistencias<br>• Uso flexible<br>• Bajos rendimientos de proyección | |
| **Reparación de túneles** | • Resistencia a largo plazo<br>• Buena adherencia al soporte<br>• Resistencia química<br>• Módulo de elasticidad medio | |
| **Reparación de presas de hormigón** | • Alta durabilidad<br>• Aplicación de capas de pequeño espesor<br>• Bajo módulo de elasticidad<br>• Bajo rebote de proyección | |
| **Reparación de muelles** | • Alta resistencia mecánica<br>• Alta resistencia a ataques químicos<br>• Bajo módulo de elasticidad | |
| **Reparación de puentes** | • Hormigón sin posibilidad de vibración<br>• Resistencia a las heladas y a los ciclos hielo/deshielo | |

## Hormigón Proyectado Vía Húmeda

Flujo denso

**Sika PM-500P / Sigunita L-53 AFS**

- El hormigón proyectado por vía húmeda se introduce a través de la tolva de la bomba de hormigón
- El transporte del hormigón desde la tolva hasta la boquilla se realiza mediante bombeo (flujo denso)
- En la misma boquilla de proyección, el transporte mediante bombeo se interrumpe por una corriente de aire a alta presión transformando la mezcla en un flujo diluido.
- El aditivo acelerante de fraguado líquido Sigunita L-53 AFS se adiciona al hormigón proyectado junto con el aire a presión.

**Ventajas**

- Bajo coste
- El equipo de proyección también se puede utilizar para hormigón bombeado
- Se puede colocar hormigón proyectado con fibras de acero
- Altos rendimientos de hasta 30 m3/h
- Bajo consumo de aire comprimido

**Desventajas**

- Inicio del bombeo y proceso de limpieza complicados

Flujo Diluído

**Sika PM-500R / Sigunita L-53 AFS**

- El hormigón proyectado por vía húmeda se introduce a través de la tolva del equipo de rotor
- El transporte del hormigón desde la tolva hasta la boquilla se realiza mediante flujo diluido (aire a presión)
- El aditivo acelerante de fraguado líquido Sigunita L-53 AFS se adiciona al hormigón proyectado en la boquilla de proyección.

**Ventajas**

- Fácil manejo
- El hormigón no necesita ser bombeable
- La máquina de proyección es válida tanto para vía seca como para vía húmeda
- Se puede colocar hormigón proyectado con fibras de acero

**Desventajas**

- Problemas cuando la arena componente del hormigón tiene exceso de finos

## Hormigón Proyectado Vía Seca

Flujo Diluído

**Sika PM-500R / Sigunita 49 AF**

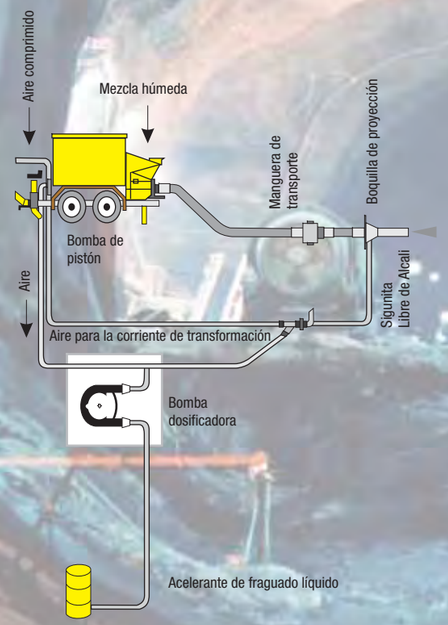
- El hormigón proyectado por vía seca se introduce a través de la tolva del equipo de rotor, junto con el aditivo acelerante de fraguado en polvo Sigunita 49 AF.
- El transporte del hormigón desde la tolva hasta la boquilla se realiza mediante flujo diluido (aire comprimido)
- En la misma boquilla de proyección se adiciona el agua

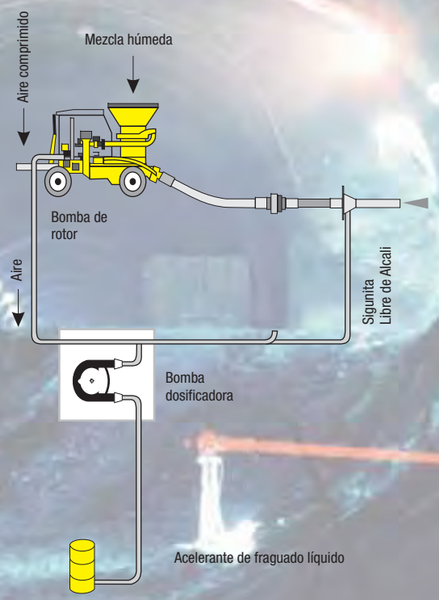
**Ventajas**

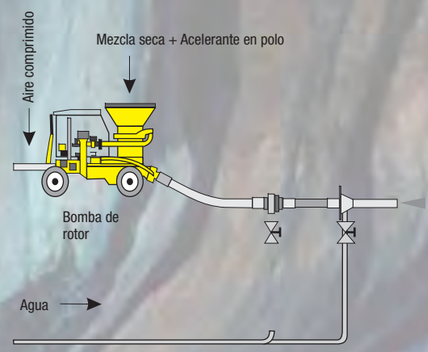
- Fácil manejo para bajos rendimientos
- No se necesita un hormigón bombeable
- Se obtienen elevadas resistencias iniciales

**Desventajas**

- Elevada formación de polvo durante la proyección
- Mayores costes por desgastes de los equipos de proyección
- Altos porcentajes de rebote

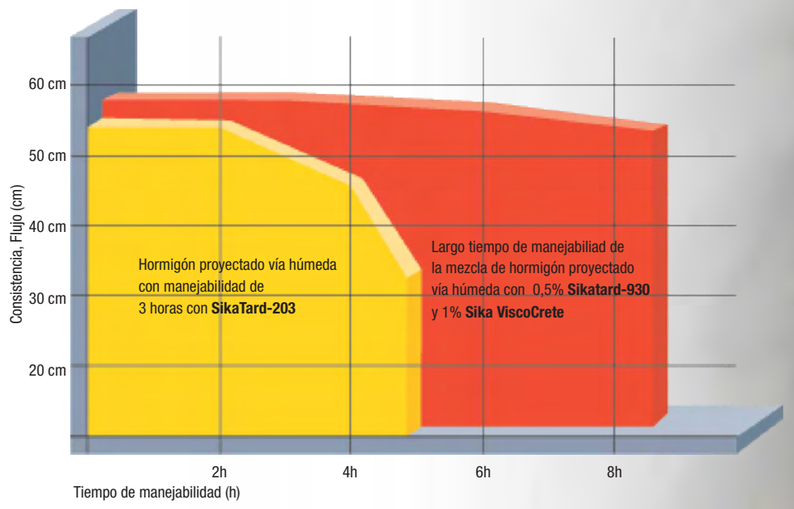


# Aditivos Superplastificantes para Hormigón Proyectado por Vía Húmeda

## Tiempo de manejabilidad de la mezcla de hormigón proyectado por vía húmeda




## Tabla de aditivos y Adiciones para Concreto proyectado

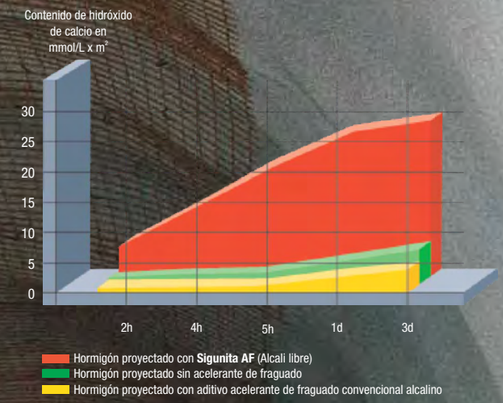
| Tipo | Productos | Uso/ efecto | Observaciones |
|---|---|---|---|
| Superplastificantes | Línea **Sika®ViscoCrete®**<br>Línea **Sikament®**<br>Línea **Sika Tard®** | · Alta reducción de agua<br>· Mejor manejabilidad<br>· Tiempo controlado de manejabilidad<br>· Rápido incremento de resistencias<br>· Mejores propiedades de retracción<br>· Mejores propiedades de fluencia<br>· Baja permeabilidad | · Efecto óptimo cuando se adiciona después del agua.<br>· Dosificación óptima en función del tipo de cemento.<br>· Para propiedades específicas, es necesario realizar pruebas preliminares en la obra con el cemento y los áridos a utilizar. |
| Estabilizador | **Sika Tard® 930** | · Manejabilidad ajustable<br>· No requiere la limpieza de bombas y mangueras durante el tiempo de estabilización | |
| Humo de sílice en polvo<br>Nanosílice | **Sika Fume S92D®**<br>**Sikatell 200®** | · Mejora de la homogeneidad del hormigón fresco.<br>· Mejor adherencia entre el árido grueso y la pasta de cemento.<br>· Alta resistencia al ciclo hielo/deshielo<br>· Bajo rebote de proyección | · Se adiciona en la planta de hormigón<br>· Necesita un óptimo curado, ya que el hormigón con humo de sílice pierde la humedad superficial muy rápido |
| Humo de sílice mejorado con polímeros | **Sikacrete® P** | · Igual que Sika Fume S92 D, además:<br>· Alta reducción de agua<br>· Para hormigones de altas solicitaciones | · Igual que Sika Fume S92 D |
| Facilitadores de Bombeo | **SikaPump®** | · Mejora la homogeneidad y la cohesión interna de mezclas de hormigón no adecuadas para el bombeo<br>· Incremento del rendimiento de hormigón proyectado con menor consumo de energía incluso en mezclas con áridos de machaqueo | · Se incrementa la capacidad de bombeo y la consistencia. |

# Aditivos Acelerantes para Hormigón Proyectado

## Tabla de diferentes tipos de acelerantes con sus principales propiedades

| Propiedades | Tipo de acelerante | | |
|---|---|---|---|
| | Alcalino base aluminato (Sigunita L-22R) | Alcalino base silicato (Sigunita L-65) | Libre de álcali (Sigunita L-53 AFS) |
| Dosificación | 3 - 6 % | 12 - 15 % | 4 - 7 % |
| pH | 13 - 14 | 11 - 13 | 3 |
| Contenido $Na_2O$ | 20% | 12% | < 1% |
| Elevada resistencia con la misma dosificación | ++++ | ++++ | +++ |
| Resistencia final | + | -- | +++ |
| Estanqueidad | ++ | -- | +++ |
| Comportamiento con filtraciones de agua | - | -- | - |
| Seguridad en manipulación | - | + | +++ |
| Seguridad en el transporte | --- | + | +++ |

## Solubilidad del hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$




| | | | |
|---|---|---|---|
| Acelerante de fraguado libre de álcalis líquido | **Sigunita® L-52 AFS/ L-53 AFS** | ■ Estabilización de frentes de excavación inestables en túneles<br>■ Estabilización de rocas y taludes<br>■ Hormigón proyectado para revestimientos de alta calidad<br>■ Elevada resistencia inicial<br>■ Disminuye la permeabilidad<br>■ Mejora la salud y la seguridad | ■ Se utiliza para hormigones proyectados por vía seca o vía húmeda<br>■ Producto no corrosivo<br>■ Baja reducción de la resistencia final en comparación con el hormigón proyectado sin acelerante.<br>■ No compatible con acelerantes alcalinos.<br>■ Todo metal en contacto con este tipo de acelerante debe ser de acero inoxidable. |
| Acelerante de fraguado libre de álcalis en polvo | **Sigunita® 49 AF** | | |
| Acelerante de fraguado alcalino líquido | **Sigunita® L-26 R L-22 R** | ■ Estabilización de frentes de excavación inestables en túneles<br>■ Estabilización de rocas y taludes<br>■ Muy altas resistencias iniciales<br>■ Bajo rebote de proyección<br>■ Puede proyectarse sobre soportes húmedos. | ■ Se utiliza para hormigones proyectados por vía seca o vía húmeda<br>■ Reducción de la resistencia final en comparación con el hormigón proyectado sin acelerante. |
| Acelerante de fraguado alcalino en polvo | **Sigunita®R** | | |

# Morteros Proyectados por Vía Seca y Vía Húmeda

**SikaCrete®-Gunite® 113**

Gunita para el sellado de filtraciones de agua. Modificado con humo de sílice

- Alta durabilidad
- Altas resistencias a las heladas y los ciclos hielo/deshielo.
- Resistente a sulfatos
- Buena adherencia al soporte
- Para la proyección por vía seca

**SikaCem®-Gunite® 133**

Gunita para el sellado de filtraciones de agua. Modificado con polímeros

- Puede aplicarse en capas de pequeño espesor
- Altas resistencias a las heladas y a los ciclos hielo/deshielo
- Resistente a los sulfatos
- Buena adherencia al soporte
- Para la proyección por vía seca

**Sika®MonoTop®**

Mortero de reparación a base de humo de sílice y modificado con polímeros

- Reparación de estructuras de hormigón
- Altas resistencias a las heladas y a los ciclos hielo/deshielo
- Buena adherencia al soporte
- Para la proyección por vía húmeda
- Mortero monocomponente listo para su empleo

# Maquinaria para Hormigón Proyectado

## Equipos de hormigón proyectado

**Sika® PM 500 / Sika® PM 400**
**Equipos de proyección de hormigón altamente sofisticados para túneles de sección grande y pequeña**

- Alta flexibilidad por su diseño modular
- Ideales para trabajos en taludes de gran altura

## Maquinas de hormigón proyectado

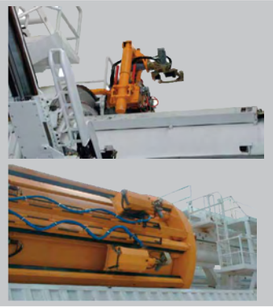
**Aliva® 246 / Aliva® 252**
**Aliva® 263 / Aliva® 285**
**Maquinas de proyección de hormigón por vía seca y vía húmeda**

- Para rendimientos entre bajos y medios
- Maquinas móviles y multifuncionales
- Para la proyección de hormigones y morteros

## Robots para la proyección en trabajos de TMB

**Aliva® 303 L1 / Aliva® 303 L2**
**Robots para la proyección de hormigón en trabajos de sostenimiento y revestimiento de túneles excavados mediante tuneladoras TBM**

- Para rendimientos entre medios y altos



## Brazos telescópicos para la proyección de hormigón / bombas dosificadoras

**Aliva® 302 / Aliva® 307**
**Brazo telescópico para hormigón proyectado**

- Amplio rango de operaciones
- Máxima movilidad

**Aliva® 403.5**
**Bomba dosificadora de aditivo acelerante líquido**

- Alta eficiencia
- Control de dosificación sincronizado con el rendimiento del equipo de proyección

## Sika Sprinter®

**Equipo autónomo de proyección de hormigón**

- Sistema autónomo para la proyección de hormigón

# Usos del Hormigón Proyectado

## Sostenimiento con hormigón proyectado

**Solución Sika**

| | |
|---|---|
| Superplastificante | **Sika Tard®/Sika Viscocrete®, Sikament® T,** |
| Estabilizador | **Sika Tard® 930** |
| Acelerante de fraguado | **Sigunita® L-53 AFS / Sigunita® L-22 R / Sigunita® L-52 AFS / Sigunita® L-26 R** |
| Equipo de proyección | **Sika® PM 400 / Sika® PM 500** |

Sika-PM500 Equipo de proyección en túneles de gran sección

Aliva-503 Equipo de proyección en túneles de pequeña sección

## Sostenimientos y estabilización con hormigón proyectado en TBM

**Solución Sika**

| | |
|---|---|
| Superplastificante | **Sika Tard®/Sika Viscocrete®, Sikament® T** |
| Estabilizador | **Sika Tard® 930** |
| Acelerante de fraguado | **Sigunita® L-53 AFS / Sigunita® L-22 R / Sigunita® L-52 AFS / Sigunita® L-26 R** |
| Equipo de proyección | **Aliva® 303 L1 / Aliva® 303 L2** |

Sostenimiento con hormigón proyectado en TBM

## Sostenimientos y estabilización de taludes y excavaciones con hormigón proyectado por vía seca y vía húmeda

**Solución Sika**

| | |
|---|---|
| Superplastificante | **Sika Tard®, Sikament® T, Sika Viscocrete®** |
| Estabilizador | **Sika Tard® 930** |
| Acelerante de fraguado | **Sigunita® L-53 AFS / Sigunita® L-22 R / Sigunita® L-52 AFS / Sigunita® L-26 R** |
| Equipo de proyección | **Aliva® 263 / Aliva® 285** |

Estabilización de taludes

Estabilización de excavaciones

## Reparación con morteros proyectados por vía seca

**Solución Sika**

| | |
|---|---|
| Puente de adherencia | **Sika®MonoTop®** |
| Mortero de reparación | **Sika®MonoTop®** |
| Equipos de proyección | **Aliva®-246** |

Reparación de puentes

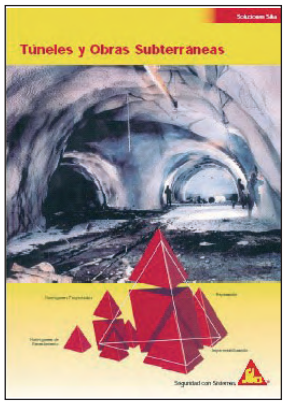
**Solución Sika**

| | |
|---|---|
| Sello de filtraciones | **Sika 4A®** |
| Mortero de reparación | **SikaCem®-Gunite®** |
| Equipos de proyección | **Aliva®-252** |

Reparación de túneles

# Sistemas Sika® para Hormigón Proyectado
## Conceptos y Tecnología

### Documentación Técnica de Hormigones



Las informaciones contenidas en este documento y en cualquier otro asesoramiento dado, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales y de acuerdo a las recomendaciones de Sika. La información se aplica únicamente a la (s) aplicación (es) y al (los) producto (s) a los que se hace expresamente referencia. En caso de cambios en los parámetros de la aplicación, como por ejemplo cambios en los soportes, etc., o en caso de una aplicación diferente, consulte el Servicio Técnico de Sika previamente a la utilización de los productos Sika. La información aqui contenida no exonera al usuario de ensayar los productos para la aplicación y la finalidad deseadas. Los pedidos son aceptados en conformidad con los términos de nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y Suministro. Los usuarios deben conocer y utilizar la versión última y actualizada de la Hoja de Datos del Producto concernido, copias de la cual se mandará a quién las solicite.

**OFICINAS CENTRALES Y FABRICA**
**Madrid 28108 - Alcobendas**
P. I. Alcobendas
Carretera de Fuencarral, 72
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38

**OFICINAS CENTRALES Y CENTRO LOGÍSTICO**
**Madrid 28108 - Alcobendas**
P. I. Alcobendas
C/ Aragoneses, 17
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38

**Pedidos - Tels.: 914 84 10 01/02 - Fax: 916 61 03 61**
**Atención al Cliente - Tels.: 91 484 10 08/09**
**Asesoramiento Técnico - Tel.: 916 57 23 83**
**Asesoramiento Personalizado - Tel.: 902 105 107**

**DELEGACIONES**

**Madrid 28108 - Alcobendas**
P. I. Alcobendas
C/ Aragoneses, 17
Tel.: 914 84 10 06
Fax: 916 62 02 74

**Barcelona 08907 - L'Hospitalet de Llobregat**
Travesía Industrial, 13
Tel.: 932 61 85 60
Fax: 932 63 52 14
Dpto. Técnico: 932 61 85 75

**Vizcaya 48150 - Sondika**
P. I. Izarza
Txori-Erri, 46. Pab. 3º D
Tel.: 944 71 10 32
Fax: 944 71 11 66

**Valencia 46930 - Quart de Poblet** P. I. Valencia 2000
Ctra. N.III, Km 347 C/ Este 2 C
Tel.: 961 53 41 77
Fax: 961 52 16 37
Dpto. Técnico: 961 53 79 79

**Málaga 29004**
P. I. Guadalhorce
E. Salazar Chapela, 16
Cjto. Promisa - Nave 25
Tel.: 952 24 38 60
Fax: 952 23 74 58

**Sevilla 41016**
P. I. de La Chaparrilla,
Parcela 48
Tel. 954 47 52 00
Fax: 954 44 05 30
Dpto. Técnico: 954 47 52 01

**Valladolid 47008**
P. I. Argales
C/ Metal, 9
Tel.: 983 45 62 48
Fax: 983 22 18 61

**Las Palmas 35011**
Dr. Apolinario Macías, 35
(Tecnicanarias)
Tel. 928 25 76 09
Fax: 928 25 05 88

**Pontevedra 36207 - Vigo**
Avda. de la Marina Española, 6
Tel.: 986 37 12 27
Fax: 986 27 20 56

**www.sika.es** **info@es.sika.com**

Diseño y producción en instalaciones de Alcobendas (Madrid)

Salud Seguridad Medio Ambiente
Compromiso de Progreso de la Industria Química

FT-258/Marzo 2006/Gráficas Couche, S.L.