



# DOCUMENTO INYECCIÓN DE PERNOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TÚNELES

VERSIÓN 2020

[WWW.TOXEMENT.COM.CO](http://WWW.TOXEMENT.COM.CO)



SÍGUENOS EN REDES SOCIALES

#### OFICINA PRINCIPAL

· Tocancipá: (571) 869 87 87

#### OFICINAS NACIONALES

· Medellín: (4) 448 01 21. · Cali: (2) 524 23 25. · Barranquilla: (5) 380 80 33.  
· Bucaramanga: (7) 697 02 01. · Cartagena: (5) 652 62 31.



**EUCLID CHEMICAL**  
**TOXEMENT**

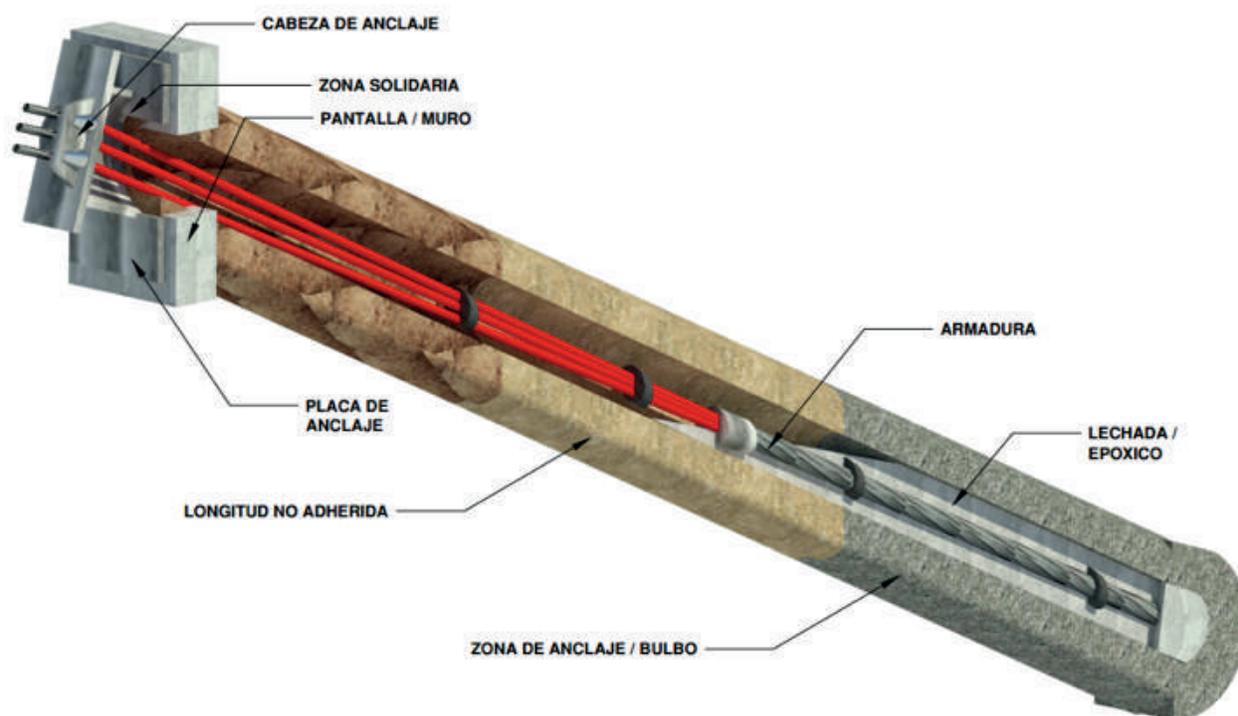
Colombia es un país rodeado por mares y atravesado por montañas, la necesidad de conectar las diferentes zonas de producción con las ciudades principales y los puertos aéreos, fluviales y marítimos exige el desarrollo de proyectos de infraestructura complejos, principalmente obras viales; en ellas encontramos túneles y grandes taludes, la gran mayoría conformados por suelos inestables, por esto la estabilización de terrenos toma gran importancia y se hace necesario el uso de anclajes que le den soporte al terreno y de los cuales hablaremos en este documento.

## ¿Qué es un anclaje?

Un anclaje es un conjunto de elementos que están destinados a sujetar algo fijamente al suelo, de acuerdo a la Real Academia de la Lengua, en el caso particular de los anclajes para túneles y taludes estos suelen ser elementos metálicos que transfieren esfuerzos de tracción del exterior del terreno al interior del mismo.

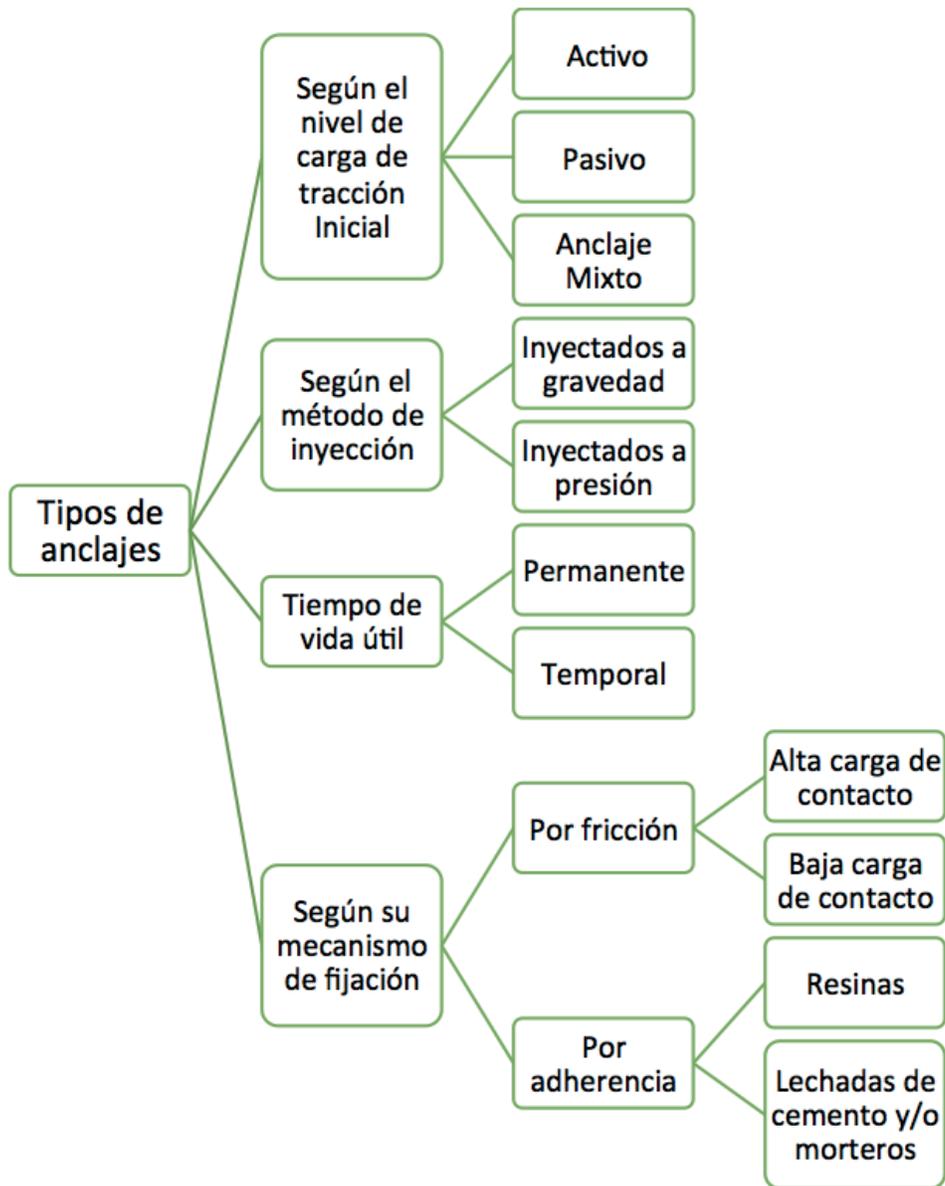
Para el caso particular de Colombia y de acuerdo a la norma INVÍAS Capítulo 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES Art. 623 un anclaje se define como un dispositivo capaz de transmitir una carga de tracción en una zona del terreno que pueda soportar dicho esfuerzo. Los anclajes consistirán en barras o cables de acero introducidos en el macizo rocoso mediante una perforación y adheridos a éste mediante una inyección de lechada o mortero de cemento, para que, una vez tensionados, formen un bulbo de empotramiento dentro de la masa del terreno.

En general los anclajes para este tipo de aplicaciones suelen estar constituidos por las siguientes partes: una zona solidaria, la longitud no adherida y la longitud adherida del anclaje, raíz o bulbo del anclaje.



Debido a las condiciones geológicas de los terrenos, los diseños de las nuevas obras de infraestructuras y las técnicas de construcción, se hace necesario contar con anclajes capaces de cumplir con diferentes tipos de requerimientos a continuación presentamos algunos tipos de ellos y sus diferentes clasificaciones.

## Tipos de anclajes



### Anclajes por tipo de carga de tracción inicial

Este tipo de anclajes son perforaciones, dentro de las cuales se presenta un elemento de acero como una barra o cable que sujeta el terreno del exterior al interior, consta de 3 zonas que son:

Zona de apoyo: formada por una placa de acero de apoyo en la estructura sobre la que descansa a su vez la cabeza de anclaje.

Zona libre: es la parte del tirante, cables o barras, que no se adhiere al terreno y que por tanto se deforma, se estira por la fuerza de tracción libremente.

Zona de anclaje: es la zona que queda adherida al terreno, normalmente mediante cemento. Esta es la zona que se opone a la fuerza de tracción, al arrancamiento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Manual de Anclajes para minería y obra civil” Especialidad: Explotación de Minas. Director: Marcos A. Martínez Segura Alumno: Antonio Ros Esteban Curso 2005/ 2006

**Anclajes activos:** este es el tipo de anclajes más usados para los taludes, son aquellos que durante la colocación son pretensados y por lo tanto generan una carga de compresión al terreno.

**Anclajes pasivos:** en este caso el anclaje solo entra a trabajar cuando hay algún cambio en el macizo, estos entran a trabajar porque se oponen al movimiento que se genera, estos no son tensados en el momento de la colocación.

**Anclajes mixtos:** este tipo de anclajes son una mezcla de los dos anteriores, porque al momento de su instalación se pretensa, pero no lo suficiente para llegar a su carga permisible, de tal manera que, si se presenta un movimiento del terreno, el anclaje aun presenta resistencia.

### **Anclajes según el método de inyección**

Estos tipos de clasificación se definen teniendo en cuenta el método por el cual se da forma o se genera el bulbo o longitud adherida del anclaje así:

**Inyección por gravedad:** en este método la inyección se instala por el método “tremie” por gravedad. Se requiere que la perforación tenga más de 10° de inclinación con la vertical para permitir el llenado del bulbo.

**Inyección a presión:** en esta técnica se inyecta a presión la lechada para que penetre dentro de suelos granulares o roca fracturada. Generalmente se utilizan presiones superiores a 50 psi. La presión puede además aumentar el diámetro del hueco y producir esfuerzos normales más altos sobre la pared, lo cual contribuye a aumentar la resistencia a la extracción del bulbo<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> DESLIZAMIENTOS: TÉCNICAS DE REMEDIACIÓN; JAIME SUÁREZ; [www.erosion.com.co](http://www.erosion.com.co)



## Anclajes según su vida útil.

Esta clasificación simplemente se realiza de acuerdo al tipo de vida útil que va a tener el anclaje, los anclajes permanentes, son aquellos que se diseñan con coeficientes de seguridad más altos, y durante este proceso se deben tener en cuenta características como la protección a la corrosión entre otros, los anclajes temporales tienen menores índices de seguridad, y se espera que estos sean removidos al usar estructuras definitivas posteriormente, su ciclo de vida puede ser de alrededor de dos años.

## Anclajes según su mecanismo de fijación.

La clasificación según este grupo se da de acuerdo a la forma en que se fija el anclaje al terreno.

### Anclajes por fricción

Este grupo de anclajes se divide entre los que tienen alta carga de contacto y los de baja carga de contacto, los cuales son descritos a continuación:

**Anclajes de baja carga de contacto:** estos anclajes son los denominados Split Set y constan de dos partes el tubo y la placa. El tubo de acero de alta resistencia, tiene una abertura en toda su longitud. Un extremo termina en una conicidad para facilitar su introducción en el taladro y en el otro hay un anillo soldado que permite sostener la placa. Con la placa en su lugar, se introduce el bulón en un taladro de un diámetro ligeramente inferior al diámetro del Split Set. Cuando el bulón desliza dentro del taladro, la abertura se cierra y el tubo ejerce una fuerza radial contra la roca a lo largo de toda la superficie de contacto. La placa entra en carga inmediatamente. Los split sets son utilizados mayormente para sostenimiento temporal, usualmente conformando sistemas combinados de refuerzo en terrenos de calidad regular a mala. En roca intensamente fracturada y débil no es recomendable su uso<sup>3</sup>.

**Anclajes de alta carga por contacto mecánico:** un perno de anclaje mecánico, consiste en una barra de acero, dotado en su extremo de una cubierta expansión ubicado al fondo del taladro. Ésta suele estar formada por hojas dentadas de hierro fundido maleable con una cuña cónica roscada. Cuando el perno se gira dentro del barreno, el cono se introduce a presión dentro de las hojas y las comprime contra las paredes del taladro. La cubierta de expansión aumenta su agarre a la roca a medida que aumenta la tensión en el perno<sup>4</sup>.

### Anclajes por adherencia

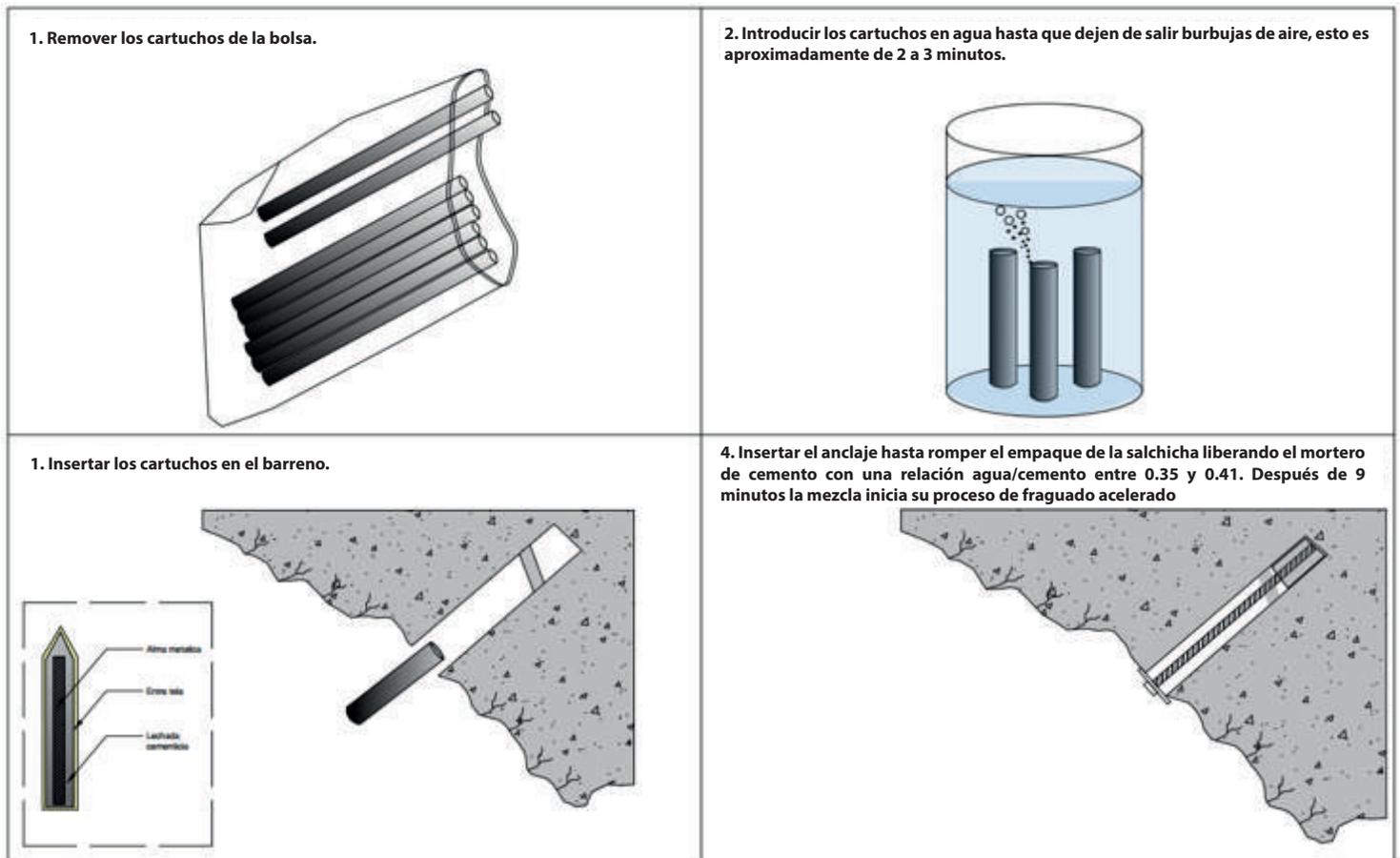
#### Anclajes con el uso de resinas sintéticas

En estos casos el anclaje es adherido con resinas de tipo epóxico, generalmente están constituidos por cartuchos con dos compartimientos, en uno de ellos se encuentra la resina y en el otro el catalizador, cuando ingresa el anclaje estos compartimientos se rompen y generan la mezcla entre ambos componentes lo que da como resultado la reacción entre la resina y el catalizador obteniendo un elemento sólido que genera el anclaje. Para este tipo de anclajes se pueden usar uno o varios cartuchos dependiendo de las características de cada proyecto particular.

## Anclajes adheridos con morteros o lechadas cementicias.

En este caso el mecanismo de adherencia son materiales fabricados a partir de cemento, pueden ser de dos tipos lechadas de cemento o morteros, en el primer caso el material cementante es introducido por inyección a través del anclaje, y en el segundo caso se cuentan con cartuchos de mortero con mezclas especializadas que son sumergidos en agua justo antes de la colocación y luego introducidos en los agujeros de los anclajes.

**EUCO ANCLAJE FORZA L:** cartuchos base cemento de fraguado lento para anclaje de pernos.



De acuerdo a lo presentado anteriormente y las características solicitadas por la norma INVÍAS Capítulo 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES Art. 623 ANCLAJES, a continuación, presentamos los productos Euclid Chemical Toxement, disponibles para estas necesidades.

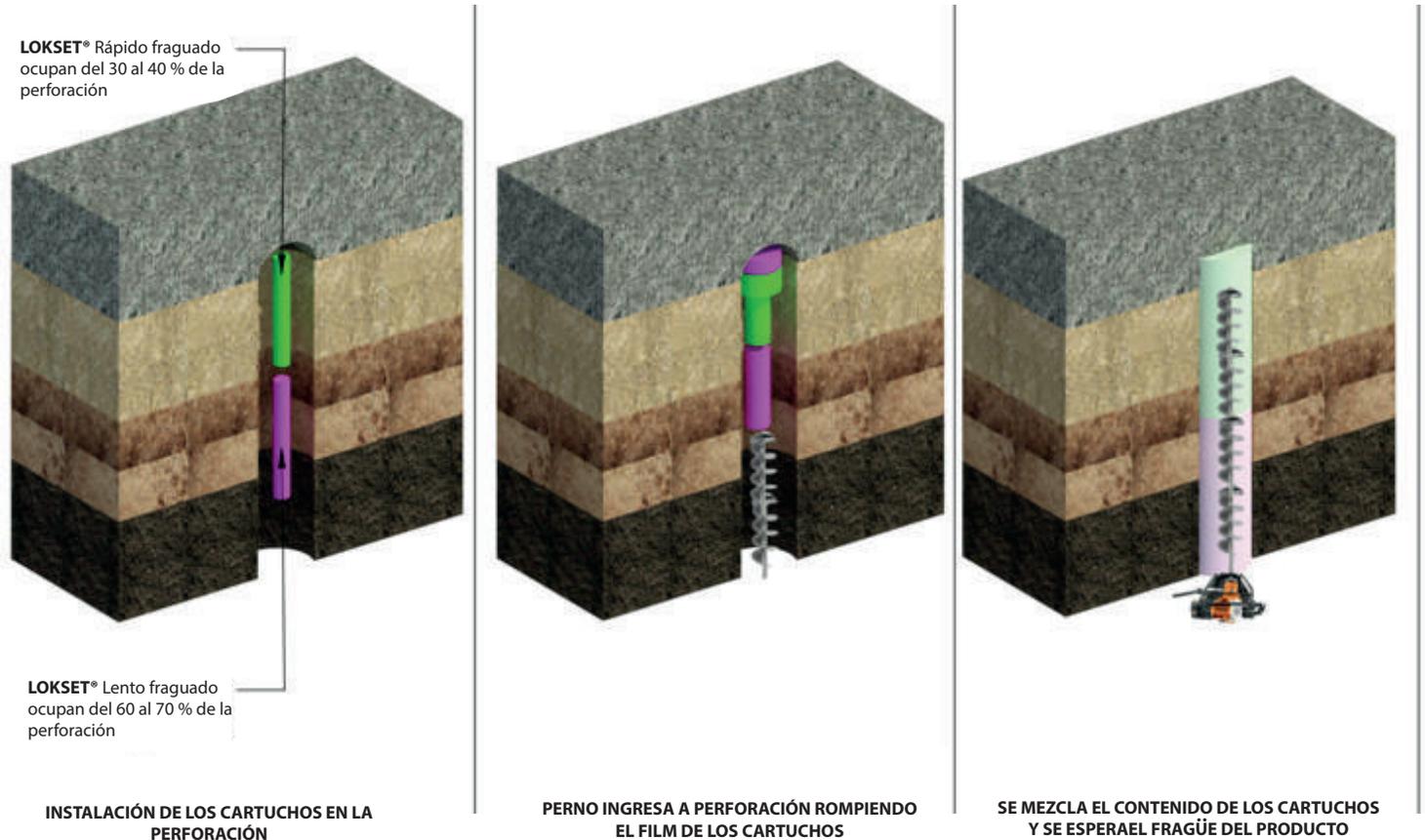
- En los aditivos para lechada de mortero o concreto y según lo mencionado en el capítulo 623.2.6, estos no deben contener cloruro de calcio o iones de cloruro, a continuación, presentamos nuestros aditivos y cartuchos de morteros listos.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN
<b>EUCO-PLUG INFRAESTRUCTURA</b>	Producto especialmente formulado para aplicaciones en proyectos donde se emplean lechadas de inyección o morteros que requieren el favorecimiento de propiedades en estado fresco o endurecido en términos de rápido fraguado, cohesividad, resistencias, permeabilidad y plasticidad e inyectabilidad.	0.5% a 2% del peso del cemento, dependiendo de la resistencia que se quiera obtener. A mayor cantidad, se obtiene mayor resistencia a más temprana edad. La resistencia depende de la relación agua/material cementante y la fluidez que especifique el proyecto.
<b>LÍNEA DE ADITIVOS ACCELGUARD SIN CLORUROS *</b>	Línea de activos acelerantes especialmente diseñada para concretos y morteros sin cloruros. Algunos de ellos son:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accelguard 80</li> <li>• Accelguard 90</li> <li>• Accelguard DSA 100</li> </ul>	La dosis de cada aditivo depende de las características del concreto o diseño a producir, se recomienda consultar con el Departamento de Infraestructura o el Departamento Técnico de EUCLID CHEMICAL TOXEMENT, para efectuar las mezclas previas y necesarias y determinar la dosificación óptima en función de sus materiales.
<b>LÍNEA DE ADITIVOS EUCOSHOT*</b>	Línea de aditivos líquidos acelerantes para concreto y mortero proyectado, libres de cloruros y silicatos, algunos de ellos son:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eucoshot AF 300</li> <li>• Eucoshot AF 600</li> <li>• Eucon Sureshot AF</li> </ul>	La dosis de cada aditivo depende de las características del concreto o diseño a producir, se recomienda consultar con el Departamento de Infraestructura o el Departamento Técnico de EUCLID CHEMICAL TOXEMENT, para efectuar las mezclas previas y necesarias y determinar la dosificación óptima en función de sus materiales.
<b>EUCO ANCLAJE FORZA L</b>	Cartuchos, con cemento de alta calidad y otros agentes químicos en polvo, que lo hacen ideal para la instalación de anclajes, taludes y túneles subterráneos.  Su presentación en cartuchos de entretela o pellón en forma cilíndrica, con terminación en punta y alma de acero interior, permiten un inmejorable funcionamiento facilitando su instalación en el barreno sin que presenten atascamiento ni roturas eliminando los desperdicios.	Debido a las fisuras internas del terreno, los espacios entre rocas y el bulbo que se debe formar para que el anclaje funcione correctamente es necesario utilizar un volumen superior al 10% del volumen calculado con la siguiente fórmula: $V = \pi(\varnothing B^2 * \varnothing P^2) X L / 4$ $\varnothing b$ = Diámetro del barreno $\varnothing p$ = Diámetro del perno L = Longitud del anclaje

\* Para mayor información consultar la página web de Toxement <http://www.toxement.com.co/>.

- En cuanto al uso de resinas sintéticas la Norma INVÍAS Capítulo 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES Art. 623, establecer que las resinas sintéticas deben ser aprobadas por el interventor, si los documentos del proyecto o el interventor lo indican, se deberán suministrar dos tipos de resina: una de fraguado rápido de tres a cinco minutos (3 a 5 min) a cinco grados Celsius (5° C), y otra de fraguado lento de quince a treinta minutos (15 a 30 min) a veinticinco grados Celsius(25°C).

**LOKSET:** artuchos de resina para anclaje de pernos



Cumpliendo con los requerimientos antes mencionados para resinas epoxicas con nuestra alianza estratégica Euclid Chemical Toxement – Minova contamos con los siguientes productos, que nos permiten entregar soluciones personalizadas para cada proyecto.

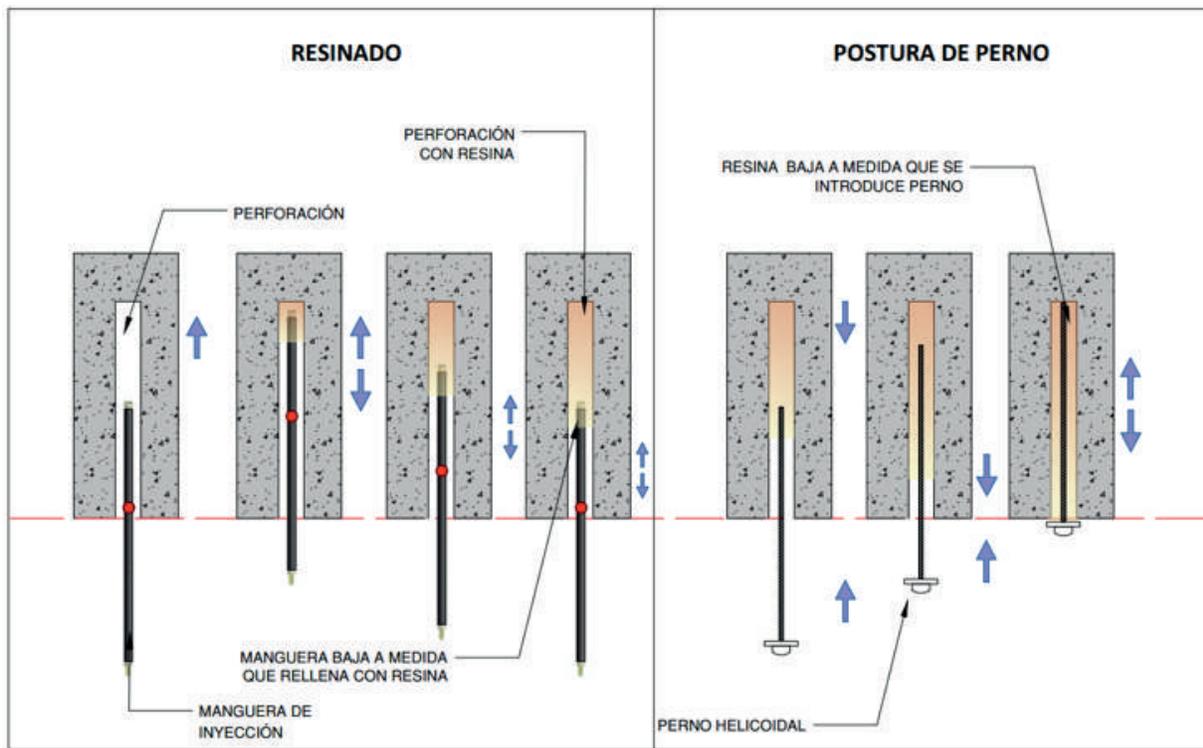




**EUCLID CHEMICAL  
TOXEMENT**

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN
<p><b>LOKSET®</b></p>	<p>Los cartuchos de resina Lokset™ vienen en un kit de dos componentes que consiste en una capsula que contiene una base inerte de piedra caliza y resina de poliéster (entre otros), y la otra contiene el aditivo catalizador. El envoltorio de los cartuchos es de plástico.</p> <p>Se ofrece una amplia gama de tiempos establecidos para diversas condiciones. Los tiempos establecidos estándar son estandarizados a 20°C y tabulados; estos cumplen con la mayoría de los requisitos de las minas subterráneas.</p> <p>La variación de los tiempos establecidos con la temperatura se debe tener en cuenta al momento de especificar la resina, uso en minas profundas subterráneas y de altas temperaturas de trabajo o en minas de poca profundidad con áreas más frías de trabajo.</p>	<p>Debido a que para la el uso he instalación de este producto es necesario conocer las condiciones únicas de cada proyecto es necesario contactar al departamento técnico o de infraestructura de Euclid Chemical Toxement.</p>
<p><b>CARBOTHIX 2</b></p>	<p>CarboThix 2 es una resina de silicato bicomponente de curado rápido para la fijación de pernos y anclajes de cables. CarboThix 2 fue desarrollado para mejorar la productividad de las instalaciones los sistemas de fortificación en aplicaciones de minería subterránea y túneles.</p> <p>El uso de la resina bombeable permite que la puesta en carga se active en minutos en lugar de las típicas 24 horas de los sistemas de lechada de cemento. Las aplicaciones usuales de CarboThix 2 incluyen la inyección de los pernos de anclaje, con barras de acero o GFRP, y el sellado de los pernos del techo de galería</p>	<p>Debido a que para la el uso he instalación de este producto es necesario conocer las condiciones únicas de cada proyecto es necesario contactar al departamento técnico o de infraestructura de Euclid Chemical Toxement.</p>

## CARBOTHIX 2: resina bicomponente para anclaje de pernos por inyección



Finalmente, y con el ánimo de generar un acercamiento al uso de estos productos a continuación presentamos una breve descripción de los tipos de roca y más adelante una tabla de selección, es importante tener en cuenta que esto es solo una sugerencia y cada proyecto deberá definir la viabilidad del uso de una u otra solución.

### Terreno Tipo I

Corresponde a roca dura, masiva o de foliación incipiente, poco fracturada y estable, donde se puede avanzar sin necesidad de colocar soporte en el frente de la excavación. En este tipo de terreno las infiltraciones pueden llegar a ser altas, pero concentradas a lo largo de las fracturas de la roca sin que produzca ningún tipo de inestabilidad. Después de realizar trabajos de desabombe de las superficies excavadas, se requiere la colocación de concreto lanzado de 5 cm de espesor y pernos en forma esporádica por razones de seguridad; en este terreno se puede utilizar todos los tipos de productos de anclaje, entre ellos las lechadas de cemento, agua y aditivos, cartuchos base cemento y las resinas sintéticas. En este tipo de terreno el túnel deberá excavarse en una sola etapa.

### Terreno Tipo II

Corresponde esta clasificación a rocas de dureza media a dura, de foliación incipiente o foliadas, fracturadas a moderadamente fracturadas. Pueden existir trazos de meteorización en algunos planos de discontinuidades, por lo que existe la tendencia a que se produzcan desprendimientos con el tiempo. Las infiltraciones pueden llegar a ser altas, sin afectar la estabilidad de las obras, limitándose a producir pequeños desprendimientos locales.

A diferencia que el terreno Tipo I el suelo Tipo II requiere sistema de soporte y se sugiere el siguiente:

- Colocación de 5 cm de concreto lanzado, después de cada avance.
- \*\*Colocación de los pernos de anclaje mostrados en los planos; para realizar los anclajes de estos pernos se recomienda el uso de cartuchos de resinas que proveen elevada adherencia y rápida solidificación que confiere un excelente ajuste protegiendo el perno de la corrosión; la tecnología MINOVA – EUCLID CHEMICAL TOXEMENT presenta al mercado gran variedad de presentaciones que se ajustan a los diferentes diámetros y longitudes de pernos. Otra clase de cartuchos que se pueden utilizar en este tipo de suelo son los de base cementicia, fórmula de alta calidad, proveen anclajes permanentes y seguros que trabajan 100% entre 3 y 4 horas; por último y si es aprobado o especificado se pueden utilizar lechadas de inyección base cemento y aditivos especiales.
- Colocación de 5 cm de concreto lanzado.
- Colocación de malla metálica.
- Aplicación de 5 cm adicionales de concreto lanzado.

### **Terreno Tipo III**

El terreno Tipo III corresponde a rocas de dureza media a baja, de fracturadas a muy fracturadas, donde los planos de discontinuidad se pueden presentar alterados. En este tipo de terreno el material empieza a desprenderse en el frente por lo que se deberá dar énfasis al soporte en el techo previo al avance. Las infiltraciones de agua si bien pueden ser de magnitud moderada, podrán aumentar apreciablemente los desprendimientos y deberán controlarse inmediatamente; los avances en este tipo de terreno son lentos.

En este tipo de terreno el soporte deberá ser de acuerdo a lo siguiente:

- Aplicación de una primera capa de 5 cm de concreto.
- Colocación de malla metálica.
- Colocación de arcos de acero estructural
- Colocación de 10 cm adicionales de concreto lanzado.
- Colocación de anillos de pernos radiales; por la calidad del terreno, no se pueden utilizar cartuchos de resina o cemento debido a que el suelo es muy débil y a ejercer rotación con la barra se va a mezclar el suelo con el producto de anclaje dejando una fijación engañosa, por lo anterior se recomienda usar inyecciones de resinas sintéticas de la línea EUCLID CHEMICAL TOXEMENT – MINOVA o lechadas de inyección base cemento y aditivos especiales.

### **Terreno Tipo IV**

El terreno Tipo IV corresponde a materiales friables o deleznales, a zonas de falla o cizalladura con material muy fracturado. Se incluyen en este terreno los depósitos de suelo residual y taludes en la zona aledaña a los portales. Las infiltraciones de agua pueden ser moderadas y pueden aumentar apreciablemente los desprendimientos por lo que deberán controlarse rápidamente.

En el terreno Tipo IV se deberán colocar pernos en “spilling” o pernos Tipo C (forepoling) antes de cada avance, y en especial para controlar con el primero deformaciones del frente

El sistema de soporte para terreno Tipo IIIV deberá ser como sigue:

- Colocación de pernos en “spilling” o pernos Tipo C (forepoling).
- Aplicación de una primera capa de 5 cm de concreto lanzado.
- Colocación de malla metálica.
- Colocación de arcos de acero estructural Tipo W o similar.
- Colocación de 10 cm adicionales de concreto lanzado.
- Colocación de anillos de pernos radiales; no se pueden utilizar cartuchos de resina o cemento debido a que el suelo es muy débil y a ejercer rotación con la barra se va a mezclar el suelo con el producto de anclaje dejando una fijación engañosa, por lo anterior se recomienda usar inyecciones de resinas sintéticas de la línea TOXEMENT – MINOVA o lechadas de inyección base cemento y aditivos especiales

## Terreno Tipo V

Corresponde esta clasificación a rocas muy fracturadas a trituradas sin cohesión. En este tipo de terreno las infiltraciones pueden ser moderadas a altas y tienen un efecto apreciable sobre el comportamiento del material, que es arrastrado por el agua y tiende a fluir hacia la excavación.

En este tipo de terreno el túnel deberá excavarse en tres etapas: sección superior, sección inferior y sección de solera. En la excavación de la sección superior podrá requerirse subdividir la sección, avanzando con una galería central.

En este tipo de terreno se recomienda realizar inyecciones de consolidación hacia el frente, previas al avance. Las inyecciones de consolidación deberán ejecutarse de acuerdo con la especificación.

El soporte deberá ser de acuerdo a lo siguiente:

- Colocación de 5 cm de concreto lanzado.
- Colocación de malla metálica, después de cada avance.
- Colocación de arcos de acero estructural.
- Colocación de 10 cm adicionales de concreto lanzado.
- Colocación de anillos de pernos radiales; no se pueden utilizar cartuchos de resina o cemento debido a que el suelo es muy débil y a ejercer rotación con la barra se va a mezclar el suelo con el producto de anclaje dejando una fijación engañosa, por lo anterior se recomienda usar inyecciones de resinas sintéticas de la línea EUCLID CHEMICAL TOXEMENT – MINOVA o lechadas de inyección base cemento y aditivos especiales.



TERRENO	TIPO DE SOLUCIÓN	PRODUCTOS TOXEMENT / MINOVA
<b>TIPO I</b>	En este terreno se puede utilizar todos los tipos de productos de anclaje, entre ellos las lechadas de cemento, agua y aditivos, cartuchos base cemento y las resinas sintéticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EUCO-PLUG INFRAESTRUCTURA</li> <li>• LÍNEA DE ADITIVOS ACCELGUARD SIN CLORUROS</li> <li>• LÍNEA DE ADITIVOS EUCOSHOT</li> <li>• EUCO ANCLAJE FORZA L</li> <li>• LOKSET®</li> <li>• CARBOTHIX 2</li> </ul>
<b>TIPO II</b>	Este tipo de terreno requiere la colocación de concreto lanzado y resinas de alta adherencia, o cartuchos base cementicias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LÍNEA DE ADITIVOS EUCOSHOT</li> <li>• EUCO ANCLAJE FORZA L</li> <li>• LOKSET®</li> </ul>
<b>TIPO III</b>	Este tipo de terreno requiere la colocación de concreto lanzado y usar inyecciones de resinas sintéticas de la línea o lechadas de inyección base cemento y aditivos especiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LÍNEA DE ADITIVOS EUCOSHOT</li> <li>• CARBOTHIX 2</li> <li>• EUCO-PLUG INFRAESTRUCTURA</li> </ul>
<b>TIPO IV</b>	Este tipo de terreno requiere la colocación de concreto lanzado y usar inyecciones de resinas sintéticas de la línea o lechadas de inyección base cemento y aditivos especiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LÍNEA DE ADITIVOS EUCOSHOT</li> <li>• CARBOTHIX 2</li> <li>• EUCO-PLUG INFRAESTRUCTURA</li> </ul>
<b>TIPO V</b>	Este tipo de terreno requiere la colocación de concreto lanzado y usar inyecciones de resinas sintéticas de la línea o lechadas de inyección base cemento y aditivos especiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LÍNEA DE ADITIVOS EUCOSHOT</li> <li>• CARBOTHIX 2</li> <li>• EUCO-PLUG INFRAESTRUCTURA</li> </ul>





# EUCLID CHEMICAL TOXEMENT

---

CONSTRUYENDO MEJORES PROYECTOS

---

[WWW.TOXEMENT.COM.CO](http://WWW.TOXEMENT.COM.CO)

Para mayor información consulte la hoja técnica visitando nuestro portal web o consulte nuestro departamento técnico.

**DOCUMENTO INYECCIÓN DE PERNOS PARA LA  
ESTABILIZACION DE TALUDES Y TÚNELES**

---

VERSIÓN 2020