

Geotecnia

Aplicaciones de las barras autoperforantes Ischebeck TITAN en proyectos subterráneos

BARRAS AUTOPERFORANTES ISCHEBECK TITAN

El empleo de barras de acero huecas autoperforantes en la ejecución y armado de micropilotes, anclajes, bulones y soil nails, fué inventado por la empresa Friedr. Ischebeck GmbH



BARRAS AUTOOPERFORANTES ISCHEBECK TITAN

- Las primeras patentes datan del año 1984
- Desde entonces el sistema autoperforante Ischebeck TITAN ha sido ampliamente utilizado en todo el mundo



BARRAS AUTOPERFORANTES ISCHEBECK TITAN

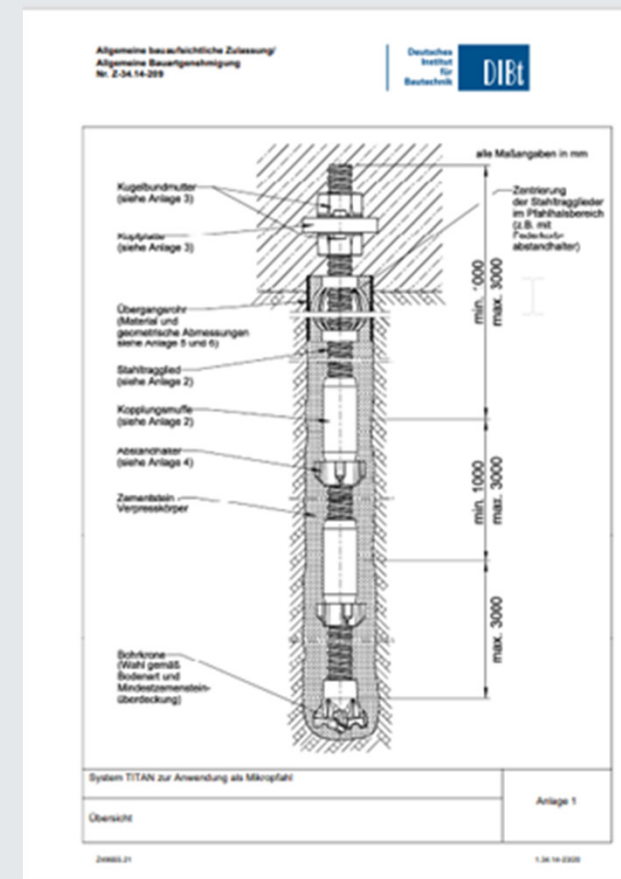
		Diámetro nominal exterior Ø	Diámetro nominal interior Ø	Sección de acero efectiva A _e	Resistencia carac. R _k (5%-fractil)	Carga de rotura F _u	Módulo de rigidez al axil E x A ^{II}	Rigidez a flexión E · I ^{II}	Peso	Longitud de barras disponibles	Rosca
		mm	mm	mm ²	kN	kN	10 ³ kN	10 ⁶ kNmm ²	kg/m	m	
TITAN	30/16	30	16	336	190	236	62	3,7	2,7	3	izda.
	30/11	30	11	415	255	326	83	4,6	3,3	2/3/4	izda.
	40/27	40	27	560	325	420	95	12	4,6	3	izda.
	40/20	40	20	730	430	523	135	15	6,1	3/4	izda.
	40/16	40	16	900	530	673	167	17	7,2	2/3/4	izda.
	52/29	52	29	1050	635	813	195	37	8,6	3/4	izda.
	52/26	52	26	1250	710	899	231	42	10,7	3/4	izda.
	73/56	73	56	1460	865	1056	272	138	11,2	3/4	dcha.
	73/53	73	53	1615	975	1258	299	143	13,9	3/4	dcha.
	73/45	73	45	2239	1220	1574	414	178	17,8	3/4	dcha.
	73/35	73	35	2714	1390	1864	502	195	21,2	3/4	dcha.
	103/78	103	78	3140	1770	2244	580	564	25,3	3/4	dcha.
	103/72	103	72	3780	2125	2700	690	628	29,2	3/4	dcha.
	103/51	103	51	5680	2540	3665	1022	794	44,3	3/4	dcha.
	103/43	103	43	6025	3132	4155	1083	838	47,2	3	dcha.
	127/103	127	103	3744	2015	2320	691	1114	28,4	3	dcha.
	196/130	196	130	16077	6465	9601	3215	10906	127,3	3	dcha.



BARRAS AUTOPERFORANTES ISCHEBECK TITAN

En Alemania, desde 1983, se requiere de una Aprobación Técnica para el uso de los micropilotes de inyección como aplicación permanente.

Friedr. Ischebeck GmbH ha realizado desde entonces un gran esfuerzo en I+D+i para obtener y mantener la Aprobación Técnica Z-34.14-209, que contempla aspectos relacionados con el diseño, cálculo, aplicación y ejecución de los micropilotes y supone en sí misma una garantía de calidad del sistema y de cada uno de sus componentes



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Se trata de un sistema geotécnico compuesto, formado por un elemento portante de acero de rosca continua y un cuerpo o bulbo inyectado de lechada de cemento.

El elemento portante admite cargas de tracción, compresión y cíclicas y las transmite, por adherencia, al cuerpo inyectado quien las transmite por fricción al terreno circundante



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN:

- Las barras Ischebeck TITAN cumplen con las exigencias requeridas al acero utilizado como armadura en el hormigón armado:
 - Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón
 - EN 10080: Acero para armaduras de hormigón armado
 - DIN 488: Acero de armadura

MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: CARACTERÍSTICAS DEL ACERO

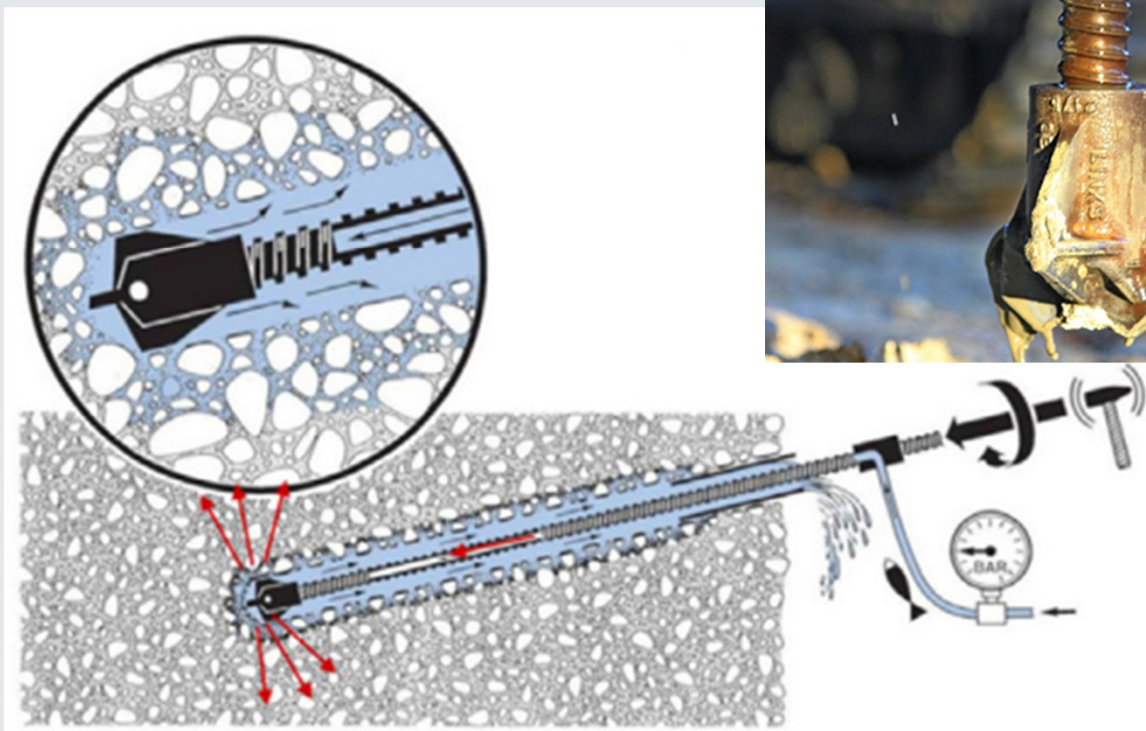
- La materia prima de las barras Ischebeck TITAN es un acero estructural de grano fino S 460 NH (según la norma EN 10210: Aceros estructurales de grano fino y no aleado laminados en caliente)
- Resistencia, ductilidad y geometría de la rosca garantizan una adecuada transmisión de cargas al cuerpo inyectado que rodea al acero.
- Un alto valor de resiliencia, asegura un riesgo mínimo de daños iniciales en el acero durante la fase de perforación y permite asegurar la calidad del elemento portante tras la instalación

MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: MÉTODO DE INSTALACIÓN

1ª fase: perforación directa

Perforación a rotopercusión con inyección inicial estabilizadora simultánea de una lechada de cemento con alta relación A/C (0,7 ó 0,8)

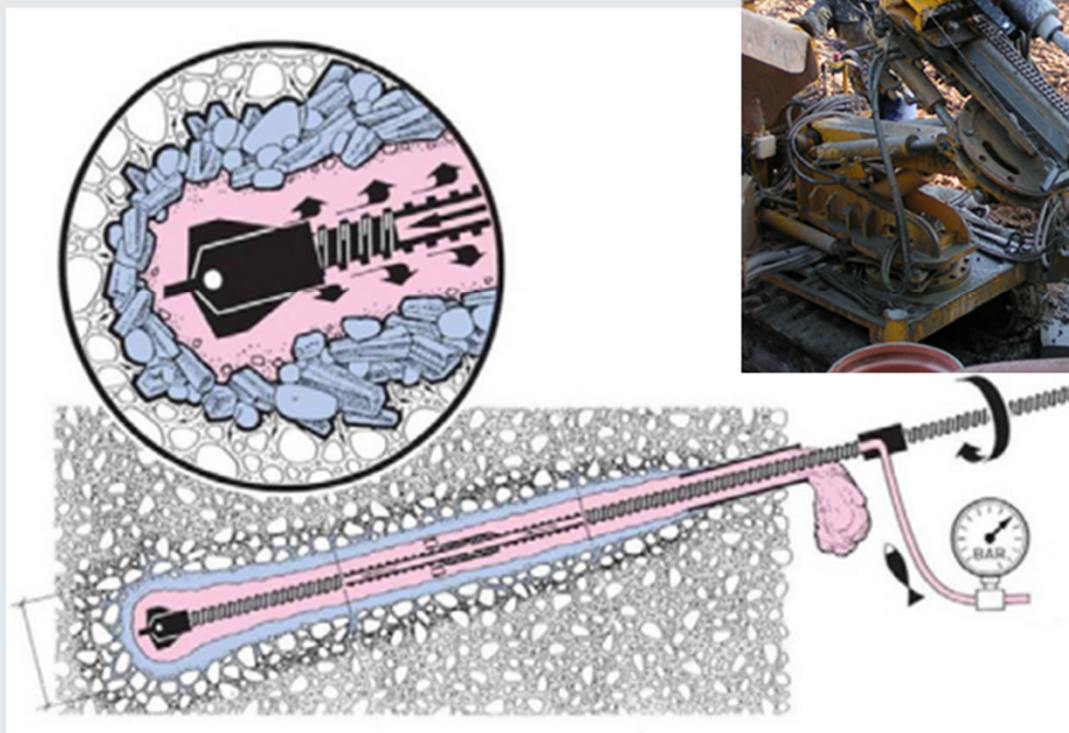
La inyección estabiliza las paredes de la perforación y realiza un lavado de la misma, transportando el detritus hacia el exterior



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: MÉTODO DE INSTALACIÓN

2ª fase: inyección dinámica

Una vez alcanzada la longitud de diseño, se realiza una inyección simultánea con un movimiento continuo de rotación, con una lechada de cemento más densa ($A/C = 0,4 \text{ ./. } 0,5$) desde el fondo de la perforación hasta que la lechada final rebosa por la boca del taladro.



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: MÉTODO DE INSTALACIÓN

- Gracias a este proceso de instalación, se produce:
 - a) Una mejora de la adherencia del bulbo con el terreno
 - b) Un aumento del Ø del bulbo respecto al estricto de la boca de perforación

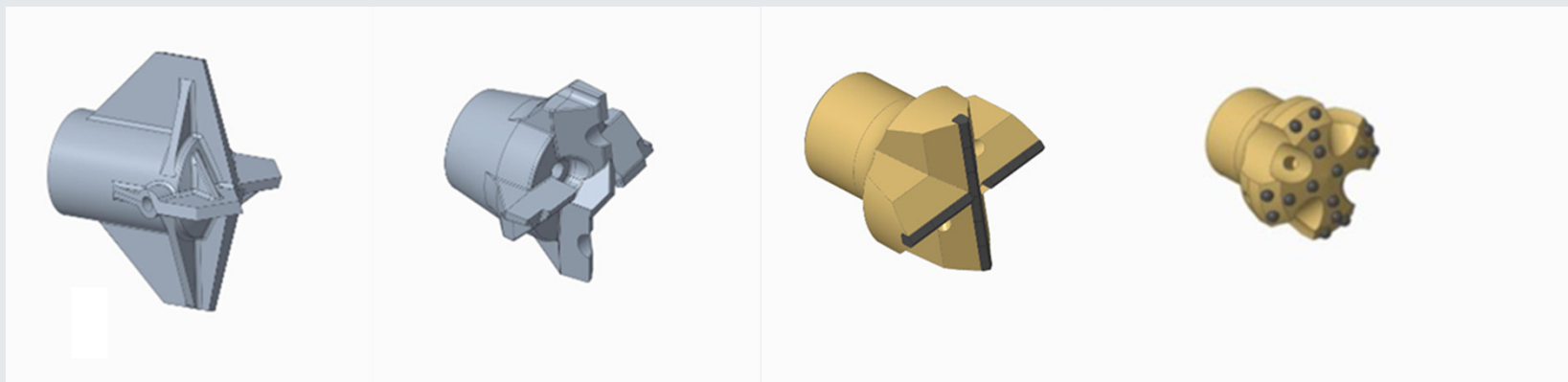


MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: SOLUCIÓN PERMANENTE

- De acuerdo con la Aprobación Técnica Z-34.14.209 la durabilidad (protección contra la corrosión) se garantiza a través del suficiente recubrimiento del elemento portante (barra autoperforante) con la lechada de inyección.
- A efectos de diseño, en el caso de una aplicación permanente, la capacidad portante interna de las barras se adopta en función del recubrimiento previsto.

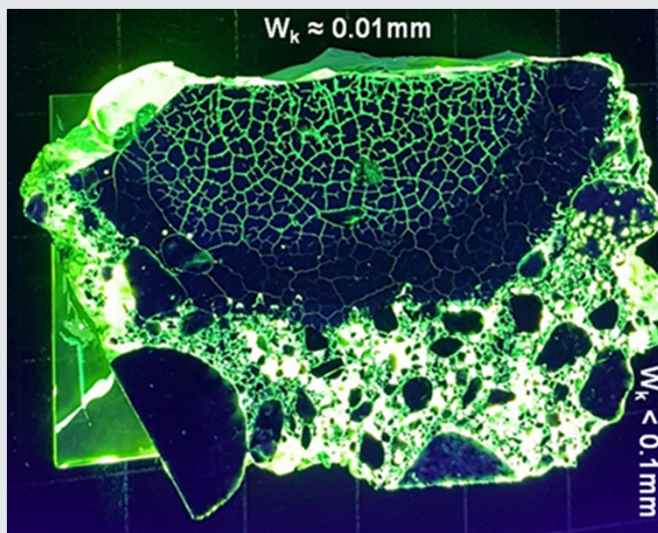
MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: SOLUCIÓN PERMANENTE

Las bocas de perforación están diseñadas para proporcionar el recubrimiento suficiente de las barras autoperforantes con una lechada de cemento estructural ($A/C < 0,5$)



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: SOLUCIÓN PERMANENTE

- En el estado de servicio, la diferencia de rigideces entre el acero y la lechada de cemento da origen a estados tensionales que se equilibran mediante la generación de microfisuras.
- Se considera que un cuerpo de inyección con fisuras de abertura característica máxima $w_k \leq 0,1 \text{ mm}$ proporciona un encapsulamiento impermeable que garantiza la protección contra la corrosión de la barra de acero



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN

- **Schwerte (Alemania)**
- Micropilotes para cimentación de puente
- TITAN 103/51
- longitud 10,50 m



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN

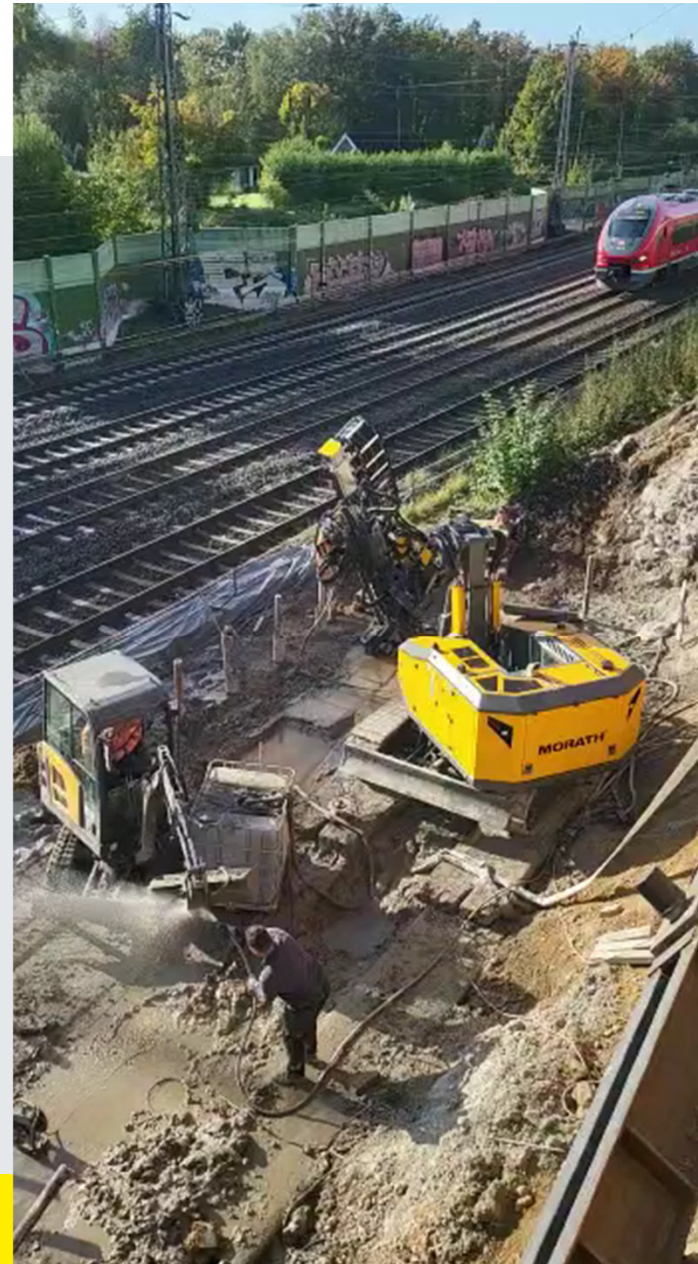
- **Schwerte (Alemania)**
- Micropilotes para cimentación de puente
- TITAN 103/51
- longitud 10,50 m



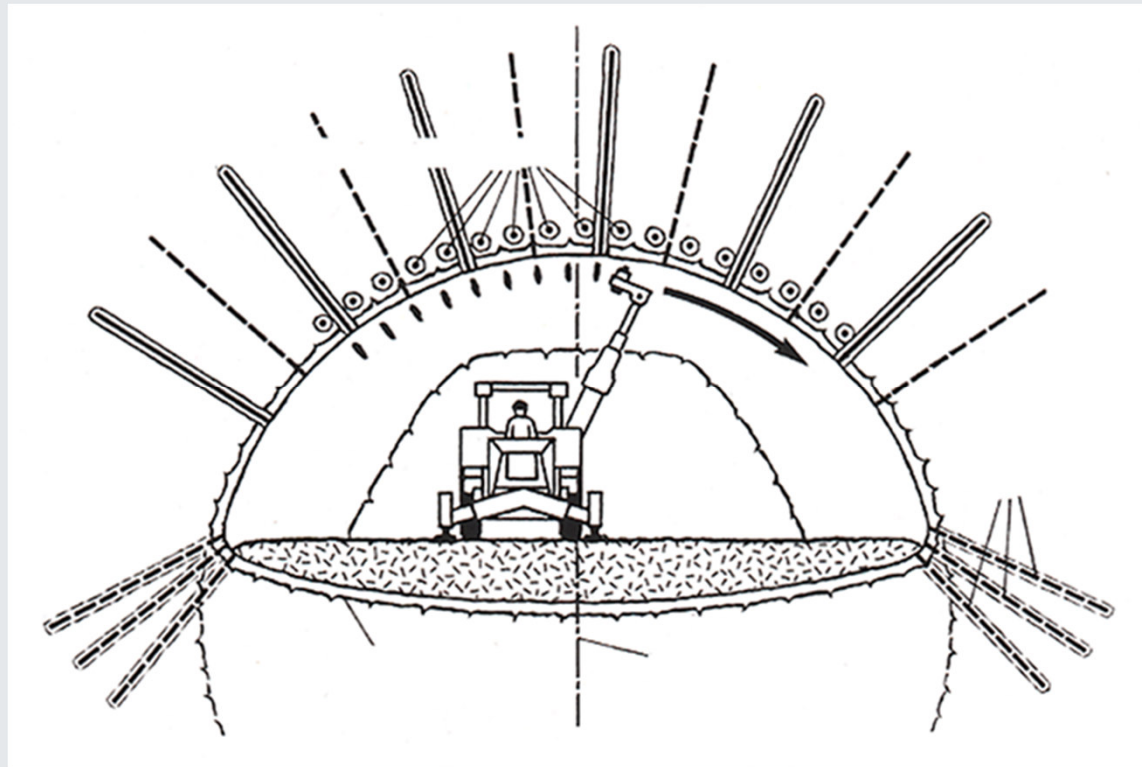
MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN

- **Schwerte (Alemania)**
- Micropilotes para cimentación de puente
- TITAN 103/51
- longitud 10,50 m

ISCHEBECK
TITAN



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



- **Estación Recoleta Vespucio (Chile)**
- TITAN 40/16
- TITAN 73/53



- **Estación Recoleta Vespucio (Chile)**
- TITAN 73/53
- Paraguas micropilotes 15 m



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



- Equipos de perforación



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



- Equipos de perforación



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



- Detalle equipo de perforación



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



Metro Santiago de Chile (Chile)

Paraguas micropilotes

TITAN 40/16 ($R_k = 530 \text{ kN}$)

Galerías de interconexión



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



Metro Santiago de Chile (Chile)

Paraguas micropilotes

TITAN 40/16 ($R_k = 530 \text{ kN}$)

Galerías de interconexión



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



E4 Förifahrt Estocolmo (Suecia)

- Paraguas de micropilotes para túnel carretero
- Titan 73/45 ($R_k = 1.220 \text{ kN}$)
- Longitud micropilotes 15 m
- Solape entre paraguas 4,5 m

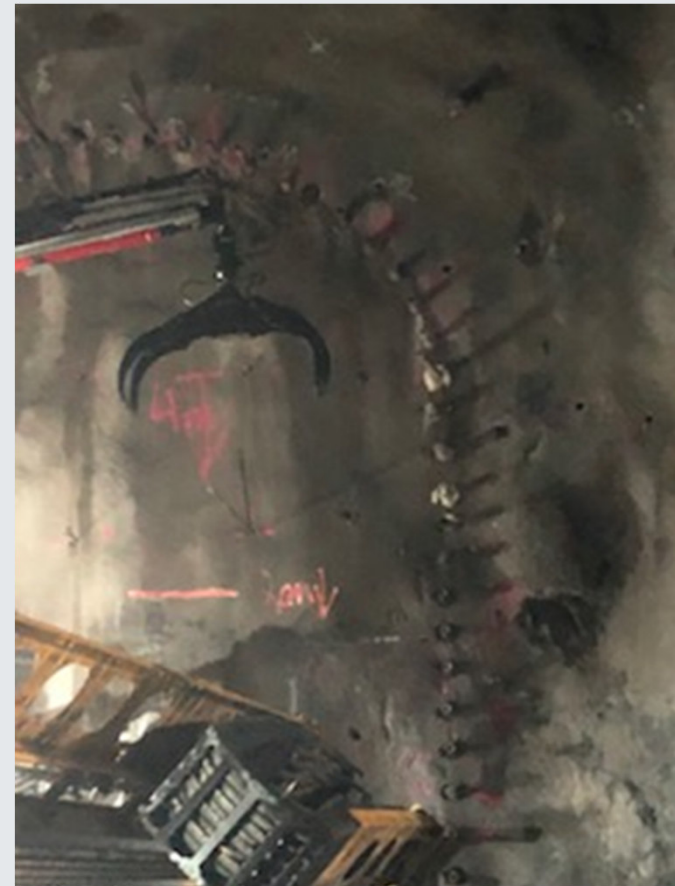


MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: APLICACIÓN A OBRAS SUBTERRÁNEAS



E4 Förifahrt Estocolmo (Suecia)

- Paraguas de micropilotes para túnel carretero
- Titan 73/45 ($R_k = 1.220 \text{ kN}$)
- Longitud micropilotes 15 m
- Solape entre paraguas 4,5 m



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: TITAN 26/15

- solución rápida y eficaz para estabilizar las zonas problemáticas
- instalación, incluida la placa, de forma totalmente automatizada en < 2 min
- en una única operación se perfora y se inyecta a continuación una resina bicomponente
- La resina fragua en un par de minutos y el anclaje puede asumir las cargas de inmediato



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: TITAN 26/15



Diámetro nominal exterior d_e	26 mm
Diámetro nominal interior d_i	15 mm
Sección efectiva A_{ef}	295 mm ²
Carga de rotura $F_{u,k}$ (5% valor fráctil)	150 kN
Carga característica R_k	125 kN
Longitud	2,4 m
Sentido de la rosca	izquierda

MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: TITAN 26/15

Instalación totalmente automatizada

- Alimentación directa de bulones desde el carrusel (placa y tuerca incluidas)
- Barrido con agua o con aire en función de las características del terreno
- Cambio rápido y automatizado del cabezal de perforación al cabezal de inyección de resina



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: TITAN 26/15

	Anclaje rápido T26/15	Cartuchos de resina
Instalación	- En un solo paso: perforar, inyectar y anclar	Operación en distintos pasos: - Perforación del taladro con la posibilidad de que éste colapse en terrenos poco estables - Introducir los cartuchos de resina - Introducir la barra corrugada rompiendo los cartuchos de resina y proceder a mezclar los componentes - Dejar fraguar la resina - Montaje de la placa y tuerca
Seguridad	- instalación totalmente automatizada lo que aumenta el grado de seguridad - ausencia de personal en zona insegura	- Hay que realizar operaciones manuales en zonas inseguras
Inyección resina bicomponente	- Cantidad de resina fácilmente controlable - Perfecta mezcla de los 2 componentes durante la inyección - Consumo de resina reducido, gracias al pequeño espacio anular libre en el taladro	- La cantidad de resina viene predefinida por el número de cartuchos - Elevada incertidumbre del proceso en cuanto al relleno de fisuras y cavidades - La mezcla de los dos componentes de resina en el taladro no resulta sencilla
Velocidad	Muy rápido en un único paso	Mayor consumo de tiempo, debido a los distintos pasos

MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: TITAN 26/15

- Ø de perforación mínimo, espacio anular a inyectar reducido
- Perforación rápida, incluso en roca dura:
- Ø 30 mm 1:00 min/m - 1:10 min/m
- Ø 38 mm 1:20 min/m - 1:30 min/m
- Reducido consumo de resina
- Volumen de resina inyectada controlable



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: TITAN 30/11

K & S Zielitz (Alemania)

- Bunker de almacenamiento no diseñado para las cargas actuales
- Movimientos y asentamientos
- Desprendimientos en la clave
- Objetivo: asegurar un area de 1.000m²
- 73 micropilotes de longitud 4,0 m a 6,0 m inyectados con resina bicomponente



MICROPILOTES ISCHEBECK TITAN: TITAN 30/11

K & S Zielitz (Alemania)

- TITAN 30/11 ($R_k = 255$ kN) inyección de resina RBA 380 (MBS)
- Pruebas de carga a tracción valores de rotura entre 296 kN y 320 kN



TRABAJOS ESPECIALES



Mina de sal Wieliczka (Polonia)
Instalación de las barras TITAN
30/11 acero inoxidable



TRABAJOS ESPECIALES



Mina de sal Wieliczka (Polonia)

Instalación de las barras

TITAN 30/11 acero inoxidable

Inyección de resina bicomponente

RBA 380 (MBS)



TRABAJOS ESPECIALES

Mina de sal Wieliczka (Polonia)

Instalación de las barras

TITAN 30/11 acero inoxidable

Inyección de resina bicomponente

RBA 380 (MBS)



TRABAJOS ESPECIALES: MINA DE SAL WIELICZKA, CAPILLA DE SANTA KINGA (POLONIA)



CONCLUSIONES

- Inventadas en 1984 por el Ing. E.F. Ischebeck
- Aportan a la ingeniería geotécnica una nueva dimensión en el refuerzo, sostenimiento y mejora de terrenos
- Permiten la realización de:
 - Micropilotes
 - Anclajes
 - Bulones
 - Soil nailing
- Excelentes rendimientos en rocas alteradas y suelos disgregados o blandos



CONCLUSIONES



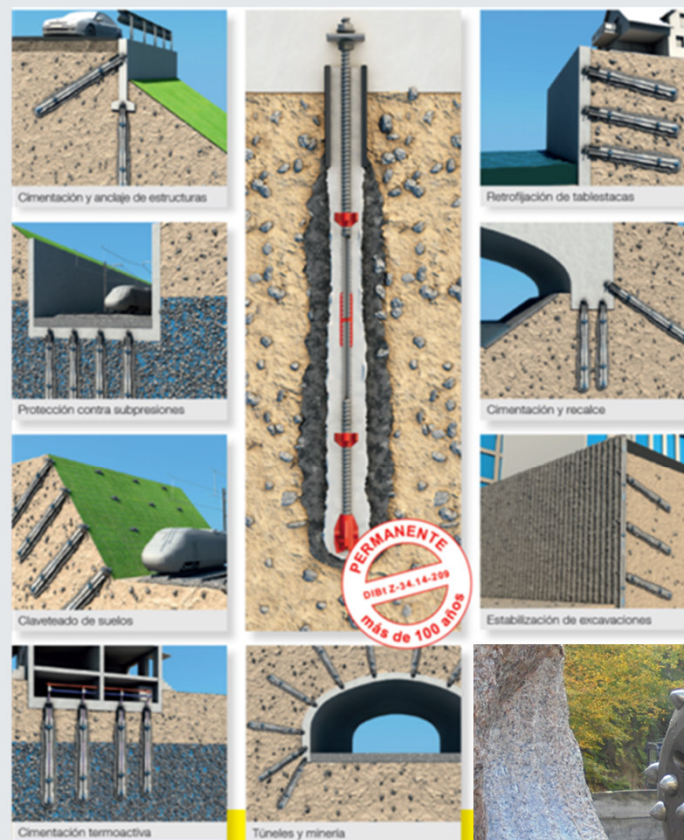
- Aprobación Técnica Z-34.14.209 del Deutsches Institut für Bautechnik (Instituto alemán de Tecnología de la Construcción)
- 18 tamaños diferentes ($\varnothing$ desde 26 mm hasta 196 mm)
- Carga en el límite elástico desde 125 kN hasta 6465 kN
- Aprobación para aplicaciones permanentes



CONCLUSIONES



TITAN 196/130



TITAN 127 Ø 200 mm

CONCLUSIONES

- Friedr. Ischebeck GmbH desarrolla desde la invención de los micropilotes autoperforantes, allá por los principios de la década de los años 1980, un gran esfuerzo en I+D+i para aportar nuevas soluciones en el campo de la geotecnia.
- Esto le permite actualizar la Aprobación Técnica Z-34.14-209 y mantenerse como referencia a nivel mundial en el mercado de los micropilotes autoperforantes
- Los nuevos desarrollos buscan aportar en primer lugar seguridad, calidad y durabilidad (permanente), sin perder de referencia los conceptos de sencillez, rapidez y eficacia
- Todo esto se traduce en rendimientos elevados y beneficios económicos para todos los interlocutores involucrados en el proyecto

CONCLUSIONES

- En la actualidad hay que aportar también soluciones digitales que se implementen de forma prácticamente automática en los procesos de elaboración de proyectos y soluciones técnicas

Para ello Friedr. Ischebeck GmbH pone a su disposición en la página web

<https://www.ischebeck.de/en/service/smart-titan>

las soluciones smartTITAN para el diseño online de micropilotes y los modelos 3D en formato dwg y BIM compatibles con Revit

CONTACTO



Óscar Pro

Sprachen: Deutsch, Spanisch, (Englisch)

Loher-Str. 31-79

DE-58256 Ennepetal

Tel.: +49 2333 8305-924

E-Mail: oscar.pro@ischebeck.de



www.ischebeck.com

ISCHEBECK[®]
TITAN

A solid yellow horizontal bar spanning the width of the image at the bottom.