

# Catálogo Técnico de Sistemas de Sostenimiento para Túneles

## Micropilotes

### Utilidad y campo de aplicación

Los micropilotes son pilotes de diámetro reducido (60–140 mm) que transfieren cargas a estratos resistentes, se emplean para:

- **Estabilización de frentes de excavación** mediante la creación de paraguas de micropilotes.
- **Refuerzo de bóvedas y hastiales** en zonas con suelos blandos o fracturados.
- **Control de asentamientos** en suelos blandos o muy fracturados.

### Proceso de inyección y válvulas

La lechada de cemento se bombea desde el interior de la tubería-armadura hasta la base del micropilote; el material sale por la punta y retorna por el espacio anular, limpiando detritos y asegurando un contacto continuo fuste–terreno. Para reforzamientos zonales, la tubería puede incorporar válvulas de retención (manchettes) que permiten inyección en distintas profundidades.

### Ventajas

- Instalación simultánea de perforación e inyección, reduciendo fases de obra.
- Adaptabilidad a espacios confinados y terrenos con agua.
- Posibilidad de inyecciones repetitivas para optimizar la adherencia.
- Transferencia de cargas de tracción, compresión y ciclado.

### Tabla de dimensiones comerciales

Ø ext. (mm)	Espesor (mm)	Área c.s. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg/m)	Carga admisible (T)
60,3 × 5,5	5,5	9,47	8	28
73,0 × 6,0	6,0	12,63	11	37
88,9 × 7,0	7,0	18,01	14	50
88,9 × 9,0	9,0	22,59	19	64
101,6 × 7,0	7,0	20,80	17	59
101,6 × 9,0	9,0	26,18	21	72
114,3 × 9,0	9,0	29,77	24	83
127,0 × 9,0	9,0	33,36	28	94
139,7 × 11,0	11,0	44,48	36	123

## Bulones de Sostenimiento

Los bulones son componentes esenciales para garantizar la estabilidad de las excavaciones subterráneas. A continuación, se describen los tipos más comunes:

### 1. Bulones Autoperforantes

#### Utilidad y campo de aplicación

Los bulones Autoperforantes son barras huecas que combinan perforación y anclaje en una sola operación. Donde la perforación convencional no es viable. Se emplean para:

- Sostenimiento primario en túneles.
- Estabilización de taludes.
- Forepoling y refuerzo de suelos no consolidados.

#### Proceso de inyección

La lechada (agua-cemento 0,4–0,5) circula a través del núcleo hueco del bulón, desplazando detritos y recubriendo el taladro con cementación continua. Se pueden usar resinas bicomponentes de fraguado rápido para casos que exijan alta capacidad y tiempos breves.

#### Ventajas

- Montaje rápido sin fases separadas de perforación y purga.
- Anclajes eficaces en suelos muy inestables.
- Mejora instantánea de la fricción externa.
- Flexibilidad en diámetros y longitudes según proyecto.

#### Tabla de series y capacidades

Serie	Ø (mm)	Carga Servicio (kN)
R32	32	300
R38	38	440
R51	51	620

### 2. Bulones Swellex (MN12, MN16, MN24)

#### Utilidad y campo de aplicación

Los pernos Swellex son anclajes hidráulicos de fricción inmediata, utilizados para refuerzos rápidos en minería y túneles, especialmente donde se producen deformaciones elevadas. Proporcionando un anclaje inmediato.

#### Equipos y presiones

Se requiere una bomba especializada (neumática, hidráulica o eléctrica) que inyecte agua a 24–30 MPa (240–300 bar). Estos equipos regulan la presión y el caudal, y se detienen automáticamente al alcanzar la presión establecida.

### Ventajas

- Anclaje instantáneo sin lechada.
- Instalación sencilla en espacios reducidos.
- Equipos portátiles y de fácil manejo.
- Soporte inmediato con alta capacidad de carga.

### Tabla de modelos y medidas

Modelo	Ø tubo (mm)	Perforación (mm)	Espesor (mm)	Carga rotura (kN)	Longitud (m)
MN12	28	32-39	2,0	110	A petición
MN16	36	43-52	2,0	150	A petición
MN24	36	43-52	3,0	220	A petición

### 3. Bulones Split Set

#### Utilidad y campo de aplicación

Los Split Set son tubos de acero ranurado que se introducen en taladros de diámetro ligeramente menor, generando anclaje por fricción mecánica. Ideales para sostenimiento temporal en túneles y minas y lugares de difícil acceso.

#### Inyección con resina

En macizos muy fisurados, antes de insertar el bulón se inyecta resina de poliéster bicomponente de baja viscosidad; al fraguar, mejora la adherencia y acelera la estabilización.

#### Ventajas

- Colocación y extracción rápidas.
- No requieren fases de limpieza ni lechada.
- Ensayos de retención in situ fáciles de realizar.
- Combinación de fricción y adherencia con resina.

### Tabla de dimensiones habituales

Ø nom. (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Carga rotura (kN)	Broca recomendada (mm)
36,25	2,0 / 2,5	0,6 – 3,0	85 – 90	35 – 38
46,30	3,2	0,6 – 3,0	120 – 130	43 – 51

#### 4. Barras corrugadas y de roscado continuo.

##### Utilidad y campo de aplicación

- **Barras corrugadas:** varillas dentadas que, inyectadas con lechada, ofrecen anclajes permanentes para revestimientos y bóvedas y refuerzo de elementos estructurales en túneles
- **Barras roscado continuo:** varillas de alta resistencia con rosca continua, aptas para tensado activo en estructuras definitivas.

##### Ventajas

- **Corrugadas:** excelente adherencia en el fuste, diámetros versátiles y buen comportamiento frente a la corrosión con lechadas especiales. diámetros pequeños para espacios reducidos.
- **Roscado continuo:** barras convencionales ( $f_y 500 \text{ N/mm}^2$ ), y de alta resistencia ( $f_y 670 \text{ N/mm}^2$ ), acoplamientos flexibles, aptas para tensado y reajustes posteriores.

##### Tabla Barra roscado continuo usuales ( $f_y 500 \text{ Mpa}$ ).

$\emptyset$ (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Carga Servicio (kN)
25	491	245
32	804	405
40	1 256	630
50	1963	980
63,5	3 170	1760

