



**Aldo Guzmán G.**  
Presidente  
Grupo Técnico de Anclajes  
Corporación de Desarrollo Tecnológico

# Anclajes Inyectados Postensados

## Descripción General de la Tecnología

Los anclajes (al terreno) son elementos estructurales que transfieren cargas de tracción al terreno, ya sea suelo o roca. Dentro de la denominación anterior, se clasifican como inyectados a los que se ejecutan mediante inyección o relleno de lechada o mortero de cemento con diversas técnicas (no se utiliza hormigón en esta tecnología). También entran dentro de esta categoría los anclajes inyectados con resinas. El término «postensados», se refiere a que los anclajes son tensados posteriormente a la inyección y fragüe del medio aglomerante utilizado, permitiendo entonces aplicar cargas de tracción a elementos estructurales que son estabilizados mediante los anclajes, antes que los procesos constructivos siguientes induzcan la puesta en carga de los mismos. Alternativamente a los anclajes postensados, también denominados «activos», se encuentran en la técnica los anclajes «pasivos», los cuales, según la aplicación, son también denominados «nails», «pernos» o «micropilotes». Hoy día, en la práctica nacional e internacional, la gran mayoría de los anclajes postensados inyectados están integrados por algún tipo de tendón de acero (cables o barras), alojados centrados en una perforación que se rellena o inyecta con lechada de cemento, y que en su extremo anterior que apoya sobre la estructura posee una cabeza y placa de transferencia de la carga de tracción. Los anclajes postensados inyectados no están pensados para resistir cortes y por lo tanto

flexiones, ni tampoco compresiones. Se aplican en el 100 % de los casos para transferir tracciones.

Dada la definición general anterior, el uso actual de los anclajes postensados abarca un conjunto muy amplio de aplicaciones prácticas, siendo las principales las siguientes (Fig. 1):

- a) Sostenimiento de muros de contención de suelos
- b) Estabilización o refuerzo de presas de hormigón
- c) Estabilización de losas y estructuras sometidas a subpresión hidrostática
- d) Reacción para ensayo de carga de pilotes
- e) Estabilización de laderas y taludes (obras viales generalmente)
- f) Muros de contención en excavaciones (generalmente en zonas urbanas)
- g) Refuerzo en los estribos de fundación de presas
- h) Transferencia al terreno de tensores o estructuras traccionadas (p.e. puente colgante)
- i) Refuerzo de clave en cavernas.

Para mayor información marque el 18 en su tarjeta

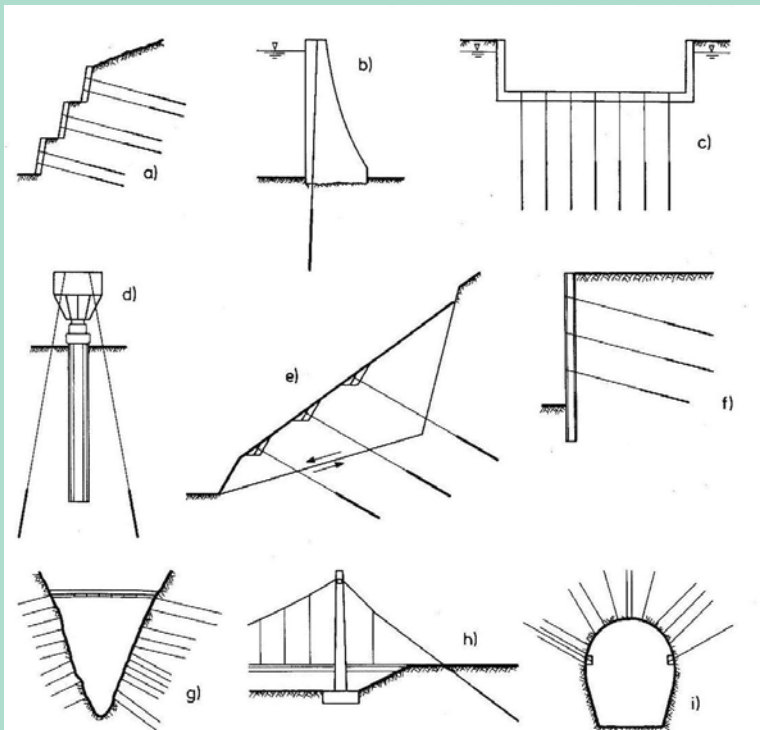


44



Subterráneos para estacionamientos 21 de Mayo

Figura 1

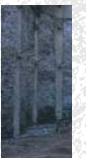


En Chile existen hoy antecedentes de utilización para casi todos los casos citados. No conocemos casos de aplicación sólo para los usos b) y g) en los últimos años.

### Evolución del Material Internacionalmente y en el Mercado Local

Las primeras obras importantes con esta técnica, registradas en la bibliografía especializada, se llevaron a cabo en Argelia, donde se utilizaron anclajes para estabilizar y aumentar la altura de presas de hormigón existentes (1934 a 1940). Luego de la segunda guerra mundial, aumentaron los usos rápidamente: anclajes para sostener laderas en los estribos laterales de presas, anclajes en cavernas, siendo ambos inicialmente usos de anclajes en roca. En el año 1958 se construyeron los primeros anclajes en suelos en Europa (Alemania). Y a partir de ese momento, la técnica se extendió rápidamente por el mundo. Los métodos de perforación, pieza clave en la ejecución de anclajes, han ido evolucionando desde entonces y hoy existen modernos equipos con diferentes métodos adaptados a las diferentes condiciones de terreno.

Las aplicaciones en Chile fueron puntuales y escasas hasta el año 1996. A partir de dicho año, se inició, con la construcción de anclajes postensados para contención del sue





lo en los subterráneos de la ampliación del Hotel Sheraton en Santiago, un explosivo crecimiento de la aplicación de esta tecnología para el sostenimiento del terreno de las grandes excavaciones. Si bien en los inicios, los anclajes compitieron con los puntales para excavaciones de 3 a 4 subterráneos, rápidamente se impusieron como estándar de la técnica y, hoy día, prácticamente no se ejecutan proyectos de excavaciones en zonas urbanas que no contengan anclajes para profundidades de tres subterráneos o más, evidenciándose como la metodología más segura, rápida y económica. La aplicación de anclajes para obras de menos de tres subterráneos también es muy competitiva para determinadas condiciones del terreno y de las edificaciones vecinas.

Además de la aplicación masiva en las excavaciones, se amplió el rango a los anclajes para estabilización de taludes y estructuras sometidas a subpresión hidrostática.

Los anclajes postensados se dividen en temporales y permanentes en función de su vida útil esperada, siendo el límite de tiempo de dos años entre un tipo y otro [1].

En los primeros años de aplicación masiva de la técnica en Chile, los anclajes se utilizaron básicamente como temporales para contención de excavaciones en zonas urbanas. Luego, la generalización del uso de esta tecnología fue conduciendo a la aparición de casos más complejos, del tipo e) y c), en los cuales son necesarios anclajes permanentes. La diferencia de los permanentes frente a los temporales se basa en la práctica en que los primeros requieren una protección anticorrosiva que garantice vidas útiles del orden de 60 a 120 años, rango normal de vida útil para obras de infraestructura. Esto se traduce en protecciones anticorrosivas más costosas y sensibles, según cada caso de aplicación.

Los anclajes postensados han contribuido fuertemente en los últimos años al desarrollo de infraestructura urbana y vial en el país. Es destacable, además de su uso en grandes excavaciones para subterráneos de edificios en Santiago y otras ciudades, el uso intensivo en obras del Metro y grandes obras viales como el Viaducto Malleco.

#### Situación Normativa

Existen internacionalmente diversas normas específicas para la construcción y diseño de anclajes postensados. La mayoría de las mismas se originaron en la década del 70 o después. Las más relevantes y utilizadas internacionalmente son las siguientes:

- Norma Europea en 1537, Ejecución de Trabajos Geotécnicos Especiales - Anclajes al Terreno - (1999)
- DIN 4125, Ground Anchorages, Design, Construction and Testing (1990)
- Recommendations for prestressed rock and soil anchors (PTI - 1995)
- Norma Suiza SIA 191 - Anclajes en suelos y rocas (1977)
- Norma Francesa TA-95
- British Standard BS 8081:1989: Code of Practice for ground anchorages



Aparte de las normas internacionales citadas, en Octubre del 2001 se lanzaron al mercado nacional las «Recomendaciones para el Diseño, Ejecución y Control de Anclajes Inyectados y Postensados en Suelos y Rocas», las cuales fueron elaboradas por el Grupo Técnico Anclajes patrocinado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción. Este documento, en cuya redacción participaron reconocidos especialistas nacionales y las principales empresas especialistas, tuvo a partir de entonces una amplia difusión y aceptación en el mercado nacional y es hoy una referencia presente en todos los proyectos relacionados con esta técnica a nivel nacional. Es de destacar que este documento se ha basado en la norma europea EN 1537 agregándose comentarios y capítulos elaborados por los especialistas locales para adaptarlo a la realidad del mercado chileno y la importancia del diseño sísmico.

#### Tendencias en el Futuro

Dentro de las tendencias e innovaciones que se pueden esperar en el uso de esta tecnología en los próximos años en el mercado nacional se pueden nombrar:



- Anclajes bajo la napa freática en uso combinado con pared moldeada (muro pantalla).

- Incremento de casos de aplicación de anclajes en suelos de baja capacidad de carga, induciendo la utilización de nuevas formas de inyección (IRS) y nuevos tipos de anclaje como el «single bore multiple anchor».

- Anclajes de mayores capacidades de carga (120 a 200 ton)<sup>1</sup>.

### Influencia de los Tratados de Libre Comercio

Si bien los TLC's negociados por Chile con la Comunidad Europea, Canadá, USA y Corea estimulan la importación e incorporación de tecnología, dentro de la cual se encuentran tanto la concerniente a la perforación como a los materiales mismos que componen los anclajes, el continuo deterioro del tipo de cambio desde 1998 ha contrarrestado y superado el efecto positivo de las primeras. Esto estimula, en cambio, la fabricación local de ciertos materiales, los cuales no deben dejar de cumplir los estándares de calidad que fijan las normas internacionales.

### Las Principales Empresas del Mercado Nacional que ofrecen la Construcción de Anclajes Postensados son:

- Pilotes Terratest S.A.
- Soletanche Bachy Chile S.A.
- Estratos S.A.



### Bibliografía / Referencias:

[1] Recomendaciones para el Diseño, Ejecución y Control de Anclajes Inyectados y Postensados en Suelos y Rocas (CDT - Chile - 2001).

