

Índice

- 1 Definición
- 2 Norma
- 3 Método constructivo
- 4 Perno de anclaje
- 5 Hormigón proyectado
- 6 Drenaje
- 7 Equipo de trabajo
- 8 Control ejecutivo
- 9 Mantenimiento de la contención por *soil nailing*
- 10 Modelo de planilla de ejecución.

1 Definición

Soil Nailing es una técnica de mejoramiento de suelos, que permite la contención de taludes por medio de la ejecución de pernos de anclaje, hormigón proyectado y drenaje. Los pernos de anclaje promueven la estabilización general del macizo, el hormigón proyectado da estabilidad local junto a la superficie y el drenaje actúa en ambos casos (Figura 1).

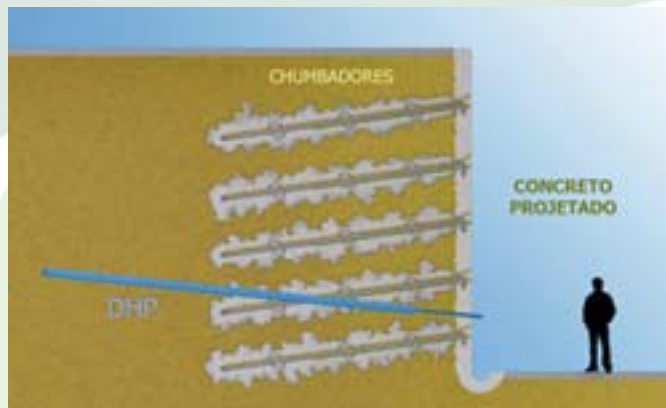


Figura 1 - Estabilidad general del macizo.

Esta técnica se aplica a:

Cortes para la implantación de subsuelos o cortes con geometría inestable (Figura 2)

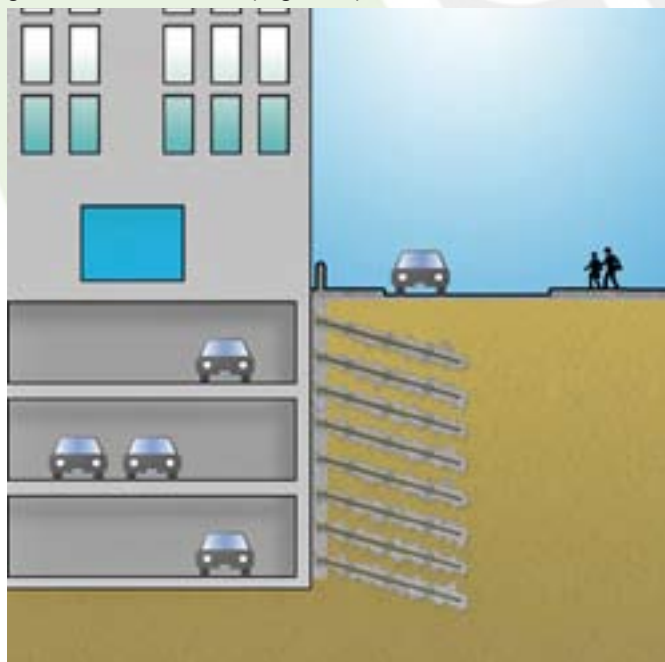


Figura 2 - Subsuelos de edificios.

Taludes existentes, que no tienen estabilidad satisfactoria (Figura 3)



Figura 3 - Taludes inestables.

Taludes rotos (Figura 4)

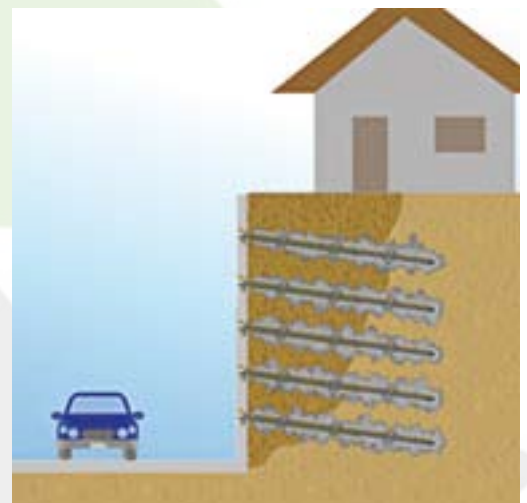


Figura 4 - Taludes rotos.

2 Norma

No existe norma específica de la *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)*.

3 Método constructivo

El *soil nailing* tiene inicio con la ejecución de pernos de anclaje verticales como medida de mejoría del suelo, y el corte descendiente del suelo en la geometría del proyecto (Figuras 5 y 6, esta en la próxima página), a no ser en el caso de refuerzo de taludes. Se sigue con la ejecución de la primera línea de pernos de anclaje horizontales y aplicación del revestimiento de hormigón proyectado.



Figura 5 - Excavación manual con bermas entre las partes excavadas.

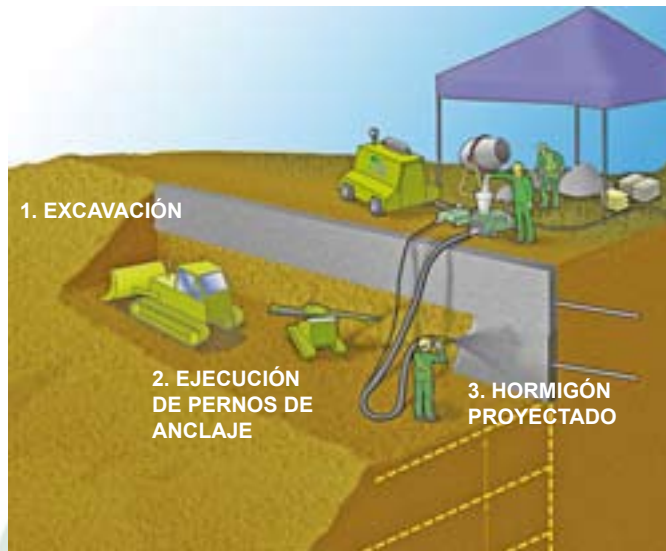


Figura 6 – Fases constructivas en corte. Ejemplo de excavación mecanizada.

En el caso que el talud ya estuviera cortado, se puede trabajar de forma descendiente o ascendiente, según la conveniencia. Simultáneamente al avance de los trabajos, son ejecutados drenajes profundos y de superficie, bien como las canaletas, conforme el proyecto.

4 Perno de anclaje

4.1 Definición

Pernos de anclaje, conforme muestra la Figura 7, son piezas amoldadas en el local por medio de operaciones de perforación con equipamiento mecánico o de porte manual e instalación y fijación de barra metálica, con inyección de lechada de cemento a presión.

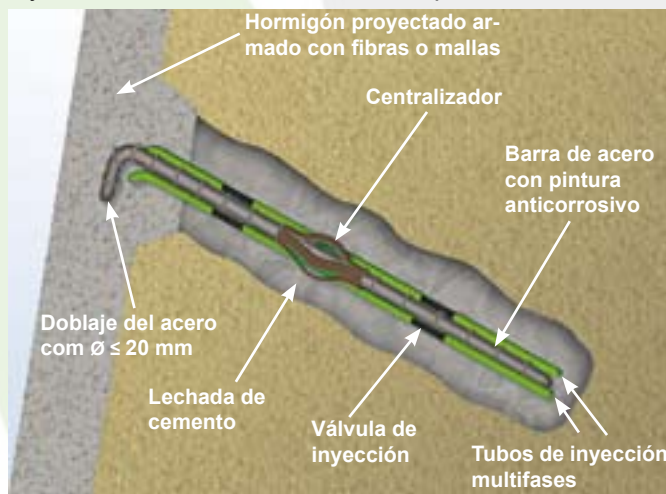


Figura 7 - Partes constructivas del perno de anclaje.

Los pernos de anclaje aún pueden ser hechos con el clavado de barras, cantoneras o tubos de acero, utilizándose martillos neumáticos o manualmente. Aunque esta no es una práctica brasileña. En estos casos si pierde el tratamiento del macizo hecho con la lechada de cemento a presión.

4.2 Perforación

Las perforaciones son ejecutadas por equipamientos de fácil manoseo, pesando entre 25 y 500 Kg, instalables sobre cualquier talud. Como fluido de perforación y limpieza del hueco, puede ser utilizada agua, aire o lama.

Si la opción fuera por trados, no es necesario el uso de fluidos. Usualmente es adoptado el sistema de lavado con agua inyectada por la asta dotada de elemento cortante en su extremidad, del tipo tricono con vídea en el diámetro de 3”.

A depender de la profundidad del hueco, de su diámetro y del área de trabajo, se puede optar por perforadoras tipo traladro, *crawlair*, *wagon drill* o hasta por perforadoras manuales. Cuando la condición de trabajo permite alta productividad, son utilizadas carretas perforadoras sobre drugas, cuyos pesos varían entre 2.000 y 4.000 Kg. Los pernos de anclaje tienen siempre inclinación debajo de la horizontal, de 5° a 30°.

La selección del método de perforación debe ser hecha de modo que la cavidad perforada permanezca estable hasta que la inyección sea concluida.

4.3 Montaje

Concluida la perforación, sigue la instalación y fijación de la barra metálica, que debe mantener sus características de resistencia a todo lo largo del tiempo. Las nervuras deben recibir tratamiento anticorrosivo, hecho usualmente por medio de resinas poliméricas y mezcla de cemento. A lo largo de estos elementos deben ser instalados dispositivos centralizadores que garanticen su continuo y constante recubrimiento con la mezcla de cemento.

Usualmente, la barra de acero tiene diámetro de 10 a 25 mm. Ella debe estar doblada en su extremidad (para diámetros hasta 20 mm), aproximadamente 20 cm, y tener centralizadores cada 2 m. Puedese aplicar placa y tuerca para postensión de los pernos de anclaje. Es común también se soldar un pedazo de barra de acero.

Adyacente a la barra, se instala uno o más tubos de inyección perdidos, de polietileno o similar, con diámetro de 8 a 15 mm, provistos de válvulas a cada 0,5 m, a hasta 1,5 m de la boca del hueco. La cantidad de tubos depende de las fases de inyección previstas y se debe considerar un tubo para cada fase.

4.4 Inyección

El llenado del hueco es hecho con la inyección por el tubo auxiliar removible, de forma ascendiente, con lechada de cemento factor agua/cemento próximo de 0,5 (en peso), proveniente del mezclador de alta turbulencia, hasta que transborde en la boca del hueco. Una buena alternativa es llenar el hueco con mezcla de cemento y posteriormente introducir la barra metálica. El llenado del hueco es la fase inicial de inyección en que se pretende recomponer la cavidad excavada.

Después de 12 horas, como mínimo, el perno de anclaje debe ser re-inyectado por medio del tubo de inyección perdido, anotándose la presión máxima de inyección y el volumen de mezcla absorbida. La cantidad de inyecciones depende del número de tubos colocados, que depende del suelo donde lo trabajo es ejecutado.

Es usual la inyección en tres fases, siendo dos profundas y una superficial, en los 2 metros iniciales.

5 Hormigón proyectado

5.1 Definición

Se trata de una mezcla de cemento, arena, gravillas,

agua y aditivos, que es impulsada por aire comprimido desde el equipamiento de proyección hasta el local de aplicación, a través del mangote.

En la extremidad del mangote existe un saliente donde es acrescentada agua. Esta mezcla es lanzada por el aire comprimido, a gran velocidad, en la superficie a ser moldeada. En la mezcla pueden ser adicionadas al trazo microsíllica, fibras u otros componentes.

Las piezas pueden recibir componentes de cabillas convencionales, mallas de acero o fibras, de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Existen dos formas de obtenerse el hormigón proyectado: por vía seca o por vía húmeda. La diferencia básica está en la preparación y conducción de los componentes del concreto:

- Vía Seca: preparado a seco. La adición de agua es hecha junto al saliente de proyección, instantes antes de la aplicación.
- Vía Húmeda: preparado con agua y de esta forma conducido hasta el local de la aplicación.

Ambas vías utilizan trazos y equipamientos con características especiales. El equipamiento utilizado para *soil nailing* es el vía seca, a los cuales nos referiremos en los ítems a seguir.

5.2 Equipamientos

Para vía seca son necesarios, por lo menos, los siguientes equipamientos y accesorios, conforme el montaje convencional presentado en la Figura 8.

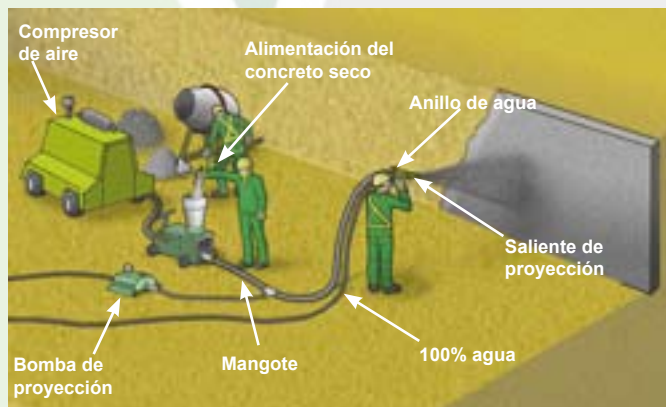


Figura 8 – Montaje de la aplicación convencional del hormigón proyectado.

- Bomba de proyección: recibe el concreto seco adecuadamente mezclado y lo disponibiliza para la aplicación. Los equipos deben estar en perfectas condiciones de trabajo. Las piezas de consumo deben estar con desgaste aceptable y la máquina siempre bien ajustada.
- Compresor de aire: acoplado a la bomba de proyección, suministra aire comprimido con volumen y presión correctas para conducir el concreto hasta el local de aplicación. La práctica brasileña, no obstante, es de que para cualquier diámetro de manguera o volumen de trabajo, la presión característica del compresor debe ser de 0,7 MPa. Este valor leído en el compresor, cuando de la proyección de la mezcla, no puede ser inferior a 0,3 Mpa. De esta forma, para distancias de hasta 50 m, tendríamos, como condición mínima, los valores de la Figura 9.

Volumen del Compresor (pcm)	Diámetro del Mangote	Presión del aire necesario (Mpa)
350	1½"	
600	2"	0,7
700	2½"	

Figura 9 - Condición de operación del compresor.

- Bomba de agua: suministra agua en la salida del mangote y presión junto al saliente de proyección. Puede ser sustituida por la red pública de suministro de agua. Debe suministrar agua junto al saliente de proyección con presión por lo menos 0,1 Mpa superior a aquella de los materiales en flujo.
- Mangote: es el conducto de goma por donde el concreto es conducido de la bomba al punto de aplicación.
- Saliente de proyección: pieza instalada en la extremidad de salida del mangote junto a la aplicación.
- Anillo de agua: componente del saliente de proyección por el cual se adiciona agua al concreto.
- Saliente pre-humidificador: instalado aproximadamente a 3 m del saliente de proyección, suministra agua al concreto seco antes del punto de aplicación. Puede o no ser utilizado.

Los accesorios como mangotes, salientes, anillos de agua, pre-humidificadores y discos deben estar en plenas condiciones de uso, conforme especificación de los fabricantes y proveedores.

5.3 El Concreto

Normalmente, la resistencia solicitada en proyecto es de 15 Mpa, pero puede llegar a valores muy superiores, de hasta 40 Mpa. El concreto seco puede ser suministrado de fábrica, en camiones-trompos o preparado en el cantero de obras.

El mejor es lo preparo del concreto en el cantero de obras, por lo que siempre lo tendrá a la disposición, en la cantidad e en el momento que sea necesario.

- Aridos: como áridos tenemos la piedra picada o gravilla y la arena media. Es necesario que ambos tengan una humedad mínima:

- La arena en torno de 5%, nunca inferior a 3%, pues causaría mucho polvo, ni superior a 7%, pues ocasionaría tupición del mangote e inicio de hidratación del cemento.

- Para la gravilla, la humedad de 2% es suficiente.

La arena media no puede ser encima de 5% de granos finos, y puede componerse por 60% de granos medios y de hasta 35% de granos gruesos.

- Cemento: puede ser de cualquier tipo, Común, Compuesto, Pozolánico, Alto Horno, ARI o ARI-RS, a depender de las especificaciones del proyecto. Pueden ser utilizados aditivos aceleradores de fraguado, secos o líquidos, conforme la necesidad de la obra.

- Agua: debe estar de acuerdo con lo que recomienda la tecnología del concreto. Sus dosis son hechas por el mangoteador, por medio de registro, junto al anillo de agua, además de la sensibilidad y experiencia adquirida en otras obras por el operador.

- Control: el control de la calidad del concreto es hecho por la extracción de cuerpos de prueba de placas amoldadas

en obra. Existen algunas normas brasileñas de la ABNT para este control, que tuvieron su desarrollo impulsado por los servicios de ejecución de Túneles NATM, como sigue:

NBR 13044

Concreto Projetado – Reconstituição da mescla recém-projetada.

NBR 13069

Concreto Projetado – Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem a utilização de aditivo acelerador de pega.

NBR13070

Moldagem de placas para ensaio de argamassa de concreto projetado.

NBR 13371

Concreto Projetado – Determinação do índice de reflexão por medição direta.

NBR 13354

Concreto Projetado – Determinação do índice de reflexão em placas.

5.4 Aplicación / Mangotero

Los aplicadores de concreto tienen extrema importancia en la calidad del servicio. En esto trabajo es usual que tengamos dos especialistas: el mangotero y el bombero.

El bombero está siempre junto a la bomba de proyección, ajustándola de acuerdo a los desgastes ocurren y verificando el correcto suministro del compresor.

El mangotero es el profesional que aplica el concreto, en movimientos continuos, usualmente circulares, dirigidos ortogonalmente a la superficie, a una distancia de 1 metro. Además de eso, el mangotero regula el agua y tiene la sensibilidad para percibir una oscilación en las características de volumen y presión del aire.

5.5 Armazón

Las mallas de acero han sido la armazón convencional del hormigón proyectado. Su instalación es hecha en una o dos camadas, conforme especifica el proyecto. Aplícase la primera camada con la primera malla, la segunda camada del proyectado, a la segunda malla y el hormigón final.

Se puede instalar mallas antes del hormigón. No

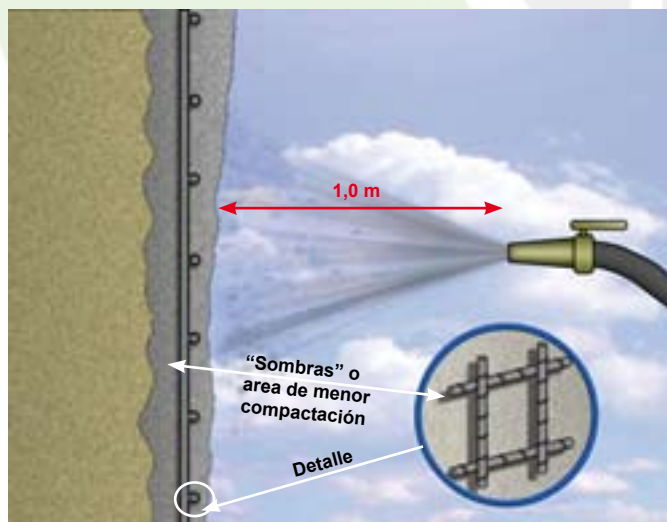


Figura 10 - Detalle de las "sombras" en la aplicación del concreto.

obstante, es necesario tomar un cuidado especial para evitar que la malla funcione como defensa y ocurran vacíos atrás de la misma, conforme muestra la Figura 10.

En 1992, alternativamente a las mallas, utilizamos fibras metálicas de acero, adicionadas directamente en el trompo o camión-trompo.

En 2001, sustituimos las fibras metálicas por fibras sintéticas, obteniendo una mezcla perfectamente homogénea. Esto no obliga cualquier cambio en los equipamientos y accesorios, y promueve reducción del equipo de trabajo, ya que no hay necesidad de mano de obra para la preparación e instalación de las mallas.

Las fibras sintéticas se ajustan perfectamente al corte realizado en el talud, aceptando superficies irregulares con espesor constante, como se ve en la Figura 11.

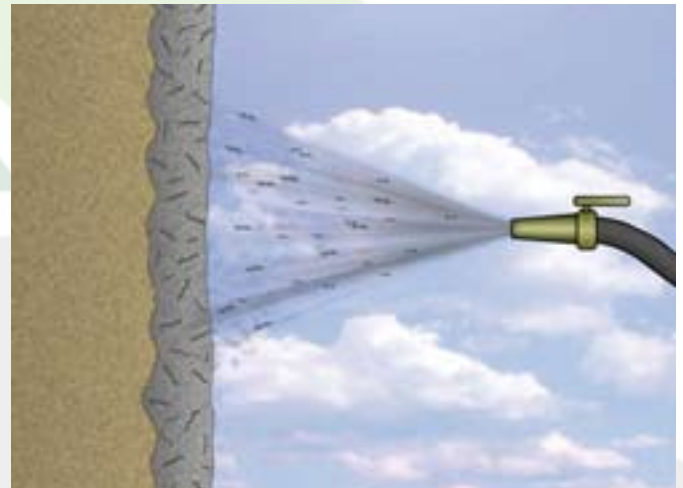


Figura 11 - Detalle de la aplicación con fibras.

El resultado es un concreto extremadamente tenaz. La presencia de las fibras producen concreto de baja permeabilidad, ya que actúa en el combate a las tensiones de tracción, durante el inicio de la cura, homogéneamente en todas las regiones de la pieza.

No hay cuidado especial con el cubrimiento de la barra, pues la corrosión eventual se limita a aquella fibra que está en contacto con la atmósfera, y no prosigue para las otras, inmersas en el concreto. La tendencia es la total sustitución de las mallas por fibras sintéticas.

6 Drenaje

6.1 Definición

La práctica usual recomienda siempre la ejecución de servicios de drenaje profundo y de superficie. Para drenaje profundo se usa el DHP (Dren Sub Horizontal Profundo). Los drenajes de superficie son los drenajes de superficie y las canaletas.

6.2 Dren sub horizontal profundo

Son elementos que captan las aguas distantes de la face del talud antes que en ella afloren. Al captarlas, ellos las conducen a la superficie y las despejan en las canaletas.

Los drenajes sub horizontales profundos, conforme ilustra la Figura 12 (en la próxima página), resultan de la instalación de tubos plásticos drenantes de 1,25" a 2", en perforaciones en el suelo, de 2,5" a 4".

Estos tubos son perforados y recubiertos por manta

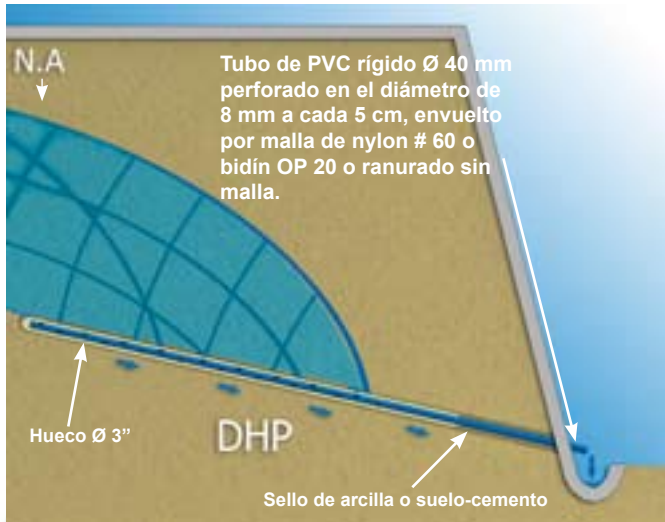


Figura 12 - Dren Sub-Horizontal Profundo.

geotextil o por tela de nylon, todavía so lo pueden tener micro ranuras (<0,4 mm), sin recubrimiento por manta o malla. Son drenajes lineales embutidos en el macizo, cuyos largos se sitúan, normalmente, entre 6 y 18 m.

6.3 Dren de superficie

Son piezas que se destinan a promover un adecuado flujo a las aguas que llegan a la superficie provenientes del talud. Están representadas gráficamente en las Figuras 13, 14 y 15.

Para los drenes de superficie o aquellos atrás y adyacentes al revestimiento de concreto, se tiene el dren lineal continuo y el de barbacá.

El dren tipo barbacá es el resultado de la excavación de una cavidad con cerca de 20 x 20 x 20 cm, llena con material arenoso y cuya salida es un tubo de

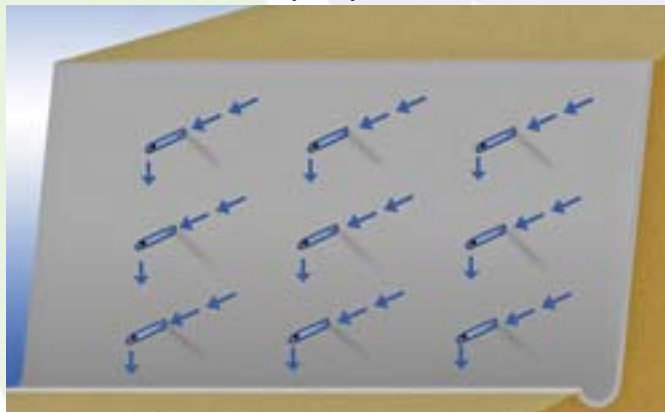


Figura 13 - Flujo del agua en los drenes puntuales.

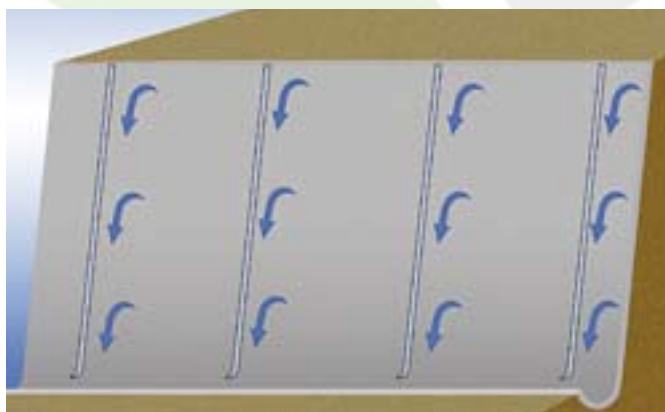


Figura 14 - Flujo del agua en los drenes lineales continuos.

PVC drenante, que parti de su interior para afuera del revestimiento, con inclinación descendiente. Trátase de un drenaje puntual.

El dren lineal continuo es resultado de la instalación, en una excavación, de un carril plástico drenante revestido por manta geotextil o por dren fibroquímico. Él se extiende a lo largo de la dirección vertical del tope hasta el pié del talud, aflora en la canaleta de pié y es considerado un dren lineal. Se trata de una opción eficiente, recomendable para el proyecto.

6.4 Dren de superficie

Las canaletas del tope y pié, así como las de la caída de agua, son amoldadas en el local y revestidas por hormigón proyectado. Debe ser analizado, a cada caso, el eventual efecto erosivo en el despejo, causado por esta forma de captación y conducción de las aguas.

7 Equipo de trabajo

El equipo mínimo para la ejecución del *soil nailing* debe ser compuesta por:

7.1 Encargado general de servicios

- a) Verifica: condiciones para la entrada y movimientos de los equipamientos y accesorios en el cantero de la obra; descargamiento de los equipamientos, accesorios y herramientas; instalación de la central de trabajo y la implantación general de la obra.
- b) Verifica la programación de ejecución (secuencia ejecutiva) de acuerdo con las características de la obra y necesidades del cliente.
- c) Coordina el diálogo diario de seguridad antes del inicio de las actividades diarias e instruye en relación a seguridad durante la ejecución de los servicios.
- d) Orienta la instalación de los pernos de anclaje, así como la instalación, dirección e instalación de todo el equipamiento.
- e) Orienta en relación a los procedimientos y acompañamiento de la perforación e inyección.
- f) Verifica condiciones de drenaje superficial y la retirada del material excavado de la obra, de manera que permita

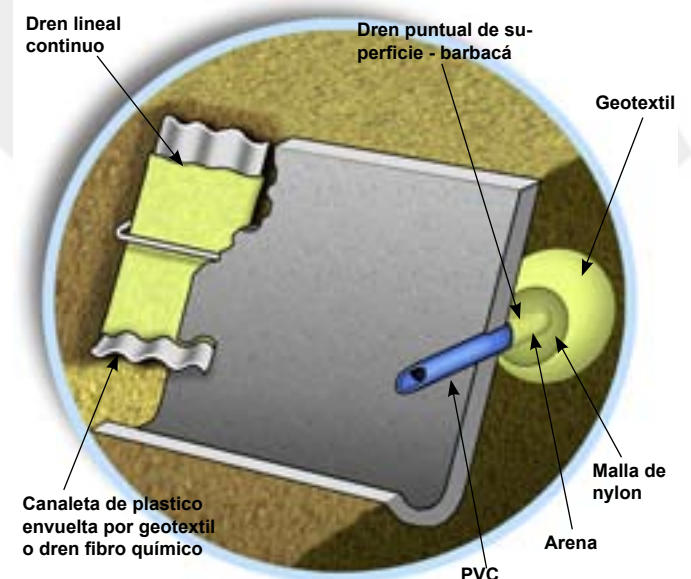


Figura 15 - Detalles de los drenes.

el libre tránsito de los equipamientos y del personal en la obra.

g) Obtiene del responsable de la obra la liberación formal de los servicios a ejecutar, en relación a su instalación y cuotas en la medida que los trabajos sean desarrollados.

h) Mantiene contacto con el representante del cliente en el campo, con relación a las solicitudes y providencias para la continuación normal de la obra.

i) Aprueba la planilla, hecha por el perforador y el inyector.

7.2 Operador de máquina de perforación

a) Mueve el equipamiento, de acuerdo con la secuencia ejecutiva.

b) Instala el equipamiento en el hueco, observando la colocación e inclinación.

c) Verifica cantidad y tamaño del asta o de los tubos de revestimiento colocados, para acompañar la profundidad perforada.

d) Verifica el cambio de camadas del suelo a medida que la perforación avanza.

e) Verifica eventuales pérdidas de agua durante la perforación.

f) Elabora el registro de los datos de perforación con el objetivo de incluirlos en la planilla.

g) Orienta los auxiliares de perforación en cuanto a la utilización de las herramientas necesarias.

7.3 Inyector

a) Prepara la mezcla de cemento con el objetivo de atender determinación del proyecto.

b) Coordina la conexión de la manguera con el tubo de inyección.

c) Inyecta mezcla de cemento en volúmenes y presiones, según el proyecto.

d) Escribe en la planilla los valores de presión y volumen inyectados.

e) Monta e instala los barbacás, drenes de superficie y DHPs.

7.4 Mangotero

a) Verifica la instalación de los mangotes, saliente proyector y manguera de agua.

b) Posiciona el saliente proyector de forma que mantenga la perpendicularidad entre la superficie y el jato de concreto, y mantiene distancia de la pared entre 1 y 1,5 m., siempre en movimientos circulares.

c) Regula visualmente el agua de hidratación del concreto.

d) Controla el espesor final de la camada, conforme el proyecto.

7.5 Operador de la bomba de proyección

a) Verifica la instalación adecuada del equipamiento, conforme recomendación del fabricante.

b) Regula la presión de contacto de los discos y el abastecimiento de la bomba.

c) Regula el volumen ideal del aire para la proyección del concreto.

d) Realiza los procedimientos recomendados tanto al inicio como al final de la proyección.

e) Resuelve las tupiciones eventuales del mangote.

f) En el caso de que el concreto sea producido en la obra, fiscaliza la correcta dosis de mezcla.

7.6 Auxiliar general

Auxilia a los especialistas en las actividades principales.

7.7 Armador

Distribuye, amarra y mantiene los espacios entre las barras y la face del terreno, conforme el diseño.

*Debido a que las tareas no se realizan simultáneamente, un mismo trabajador puede ejercer varias funciones, siempre y cuando, tenga la calificación adecuada.

8 Control ejecutivo

No existe, hasta el momento, normalización brasileña que reglamente los controles de ejecución del *soil nailing*. No obstante, se recomienda la medición diaria de deformaciones de la contención.

8.1 Pernos de anclaje

Se acepta un error de movimiento local de hasta 15% de la distancia horizontal o vertical en la posición del perno de anclaje. No obstante, debe ser mantenida la cantidad de pernos de anclaje prevista en el proyecto para el área contenida.

No es preciso cualquier control riguroso en cuanto a la tolerancia de inclinación, aceptándose, por lo menos, una variación en torno de un 5%.

Las piezas de cabillas deben estar centradas y con recubrimiento totalmente seguro.

Se debe garantizar que no haya pérdidas de mezcla o recina, observándose, minutos después de la inyección junto a la boca del perno de anclaje, si no hubo decantación.

La mezcla de inyección debe atender las especificaciones del proyecto, no conteniendo cementos agresivos a la barra del perno de anclaje.

El factor agua-cemento es ajustado en campo, en función de las condiciones de estabilidad de la cavidad perforada y de su permeabilidad.

Todo perno de anclaje debe recibir, por lo menos, una fase de inyección, además del hueco de la perforación. Esta técnica es la más segura, pues minimiza errores operacionales, además de permitir una adecuada compactación del suelo y, por lo tanto, mejor fijación de la barra al suelo. Las inyecciones, además de promover el mejor anclaje del perno, trata el macizo, compactándolo y rellenando fisuras o espacios.

Para el local donde fueron clavados elementos de acero, es considerada desnecesaria la aplicación de protección contra la corrosión. En esto caso, se debe adoptar un espesor de acero adicional. Si el elemento clavado fuera tubular, es posible la inyección posterior, siempre y cuando, se clave con punteras.

La protección anticorrosivo con tinta polimérica, pintura electrolítica o cualquier proceso de inhibición de la corrosión, debe ser eficiente, igual que con el manejo de las barras.

Como sugerencia de protección anticorrosivo, se

puede adoptar la propuesta de la ABNT, NBR5629 *Tirantes Acorados no Terreno*, publicada en 1996, que considera el grampo como el espacio anclado de un anclaje postensado, de acuerdo con la Figura 16.

Clases	Tipo de perno de anclaje	Protección
1	Permanentes en medio agresivo* o provisionales en medio muy agresivo*.	Doble, con empleo de pintura anticorrosivo e lechada de cemento.
2	Permanentes en medio agresivo* o provisionales en medio medianamente agresivo*.	Simple, con inyección de lechada de cemento.
3	Permanentes o provisionales en medio no agresivo*.	

* La definición de agresividad es subjetiva y se puede adoptar aquella propuesta en la NBR 5629.

Figura 16 - Protección anticorrosivo.

El ensayo de traccionamiento del perno de anclaje puede ser realizado para obtenerse datos para el proyecto. No obstante, no hay normalización para ello. Se sugiere la ejecución de ensayos en un mínimo de 10% de los anclajes o en una cantidad tal que permita tener representatividad del resultado.

Durante la perforación, deben ser observadas las posiciones estructurales de las capas del suelo en función del corte, ajustando, si fuera necesario, la posición de los pernos de anclaje.

8.2 Hormigón proyectado

El hormigón proyectado debe tener un espesor controlado por medio de marcos aplicados a cada 4 m². Deben ser seguidas las normas brasileñas de hormigón proyectado en los casos que sean posible.

Es necesario especial atención para la utilización del equipamiento de vía seca en condiciones correctas de presión y salida, el cálculo correcto del volumen de

aplicación del agua y la cura. Como la exposición atmosférica del concreto es muy grande, durante la cura deben ser tomados cuidados especiales de humidificación.

La utilización del pre-humidificador de línea debe ser objetivada, para se obtener un concreto con menor rebote, mayor resistencia, menor permeabilidad y con menos polvareda.

8.3 Drenaje

Durante la ejecución, deben ser evaluadas y determinadas las posiciones y flujos del manto freático, que difícilmente lo son en la fase del proyecto. De esta forma habrá un correcto ajuste en el sistema de drenaje.

8.4 General

Para que se pueda avanzar con la aplicación de esta técnica, así como para su optimización, es fundamental la medida de deformación del macizo. Se sugiere que sean tomadas deformaciones de la forma más simple y práctica posible.

Una sugerencia es la instalación de extensómetros múltiples en las posiciones donde hubieran mayores probabilidades de deformaciones (Figura 17). Los trechos libres de las tres barras del extensómetro deben tener los siguientes largos o dimensiones:

- la mayor, con 3 m más allá del largo del perno de anclaje.
- la intermedia, con largo medio entre la mayor y la menor.
- la menor con, por lo menos, 3 m de trecho libre.

La instalación de dos conjuntos de extensómetros en una misma línea vertical (uno a 2 metros de la cresta y el otro a 1,5 m de la base de la pared) puede indicarnos el comportamiento de la pantalla como un todo.

Las lecturas de los extensómetros deben ser diarias durante la excavación del suelo y semanal durante los tres primeros meses posteriores al término de los trabajos de contención (Figura 18). Deben ser consideradas, como mínimo, lecturas de deformaciones de pinos, por estación total, en tres fajas verticales del muro, que sean representativas de la obra.

Es conveniente posicionar los extensómetros de tal forma que puedan ser hechas lecturas de los mismos a lo largo de la vida de la obra.

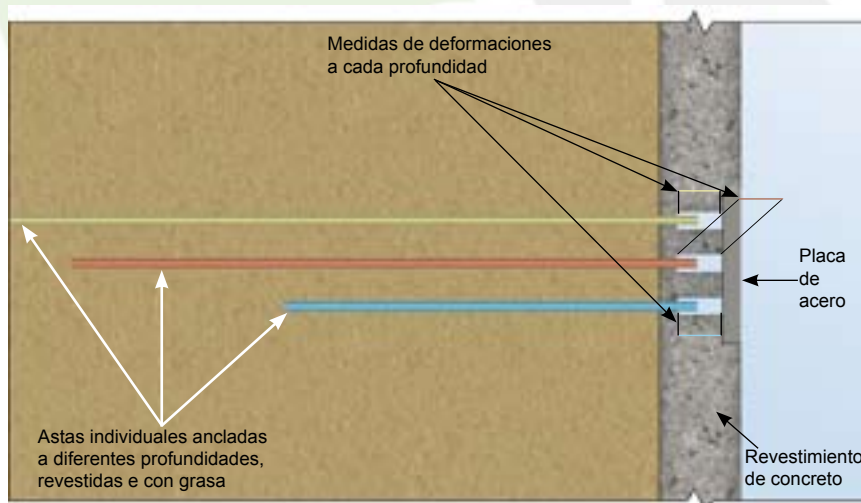


Figura 17 - Astas individuales ancladas a diferentes profundidades.



Figura 18 - Medición de deformación en la obra.

Se considera, como mínimo, lectura de deformaciones de pinos, por estación total, en tres fajas verticales del muro, de tal forma que sean representativas de la obra.

La visita constante del proyectista o del consultor durante la ejecución es fundamental para la buena calidad de la obra. Permite evaluar las premisas del proyecto, así como, analizar las presiones y consumos de las inyecciones de los pernos de anclaje y los ensayos realizados.

Las propuestas encima permiten la compilación de informaciones cuando no hay recomendaciones específicas del proyecto en ejecución.

9 Mantenimiento de la contención en Soil Nailing

9.1 Superficie de concreto

La pared de concreto no exige mantenimiento especial además de las usuales para el concreto común.

Las juntas deben ser limpias con aplicación de masique (resina o masa), siempre que sea necesario.

El surgimiento de eventuales manchas de humedad en el concreto pueden evidenciar una posible ineficiencia del drenaje de superficie o profunda, donde deberá ser efectuado un mantenimiento preventivo.

En caso que ocurran manchas de humedad en la superficie de concreto, éste deberá ser perforado para que sea verificado el motivo de esta ocurrencia.

Para la eliminación de la humedad local, puedese instalar un dren profundo adicional.

9.2 Drenaje de superficie

Deberá ser ejecutada la limpieza constante en la salida de estos drenes, de forma que no interrumpa el camino abierto para el flujo de agua.

9.3 Drenaje profundo (DHP)

Deberá ser ejecutado el desenvolvimiento de los drenajes profundos anualmente, consistiendo en:

- Construye un émbolo que penetre en el DHP (espacio entre el émbolo y el PVC del dren debe ser aproximadamente 1 mm) - Figura 19.

ximadamente 1 mm) - Figura 19.



FIGURA 19

- Inyecta agua por el émbolo, al mismo tiempo que es introducido hasta el final del dren (Figura 20).



FIGURA 20

- Procede a la retirada del émbolo (Figura 21).



FIGURA 21

La operación deberá ser repetida diversas veces, hasta que se observe que el agua que sale, cuando se retira el émbolo, sea traslúcida.

9.4 Manutención del drenaje del macizo

Debe haber especial atención al mantenimiento de los drenes, para que estos trabajen eficientemente.

- DHPs: deben estar desobstruídos y sufrir limpiezas, cada dos años o menos, de forma tal que elimine la acumulación de material fino o de hongos a su alrededor, disminuyendo su capacidad de drenaje.
- Drenes de superficie o barbacás: mantener siempre sus salidas desobstruídas.

