

CAPITULO II

2. DISEÑO DE TRATAMIENTOS

- 2.1. PRUEBAS DE INYECCIÓN.
- 2.2. TRATAMIENTOS DE INYECCIÓN POR CONSOLIDACIÓN.
- 2.3. PANTALLAS DE IMPERMEABILIZACIÓN.
- 2.4. EQUIPO.
- 2.5. PLANTA PARA LA REALIZACIÓN DE MEZCLA Y ESTACIONES DE INYECCIÓN.

INTRODUCCION:

Las inyecciones consisten en un conjunto de operaciones necesarias para rellenar huecos o fisuras no accesibles en el terreno. Su objeto fundamental es mejorar las características mecánicas del suelo (incremento de resistencia, disminución de la deformabilidad, etc.) así como la disminución de la permeabilidad. El fluido de inyección es variable, pudiendo ser exclusivamente químico (resinas y mezclas). Las presiones en las inyecciones convencionales no suelen sobrepasar los 50 bar.

La técnica del Jet-Grouting tiene múltiples aplicaciones (mejora del terreno, impermeabilización, túneles, etc.), siendo el fluido de perforación también variable (cemento, bentonita, mezclas químicas, etc.)

Su ejecución se desarrolla en dos fases, la primera la perforación hasta la cota final y la segunda la inyección del fluido y la recuperación de la tubería simultáneamente. En este caso las presiones de inyección son elevadas, ent. Las variables en la ejecución son presión, velocidad de rotación, velocidad de avance y consumo de cemento, fundamentalmente. El radio final de la inyección dependerá de dichas variables y de las características geotécnicas del terreno.

Aplicaciones

- Pantallas de contención de excavaciones.
- Refuerzo de cimentaciones.
- Cimentaciones de edificios o estructuras.
- Paraguas para el emboquille de túneles.
- Recalces de edificios con patologías.
- Compensaciones de subpresiones en cimentaciones

2.1. PRUEBAS DE INYECCIÓN.

Este procedimiento aplica para los tratamientos de inyección de consolidación pantalla profunda y drenaje que se realizan o se realizaron desde el plinto y las galerías de inyección inspección y drenaje para el proyecto Hidroeléctrico la yesca.

El tratamiento de la roca tiene la finalidad de garantizar la estabilidad del macizo rocoso y de las obras que ahí se construyan, por lo cual el Contratista tiene la responsabilidad de conocer la naturaleza geológica de la zona de las obras, con la que obtenga como resultado de su visita a la obra, con la información previa del concurso y con la que obtenga por otros medios. Comisión ha realizado estudios geológicos y geotécnicos para el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Yesca, Jal-Nay., tanto en su etapa de estudios de pre factibilidad como en su etapa de pre construcción. El primer estudio geológico data del año 1984, y posteriormente se hace otro en junio de 1988 que se complementa con información de los años 2005 y 2006. Los resultados de estos estudios se entregan al Contratista como información de referencia, con la advertencia de que las conclusiones que de dicha información obtenga, serán de su exclusiva responsabilidad. Comisión no asume compromiso alguno de las consecuencias y costos económicos que se deriven de conclusiones equivocadas de estos estudios. Por tanto, el Contratista tiene la obligación de verificar la información que se le entrega y de realizar los estudios geológicos y geotécnicos complementarios, si así lo considera necesario; para garantizar la estabilidad de las excavaciones en roca con los tratamientos de la roca que así se requieran, por lo cual debe considerar en su oferta los costos que implican estos trabajos.

2.1.1 Tratamiento superficial del terreno

Consiste en realizar una limpieza superficial del terreno, de manera minuciosa, hasta encontrar roca sana o competente en toda el área de desplante de las diversas estructuras, retirando todos los materiales indeseables como son depósitos de talud, material aluvial, roca intemperizada, fisurada y/o altamente fracturada. Las actividades que comprende el tratamiento superficial de la roca, son:

- Limpieza y amacice hasta el nivel de desplante.
- Tratamiento de las discontinuidades geológicas importantes (fallas, grietas, fracturas, juntas, fisuras).
- Preparación de la superficie de la cimentación para iniciar el colado o desplante de las estructuras y las actividades de inyectado.

2.2. TRATAMIENTOS DE INYECCIÓN POR CONSOLIDACIÓN.

2.2.1. INYECCIONES DE CONSOLIDACIÓN:

Tienen como propósito mejorar el módulo de deformabilidad de la roca de cimentación, mediante la inyección de mezclas a presión, a través de barrenos perforados previamente en un arreglo geométrico definido.(como se muestra en la figura 2.2.1.)

Con esta inyección se trata de sellar las fisuras o grietas existentes en la masa de roca. Este tratamiento generalmente se aplica en el terreno de cimentación de la cortina y en la roca circundante a las tuberías a presión.

2.2.2. LAS CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE LOS BARRENOS DE CONSOLIDACION:

Las líneas de los Barrenos de consolidación de caracterizan por:

La profundidad.

La profundidad de los barrenos de consolidación depende de las condiciones geológicas del terreno.

Separación de barrenos:

La separación entre las perforaciones también depende de las condiciones geológicas del terreno.

En macizos rocosos muy fracturados la separación entre los barrenos se reduce a 3 metros, ya que no es posible aplicar presiones de inyecciones muy elevadas pues se corre el riesgo de fracturar más el terrenos y llegar a hacer una condición llamada hidrofracturamiento. Mientras que en terrenos fracturados la separación puede ser de 5 a 6 metros de separación

ETAPAS DE INYECCIÓN

La perforación e inyección de los barrenos se realizan por etapas con el objeto de lograr la consolidación progresiva de las fracturas en el terreno.

En la primera etapa la separación de los barrenos es de aproximadamente 12 metros dependiendo de la zona donde se va a inyectar y de las características del terreno. Los barrenos se inyectan en toda su longitud en tramos de 5 metros de profundidad.

En la segunda etapa los barrenos se colocan entre los barrenos de primera etapa ósea que quedan la mitad entre barrenos de primera etapa de separación. La tercera etapa es de igual manera entre barrenos de segunda y primera etapa. Por lo general esta etapa es la última que se realiza de forma sistemática. Solo se perforan e inyectan barrenos adicionales en aquellas zonas donde los consumos de mezcla hayan sido altos.

Se considera que un consumo es alto cuando en la curva que se maneja se vayan estos por alto consumos las cifras varían dependen de la curva empleada y la calidad del terreno aproximadamente es cuando se a inyectado 30 kilogramos de cemento pero esto es variable.

2.3. PANTALLAS DE IMPERMEABILIZACIÓN.

2.3.1. INYECCION DE IMPERMEABILIZACION:

Consiste en la impermeabilización de la roca mediante inyecciones a través de perforaciones profundas, sellando fracturas o discontinuidades geológicas (fallas, diques, etc.) existentes, con el propósito de reducir la permeabilidad del terreno al formar una barrera lo suficientemente profunda para garantizar la estanqueidad de la obra. Inyección del contacto entre la roca in situ y el límite inferior de la pantalla flexible o muro plástico de las ataguías, para lograr la continuidad de la pantalla flexible, y garantizar la estanqueidad del terreno.

La inyección de pantalla en túneles se efectúa a efectos de estabilización o para sellar las fugas o grietas visibles. La inyección se realiza radialmente en forma de abanico, ya sea perpendicular al eje longitudinal o en una dirección que cruce tantos planos de grietas y fisuras como sea posible, La presión de la mezcla utilizada es limitada.

La inyección de pantalla también se efectúa para impedir que el túnel se convierta en una tubería de drenaje en la roca al cabo de algunos años cuando las grietas rellenadas con carácter temporal vuelvan a quedar limpias. También tiene por objeto reducir la permeabilidad del macizo rocoso y las potenciales filtraciones a través de sus discontinuidades. Una pantalla se forma por medio de las perforaciones e inyecciones de una serie de barrenos dispuesta en una o más líneas paralelas. Las pantallas para presas se extienden por debajo del cuerpo de la cortina desde el fondo del cauce hasta la parte alta de las laderas de apoyo o empotramiento de la estructura.

2.3.1. LAS CARACTERÍSTICAS DE UNA PANTALLA SE DEFINEN POR:

Numero de líneas: Es el numero de líneas que forman la pantalla de impermeabilización. El cual depende de la resistencia mecánica, fractura miento y permeabilidad del terreno. Cuando es difícil aplicar altas presiones para realizar la inyección por que el terreno es débil. Se proyectan dos o más líneas paralelas.

Profundidad: Depende generalmente de las condiciones geológicas del terreno, existen casos extremos donde la roca presenta muy baja permeabilidad y no se requiere de pantalla. Mientras que en otros las condiciones geológicas son muy desfavorables que involucran zonas profundas con alta permeabilidad que resulta la profundidad de pantalla mayor que la misma cortina.

Cuando existen dudas a cerca de la permeabilidad del terreno a profundidad se proyectan las pantallas de tal forma que las primeras perforaciones sean mas profundas que las siguientes con separación de 12 o 24 metros entre ellas para que sirvan como barrenos exploratorios. En ellos se efectúan pruebas de permeabilidad antes de ser inyectadas y en casos necesarios, los barrenos subsecuentes se profundizan hasta las zonas de altas permeabilidad.

Inclinación del plano de pantalla: Estas características de la pantalla dependen de la densidad, rumbo y echado de las discontinuidades.

La dirección de las perforaciones de proyecta de tal forma, que estas crucen el mayor numero de discontinuidades y en la forma mas apropiada para que la mezcla de inyección penetre en los huecos con facilidad. El ideal seria que las perforaciones atravesaran los planos en forma normal, lo cual es poco factible de lograr en todos los casos, pero en los ángulos de hasta 60° entre las discontinuidades y el barreno. Son aceptables.

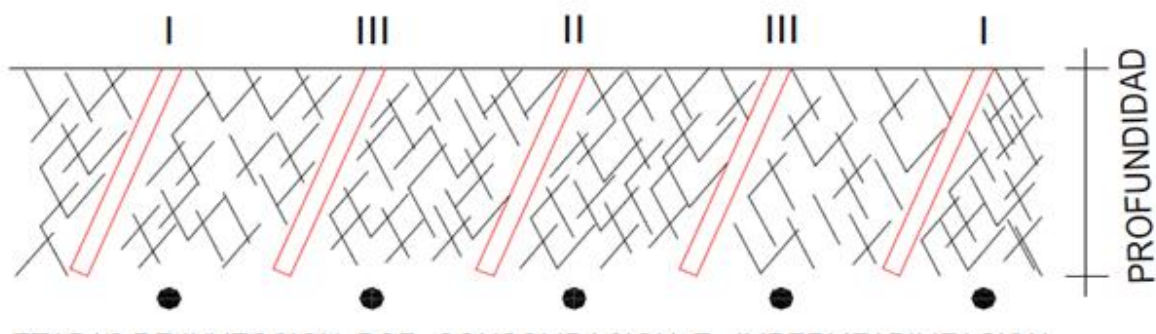
Separación de barrenos: La separación entre las perforaciones se establece en función de la penetración de la mezcla y de la resistencia mecánica del macizo rocoso. En rocas muy fracturadas la separación entre los barrenos se reduce, ya que no es posible aplicar presiones de inyección altas sin correr el riesgo de provocar un hidrofracturamiento. Valores típicos de separación final de los barrenos son de 2 a 3 metros con fractura miento regular.

ETAPA DE INYECCIÓN

La perforación e inyección de los barrenos se realizan por etapas con el objeto de lograr la consolidación progresiva de las fracturas en el terreno. En la primera etapa la separación de los barrenos es de aproximadamente 12 metros dependiendo de la zona donde se va a inyectar y de las características del terreno. Los barrenos se inyectan en toda su longitud en tramos de 5 metros de profundidad. En la segunda etapa los barrenos se colocan entre los barrenos de primera etapa ósea que quedan la mitad entre barrenos de primera etapa de separación. La tercera etapa es de igual manera entre barrenos de segunda etapa. Por lo general esta etapa es la última que se realiza de forma sistemática. Solo se perforan e inyectan barrenos adicionales en aquellas zonas donde los consumos de mezcla hayan sido altos.

Se considera que un consumo es alto cuando en la curva que se maneja la grafica siga cruzando la curva PxV (presión contra volumen) y alcanzar la presión mínima ni reducir su gasto, entonces se van estos por alto consumos las cifras varían dependen de la curva empleada y la calidad del terreno aproximada mente es cuando se a inyectado 30 kilogramos de cemento pero esto es variable.

Fig 2.2.1. Etapas de inyección por consolidación e impermeabilización.



2.4. EQUIPO.

Para la fabricación y almacenamiento de las mezclas de inyección, se requiere la utilización de los siguientes equipos:

Equipo mezclador

- Turbo mezclador de altas revoluciones (1250 rpm) del tipo de bomba centrífuga, para la fabricación de lechadas. Debe contar con un tanque de almacenamiento con capacidad mínima de 150 litros, con una malla para retención de los grumos, papeles e impurezas que pueda contener el cemento o agua y tener integrado un medidor y dosificador para agua.
- Agitador o mezclador de bajas revoluciones (60 rpm). Se utiliza para fabricar morteros o para depositar la mezcla previamente preparada en el turbo mezclador, manteniendo en suspensión las partículas sólidas y eliminando las burbujas de aire de la mezcla, de tal manera que la operación o proceso de inyectado sea continua. Se recomienda que la capacidad mínima de estos agitadores sea de 200 litros. (Ver Fig. 2.4.1.)

Tuberías:

Las tuberías que se utilicen deben ser metálicas, con el diámetro, acoplamientos y cambios de dirección adecuados para disminuir en lo posible las pérdidas por fricción; con las válvulas adecuadas para el tipo de fluido que transporten y las protecciones contra la intemperie, contra las voladuras y el paso de vehículos de transporte.

Es particularmente importante utilizar válvulas de diafragma en los circuitos de aire comprimido.

En las conducciones de mezclas, es obligado el uso de válvulas de esfera o bola, ya que permite el paso en toda la sección de la conducción, y por su construcción se pueden desmontar sus partes rápidamente sin necesidad de desmontar la carcasa y dar el mantenimiento requerido, sin causar retrasos cuando suceda un taponamiento durante el proceso de inyección.

Las tuberías de inyección en operación y expuestas a la intemperie, deben protegerse del sol para evitar que aumente la temperatura de las mezclas de cemento, ocasionando una aceleración en el fraguado de las mismas. Deben protegerse cubriéndolas con un material aislante de fibra de vidrio y aluminio.

Mangueras

Las mangueras que se utilicen deben ser capaces de resistir un tratamiento rudo, para lo cual deben seleccionarse las que estén reforzadas por capas helicoidales de trenzado de alambres de acero, que las hagan resistentes a las sobrepresiones y paso de vehículos pesados y cuya capacidad mínima a la rotura sea de cinco veces la presión de trabajo.

Las mangueras para la conducción de la mezcla hacia la boca del barreno no deben tener normalmente un diámetro interior mayor de 25mm. Esto se debe a la necesidad de mantener una velocidad adecuada de circulación en el sistema, para evitar obstrucciones y el riesgo de que la lechada permanezca demasiado tiempo en el sistema y así evitar que fragüe la mezcla.

Medidores de gasto

Deben ser sistemas registradores automáticos de presión y del caudal de inyecciones, dotados de un registrador de línea continua para la presión y el caudal, así como también de un totalizador para la cantidad consumida.

Manómetros

Los manómetros son dispositivos para medir la presión, deben tener una capacidad de 1,5 veces la presión máxima especificada de operación, estar protegidos contra el golpe hidráulico (de glicerina) y utilizar protectores de membrana plana o de membrana tubular; además, deben estar debidamente calibrados y certificados por un laboratorio de calibración acreditado. Los manómetros en uso deben revisarse frecuentemente y reemplazarse Inmediatamente todo aquel que muestre indicios de inexactitud. El contratista debe contar con medios o Dispositivos para verificar y calibrar los manómetros de la obra. (Fig. 2.4.2.)

Tanque de aforo.

Este debe de contener sin ningún problema por lo menos para la preparación de dos lechadas continuamente, es de suma importancia el tenerlo en optimas condiciones teniendo cuidado de no golpearlo pues esto haría que el volumen del miso cambiara y es una parte fundamental para la preparación de la mezcla de inyección, se debe de revisar por lo menos una vez por mes o a l realizar alguna maniobra o cambiarlo de lugar.

Se recomienda colocarle una rejilla en la base de mismo para retener particular de diámetro considerable se tiene que lavar después de cada jornada de trabajo por turno. Es responsabilidad del personal de calidad tener el mismo perfectamente bien aforado.

Obturador.

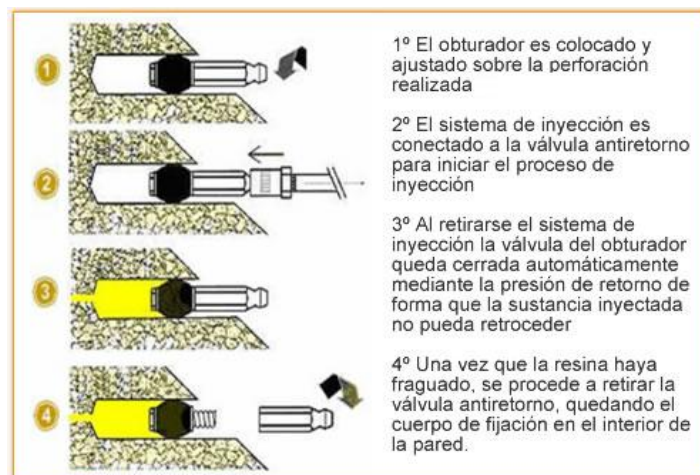
Son dispositivos que se colocan dentro del barreno al final de la tubería de inyección, cuya finalidad es la de aislar el tramo que se vaya a inyectar. Pueden ser neumáticos, mecánicos o de copas de cuero, dependiendo de las condiciones del sitio de inyección y deben tener la capacidad de soportar la presión máxima de trabajo; el Contratista es responsable de su elección, y de cualquier cambio que se haga. (Fig. 2.4.3.)



Fig. 2.4.2. Manometro.



Fig. 2.4.3. Obturador.



2.5. PLANTA PARA LA REALIZACIÓN DE MEZCLA Y ESTACIONES DE INYECCIÓN.

Consisten en las instalaciones apropiadas con los equipos e instrumentos necesarios y suficientes para la dosificación automatizada o manual, fabricación, almacenamiento y envíos de las mezclas ya preparadas a través de las conducciones hasta las plantas de inyección y/ola boca del barreno de inyección. Deben estar ubicadas en sitios accesibles para el fácil aprovisionamiento de materiales, estar techadas, y contar con espacios suficientes para alojar una cabina de control, y tanques de agua provistas preferentemente de sistemas automatizados de dosificación. En caso de optarse por estos sistemas automatizados deberán ser calibrados y certificados de acuerdo a la periodicidad prevista en la norma. Dado el caso, debe contar con tarima de madera o metálicas sobre elevadas de 0.30 a 0.50. Del piso así como en condiciones ambientales adecuadas para almacenar y conservar en buen estado los materiales que se utilicen para la fabricación de mezclas. Las plantas se deben localizar en sitios estratégicos que permitan surtir alas estaciones de inyección con el menor recorrido posible de las mezclas (menos de 70m) Es conveniente que desde estas plantas se puedan enviar las mezclas por gravedad o por bobeo hacia las estaciones se inyección, las cuales se instalan cerca del barreno.