

METODOLOGIA

DE INSTALACION DE TUBERIAS

CON TUNELERA

GENERALIDADES DEL SISTEMA

Las condiciones del tubo a instalar implica el conocimiento de las bordes requeridas para el diseño del trabajo. Con estos datos se analizaran y calcularan las variables para determinar los recursos a emplear. El sistema emplea equipos dirigibles de acuerdo con la siguiente especificación.

EQUIPOS DIRIGIBLES

Estos son equipos hidráulicos que trabajan insertando barras en forma secuencial, con posicionamiento en superficie.



Figura 1: Equipo dirigible utilizado en obra.

Básicamente su fuerza está compuesta por tres movimientos hidráulicos: empuje, tiro y rotación, a lo que sumamos una inyección de lodos, agua o aire a presión, los cuales nos permiten lubricar la tubería nueva y evacuar o extraer el terreno a desplazar para instalar la nueva tubería. El equipo lo componen la perforadora dirigible, la unidad de potencia hidráulica, que puede estar en un solo conjunto con la perforadora o independiente según el modelo, más los tanques de lodos con sus correspondientes bombas.



Figura 2: Principio de funcionamiento del sistema.

PROCEDIMIENTO DEL SISTEMA

A continuación se detallan los pasos para la concreción de las tareas que llevan a la realización del túnel y que conformarán el procedimiento general. Éste podrá diferir en función de las variables propias de la instalación, pero en general, los pasos enunciados se repetirán de una u otra manera.

- Obtención de datos iniciales de apoyo.
- Planeamiento de estrategias y tiempos de trabajo.
- Apertura de zanjas y ventanas de intervención.
- Realización de las tareas de tunneling propiamente dichas.
- Reconexión y nivelación de matrices.
- Cierre de zanjas y ventanas de intervención.
- Limpieza y terminaciones.

Obtención de datos iniciales de apoyo.

Inicialmente se deberá contar con datos de apoyo, que favorecerán al logro de los resultados y guiarán con mayor precisión a las tareas de instalación. Estos son entre otros, el tipo y espesor de pavimento, las profundidades de trabajo, el tipo de suelo circundante, la ubicación aproximada de los servicios existentes, la altura de las napas freáticas, etc. A mayor cantidad de datos, mayor será la precisión de los resultados y más asertiva podrán ser las intervenciones posteriores. En esta etapa se tomarán las mediciones y se realizarán los levantamientos topográficos para el posterior trabajo específico.

El objetivo primordial de estas tareas se centra en la reducción de los riesgos inherentes al trabajo de tuneleras dirigidas, los cuales involucran:

- *Posibilidad de contacto con instalaciones eléctricas subterráneas, lo que podría causar riesgo de shock eléctrico.*
- *Posibilidad de rotura de infraestructura subterránea, con riesgos variados, desde pérdidas de gas hasta colapso de líneas telefónicas.*
- *Riesgo de encuentro de infraestructura natural o civil que produzca daños o que impida la prosecución de los trabajos.*

La detección de las utilidades existentes supone un mayor y más completo conocimiento previo de las áreas afectadas. La fortaleza de este servicio radica en prever con anticipación cuales serán los problemas de interferencias que pudieran llegar a detectarse en las zonas críticas, para de esta manera poder considerarlos dentro de las tareas de perforación. Adicionalmente puede también obtenerse o validarse información intrínseca acerca del terreno, que también redundaría en la confección de procedimientos más adecuados a esta tarea específica.

Cuando la concentración de servicios se supone de alta densidad, se recomienda la utilización de sistemas GPR (Ground Probing Radar) y sistemas electrónicos de detección para lograr el objetivo. Tal como en el caso de intervenciones urbanas, los sistemas GPR permiten obtener mucha información que será altamente rentable en el momento de minimizar los riesgos inherentes al encuentro de infraestructura subterránea. A modo de ejemplo, la figura siguiente muestra un resultado típico de un estudio GPR.

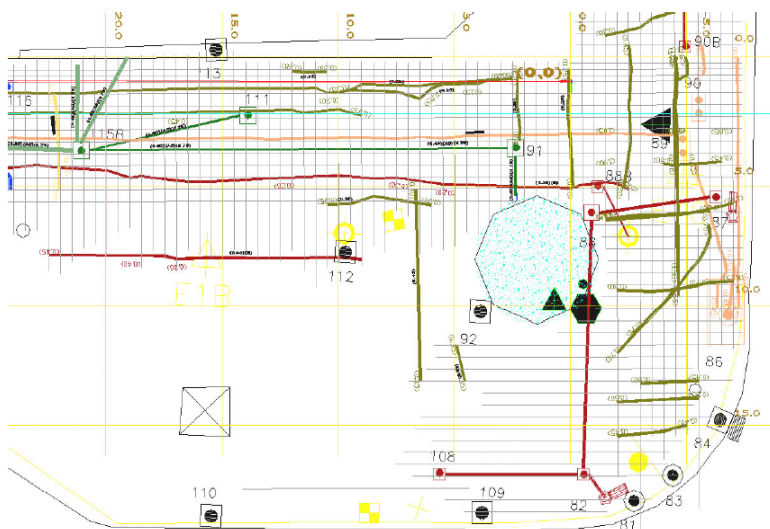


Figura 3: Resultados de la aplicación del sistema GPR.

Planeamiento de estrategias y tiempos de trabajo

Con los datos obtenidos en el paso anterior se diseñan las condiciones de trabajo en lo referente a los equipos y metodologías específicas a utilizar en el proceso de tunneling. La ubicación de las ventanas de intervención, los cuidados a tener durante la intervención, etc. Especial atención lleva el diseño de la traza. Para esto deben considerarse los siguientes aspectos relevantes; entre otros:

- Características del terreno
- Distancia entrada y salida
- Cotas de profundidad a la entrada, salida y máxima
- Características del tubo a instalar (diámetro, material, fluidos transportados, etc.)
- Disponibilidad de fluidos
- Tipo de maquina utilizada
- Ubicación de la infraestructura subterránea.

Considerando estas condiciones de borde, se diseña la traza que en definitiva determinará las condiciones finales del túnel, en cuanto a su constitución física. A modo de ejemplo, la siguiente figura representa un caso típico de atravesamiento de un río.

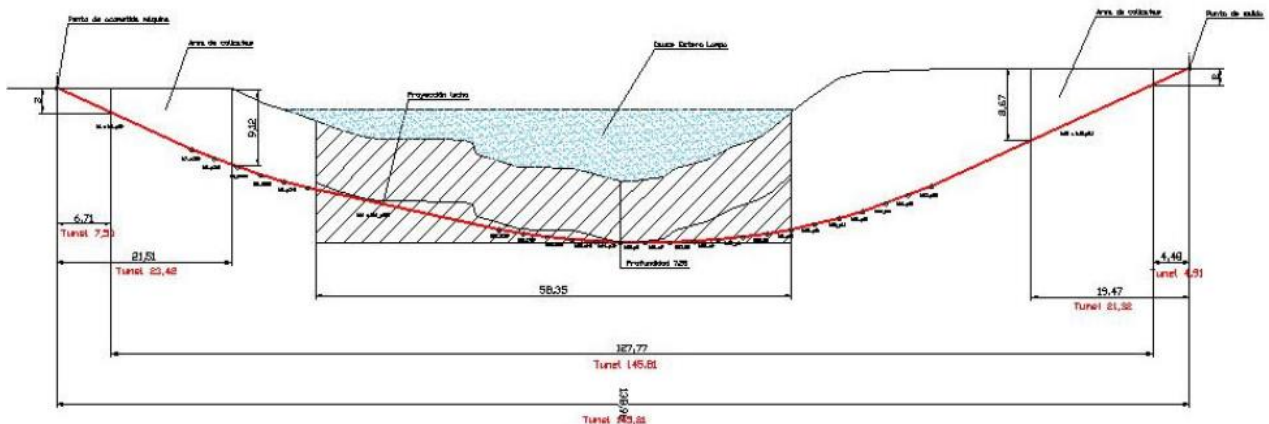


Figura 4: Ejemplo de diseño de traza o túnel piloto.

Una vez realizada esta ingeniería previa, se estará en condiciones en determinar la ubicación de las calicatas de entrada y salida y de realizar una estimación de tiempos necesarios para realizar las operaciones.

Apertura de ventanas de intervención

Una vez diseñada la estrategia y determinadas las condiciones de borde a través del paso anterior, se procederá a la apertura de ventanas y zanjas para la colocación del equipamiento necesario y específico a las tareas de tunneling.

Se deben preparar dos calicatas, una al inicio del túnel y la otra al final cuyas dimensiones y profundidad se evalúan de acuerdo al proyecto (estas medidas dependen del diámetro, la profundidad y el tipo de tubería). El equipo debe instalarse retirado de la calicata de inicio al menos 12 veces la profundidad de perforación requerida; estas calicatas cumplen la función de acumular el lodo de perforación con el material cortado y a su vez de ingresar a los extremos del túnel en ejecución, tanto para realizar los acoples y desacoples necesarios durante la operación como para conectar las matrices en ambos extremos.

La tabla siguiente representa una estimación de los espacios necesarios para la realización del pozo de ataque e ingreso de la tubería. Para este cálculo tomamos como ejemplo los siguientes parámetros:

- Profundidad P hasta la clave del tubo P = 2.00 m
- Radio de curvatura del tubo PEAD RC = 6,10 m (Según recomendaciones del fabricante)
- Temperatura ambiente T_{amb} = 20°C
- Diámetro del tubo PEAD D = 150 mm
- SDR del tubo PEAD SDR = 26 (Resina PE100, espesor 5,77 mm)

Tabla 1: largo ventanas.

| Cover depth (m) | 1 | 1-2 | 2-3 |
|----------------------------|----------------|----------------------------|---------------------|
| Liner diameter (mm) | Minimum | Length of insertion | Pit (metres) |
| 100 | 2 | 3 | 3 |
| 150 | 4 | 5 | 6 |
| 200 | 5 | 6 | 7 |
| 250 | 6 | 8 | 9 |
| 300 | 7 | 9 | 11 |
| 400 | 8 | 10 | 11 |
| 500 | 9 | 11 | 13 |
| 600 | 9 | 11 | 13 |
| 800 | 10 | 12 | 14 |
| 1000 | 10 | 12 | 15 |

Realización de las tareas de tunneling

Las tareas específicas serán llevadas a cabo una vez que se encuentre la zona de trabajo en condiciones óptimas para ello. Se deberá prever la realización de las tareas que lleven a esto, tales como depresión de napa, entibaciones y seguridades en subsuelo, encauzamiento de flujos (by-pass), movimiento de equipos, etc.

Este proceso consta de tres etapas claramente determinadas:

- 1.- *Conformación de la traza o túnel piloto.*
- 2.- *Retroensanchados.*
- 3.- *Instalación del tubo final.*

Durante el proceso de perforación del túnel piloto, este se va controlando y dirigiendo gracias a la sonda, que emite una señal electromagnética en una frecuencia determinada y que es recibida por el detector en la superficie, el que posee una moderna tecnología y entrega los datos de profundidad, inclinación y posición horaria en que se encuentra la cabeza de perforación, siendo esto fundamental para lograr la navegación y la terminación del túnel piloto. A medida que se va avanzando con la perforación se van añadiendo barras hasta lograr llegar a la calicata de salida, terminando con esto el túnel piloto en un diámetro menor al final. Estas barras tienen un diámetro y longitud que dependerán del tipo de equipo utilizado.

Para el caso particular de cruces de ríos o espejos de agua, las mediciones de sondeo se realizarán con el operador sobre la traza y a través de algún tipo de superficie flotante que permita un control de su ubicación, normalmente logrado por medio de sogas o cables amarrados a alguna de las orillas, o por propulsión propia. Los operadores que trabajen en estas condiciones deberán estar preparados desde el punto de vista de la seguridad, especialmente ante la eventualidad de zozobra del bote.

Luego se procede a sacar la cabeza de perforación para colocar ahora un backreamer o escaridor- el cual es más grande que la tubería a instalar- proceso que se puede realizar en varias pasadas de diámetros escalonados; junto con éste se coloca un SWIVEL y la

tubería a instalar. Una vez realizada esta operación, se comienza a tirar con rotación, para lograr ensanchar el túnel, sacando barras de perforación hasta llegar a la calicata de inicio, al mismo tiempo dejando instalada la tubería.

También debe preverse las áreas para el desfilado de las tuberías que deben ser soldadas previamente.



Figura 5: Ejemplo de la máquina frente a la ventana de intervención.

Reconexión y nivelación de servicios y matrices.

Una vez instalado el nuevo tubo, debe procederse al re conexionado de las matrices principales. Esto se realiza desconectando los acoples que fueron utilizados para la realización del túnel indicados. Luego, en función del tipo de material utilizado. Se realiza la unión.

Cierre de zanjas y ventanas de intervención y Limpieza y terminaciones

Una vez realizadas las conexiones finales, se dispondrán los cierres y la limpieza y terminaciones requeridas para el trabajo.