



## **ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA CONTRATACION DE OBRAS CON TECNOLOGIAS SIN ZANJA**

Luis G. Maldonado

Chairman

CISTT – Colombian Institute for Subterranean and Trenchless Technologies  
presidente@ictis.org

### **INTRODUCCION**

A partir del año 2009, fue creada en Colombia la primera Asociación dedicada al fomento, promoción y normalización del uso de tecnologías no destructibles para la ejecución de obras de instalación, rehabilitación, reparación y renovación de redes de servicios. Esta Asociación denominada Instituto Colombiano de Tecnologías para la Infraestructura Subterránea ICTIS, reunió a los profesionales y empresas del sector de la Construcción, con el interés común de efectuar obras amigables ambientalmente y socialmente. Dado el importante crecimiento y aceptación por parte de las Empresas Publicas de Servicios del País, en el uso de estas Tecnologías, pretendemos resumir una serie de aspectos que estas Empresas deben tener en cuenta a la hora de analizar, diseñar y contratar este tipo de obras.

### **DEFINICION DE LAS TECNOLOGIAS SIN ZANJA**

“Una familia de métodos, materiales y equipos que se pueden usar para la instalación o el remplazo de una estructura subterránea existente con un mínimo de perturbación en el tráfico, el comercio y otras actividades.”

### **COSTOS QUE NO INCLUYEN LAS TECNOLOGIAS SIN ZANJA**

- Corte del pavimento M2
- Excavación M3
- Evacuación de tierra y botaderos M3 o Viajes
- Rellenos y transportes M3
- Compactación M3
- Pavimentación M2
- Control del tráfico Global
- Instalación de tuberías con TSZ

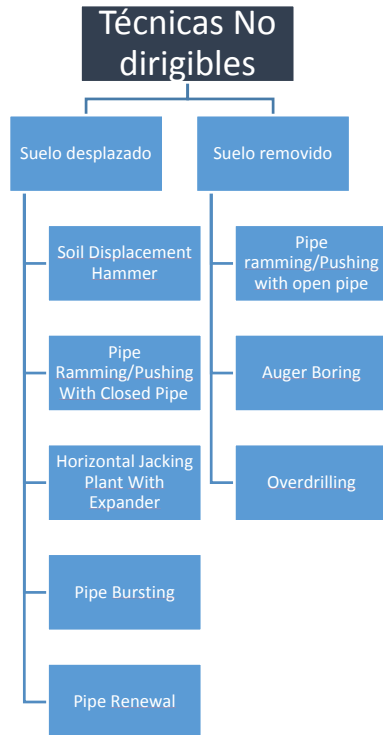


Fig. 1 : Estructura de las Tecnologías para Instalación de Tuberías por Técnicas No Dirigibles

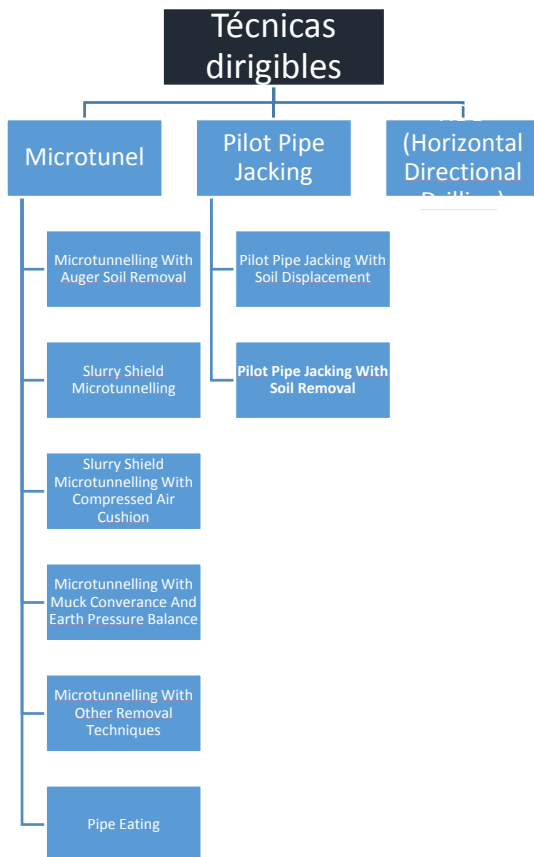


Fig. 2 : Estructura de las Tecnologías para Instalación de Tuberías por Técnicas Dirigibles

## DEFINICIONES PARA LAS TECNICAS DIRIGIBLES

**Microtúnel:** Es un proceso que utiliza una Microtuneladora (MTBM) controlada remotamente, combinado con la técnica de hincado de tubería para instalar directamente la tubería subterráneamente en un solo paso.

(Aunque la definición de microtúnel no necesariamente tiene relación con el tamaño. El Microtúnel se ha desarrollado en todo el mundo para describir un proceso de tuneleo donde la mano de obra no trabaja dentro del túnel. Actualmente Microtúnel es el método de instalación de tuberías de mayor precisión. Tolerancias de alineamiento y pendiente de 2,5 cm son los estándares en la industria del microtúnel.)

**Pipe Jacking con tubo Piloto:** Equipo de excavación con alineamiento y retiro de excavación con tornillo.

**EPB:** Earth Pressure Balanced, Tuneladora (TBM) con escudo de frente cerrado y presión balanceada de tierras.

**Pipe Jacking:** Técnica de instalación de tubería mediante el hincado o el empuje de tubos.

**Jacking Pipe:** Tubo que es empujado o hincado, bien sea fabricado en concreto, fibra de vidrio, gres, polícreto o acero.

**Auger Boring:** Es el proceso que utiliza un tornillo (Auger) con el cual se excava horizontalmente, para posteriormente instalar tubería en dos o más pasos.

**Escudo (Shield):** Es el cilindro que rodea los equipos de perforación de una microtuneladora, y que la protege del suelo que la circunda en una excavación.

**Escudo Abierto: Tuneladora (TBM)** que efectúa la excavación sin protección en el frente y que se utiliza en suelos consolidados con bajo (o sin) nivel freático.

**Escudo Cerrado:** Tuneladora (TBM) o Microtuneladora (MTBM) que efectúa la excavación con el frente sellado mediante una cámara que equilibra las presiones entre el suelo a excavar y el exterior.

**Slurry Shield:** Microtuneladora (MTBM) que utiliza una cámara que equilibra la presión del suelo y del empuje de la máquina mediante los lodos de perforación.

**Slurry Shield Mix:** Microtuneladora (MTBM) que utiliza una cámara que equilibra la presión del suelo y del empuje de la máquina mediante lodos o presión de aire, dependiendo del tipo de terreno

**Tubo Piloto:** Sistema de direccionamiento de un tornillo o Auger para lograr el alineamiento requerido, previo a la excavación parcial o total del tramo a instalar.

## 10 RECOMENDACIONES PARA LAS BUENAS PRACTICAS DE CONTRATACION DE TUNELES Y MICROTUNELES

**1.- La Concepción:** Para grandes proyectos, la Contratación deberá ser llave en Mano en la que se deben incluir las labores de Diseño tanto Hidráulico como técnico-constructivo.

Para Proyectos estándares típicos como por ejemplo cruces de vías y/o subfluviales, tramos de colectores urbanos, donde se consigue una oferta importante de contratistas especializados, la Ingeniería debe ser un Contrato Previo.

Se debe desligar la Consultoría de la Construcción.

Empresas Consultoras especializadas No deben participar en la construcción.

**2.- El Diseño:** Debe ser contratado con firmas expertas que demuestren idoneidad y debe asesorarse tanto de fabricantes de equipos y fabricantes de tuberías, sin que estos

reemplacen el diseñador. Es recomendable una combinación de expertos Internacionales en la Ingeniería de Tecnologías sin Zanja con consultores Nacionales.

**3.- Los Estudios Preliminares:** Está demostrado que entre más estudios geotécnicos, topografía y mapeo de redes u obstáculos existentes se realicen, mejor es el resultado económico, técnico y de ejecución del proyecto.

**4.- La Oferta de Maquinaria:** Los equipos para TSZ son recuperables y se pueden reutilizar para muchos proyectos. Los métodos de ejecución No deben ser direccionados por el fabricante de un equipo específico, ya que en el mercado se encuentran diferentes soluciones para diferentes características del proyecto como los suelos, el nivel freático, la localización la profundidad, el tipo de tubería, etc.

**5.- La Tubería:** Existen diferentes clases de materiales en la fabricación de los tubos para un mismo fin, pero con diferentes características que se deben tener en cuenta en la concepción del conducto a instalar. Es importante un trabajo conjunto entre fabricantes de equipos y fabricantes de tubería para que se logre un acoplamiento y resistencia óptimos para el trabajo de empuje, para la ejecución de curvas y para el cumplimiento de las presiones finales que se requieren en el proyecto.

**6.- La Construcción:** Experiencias demostradas, certificadas y con éxito por el Contratista Principal. Incluir visitas a las Instalaciones del Contratistas para verificar los equipos, las obras ejecutadas y en funcionamiento. Se debe tener en cuenta en muchos casos que el Contratista debe tener la experiencia o tener un aliado constructor de obras civiles en general para las diferentes obras complementarias al proyecto. Contar con personal Operario certificado.

Durante el proceso constructivo y posterior a él se deben efectuar monitoreos mediante uso de instrumentación.

**7.- Los Riesgos:** Se deben tener en cuenta en los estudios de Costos los diferentes Riesgos Previsibles como Riesgos técnicos (equipos, repuestos de difícil consecución), riesgos geotécnicos (cambios en las características del suelo), riesgos operacionales (laborales, accidentes), daños a la vecindad (comercio), compensaciones ambientales (tala de árboles, plantíos), riesgos sociales (predios, hurtos), riesgos del diseño por fallas del mismo.

**8.- Los Imprevistos:** Los buenos estudios de riesgos efectuados por Empresas con experiencia, deben reducir al mínimo los imprevistos, aunque siempre se presentarán hechos no Previsibles y atinentes a desastres naturales, los cuales determinan en el contrato las causales de Fuerza Mayor.

**9.- Las Oportunidades:** Se pueden establecer una serie de recuperaciones económicas en un proyecto como aplicación a exenciones tributarias, buy back o reventa de equipos y vehículos adquiridos para la ejecución de la obra

**10.- Los Misceláneos:** Dentro del presupuesto se deben considerar los gastos ambientales, de socialización del proyecto, las actas de vecindad y los temas de seguridad y salud en el Trabajo (SST), exámenes de trabajo en alturas, exámenes en espacios confinado y cámara hiperbárica.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION

Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
1	<p><b>Instalación general del sitio de trabajo,</b> como el transporte al sitio, la configuración, mover, retirar y transportar equipo del sitio, dispositivos, máquinas, contenedores de construcción, caravanas, alojamiento, almacenamiento de saneamiento y contenedores para talleres; Adicionalmente los materiales para la construcción del revestimiento y el refuerzo de los pozos de trabajo, así como barreras, señalización e iluminación.</p> <p><b>Suma global</b></p>	\$.....	\$.....
2	<p><b>Servicios generales del lugar de trabajo,</b> para las máquinas, equipos y dispositivos durante el período de construcción convenido contractualmente</p> <p><b>Meses</b></p>	\$.....	\$.....
3	<p><b>Transportes,</b> al sitio de trabajo, transporte desde el lugar de trabajo e instalación y retiro de las máquinas, dispositivos y equipos necesarios para la Hinsa de tuberías.</p> <p><b>Suma Global</b></p>	\$.....	\$.....
Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
4	<p><b>Construcción de Pozos de Lanzamiento,</b> Incluyendo las instalaciones requeridas tales como escaleras, barandas de protección contra caídas, etc.</p> <p>El precio unitario incluye los siguientes servicios:</p> <p>a) Construcción del revestimiento del pozo</p> <p>b) Entregar y suministrar todos los materiales requeridos</p> <p>c) Excavar, cargar y transportar suelo y roca</p> <p>d) Establecer y operar el sistema de retención de agua</p> <p>e) Operar el sistema de retención de aguas residuales</p> <p>f) Conversión del pozo de lanzamiento en caso de tunelización en múltiples direcciones</p>	\$.....	\$.....

	<p>g) Relleno y compactación</p> <p>h) Permanencia del apuntalamiento o formaleta</p> <p>i) Extracción del apuntalamiento formaleta</p> <p>j) Remoción del apuntalamiento desde el borde superior del terreno hasta la profundidad requerida abajo del borde del terreno</p> <p>k) Planificación de la ejecución</p> <p>l) Diseño estructural</p> <p>Las dimensiones del pozo de lanzamiento son:</p> <p>Longitud: ...m</p> <p>Ancho: ..m</p> <p>Profundidad: ... m</p> <p>ó</p> <p>Diámetro: ... m</p> <p>Profundidad:....m</p> <p><b>Número de Pozos</b></p>		
--	--	--	--

Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
5	<p><b>Construcción de Pozos de Llegada o Pozo Objetivo,</b>  Los mismo requerimientos del item anterior  Las dimensiones del pozo de llegada son:  Longitud: ...m  Ancho: ...m  Profundidad: ... m  ó  Diámetro: ... m  Profundidad:....m</p> <p><b>Número de Pozos</b></p>	\$.....	\$.....
6	<p><b>Disposición de material de excavación,</b>  Remoción y retiro del material excavado de los pozos.  En caso de reutilización, las tarifas del relleno serán reembolsadas bajo petición.</p> <p><b>Metros cúbicos</b></p>	\$.....	\$.....
7	<p><b>Suministro de relleno,</b>  libre de piedras y capaz de compactación para el relleno de los pozos de arranque y de destino.</p> <p><b>Metros cúbicos</b></p>	\$.....	\$.....

Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
8	<p><b>Sello de entrada,</b> medidas para evitar el ingreso de agua y suelo según el criterio del contratista, cuando se mueve la tuneladora desde el pozo de arranque. El precio unitario debe incluir también los gastos para uno, o una combinación de múltiples medidas que aseguren la compactación del espacio anular entre la máquina y/o el tubo y el apuntalamiento del pozo durante todas las fases del movimiento y sellado final del espacio anular entre el tubo y la pared del pozo. Todos los costos de planificación y cualquier simulación numérica requerida y su verificación deben incluirse. La remuneración será única por cada Longitud del túnel.</p> <p><b>Medidas seleccionadas</b></p>	\$.....	\$.....
9	<p><b>Junta de salida,</b> los mismos servicios que se describen en el ítem anterior, sin embargo en este caso, para la salida en el pozo de llegada</p> <p><b>Medidas seleccionadas</b></p>	\$.....	\$.....



Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
10	<p><b>Tubería para hincar (Jacking Pipes) DN ...</b> fabricados en arcilla vitrificada, hormigón armado, o fibra de vidrio reforzada ... según Norma... incluyendo sellos, juntas y dispositivos de transferencia de presión para la entrega y descarga. A partir de ID 800, es posible que las tuberías de empuje tengan que estar equipadas con pases de inyección para inyectar un lubricante y agente de soporte en el espacio anular entre la Tubería y el suelo a excavar. Todos los costos para la entrega de tubos de hincas, la adaptación para el primer tubo después de la tuneladora, el suministro de tuberías de ajuste y el acortamiento de las tuberías de empuje deben incluirse en el precio unitario. El Diseño Estructural de los tubos, teniendo en cuenta las fuerzas de empuje previstas y admisibles y las especificaciones son responsabilidad del contratista. Los costos de este deben ser incluido en el precio unitario. Los ensayos de los tubos, juntas, juntas y dispositivos de transferencia requeridos por las Normas técnicas deben estar documentados. Tuberías y componentes que fallan en los ensayos, no se deben ser instalados. Los gastos que esto implica deben ser incluidos en el precio unitario.</p> <p><b>Metro lineal</b></p>	\$.....	\$.....

Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
11	<p><b>Hinca de Tuberia de DN ...,</b>  Usando la microtuneladora o metodo de hinca con tubo piloto  Segun la Norma..... (DWA-A 125, section 6.1.3.1 or 6.1.3.2.)  El precio unitario debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Programación, diseño estructural, construcción y demolición de los muros de reacción.</li> <li>a) Programación, diseño estructural, construcción y remoción de las bases o plataformas de trabajo.</li> <li>c) Suministro y retiro de conexiones electricas y de agua.</li> <li>d) Suministro, setup, operación and retiro de generadores eléctricos</li> <li>e) Cvargue, transporte y disposicion de material de excavación.</li> <li>f) Suministro de todos los materiales necesarios y requeridos para la hinca</li> </ul> <p><b>Metro lineal</b></p>	\$.....	\$.....

Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
11	<p><b>Tiempo de Inactividad de la tunelación y el equipo asociado,</b> ejemplo, durante el retiro de obstaculos y el retriro de la maquina en un pozo de recuperación. Un maximo de 8 horas de espera por dia de trabajo deberán ser reembolsados. Este item solo se reembolsara en caso de encontrar obstaculos por el cual el contratante es responsable.</p> <p>horas</p>	\$.....	\$.....
12	<p><b>Remoción de obstaculos,</b> Desde la seccion transversaal del tunel por medio de dispositivos en el tunel. El reembolso es por reducción en el rendimiento del túnel demostrado por el contratista solamente. Y es solo reembolsable en caso de remover obstáculos por responsabilidad del contratante.</p> <p>horas</p>	\$.....	\$.....

Item	Descripción	Precio Unitario	Valor Total
11	<p><b>Tiempo de Inactividad de la tunelación y el equipo asociado,</b> ejemplo, durante el retiro de obstaculos y el retriro de la maquina en un pozo de recuperación. Un maximo de 8 horas de espera por dia de trabajo deberán ser reembolsados. Este item solo se reembolsara en caso de encontrar obstaculos por el cual el contratante es responsable.</p> <p>horas</p>	\$.....	\$.....
12	<p><b>Remoción de obstaculos,</b> Desde la seccion transversaal del tunel por medio de dispositivos en el tunel. El reembolso es por reducción en el rendimiento del túnel demostrado por el contratista solamente. Y es solo reembolsable en caso de remover obstáculos por responsabilidad del contratante.</p> <p>horas</p>	\$.....	\$.....