

# METODOLOGÍA DE SUSTITUCIÓN DE TUBOS.-

TUBERÍA DE CONCRETO PREESFORZADO

## **Metodología de Sustitución de Tubos.-**

### **Proceso Constructivo del Método de Reparación por sustitución de tubería:**

#### **OBRAS PRELIMINARES**

##### Obra de desvío para tránsito pesado.

Se efectuarán en los días previos a la fecha indicada por la contratante para el inicio de cambio de tubos, los cuales se ejecutarán en jornadas continuas. Se construirá paralela al camino de operación del Acueducto con material de banco Tezontle.

El tezontle será suministrado con camiones tipo "Tortón" de la Unión de Camioneros del Lugar. Se extenderá con una retroexcavadora Case 580 SL o similar en una capa de 30 cms promedio para garantizar la estabilidad del suelo por donde transitarán vehículos de tránsito pesado, y posteriormente se compactará el material extendido con un rodillo vibratorio de 14 ton. o similar, dando las pasadas necesarias para su acomodo y estabilidad.

Las dimensiones de la obra de desvío en lo referente al ancho y largo serán indicadas por la contratante.

Durante el tiempo que dure el evento de cambio de tubos, esta empresa contará con material de reserva (Tezontle) para hacer las reposiciones o relleno de los baches y hacer los mejoramientos que se requieran en la obra de desvío.

Una vez terminados los trabajos de instalación de tubería, la obra de desvío será removida y acarreada, depositando el material (tezontle) hasta el lugar indicado por la Dependencia.

##### El Señalamientos para desvío, señalización vial indicativa de desvío del tráfico, así como señalización nocturna.

Se deberá implementar de acuerdo a lo indicado por el Ingeniero supervisor de obra, sin embargo regularmente se deberán suministrar por frente 10 conos de plástico de 60 cms y 10 trafitampos de plástico con reflejante, mismos que se repartirán en partes iguales en la entrada y la salida del camino de desvío. Adicional a la señalización mencionada, se colocaran 2 barreras indicativas de "desviación" y 2 señalamientos con la indicación "hombres trabajando". Así mismo se colocarán bandereros en la salida y entrada del camino de desvío, durante el tiempo que dure el cambio de tuberías y/o hasta la apertura del camino de operación, encargados de tener la señalización colocada y visible para los conductores de vehículos. Durante la noche se utilizarán mecheros de señalización a base de diesel, estopa y tezontle, por el tiempo que dure el evento.

#### **EXCAVACIONES**

##### Bombeo de achique con bombas de 3", 6" y 8".

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionado por el contratista: bombas de 3", 6" y 8" o similar, combustible, mangueras de succión y descarga para cada bomba y personal de operación necesario para su óptimo desempeño. Con las bombas de 6" se achicará el agua dentro

de la tubería del Acueducto hasta obtener un espejo de agua de hasta 20 cms, para continuar el achique con bombas de 3" hasta obtener el vaciado total de la tubería. Los tiempos para iniciar y terminación del bombeo serán indicados en por la contratante de acuerdo a las necesidades de cada frente de trabajo.

Excavación con equipo mecánico en cualquier tipo de material en seco y/o en presencia de agua.

Se llevará a cabo en dos frentes con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, dos Camiones de Volteo tipo Tortón de 14 m<sup>3</sup> de capacidad o similar, dos Bombas de 3" con mangueras o similar, combustibles y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

La excavación a máquina para descubrir el tubo de 99" de diámetro se iniciará el día y la hora en que lo indique la contratante. Se ejecutará con la excavadora Cat 320 sobre orugas con alcance mínimo de 6 mts de profundidad o similar y capacidad de cucharón de  $\frac{3}{4}$  de yd<sup>3</sup> o similar de acuerdo a lo indicado en las especificaciones particulares de la obra.

Como apoyo durante los trabajos de excavación se tendrá una retroexcavadora Case 580 o similar que auxilie en los trabajos de limpieza del área de trabajo, empuje, acopio y retiro de material producto de excavación del área de trabajo, carga de material producto de la excavación a camión de volteo para su acarreo, movimiento de materiales y equipo a emplear, y en general permanecer en espera para realizar cualquier maniobra de apoyo que sea necesaria durante la excavación para descubrir la tubería.

En caso de tener presencia de agua durante la excavación a máquina, ésta se bombea con equipo de bombeo de 3" o similar propiedad del contratista sin cargo adicional.



Excavación a mano en cepas en cualquier clase de material en seco y/o en presencia de agua.

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, dos Bombas de 3" con

mangueras o similar, combustibles y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

La excavación a mano se iniciará durante y después la demolición y desinstalación del tubo de concreto preesforzado de 99" de diámetro. La excavación a mano se ejecutará principalmente en la zona que ocupaba el tubo de concreto, donde la excavadora no pudo acceder y para abrir caja para la plantilla.

El producto de esta excavación se traspaleará al sitio de acopio de la excavación donde la excavadora tenga acceso y pueda extraerla con facilidad y sin poner en riesgo la excavación. Esta extracción se ejecutará con la excavadora sobre orugas con alcance mínimo de 6 mts de profundidad y capacidad de cucharón de  $\frac{3}{4}$  de yd<sup>3</sup> de acuerdo a lo referido en las especificaciones particulares de la obra.

Como apoyo durante los trabajos de excavación se tendrá una retroexcavadora Case 580 o similar que auxilie en los trabajos de limpieza del área de trabajo, empuje y retiro de material producto de excavación del área de trabajo, carga de material producto de la excavación para su acarreo, movimiento de materiales y equipo a emplear, y en general permanecer en espera para realizar cualquier maniobra de apoyo que sea necesaria durante la excavación a mano.

En caso de tener presencia de agua durante la excavación a mano, ésta se bombea con equipo de bombeo propiedad del contratista sin cargo adicional.

Se estima que la duración de las actividades de excavación a máquina y excavación a mano sea de 8 a 12 hrs.



**DEMOLICIÓN, DESINSTALACIÓN Y EXTRACCION DEL TUBO A SUSTITUIR FUERA DE LA ZANJA.**

Demolición de tubo de concreto preesforzado de 99" de diámetro.

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, un compresor de 325 PCM o similar, 4 martillos neumáticos rompedores, una soldadora, un equipo de oxicorte,

combustibles, 6 pulsetas p/martillos y personal de operación y campo necesarios para su correcta ejecución.

La demolición del tubo de concreto preesforzado de 99" se iniciará demoliendo una ventana de 60x60 cms aproximadamente en el lomo del tubo, en su sentido longitudinal, donde lo indique la residencia de construcción de la CNA, para iniciar en ese lugar el bombeo de achique, en su caso, dentro del tubo con bombas autocebantes de 6" de diámetro o similar.

Mientras se realice el achique de la tubería, el personal de campo y el equipo de construcción estará en espera, listo para atender cualquier instrucción de la residencia de construcción de la CNA. En cuanto el achique de agua al interior del tubo lo permita y la contratante lo autorice, se reanudará la demolición del tubo de concreto preesforzado de 99" de diámetro en uno de sus extremos para campanear el tubo restante y extraerla completa con la grúa de 100 ton o similar.

Es necesario aclarar que la demolición se efectuará con rompedoras alimentadas con compresor de aire, y que durante la demolición del tubo se efectúa el corte de espiras de acero y la lámina de refuerzo del tubo con el equipo de oxicorte.

Como apoyo durante los trabajos de demolición de tubo de concreto preesforzado de 99" de diámetro, se tendrá una retroexcavadora Case 580 SL en espera para realizar cualquier maniobra que sea necesaria.

En caso de tener presencia de agua durante la demolición del tubo, se aplicará el bombeo de achique con bomba autocebante de 3" de diámetro o similar.



Desinstalación y/o desconexión y extracción de tubería de concreto preesforzado de 99" de diámetro para cambio de tubos de 5.00 o 7.32 m de longitud.

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, una Grúa de 120 ton de capacidad o similar, un compresor de 325 PCM o similar, 4 martillos neumáticos rompedores, un

equipo menor de desacople, combustibles, 6 pulsetas p/martillos y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

La desinstalación de segmentos de tubería de concreto preesforzado de 99" de diámetro se efectuará mediante la demolición en forma manual y con equipo neumático de la campana y la espiga del tubo a sustituir. Una vez demolida la campana y la espiga, se estroba el segmento resultante de tubo sujetándola con la Grúa de 100 ton de capacidad o similar para su extracción y colocación en el lugar que indique la Contratante.

El material producto de la demolición de la campana y la espiga del tubo a sustituir se traspalea a un lugar de acopio dentro de la excavación y se extrae con la excavadora cat 320 o similar a un lado de la excavación.

Como apoyo durante los trabajos de desinstalación de tubería de concreto se tendrá una retroexcavadora Case 580 o similar que auxilie en los trabajos de limpieza del área de trabajo, empuje y retiro de material producto de demoliciones, carga de material producto de la demolición para su acarreo, movimiento de materiales y equipo a emplear, y en general permanecer en espera para realizar cualquier maniobra de apoyo que sea necesaria durante la extracción de la tubería.

En caso de tener presencia de agua durante la desinstalación de los segmentos, ésta se bombea con equipo de bombeo de 3" o similar.

Se estima que la duración de las actividades de demolición, desinstalación y extracción de tubería sea de 12 hrs.



## INSTALACION DE CIERRE DE CONCRETO

### Aplicación de protección anticorrosiva.

Se efectuará previo al inicio de cambio de tubos. Esta protección se realizará por aspersion y dependiendo del material que se trate se aplicará.

Para superficies metálicas se aplicará como recubrimiento primario una capa de primario de zinc 100% inorgánico auto curante, base solvente sobre la superficie ya preparada de acuerdo a la especificación PEMEX RP-4 tipo B, de norma 4.411.01 y 3.411.01 de Petróleos Mexicanos; como recubrimiento de acabado se hará con una aplicación de acabado Epóxico catalizado de altos sólidos a base de resinas epóxicas, solventes y pigmentos (componentes epóxicos), de acuerdo a la especificación PEMEX RA-26 de norma 4.411.01 3.411.01 de Petróleos Mexicanos.

Para superficies de concreto se aplicará protección anticorrosiva con alquitrán de hulla-epóxica catalizado especificación PEMEX RP-5B, aplicando el recubrimiento primario y acabado en el exterior de la tubería y piezas especiales.

La aplicación se realizará de acuerdo a lo indicado en la ficha técnica del material y a completa satisfacción del personal técnico de la Contratante.

Instalación de cierre de concreto de 99" de diámetro formado por 3 piezas para sustituir tubos de 4.88, 5.00 o 7.32 m de longitud.-

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, una Grúa de 120 ton de capacidad o similar, un equipo de oxicorte, una soldadora, un equipo menor de acople, combustibles, mortero cemento-arena, PTR cuadrado de 2"x2", soldadura y personal de operación y campo necesarios para su correcta ejecución.

Previo a la instalación del cierre de concreto de 99" de diámetro de tres o dos piezas, se limpiará a mano la superficie del terreno y se conformará una plantilla en forma manual con material de banco "Grava" de 1" a 1 ½", para garantizar el reposo total del tubo sobre el terreno natural. El acostillamiento de la tubería se define como el acomodo de material que se efectúa a los lados y por debajo de las tuberías con el objeto de dar un encamado correcto a todo el cuadrante inferior, hasta 20 cms de altura de la tubería. Al conformar la plantilla de grava se cuidará que este libre de escombros y material indeseable. La grava deberá estar libre de troncos, ramas, raíces, materiales indeseables y partículas de tamaño que excedan las especificadas. El acomodo del material se formará por capas horizontales de 20 cm. de espesor. Las plantillas se ejecutarán dentro de las líneas y niveles ordenados por la Dependencia, siendo de 20 a 35 cms de altura, en función de la condición de saturamiento de la base de recepción de este material para plantilla.

El material producto de la limpieza se traspaleará a un lugar de acopio dentro de la excavación para extraerlo con la excavadora cat 320 o similar.

Toda vez que se tenga debidamente conformada la plantilla se procederá a bajar la primera pieza del cierre con la grúa de 100 ton, (adaptador) misma que se alineará horizontal y verticalmente para su correcta instalación con el equipo de acople. Se repetirá la misma secuencia con la segunda pieza en el tubo opuesto. Si el cierre está formado por solo dos piezas, después de instalar el primer adaptador se procederá al siguiente paso.

Ya colocados los dos extremos se bajará con la grúa de 100 ton la pieza de tubo con campanas deslizantes alineándola horizontal y verticalmente para su correcta instalación.

Una vez instalado el cierre de 99" de diámetro, se realizará el junteo exterior, el cual consiste en la colocación de una manta en el perímetro del tubo, amarrada en sus extremos con alambre recocido, que hace las veces de cimbra, para posteriormente vaciar mortero cemento-arena en proporción 1:2, para el junteo interior se aplicará mortero cemento-arena en proporción 1:1, en ambos junteos, con aditivo acelerante de fraguado. Esta actividad solo se realizara para cierres de la marca "ICHSA".

Con el fin de rigidizar la pieza de campanas deslizantes, se colocarán tensores de acero de 2" X 2", apoyados en los cartabones que sirven para colocar las campanas deslizantes de la pieza especial, soldándose antes de iniciar los rellenos.

Como apoyo durante los trabajos de instalación de cierre de concreto de 99" de diámetro, se tendrá una retroexcavadora Case 580 SL en espera para realizar cualquier maniobra de apoyo que sea necesaria.

En caso de tener presencia de agua durante la instalación de cierre de concreto, se aplicará el bombeo de achique con bomba autocebante de 3" de diámetro o similar.

Se utilizaran durante la jornada de trabajo nocturna Equipo de iluminación compuesto de postes con 3 luminarias de halógeno de 1,000 watts, colocándose de tal forma que la iluminación del área de trabajo permita la realización de los trabajos con la seguridad y eficacia requerida.

Se tendrán en el sitio de los trabajos lámparas de repuesto que permitan cubrir cualquier contingencia en su funcionamiento durante el desarrollo de los trabajos de cambio de tubería dañada por corrosión.

Todo el equipo y suministros deberán estar en el lugar de la obra 24 horas antes del inicio de los trabajos de cambio de tubo para garantizar que se utilizará en tiempo y forma la maquinaria.

Se estima que la duración de la actividad de instalación de cierre es de 10 hrs, y 2 hrs más para la colocación de tensores.



## COLOCACIÓN DE SELLOS METAL PLÁSTICO

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: dos Equipo de expansión, dos manómetros, y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

Este concepto consiste en la instalación de una pieza circunferencial de material metal-plástico colocada en el interior de la tubería por personal especializado, la cual es necesaria para la protección de juntas de la tubería para evitar fugas de agua por éstas.

Debido al deterioro interior que han tenido las tuberías a lo largo de sus más de 20 años de servicio, es necesario realizar limpieza y reparaciones a la superficie del tubo para el perfecto asentamiento del Sello Metal-plástico y así garantizar su hermeticidad.

Este sello garantiza una durabilidad de 25 años y la reparación total en caso de fuga. A continuación se describen las tres principales actividades que intervienen en la instalación de estas piezas.

### Limpieza de la tubería.

Se hará una limpieza inicial con cepillo de raíz, para quitar residuos viscosos existentes en las paredes de los tubos o elementos donde se instalarán los Sellos.

Se realizara una segunda limpieza con cepillo de alambre hasta descubrir la superficie sana del concreto de las juntas.

Se hará una remoción con cincel de material alterado de las oquedades existentes para su posterior relleno de las mismas con resanado. Finalmente se limpiará la superficie tratada con chorro de agua para eliminar los residuos de la limpieza.

### Aplicación de sellador epóxico para taponeos, resanes y calafateos en estructuras de concreto del tipo Xypex, Pach'n Plug.

Este se colocará en las superficies previamente limpias de tuberías o elementos donde se instalarán los sellos. La colocación del sellador se realizará manualmente con espátula y/o llana metálica, siempre buscando garantizar un perfecto sellado.

Se dará un acabado fino a la superficie para tener un correcto asentamiento del sello, y garantizar su hermeticidad.

### Colocación de sello metalplástico.

Como el sellador epóxico es de rápido secado, en el tiempo fijado por el fabricante, se procederá a la instalación del Sello y las bandas de acero inoxidable.

Dos shims radiados de acero inoxidable son colocados en las ranuras de las bandas para proporcionar un puente que continúe la carga radial transmitida al sello. Cuando las bandas son expandidas, ambas bandas permanecen en posición con sus puntas igualmente espaciadas a

través del resorte de acero. Finalmente se hará una limpieza fina, retirando los residuos sobrantes fuera de la tubería.

Se estima que la duración de la actividad de instalación de sellos metalplástico es de 6 a 8 hrs.



## RELLENOS

Suministro y colocación de material de banco (tezontle), para formación de relleno hasta lomo de la tubería de concreto preesforzado de 99" de diámetro

El uso de este material como relleno será indicado por la Dependencia. El tezontle empleado para la formación de rellenos hasta lomo de tubería será de Banco de préstamo de la región.

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, combustibles y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

Concluidos los trabajos de instalación de cierres de concreto, se procederá al acostillado de la tubería instalada con material de banco tezontle hasta 30 cms del lomo del tubo, acomodándolo manualmente. Como apoyo durante los trabajos de suministro y colocación de material de banco, se tendrá una retroexcavadora Case 580 SL o similar en maniobras de acarreo del material y maniobras que sean necesarias.

El acostillamiento con tezontle de la tubería es el acomodo de material que se efectúa a los lados y por debajo de las tuberías con el objeto de dar un encamado correcto a todo el cuadrante inferior, y se efectuará hasta 30 cm arriba del lomo del tubo. El sitio donde se ejecutará el relleno con tezontle deberá estar libre de escombros y material indeseable.

Todos los rellenos se ejecutarán dentro de las líneas y niveles que ordene la Dependencia.

El tezontle que se emplee en los rellenos deberá estar libre de troncos, ramas, raíces, materiales indeseables. Su acomodo se formará por capas horizontales de 20 cm. de espesor.

Suministro y colocación de material de banco (Tepetate) compactado al 95% de la prueba Proctor para formación de plantillas y acostillado de la tubería de concreto preesforzado de 99" de diámetro.-

El uso de este material como relleno será indicado por la Dependencia. El tepetate empleado en la formación de acostillado y relleno será de Banco de préstamo de la región.

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, Compactador manual tipo "Bailarina", combustibles y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

Concluidos los trabajos de instalación de cierres de concreto, se procederá al acostillado de la tubería instalada con material de banco tepetate hasta 30 cms del lomo del tubo, compactándolo con equipo mecánico. Como apoyo durante los trabajos de suministro y colocación y compactación de material de banco, se tendrá una retroexcavadora Case 580 SL o similar en maniobras de acarreo del material y maniobras que sean necesarias.

El acostillamiento y relleno con tepetate de la tubería, es el acomodo y compactado de material que se efectúa a los lados y por debajo de las tuberías con el objeto de dar un encamado correcto a todo el cuadrante inferior, y se efectuará hasta 30 cm arriba del lomo del tubo. El sitio donde se ejecute el acostillado y relleno deberá estar libre de escombros y material indeseable.

Todos los acostillados y rellenos con tepetate se ejecutarán dentro de las líneas y niveles que ordene la Dependencia. El material deberá estar libre de troncos, ramas, raíces, materiales indeseables. El acomodo y compactado se formará por capas horizontales de 20 cm. de espesor. Para garantizar la compactación del tepetate se tomará una muestra del material de banco y se le efectuará una prueba proctor modificada para conocer las características del material y obtener los parámetros que nos permitirán alcanzar la compactación solicitada. Las pruebas de compactación en campo se realizarán en número y continuidad



Relleno a volteo con material producto de la excavación,

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Excavadora Cat 320 o similar, una Retroexcavadora Case 580 o similar, combustibles y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

Al finalizar el acostillado y relleno de la tubería con el material indicado por la dependencia se procederá al relleno a volteo con material producto de la excavación en la parte superior de la tubería.

Regularización del terreno con maquina habilitando drenes, cunetas, caminos, etc.

Se llevará a cabo con los siguientes recursos proporcionados por el contratista por frente: una Retroexcavadora Case 580 o similar, combustibles y personal de operación y campo necesarios para su óptima ejecución.

Al finalizar el relleno a volteo, el material producto de la excavación sobrante se retirara con equipo mecánico hasta 20 m. del eje de la excavación. Se hará la limpieza de caminos, drenes, cunetas y canales que se hayan obstruido con el material producto de la excavación, y se realizara el extendido del material sobrante de la excavación con equipo mecánico y el emparejamiento del terreno en el lugar de la excavación.