

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN

TEMA: CAR. Carreteras

PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA

TÍTULO: 05. Túneles

CAPÍTULO: 003. Excavación de Túneles con Escudo en Suelos

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la excavación de túneles y obras subterráneas mediante escudos, en suelos.

B. DEFINICIÓN

Los túneles excavados mediante escudos, son aquellas obras que se construyen para permitir la continuidad del tránsito a través de obstáculos, ejecutados mediante máquinas provistas de una camisa cilíndrica metálica cuyo propósito fundamental es proporcionar al subsuelo un confinamiento temporal en el intervalo entre las operaciones de corte y de colocación del sistema de soporte primario; se utiliza generalmente en terrenos inestables o con tiempo de autosoporte muy bajo.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N·LEG-3
Anclas para Soporte de Túneles	N·CTR·CAR·1·05·004
Malla Electrosoldada en Túneles	N·CTR·CAR·1·05·005
Concreto Lanzado en Túneles	N·CTR·CAR·1·05·006
Marcos Metálicos en Túneles	N·CTR·CAR·1·05·007

D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la excavación de túneles con escudo, serán del tipo y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- D.2.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción anterior, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la excavación de túneles con escudo, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por esté motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. ESCUDOS

El escudo estará diseñado para manejar y controlar las condiciones geológicas que se encuentren en la obra y cumplir con las siguientes características mínimas:

- E.1.1. Su masa será menor que la masa del volumen del suelo que desplaza. Se verificará que el escudo no genere presiones de contacto con el suelo mayores que la capacidad de carga admisible, en ninguna zona del contacto suelo-escudo.
- E.1.2. Tendrá la capacidad de girar para corregir desviaciones verticales y horizontales del alineamiento y disponer de un sistema controlador de guía que permita un monitoreo continuo de los desplazamientos horizontal y vertical de la máquina perforadora.
- E.1.3. Tendrá medios de acceso a la cámara frontal para inspeccionar el frente de avance o retirar obstrucciones.
- E.1.4. Los tipos de escudos podrán ser:

E.1.4.1. Escudo de frente abierto

Es de frente abierto cuando no cuenta con sistemas de soporte del frente, sino sólo con la camisa cilíndrica protectora. Dependiendo de las condiciones de estabilidad del frente de la excavación pueden usarse con compuertas metálicas que cierran parcialmente el frente, accionadas con gatos hidráulicos, rejillas, presión de aire u otros sistemas de estabilización.

E.1.4.2. Escudo con presión de tierra

También conocido como *Earth Pressure Boring Machine*, EPBM. Contará con una compuerta localizada detrás de la cara de la máquina para formar una cámara plena, donde el material excavado pueda ser retenido bajo presión y es extraído por medio de un mecanismo de barrena espiral. Pueden agregarse líquidos y aditivos a la cámara para mezclar y acondicionar el material excavado, previo a la extracción con la barrena espiral.

E.1.4.3. Máquina de lodos

Conocida también como *Slurry Shield*. Contará con una compuerta detrás de la cara de la máquina para formar una cámara plena para la introducción de lodo arcilloso u

otro fluido a presión para estabilizar el frente de excavación, así como también para ser mezclado con el material producto del corte y pueda ser removido por bombeo.

E.2. SISTEMA DE VENTILACIÓN

Capaz de inyectar la cantidad de aire fresco suficiente de acuerdo al tipo de equipo que se utilice para la excavación, con los dispositivos necesarios para conducir el aire desde quince (15) metros fuera de la boca del túnel hasta el frente de ataque.

E.3. EQUIPO DE TRANSPORTE

Pueden ser vehículos, vagones, bandas o ductos, de acuerdo al tipo de material que se esté excavando y las dimensiones del túnel. Tendrán una capacidad compatible con la velocidad de excavación.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y lo realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los residuos producto de la excavación se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la excavación de túneles con escudos se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. TRABAJOS PREVIOS**G.2.1 Especificaciones del equipo**

El Contratista de Obra presentará a la Secretaría, con dos (2) meses de anticipación al inicio de los trabajos, un manual de procedimientos detallado del escudo y de sus sistemas complementarios, incluyendo modos de operación, capacidad, monitoreo y control de los principales sistemas, como son: gatos de empuje, sistemas de sostenimiento o ademe del frente, cabezal cortador; motores; anillo erector de dovelas; sistemas de recolección, separación y de extracción de rezaga; sistemas hidráulicos y sistemas de monitoreo computarizados de control de dirección.

En el manual, además de lo anterior, incluirá los procedimientos detallados de la instalación de revestimiento primario, inyecciones de contacto en el espacio anular entre el soporte primario y el terreno, paros programados para mantenimiento, planes de contingencia para remoción de obstáculos, inyecciones en el frente y sondeos exploratorios.

G.2.2. Trazo

La Secretaría entregará al Contratista de Obra por una sola vez las referencias para el trazo. El Contratista de Obra efectuará el trazo en el interior de los túneles y tendrá la obligación de rehacerlo cuantas veces sea necesario, ajustándose a los datos de proyecto; la Secretaría verificará dicho trazo con la frecuencia que considere conveniente.

G.2.3. Accesos

- G.2.3.1.** Los cortes de acceso a los túneles se excavarán hasta la estación establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría.
- G.2.3.2.** Los taludes frontales y laterales de los cortes de acceso, tendrán la inclinación indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría.
- G.2.3.3.** No podrá iniciarse el emportalamiento del túnel en tanto no se termine la excavación de los cortes de acceso, incluyendo sus obras de estabilización.

G.2.3.4. Las cunetas en los cortes de acceso se construirán lo antes posible y de tal forma que su desagüe no dañe la excavación del túnel, los cortes de acceso, o los terraplenes.

G.2.4. Sistemas de Seguridad

G.2.4.1. Los sistemas de seguridad durante la excavación del túnel son responsabilidad del Contratista de Obra, por lo que antes de iniciar los trabajos debe implementarlos, por su cuenta y costo, de forma que garanticen la integridad del personal. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de excavación mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.2.4.2. Se tomará en cuenta todo lo referente al equipo,, señalamiento y dispositivos de seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2.4.3. El Contratista de Obra proporcionará al personal el equipo adecuado para su protección, como cascos, anteojos inastillables, mascarillas contra el polvo, dispositivos para la protección contra el ruido, botas antiestáticas de seguridad, ropa protectora y guantes, entre otros.

G.2.4.4. En la obra se contará como mínimo con un instructivo visible en que se consignen los detalles sobre la forma de actuar en casos de emergencia, instalaciones de rescate y de primeros auxilios, extintores de incendio adecuados, luces de emergencia y filtros para monóxido de carbono en túneles de más de quinientos (500) metros.

G.2.4.5. Se contará con medios de comunicación efectivos para uso habitual y para casos de emergencia, entre el frente de la excavación y el exterior del túnel. En el caso que se interrumpa dicha comunicación, la Secretaría

suspenderá de inmediato los trabajos hasta que la comunicación sea restablecida. La Secretaría decidirá si la interrupción se debió a causas atribuibles al Contratista de Obra, en cuyo caso, los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

- G.2.4.6.** Cuando se utilicen escudos de frente abierto con presión de aire, donde el personal labora bajo la presión de aire comprimido, se seguirá un proceso de compresión y descompresión del personal, conforme a las normas vigentes incluyendo revisiones médicas periódicas.

G.3. EXCAVACIÓN

El procedimiento que se emplee para la excavación del túnel, utilizando el escudo indicado en el proyecto, es responsabilidad del Contratista de Obra, teniendo los cuidados necesarios para cumplir con la sección teórica de proyecto dentro de las tolerancias ahí establecidas y no provocar caídas o dañar la estructura del terreno excavado más allá de las líneas de excavación mostradas en la Figura 1 de esta Norma.

G.3.1. Avance del escudo

Durante el avance de la excavación, el Contratista de Obra:

- G.3.1.1.** Dispondrá de registros actualizados de todas las funciones fundamentales del escudo y sus sistemas complementarios, manteniéndolos en la obra para su verificación por parte de la Secretaría.

- G.3.1.2.** Presentará a la Secretaría un informe semanal que contenga como mínimo:

- a) Los registros a que se refiere el Párrafo G.3.1.1. de esta Norma.
- b) Las condiciones de alineamiento y nivel de la máquina perforadora, así como su giro e inclinación. La Secretaría se reserva el derecho de solicitar al Contratista de Obra la verificación del trazo y nivel cuando lo considere pertinente

SECCIÓN DE TÚNEL

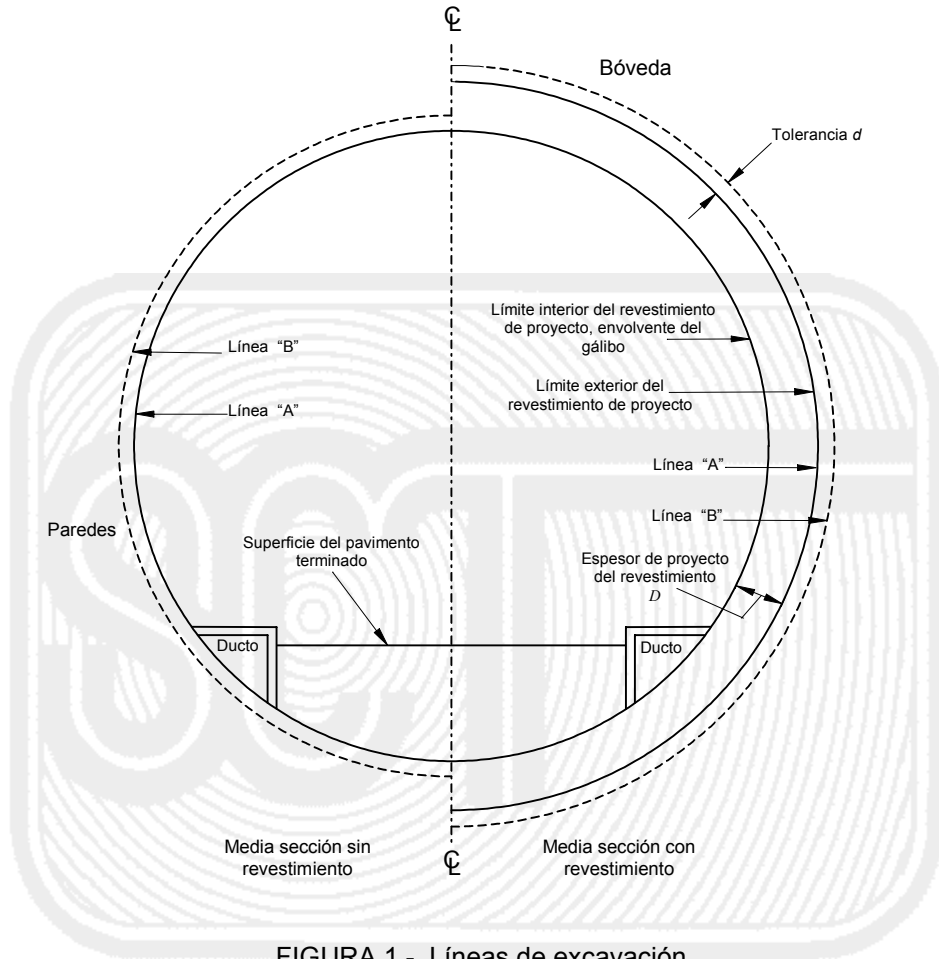


FIGURA 1.- Líneas de excavación

- c) Las actividades y distribución de tiempos de la máquina perforadora, incluyendo:
- Horas disponibles (lapso en que la máquina se encontraba en condiciones de ser operada).
 - Tiempo de trabajo efectivo (lapso correspondiente a la realización de alguna actividad con alguna parte de la máquina).

- Tiempo de avance efectivo (tiempo en que la máquina realizó perforación en el frente y avance de la excavación).
- Velocidad de avance instantánea (considerada como la velocidad de avance real durante la perforación).
- Otros datos relevantes (velocidad media por jornada y por semana, horas de paro por mantenimiento, cambios de cortadores, lubricación, horas de paro por descomposturas y reparaciones, entre otros).

G.3.1.3. Utilizará el sistema de selección uno a uno que proporciona mayor facilidad en la guía del escudo para el control de los gatos de empuje; cualquier otro sistema debe someterse a la aprobación previa de la Secretaría.

G.3.1.4. Realizará el llenado del espacio anular entre el anillo de dovelas y el terreno conforme el escudo avanza, accionado por gatos hidráulicos que reaccionan contra el soporte previamente colocado. Dicho espacio, a fin de evitar el aflojamiento del suelo, será llenado con mortero de cemento o mediante la expansión del anillo de dovelas, según el tipo de soporte utilizado.

G.3.2. Sección teórica de excavación y sobreexcavaciones

G.3.2.1. Los túneles se excavarán de acuerdo con la forma, sección y dimensiones que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría. Se observará el cumplimiento tan exacto como sea posible del perfil teórico de excavación indicado en los perfiles normales de proyecto, tomando en cuenta que las dimensiones indicadas corresponden a las medidas mínimas aceptables.

G.3.2.2. La sección teórica de excavación corresponderá a la línea entre el terreno y el soporte o revestimiento del túnel, definida como *Línea A*, según se muestra en la Figura 1 de esta Norma, dentro de la cual no deberá existir o quedar material alguno.

CTR. CONSTRUCCIÓN

CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-05-003/00

- G.3.2.3.** El Contratista de Obra podrá solicitar desviarse de las dimensiones del perfil teórico de la excavación, previa demostración y justificación técnica presentada a la Secretaría, para su aprobación.
- G.3.2.4.** Al excavar los túneles, se evitará aflojar el material de las paredes y bóveda más allá de la superficie teórica fijada en el proyecto.
- G.3.2.5.** Las estructuras de ventilación e instalaciones de apoyo durante la construcción, entre otras, serán por cuenta y costo del Contratista de Obra, así como todos los gastos que se generen por estos conceptos.
- G.3.2.6.** La carga, transporte y descarga del material producto de la excavación, del frente de trabajo hasta el portal o boca del túnel, se hará según lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.3.2.7.** La disposición final de los materiales producto de la excavación, se hará a la brevedad posible, en la forma y sitio que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.3.2.8.** Durante la ejecución de la excavación, el Contratista de Obra facilitará, la instalación y operación del sistema geotécnico de instrumentación que implementará la Secretaría, para monitorear el comportamiento del suelo, tanto en el interior de la excavación como en la superficie del terreno, según sea necesario.

G.3.3. Iluminación e instalaciones eléctricas

- G.3.3.1.** La iluminación artificial será eléctrica.
- G.3.3.2.** Ningún sector de la obra subterránea tendrá una intensidad de iluminación menor de cincuenta (50) luxes.
- G.3.3.3.** Las instalaciones serán a prueba de intemperie, dotadas de apartarrayos y deberán estar acondicionadas de manera que garanticen un nivel de iluminación adecuado y un servicio continuo en todos los sitios de la obra en que sean requeridas.

- G.3.3.4.** Todas las instalaciones eléctricas deben ser realizadas, inspeccionadas, probadas y mantenidas por personal competente debidamente capacitado.
- G.3.3.5.** Para la fijación de instalaciones eléctricas en el interior de la excavación deberán utilizarse soportes firmes sujetos a las paredes de la misma.

G.3.4. Ventilación

- G.3.4.1.** Los frentes de ataque deben ventilarse por medios mecánicos, a partir de una longitud de sesenta (60) metros medidos desde la boca del túnel, a menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Secretaría.
- G.3.4.2.** No se permitirá utilizar como ventilación el aire comprimido destinado a la operación del equipo.
- G.3.4.3.** El aire que se suministre debe ser fresco y limpio; para ello, la toma del mismo se hará prolongando la tubería de conducción como mínimo quince (15) metros fuera de la boca del túnel, a una altura mínima de cinco (5) metros del nivel de la subrasante. Debe evitarse recircular el aire.
- G.3.4.4.** La boca de la tubería de ventilación estará ubicada, como máximo, a veinte (20) metros del frente de ataque.
- G.3.4.5.** El volumen de aire que se inyecte no deberá ser menor de dos (2) metros cúbicos por minuto por cada caballo de fuerza, cuando se utilicen motores diesel dentro de la excavación, o doce (12) metros cúbicos por minuto por cada metro cuadrado de sección del túnel, cuando no se utilicen motores diesel dentro de éste. Por ningún motivo se aceptarán motores de gasolina para trabajar dentro de la excavación.
- G.3.4.6.** Los motores diesel que se empleen dentro de la excavación, deben estar bien ajustados y sus inyectores en buenas condiciones; el combustible que se emplee deberá ser centrifugado antes de cargar los depósitos del equipo.

G.3.4.7. En caso de fallas o daños en el sistema de ventilación, el Contratista de Obra suspenderá de inmediato los trabajos hasta que el sistema funcione adecuadamente. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.3.5. Instalaciones de apoyo

Las instalaciones de apoyo requeridas por el proceso constructivo serán responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y correrán por su cuenta y costo.

G.3.6. Sistemas de soporte temporal

G.3.6.1. Si bien los sistemas de soporte temporal se consideran como un concepto independiente de la excavación para fines de medición y pago, es importante mencionar en esta Norma, que el Contratista de Obra debe colocarlos tan pronto como la secuencia de las operaciones de excavación lo permitan, a fin de que las superficies excavadas se sostengan adecuadamente dentro de un periodo inferior al tiempo de autosoporte del suelo, y considerando lo establecido en las Normas N-CTR-CAR-1-05-004, *Anclas para Soporte de Túneles*, N-CTR-CAR-1-05-005, *Malla Electrosoldada en Túneles*, N-CTR-CAR-1-05-006, *Concreto Lanzado en Túneles*, y N-CTR-CAR-1-05-007, *Marcos Metálicos en Túneles*.

G.3.6.2. En escudos de frente abierto se contará con elementos que permitan el soporte del frente, ante la posibilidad de encontrar zonas de terreno inestable. Los trabajos de sostenimiento temporal incluyen todas las actividades de protección para impedir daños a la propia obra, a estructuras vecinas y las personas que laboran en la obra subterránea.

G.3.6.3. En sistemas de excavación con escudo, el sistema de soporte temporal o definitivo, se coloca mediante un sistema de erección hidráulico en la zona protegida por el faldón.

G.3.6.4. Las presiones en escudos de frente presurizado mediante aire comprimido, lodo estabilizador o presión

balanceada, serán las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Sin embargo, no deben utilizarse presiones de aire mayores de ciento diecisiete (117) kilopascales ($1,2 \text{ kg/cm}^2$).

- G.3.6.5.** Se verificará que las presiones utilizadas para sostener el frente de la excavación, sea la adecuada para evitar asentamientos o levantamientos del terreno no tolerables para estructuras subterráneas ubicadas entre el nivel del túnel en construcción y la superficie del terreno o bien, para estructuras superficiales.

G.3.7. Drenaje de la excavación

Cuando la excavación no pueda drenarse por gravedad, el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, instalará el equipo de bombeo con la capacidad adecuada para mantener la excavación libre de depósitos de agua.

G.4. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la excavación hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando el túnel sea operable.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la excavación de un túnel se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará que se haya efectuado conforme a la sección teórica establecida en el proyecto, correspondiente a la *Línea A*, según se muestra en la Figura 1 de esta Norma, considerando:

- H.1.** Que como tolerancia para el Contratista de Obra, se establecerá el contorno delimitado por la *Línea B*, según se muestra en la Figura 1 de esta Norma, el que será considerado para el cálculo de los volúmenes de excavación para fines de pago. La *Línea B* será la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, en función del tipo de material y procedimiento constructivo que utilice el Contratista de Obra.

- H.2.** Salvo que el proyecto indique otra cosa, la *Línea B* podrá sufrir modificaciones a solicitud del Contratista de Obra, o bien, por cambios aprobados por la Secretaría en la geometría del túnel para alojar el soporte temporal o definitivo.
- H.3.** Que la solicitud de ajuste de la *Línea B* se hará mediante un estudio técnico que lo justifique, en donde se demuestre que en la excavación existen aspectos geológicos, geotécnicos o hidráulicos no previstos en el proyecto, a fin de que la Secretaría proceda a su revisión, análisis y aprobación, en su caso.
- H.4.** Que la solicitud de ajuste de la *Línea B*, corresponderá a unidades geotécnicas en proceso de excavación; en ningún caso procederán solicitudes que anticipen ajustes correspondientes a unidades geotécnicas por excavar.
- H.5.** Que cuando la excavación requiera revestimiento y se sobrepase la *Línea B*, el volumen sobrexcaado será restituido por cuenta y costo del Contratista de Obra, con el material y la forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.
- H.6.** Que la sobrexcaación causada por negligencia del Contratista de Obra, se considera como evitable, por lo que el costo que se genere por medidas de soporte adicionales, consumos de concreto y otros conceptos que resulten, serán por cuenta del Contratista de Obra.

I. MEDICIÓN

Cuando la excavación de túneles con escudo se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de excavación terminada, para cada tipo de material considerado en el catálogo de conceptos, con aproximación a un décimo (0,1).

- I.1.** La excavación se considerará separadamente por cada tramo de túnel que fije el proyecto o apruebe la Secretaría, referidos a la boca o brocal del túnel, tomando como base los volúmenes que indique el proyecto considerando la *Línea B* a que se refiere la Fracción H.1. de esta Norma.

- I.2.** En caso de ramificaciones o cruzamiento de galerías o túneles, no se medirán volúmenes duplicados.
- I.3.** El material producto de derrumbes ocasionados por causas ajenas al Contratista de Obra, debidos a condiciones geológicas, geotécnicas o hidráulicas locales, una vez aprobado por la Secretaría, se clasificará y medirá directamente en el sitio del derrumbe, mediante seccionamiento y siguiendo el método de áreas extremas o se cubicará en el equipo de transporte de la rezaga, tomando como unidad el metro cúbico.

J. BASE DE PAGO

Cuando la excavación de túneles con escudos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de excavación terminada, para cada tipo de material considerado en el catálogo de conceptos.

J.1. PARA VOLÚMENES DE PROYECTO

Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición de los materiales para la cámara frontal; carga, transporte y descarga hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.
- Caminos de acceso.
- Trazo.
- Los sistemas de seguridad en la obra a que se refiere el Inciso G.2.4. de esta Norma.
- Excavación.
- Bombeo de fluidos para suministro y extracción de lodos.
- Remoción, carga, transporte y descarga del material producto de la excavación, hasta el portal del túnel o lumbrera.

- Carga en el portal del túnel o lumbrera y descarga en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, de los materiales producto de la excavación.
- Mantenimiento periódico del equipo y los tiempos requeridos para dicho mantenimiento.
- Tiempos muertos por demoras debidas a condiciones geológicas y control de filtraciones.
- Control de filtraciones y drenaje de la excavación, ya sea por gravedad o por bombeo.
- La iluminación y ventilación.
- Las instalaciones de apoyo necesarias.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la excavación hasta que haya sido recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.2. PARA VOLÚMENES DE DERRUMBES NO IMPUTABLES AL CONTRATISTA DE OBRA

Los volúmenes de derrumbes no imputables al Contratista de Obra se pagarán al precio convenido, en cada caso, entre la Secretaría y el Contratista de Obra, para el metro cúbico de material de derrumbe en cada caso. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Andamios, plataforma y maniobras.
- Desprendimiento del material flojo.
- Moneo, remoción, carga, transporte y descarga del material producto del derrumbe, hasta el portal del túnel o lumbrera.

- Carga en el portal del túnel o lumbrera y descarga en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, del material producto del derrumbe.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.3. SOBRECAVACIONES

Para los casos en que se deban adoptar medidas de soporte adicionales a las consideradas en el proyecto, o debidas a aspectos geológicos, geotécnicos o hidráulicos no previstos en el mismo, las sobreexcavaciones ejecutadas con aprobación de la Secretaría, se pagarán al precio convenido, en cada caso, entre la Secretaría y el Contratista de Obra, para el metro cúbico de sobreexcavación. Cuando las sobreexcavaciones no cuenten con aprobación de la Secretaría no procederá pago alguno por este concepto. Si el perfil de excavación ha sido ampliado por el Contratista de Obra fuera de la *Línea B*, por desvío de la excavación del trazo topográfico u otra causa imputable a él, sólo será objeto de medición y pago la cantidad convenida dentro de la *Línea B* aprobada para el tramo en cuestión. En este caso, el Contratista de Obra absorberá todos los gastos que se deriven de la sobreexcavación, como: aflojamiento del terreno, adopción de refuerzos locales del sistema de soporte, mayor volumen de concreto en el revestimiento, inyecciones de contacto y rellenos, entre otros.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de la excavación de túneles, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

L. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Una vez concluida la excavación del túnel, la Secretaría la aprobará y al término de la obra, cuando el túnel sea operable, la recibirá conforme con lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I, de la misma Norma.