



PPT 9-0-1.0

PLIEGO TIPO

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5

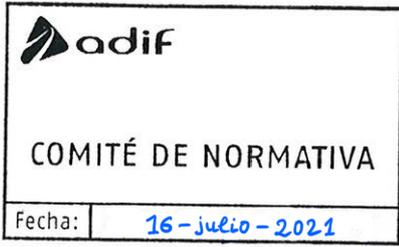
1ª EDICIÓN: JULIO 2021

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
..
..
..

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-100. Generalidades de Obra Civil.

<p>Propone:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Grupo de trabajo GT-100 Fecha: 7 de julio de 2021</p>	<p>Aprueba:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Comité de Normativa Reunión de 16 de julio de 2021</p>
--	--

Esta norma ha sido elaborada por el Grupo de Trabajo GT-100 del Comité de Normativa de Adif. Existe la posibilidad de que algunos elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. Adif no es responsable de la correcta identificación de esos derechos. Adif, 2021 -Madrid. Todos los derechos reservados. ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER PUBLICADO, DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACION EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF.

ÍNDICE DE CONTENIDOS	PÁGINA
PLIEGO TIPO. UNIDADES DE OBRA. MÓDULO DE OBRA CIVIL	5
OD – TÚNELES	5
ODA EXCAVACIÓN EN TÚNELES	5
ODA010\$ EXCAVACIÓN EN TÚNEL DE OBRA NUEVA Y GALERÍAS.....	5
ODA020\$ EXCAVACIÓN EN TÚNEL EN SERVICIO	13
ODA030\$ APERTURA DE ROZA	18
ODA040\$ REBAJE DE PLATAFORMA	19
ODA050\$ DEMOLICIÓN EN TÚNEL DE OBRA NUEVA.....	21
ODA060\$ DEMOLICIÓN EN TÚNEL EN SERVICIO.....	22
ODA070\$ SANEAMIENTO EN TÚNEL	24
ODA080\$ RELLENOS Y COMPACTADOS EN TÚNEL.....	25
III ODB. SOSTENIMIENTOS Y TRABAJOS DE EMBOQUILLE	27
ODB010\$ BULÓN AUTOPERFORANTE.....	27
ODB020\$ BULÓN EN BARRAS	28
ODB030\$ BULÓN DE EXPANSIÓN	30
ODB040\$ BULÓN DE FIBRA DE VIDRIO	31
ODB050\$ MALLA ELECTROSOLDADA EN SOSTENIMIENTO DE TÚNEL EXISTENTE.....	32
ODB060\$ MALLA ELECTROSOLDADA EN SOSTENIMIENTO DE TÚNEL NUEVO.....	33
ODB070\$ CERCHA EN CUALQUIER DISPOSICIÓN	34
ODB080\$ CHAPA NERVADA.....	37
ODB090\$ ENTIBACIÓN Y DESENTIBACIÓN	39
ODB100\$ FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	40
ODB110\$ MICROPILOTE EN TÚNEL ARMADO CON ARMADURA TUBULAR DE ACERO	41
III ODC. REVESTIMIENTOS.....	44
ODC010\$ PASAMANOS EN TÚNEL FORMADO POR TUBO DE ACERO GALVANIZADO DE DIÁMETRO 60 MM.....	44
ODC020\$ HORMIGÓN ARMADO EN DOVELA PREFABRICADA.....	45
ODC030\$ RELLENO DE GRAVILLA SELECCIONADA Y LECHADA DE CEMENTO DEL REVESTIMIENTO DE DOVELAS	55
ODC040\$ RELLENO DE MORTERO DE CEMENTO INYECTADO EN TRASDÓS DEL REVESTIMIENTO DE DOVELAS	57
III ODD. IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE DE TÚNELES	59
ODD010\$ IMPERMEABILIZACIÓN PRIMARIA	59
ODD020\$ LÁMINA DE PVC EN IMPERMEABILIZACIÓN PRINCIPAL	60
ODD030\$ LÁMINA NODULAR DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	62
ODD040\$ DREN DE TRASDÓS.....	63
ODD050\$ TUBO NO RANURADO DE PVC, EN TÚNEL.....	64
ODD060\$ TUBO RANURADO DE PVC, EN TÚNEL	66
ODD070\$ TUBO COLECTOR DE DRENAJE PRINCIPAL DE PVC.....	67
ODD080\$ CANALETA LATERAL	69
ODD090\$ REJILLA CON PLETINAS DE ACERO GALVANIZADO	70

ODD100\$	TUBO COLECTOR DE DRENAJE DE VERTIDOS	71
III. ODE. TRATAMIENTOS ESPECIALES.....		72
ODE010\$	SONDEO DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA EN TÚNEL	72
ODE020\$	PERFORACIÓN A DESTROZA EN TÚNEL PARA DETECCIÓN DE CAVIDADES	73
ODE030\$	INYECCIÓN MORTERO DE CEMENTO EN HUECOS EN EL TRASDÓS DE REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN "IN SITU"	74
ODE040\$	INYECCIÓN DE MICROCEMENTO EN IMPERMEABILIZACIONES	76
ODE050\$	LECHADA DE CEMENTO INYECTADA	78
ODE060\$	MORTERO DE CEMENTO CON ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUADO.....	81
ODE070\$	RESINA INYECTADA EN EL TERRENO	83
ODE080\$	TUBO PARA INYECCIÓN EN TÚNELES	85
ODE090\$	INYECCIÓN DE GEL DE SILICATOS	86
ODE100\$	INSUFLADO DE AIRE.....	88
ODE110\$	RECONSTRUCCIÓN DE MURO DE MAMPOSTERÍA	89
III ODF. PUESTA A TIERRA		90
ODF010\$	PUESTA A TIERRA DE ARMADURAS Y ELEMENTOS METÁLICOS	90

PLIEGO TIPO. UNIDADES DE OBRA. MÓDULO DE OBRA CIVIL

OD – TÚNELES

ODA EXCAVACIÓN EN TÚNELES

ODA010\$EXCAVACIÓN EN TÚNEL DE OBRA NUEVA Y GALERÍAS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

En este Artículo se recogen las operaciones de excavación en túneles, tanto de obra nueva como de galerías, con métodos convencionales: explosivos y medios mecánicos.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

El desmonte de las bocas de los túneles y su posterior soterramiento se regirán por los Artículos OAC030\$ Excavaciones y OADO10\$ Rellenos.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del tipo de terreno (RMR), del medio de excavación (explosivos o medios mecánicos), y de la sección de excavación (avance, destroza o sección completa)

Las estructuras de los túneles artificiales o picos de flauta se regirán de acuerdo a las prescripciones definidas en el capítulo OC "ESTRUCTURAS" del presente Pliego.

CONDICIONES GENERALES

Dependiendo del tamaño de la sección a excavar, de las características geotécnicas del terreno y por el método constructivo empleado, la excavación se efectuará a plena sección o en varias fases sucesivas denominadas habitualmente como: avance (media sección superior), destroza (media sección inferior). Las fases constructivas deben representarse geométricamente en los planos, aunque durante la ejecución de la obra se podrían subdividir estas unidades en secciones parciales, cuando las características del terreno así lo exigieran para garantizar la estabilidad de las secciones excavadas.

En los planos se define la situación y características de los tipos de sostenimiento proyectados para cada una de las clases de terreno que se prevé atravesar y el medio de excavación más adecuado: explosivos, mecánica o mixta.

La sección teórica será superior a 40 m².

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

EXCAVACIONES

Excavación con explosivos

Generalidades

Antes del inicio de los trabajos de excavación, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación, los esquemas de tiro que piense utilizar en los diferentes tipos de terreno. El plan de tiro inicial podrá ser modificado en función de la experiencia adquirida durante la ejecución de la obra, previa aprobación de la Dirección de Obra, por escrito.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 5 de 92

Es especialmente importante que las Direcciones de Obra exijan una modificación del plan de tiro cuando se detecte que se están generando sobreexcavaciones importantes. Esta modificación se debe diseñar para reducir al máximo estos defectos y permitir que el ajuste de la sección excavada a la teórica sea optimizado.

Dadas las características geotécnicas de los terrenos atravesados por los túneles, formados por materiales de distinta dureza, y con planos de debilidad, la excavación con explosivos deberá adecuarse a estas heterogeneidades del terreno para conseguir la optimización de la excavación.

El plan de tiro deberá analizar en particular:

- Tipos y características técnicas de los explosivos previstos.
- Reparto de las cargas de barrenos.
- Diámetro y longitud de los barrenos.
- Distancia entre barrenos.
- Retardos y micro-retardos previstos.
- Cargas instantáneas y cargas totales.

Al establecer las cargas a aplicar se tendrá en cuenta la proximidad de edificios o estructuras que puedan resultar afectados por las voladuras.

El contratista deberá cuidarse del buen recorte de la sección en cualquier tipo de terreno, condición esencial para la correcta aplicación del "Nuevo Método Austríaco". Evitará en particular la dislocación de la roca en el entorno de la excavación y las irregularidades del recorte. Por eso deberá utilizar la técnica del recorte fino, cuyas características principales se indican en el apartado siguiente.

Plan de tiro. Recorte fino

Los barrenos de contorno o de perfil deberán ser rigurosamente paralelos y equidistantes, desviación máxima tolerada de tres centímetros por metro (3 cm/m).

La distancia (E) entre barrenos del perfil no sobrepasará quince veces el diámetro del barreno. La relación entre esta distancia E y la distancia V entre la línea de perfil y la línea de barrenos contigua estará comprendida entre cero con cinco y cero con ocho ($0,5 < E/V < 0,8$).

El tipo de explosivo se seleccionará entre los más adecuados para este trabajo, dentro de los existentes en el mercado.

El explosivo se repartirá uniformemente en toda la longitud del barreno y el diámetro de las cargas será aproximadamente la mitad del diámetro de los barrenos.

Los barrenos del perfil se tirarán simultáneamente y en la última fase de la voladura.

Este tipo de excavación se realizará cuando el RMR esté comprendido entre 35 y 65 o mayor. Se podrá justificar adecuadamente proyecto a proyecto su utilización fuera de este rango.

Excavación con medios mecánicos: retroexcavadora y martillo hidráulico

En terrenos tipo suelo o en obras subterráneas donde el entorno impide el empleo de explosivos, se debe recurrir a la excavación con medios mecánicos.

Se emplea una máquina retroexcavadora, preferiblemente con chasis sobre orugas, con cazo

excavador y un martillo hidráulico.

Para la elección de la máquina retroexcavadora y el martillo hidráulico más adecuado hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Resistencia a compresión simple de la roca. A mayor resistencia se debe emplear una potencia hidráulica superior para obtener la energía de impacto necesaria para romper la roca.
- Grado de alteración y fracturación de la roca que influirá en un mayor rendimiento del picado.
- En función de estos dos aspectos, resistencia a compresión de la roca y grado de fracturación, se elegirá la potencia o peso del martillo hidráulico, el cual lleva asociado una potencia hidráulica y por tanto, una máquina retroexcavadora capaz de proporcionarla.
- Dimensiones de la sección de excavación. Influye en la envergadura de la máquina para alcanzar todos los puntos de la sección, consiguiendo reducir el número de posicionamientos de la máquina.
- La máquina incorporará protecciones en la cabina de control para evitar daños producidos por el material desprendido durante la excavación.

En la actualidad existen máquinas especialmente diseñadas para la excavación de túneles que consiguen una producción más elevada, son las máquinas denominadas ITC, que combinan una máquina retroexcavadora con el sistema de recogida de material excavado que utilizan las rozadoras: bandeja delantera con racletas de recogida y transporte del material a la parte posterior de la máquina.

Este tipo de excavación se realizará cuando el RMR sea menor 35. Se podrá justificar adecuadamente proyecto a proyecto su utilización fuera de este rango.

Excavación mecánica mixta

En determinados tipos de terrenos inestables y de baja calidad geotécnica (fracturación muy intensa o matriz rocosa con tendencia a la plasticidad) en los cuales la eficacia del explosivo es débil o nula (además de peligrosa), se utilizará la excavación mecánica con la eventual utilización de pequeñas cantidades de explosivos para fragmentar las zonas más compactas. En caso de recurrir a la técnica del taqueo, el explosivo no podrá nunca ser utilizado cerca del contorno de la excavación a una distancia inferior a un metro (1 m), a menos que se tomen precauciones especiales análogas a las de recorte fino, que deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra. Este tipo de excavación se considerará también cuando en una formación blanda aparezcan capas cementadas o niveles rocosos no ripables.

Tanto si se utilizan los medios mecánicos solos, como si se utilizan combinados con un taqueo, el acabado del perfil de excavación definitivo se hará con martillo picador (a no ser que se utilice una rozadora).

Excavación a plena sección

La excavación a plena sección puede ser adecuada en los siguientes casos:

1. En terrenos con características geotécnicas muy favorables que permitan abrir áreas de excavación superiores. El límite debe establecerse, además de por criterios geotécnicos, por la capacidad de los equipos de excavación, debiendo especificarse si se ha de utilizar maquinaria no convencional en la excavación de túneles.
2. Cuando las dimensiones de la sección de excavación son reducidas, como galerías de

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 7 de 92

conexión u obras subterráneas singulares, no es favorable subdividir la sección por lo reducido de las particiones.

Longitud de avance

La longitud de avance especificada en Proyecto o, en su caso, la establecida por la Dirección de Obra en función de la experiencia del propio túnel, habrá de ser rigurosamente respetada por el Contratista, ya que constituye uno de los parámetros básicos en la seguridad de la realización de la obra, influye en la calidad del perfilado y en el volumen de sobreexcavación, y en consecuencia afecta a la efectividad de los sostenimientos.

Si no se respetara esta condición, la responsabilidad y riesgo por los excesos que se produjesen en la excavación recaerán sobre el Contratista y será a su cargo el coste de los elementos de sostenimiento adicionales necesarios para garantizar, a juicio de la Dirección de Obra, la rigidez y continuidad del sostenimiento previsto.

La adopción por el Contratista de longitudes de avance inferiores a las especificadas en Proyecto, y no autorizadas por la Dirección de Obra, no tendrá efecto alguno sobre la clasificación del terreno a efectos de abono.

Saneos

Inmediatamente después de la excavación de cada avance y previamente a la colocación de la capa de sellado y el inicio de los sostenimientos, se procederá al saneo de la sección excavada para eliminar bloques potencialmente inestables y la parte de materiales "tronados" y fracturados no desprendidos de la sección.

El saneo se realizará (tanto en las fases de Avance como de Destroza), incluyendo sus respectivos frentes de avance, donde se llevará a cabo con meticulosidad por tratarse de zonas peligrosas, desprovistas normalmente de sostenimiento, donde se realizan diferentes operaciones de obra.

Se realizará un primer saneo con cazo provisto de dientes, eliminando después salientes y bloques de estabilidad dudosa con martillo hidráulico, barras, etc.

La operación de saneo estará siempre vigilada por un capataz experto evitando en todo momento (y especialmente en terrenos muy fracturados) que se produzca el descalce de bloques y el aumento de irregularidades en la sección excavada, que repercutan desfavorablemente en la estabilidad de la sección.

Todas las operaciones descritas en este apartado se considerarán incluidas en los respectivos precios de excavación.

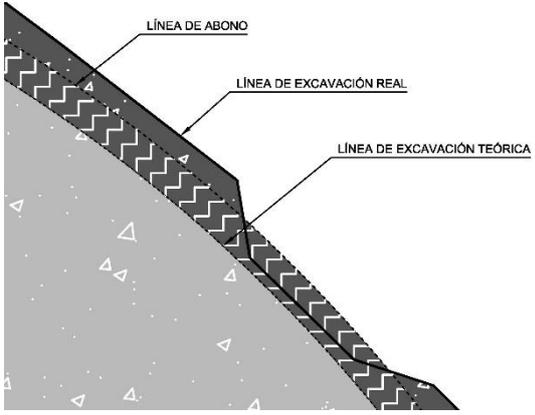
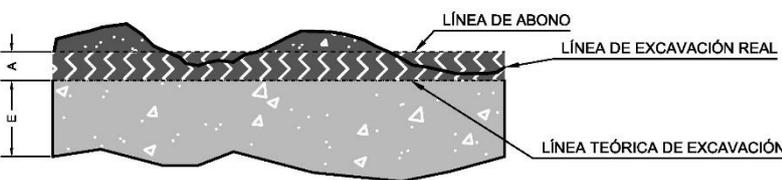
Excesos o defectos en la excavación

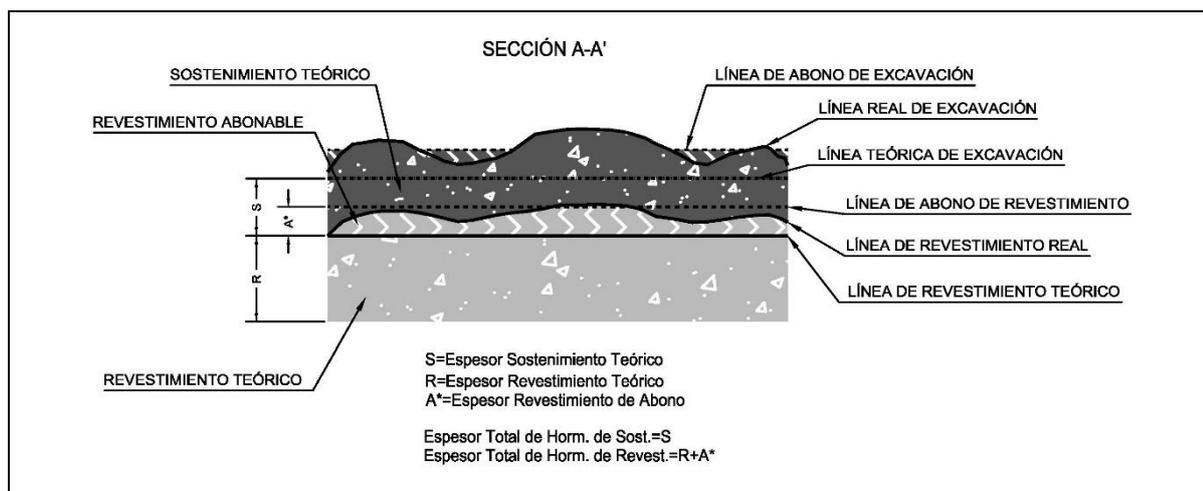
En los planos se define, para cada clase de terreno, la línea teórica de excavación (incluye el espesor del revestimiento + espesor necesario para el sostenimiento previsto) y la línea de abono de la excavación (la anterior más la sobreexcavación juzgada como abonable). El contratista realizará la excavación de la sección para conseguir que el perfil realmente excavado se encuentre todo él dentro de la línea teórica de excavación antes definida. Esta línea incluye la previsión de posibles convergencias y tolerancias de sobreexcavaciones.

Los entrantes y salientes agudos de la excavación respecto al perfil medio real obtenido deberán ser regularizados a su cargo por el contratista, hasta conseguir un ángulo de incidencia próximo a los treinta grados (30º) de cualquier línea de la excavación sobre el perfil medio. La regularización de las concavidades se hará mediante hormigón proyectado (salvo las de mayor tamaño, sin llegar a los cinco metros cúbicos (5 m³), con hormigón convencional o ciclópeo encofrado entre cerchas) y los salientes mediante recorte con martillo rompedor, coincidiendo con la labor de saneo antes definida.

Cuando en el perfil real de la excavación se hubieran producido desprendimientos localizados, de un volumen superior a 5 metros cúbicos (5 m³), el relleno con hormigón entre la línea de abono de la excavación y la superficie del terreno producida después del desprendimiento, será abonable al precio del hormigón de revestimiento.

El relleno de las sobreexcavaciones consideradas abonables se realizará, según los casos: Generalidades: con el propio hormigón proyectado del sostenimiento, en las secciones que incluyan la disposición sistemática de cerchas, y Plan de tiro. Recorte fino: en las demás secciones, con un espesor de hormigón proyectado igual al teórico del sostenimiento. En este último caso, el espesor del hormigón del revestimiento se incrementará en lo necesario, para rellenar hasta el contacto con la superficie del hormigón proyectado (ver esquemas a continuación).

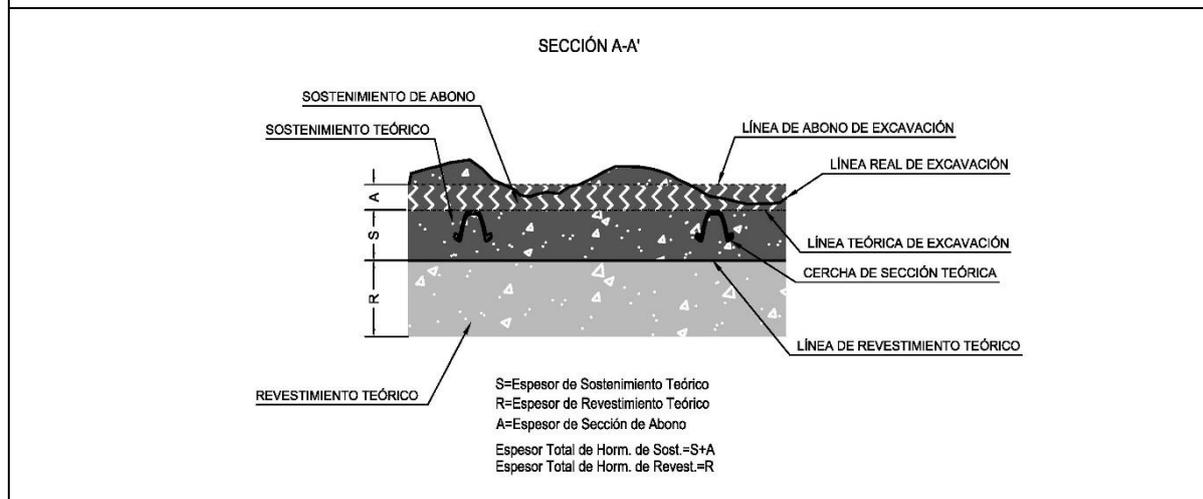
<p><i>Línea de abono de excavación</i></p>	
 <p style="text-align: center;"> E=Excavación Teórica A=Excavación de Abono Excav. Total=E+A </p>	
<p><u>Línea de abono de sostenimiento y revestimiento en terrenos sin cerchas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Espesor de abono de hormigón proyectado = Espesor teórico (S)</i> • <i>Espesor de abono de revestimiento = Espesor teórico (R) + Espesor de abono (A*)</i> <p><i>(A*) Es el incremento de espesor del revestimiento sobre el teórico que coincide con el espesor de la línea de abono de la excavación</i></p>	



Línea de abono de sostenimiento y revestimiento en terrenos con cerchas

- **Espesor de abono de hormigón proyectado = Espesor teórico (S) + Espesor de abono (A)**
- **Espesor de abono de revestimiento = Espesor teórico (R)**

(A) Es el incremento de espesor del sostenimiento sobre el teórico que coincide con el espesor de la línea de abono de la excavación



La estimación inicial del espesor de la línea de abono corresponderá al proyectista en función del método constructivo propuesto y las características geotécnicas del terreno.

Se realizarán las comprobaciones oportunas durante la excavación, de forma que se abonen las sobreexcavaciones reales, siempre que la ejecución de los trabajos se haya realizado de forma correcta por parte del contratista.

La existencia de una o más no conformidades abiertas por la ACO en relación a los trabajos, en cada pase de perforación, barrenado, plan de tiro, longitud de pase, perfilado fino, saneo, desescombro, etc.. determinará que la sobreexcavación real sea considerada por completo responsabilidad del contratista y por tanto considerada como "no de abono" debiendo el contratista asumir los costes de dicha ejecución defectuosa. En estos casos la línea de abono de la excavación se considerará de 0 cm para todo el pase afectado independientemente del cierre de la no conformidad.

En solera, correrán a cargo del Contratista los mayores espesores de hormigón, material de filtro o regularización ocasionados por los excesos de excavación.

Si tras la colocación del sostenimiento se detectaran defectos de gálibo para la colocación del revestimiento en todo su espesor, el Contratista estará obligado a la demolición de las partes afectadas, sustituyendo todos los elementos del sostenimiento e incluyendo los elementos adicionales que la Dirección de Obra juzgue oportunos para la recuperación de la funcionalidad del mismo, en la medida que pueda ser afectada por los trabajos de repicado y reposición (discontinuidades en la capa de hormigón proyectado, anulación de la efectividad de soleras y contrabóvedas, etc.). Todos los trabajos de reposición del sostenimiento, más los adicionales correrán a cargo del Contratista sin derecho a reclamación.

Ordenación de las fases de excavación

En principio es admisible ejecutar la Destroza después de completar el Avance del túnel. Sin embargo, en terreno de calidad deficiente puede ser conveniente llevar ambos tajos muy próximos con objeto de proceder a un rápido cierre de la sección, si no se quiere colocar soleras o apeos intermedios.

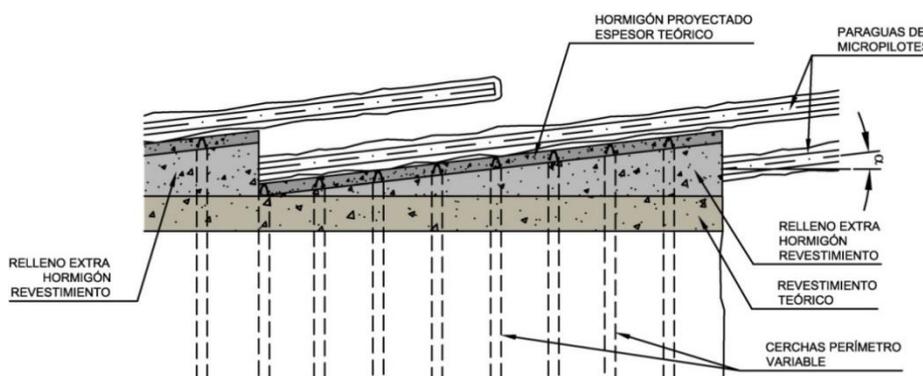
En caso de características del terreno imprevistas, será el Director de Obra quien fijará las fases de la excavación y la distancia entre las mismas.

Cualquiera que sea el método de excavación se aplicarán los precios señalados en el presente Pliego para las fases que se describen.

Los desfases en el tiempo entre las distintas etapas de excavación no supondrán modificación de precios, aunque no coincidan con lo establecido en el proyecto.

Excavación bajo paraguas de protección de micropilotes

En los terrenos donde sea necesario avanzar bajo la protección de un paraguas de micropilotes, se debe tener en cuenta que para la colocación de los micropilotes es necesario hacer las perforaciones con una leve inclinación hacia el exterior de la sección, de esta forma se evita que las desviaciones que puedan producirse en la perforación entren en el gálibo de la sección del túnel. Este hecho provoca que la geometría longitudinal de la bóveda sea troncocónica y no cilíndrica, provocando un incremento longitudinal gradual en el área de excavación, en el perímetro del sostenimiento y en el espesor del revestimiento, como se representa en la siguiente figura.



Suplementos en excavación de túneles y obras subterráneas

Agotamiento y evacuación de agua

El agotamiento y todas las labores necesarias para la evacuación de agua, así como todas las instalaciones, su suministro, montaje y desmontaje, transporte y colocación, los gastos debidos a bombas, tuberías, energía, mantenimiento, etc, y las disminuciones de rendimiento y retrasos que se produzcan en las diferentes operaciones debidas a la presencia de agua se considerarán incluidas a efectos de abono en los precios de las unidades de excavación y sostenimiento, hasta el límite de

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	Pág. 11 de 92
1ª EDICIÓN	JULIO 2021

los caudales máximos previstos en el estudio de proyecto mantenidos en períodos superiores a veinticuatro horas (24 h), en cuyo caso se procederá a abonar un cinco por ciento (5%) adicional sobre los precios de excavación.

En caso de que se superen dichos caudales máximos, serán de abono, a los precios del proyecto, los tratamientos especiales (inyecciones, drenes, etc.) que puedan ser necesarios para reducir las filtraciones a niveles aceptables.

Utilización de explosivos en excavación con limitación de vibraciones

En entornos semiurbanos, protegidos ambientalmente o con estructuras significativas próximas, puede recurrirse al empleo controlado de explosivos para limitar vibraciones, bien con limitaciones en las cargas de explosivo, o bien, restringiendo los horarios de voladuras. Estas circunstancias implican un detrimento en la producción de la excavación del túnel y, por tanto, un encarecimiento de la unidad de obra.

En estos casos y para determinar la afección de las voladuras, se efectuarán ensayos sismográficos para determinar las vibraciones y ensayos de onda sónica.

En el Artículo Auscultación se recogen las medidas adoptables para la reducción de las vibraciones.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Cualquiera que sea el método de excavación ejecutado, el abono de los trabajos se realizará mediante el precio de metro cúbico excavado para cada tipo de terreno.

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

La tramificación de cada tipo de terreno y cada tipo de sostenimiento, indicados en el perfil geotécnico longitudinal, es indicativa y las longitudes de cada uno de ellos se medirán de acuerdo a la realidad, sin que puedan dar lugar a ningún tipo de reclamación las eventuales variaciones de longitud en más o en menos respecto a la previsión inicial.

En ningún caso, por tanto, la longitud de avance ni los sostenimientos se pueden considerar fijos y la Dirección de Obra tendrá capacidad para modificarlos por los que a su juicio se adapten mejor a las características reales del terreno, bien sea atendiendo a razones de seguridad inmediata o por conveniencia a largo plazo. En ningún caso darán lugar a reclamaciones las características del terreno que modifiquen el sistema previsto en el proyecto de construcción.

Corresponde a la Dirección de Obra dar su conformidad por escrito a la calificación del terreno que se haya asignado a partir las observaciones realizadas "in situ", especificando los puntos kilométricos de su aplicación a efectos de la longitud de pase y los sostenimientos previstos.

El precio incluye:

- La excavación, carga y transporte de los productos resultantes al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, y la correcta conservación de éstos hasta su reutilización.
- La formación de los caballeros y los cánones de ocupación que fueran precisos, así como la creación y mantenimiento de los caminos de comunicación entre el túnel y las zonas de utilización o vertido.
- Todas las operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No está incluido en este precio el transporte a vertedero, ni canon de vertido.

NORMA ADIF GENERAL		ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.		COMITÉ DE NORMATIVA	
PARTE 5			
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN	JULIO 2021	Pág. 12 de 92

ODAO20\$EXCAVACIÓN EN TÚNEL EN SERVICIO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

En este Artículo se recogen las operaciones de excavación en túneles en servicio, con métodos convencionales: explosivos, medios mecánicos, medios antideflagrantes o a mano.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del tipo de terreno (Roca, terreno compacto o terreno blando), del medio de excavación (explosivos, medios mecánicos, medios antideflagrantes, o a mano), del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

Dependiendo de las características geotécnicas del terreno y de las características de la vía existente se tendrán varios tipos de excavación.

Las fases constructivas deben representarse geoméricamente en los planos, aunque durante la ejecución de la obra se podrían subdividir estas unidades en secciones parciales, cuando las características del terreno así lo exigieran para garantizar la estabilidad de las secciones excavadas.

En los planos se define la situación y características de los tipos de sostenimiento proyectados para cada una de las clases de terreno que se prevé atravesar y el medio de excavación más adecuado: explosivos, mecánica o mixta.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

EXCAVACIONES

Excavación con explosivos

Generalidades

Antes del inicio de los trabajos de excavación, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación, los esquemas de tiro que piense utilizar en los diferentes tipos de terreno. El plan de tiro inicial podrá ser modificado en función de la experiencia adquirida durante la ejecución de la obra, previa aprobación de la Dirección de Obra, por escrito.

Dadas las características geotécnicas de los terrenos atravesados por los túneles, formados por materiales de distinta dureza, y con planos de debilidad, la excavación con explosivos deberá adecuarse a estas heterogeneidades del terreno para conseguir la optimización de la excavación.

El plan de tiro deberá analizar en particular:

- Tipos y características técnicas de los explosivos previstos.
- Reparto de las cargas de barrenos.
- Diámetro y longitud de los barrenos.
- Distancia entre barrenos.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 13 de 92

- Retardos y micro-retardos previstos.
- Cargas instantáneas y cargas totales.

Al establecer las cargas a aplicar se tendrá en cuenta la proximidad de edificios o estructuras que puedan resultar afectados por las voladuras.

El contratista deberá cuidarse del buen recorte de la sección en cualquier tipo de terreno. Evitará en particular la dislocación de la roca en el entorno de la excavación y las irregularidades del recorte. Por eso deberá utilizar la técnica del recorte fino, cuyas características principales se indican en el apartado siguiente.

Plan de tiro. Recorte fino

Los barrenos de contorno o de perfil deberán ser rigurosamente paralelos y equidistantes, desviación máxima tolerada de tres centímetros por metro (3 cm/m).

La distancia (E) entre barrenos del perfil no sobrepasará quince veces el diámetro del barreno. La relación entre esta distancia E y la distancia V entre la línea de perfil y la línea de barrenos contigua estará comprendida entre cero con cinco y cero con ocho ($0,5 < E/V < 0,8$).

El tipo de explosivo se seleccionará entre los más adecuados para este trabajo, dentro de los existentes en el mercado.

El explosivo se repartirá uniformemente en toda la longitud del barreno y el diámetro de las cargas será aproximadamente la mitad del diámetro de los barrenos.

Los barrenos del perfil se tirarán simultáneamente y en la última fase de la voladura.

Este tipo de excavación se realizará cuando el RMR esté comprendido entre 35 y 65 o mayor.

Excavación con medios mecánicos: retroexcavadora y martillo hidráulico

En terrenos tipo suelo o en obras subterráneas donde el entorno impide el empleo de explosivos, se debe recurrir a la excavación con medios mecánicos.

Se emplea una máquina retroexcavadora, con cazo excavador y un martillo hidráulico de 600 kg de peso.

Este tipo de excavación se realizará cuando el RMR sea menor 35

Longitud de avance

La longitud de avance especificada en Proyecto o, en su caso, la establecida por la Dirección de Obra en función de la experiencia del propio túnel, habrá de ser rigurosamente respetada por el Contratista, ya que constituye uno de los parámetros básicos en la seguridad de la realización de la obra, influye en la calidad del perfilado y en el volumen de sobreexcavación, y en consecuencia afecta a la efectividad de los sostenimientos.

Si no se respetara esta condición, la responsabilidad y riesgo por los excesos que se produjesen en la excavación recaerán sobre el Contratista y será a su cargo el coste de los elementos de sostenimiento adicionales necesarios para garantizar, a juicio de la Dirección de Obra, la rigidez y continuidad del sostenimiento previsto.

La adopción por el Contratista de longitudes de avance inferiores a las especificadas en Proyecto, y no autorizadas por la Dirección de Obra, no tendrá efecto alguno sobre la clasificación del terreno a efectos de abono.

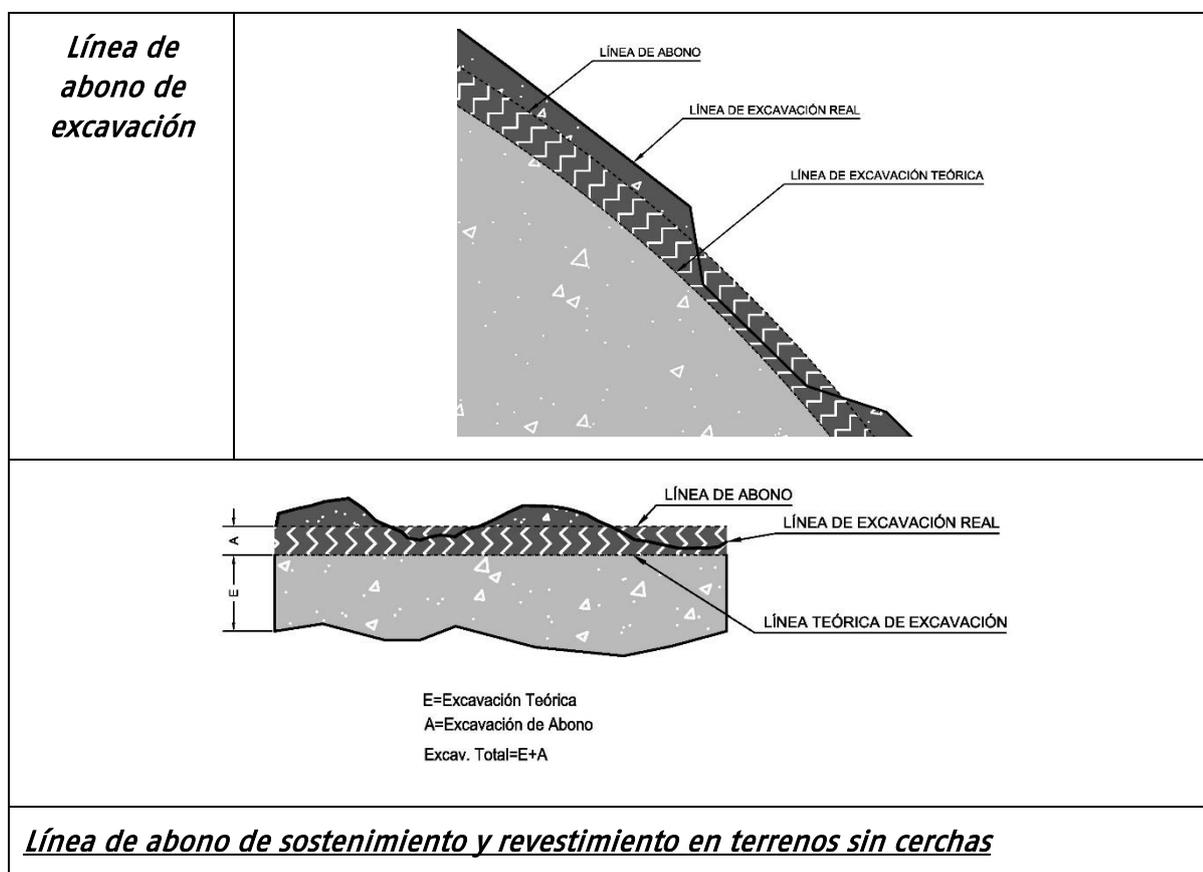
Excesos o defectos en la excavación

En los planos se define, para cada clase de terreno, la línea teórica de excavación (incluye el espesor del revestimiento + espesor necesario para el sostenimiento previsto) y la línea de abono de la excavación (la anterior más la sobreexcavación juzgada como abonable). El contratista realizará la excavación de la sección para conseguir que el perfil realmente excavado se encuentre todo él dentro de la línea teórica de excavación antes definida. Esta línea incluye la previsión de posibles convergencias y tolerancias de sobreexcavaciones.

Los entrantes y salientes agudos de la excavación respecto al perfil medio real obtenido deberán ser regularizados a su cargo por el contratista, hasta conseguir un ángulo de incidencia próximo a los treinta grados (30º) de cualquier línea de la excavación sobre el perfil medio. La regularización de las concavidades se hará mediante hormigón proyectado (salvo las de mayor tamaño, sin llegar a los cinco metros cúbicos (5 m³), con hormigón convencional o ciclópeo encofrado entre cerchas) y los salientes mediante recorte con martillo rompedor, coincidiendo con la labor de saneo antes definida.

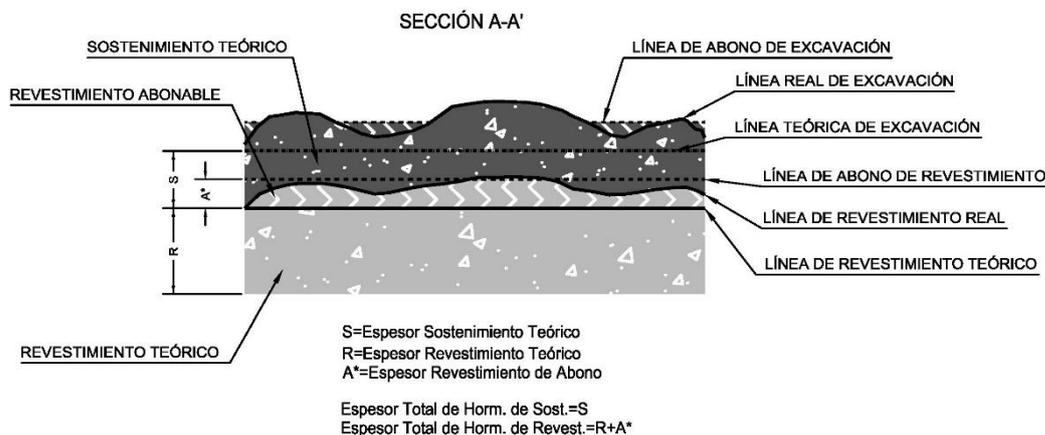
Cuando en el perfil real de la excavación se hubieran producido desprendimientos localizados, de un volumen superior a 5 metros cúbicos (5 m³), el relleno con hormigón entre la línea de abono de la excavación y la superficie del terreno producida después del desprendimiento, será abonable al precio del hormigón de revestimiento.

El relleno de las sobreexcavaciones consideradas abonables se realizará, según los casos: Generalidades: con el propio hormigón proyectado del sostenimiento, en las secciones que incluyan la disposición sistemática de cerchas, y Plan de tiro. Recorte fino: en las demás secciones, con un espesor de hormigón proyectado igual al teórico del sostenimiento. En este último caso, el espesor del hormigón del revestimiento se incrementará en lo necesario, para rellenar hasta el contacto con la superficie del hormigón proyectado (ver esquemas a continuación).



- **Espesor de abono de hormigón proyectado = Espesor teórico (S)**
- **Espesor de abono de revestimiento = Espesor teórico (R) + Espesor de abono (A*)**

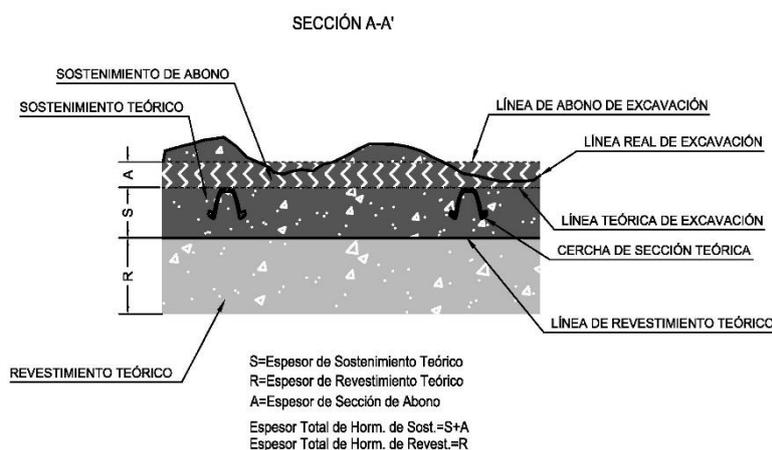
(A) Es el incremento de espesor del revestimiento sobre el teórico que coincide con el espesor de la línea de abono de la excavación*



Línea de abono de sostenimiento y revestimiento en terrenos con cerchas

- **Espesor de abono de hormigón proyectado = Espesor teórico (S) + Espesor de abono (A)**
- **Espesor de abono de revestimiento = Espesor teórico (R)**

(A) Es el incremento de espesor del sostenimiento sobre el teórico que coincide con el espesor de la línea de abono de la excavación



La determinación del espesor de la línea de abono corresponderá al proyectista en función del método constructivo propuesto y las características geotécnicas del terreno.

En solera, correrán a cargo del Contratista los mayores espesores de hormigón, material de filtro o regularización ocasionados por los excesos de excavación.

Si tras la colocación del sostenimiento se detectaran defectos de gálibo para la colocación del revestimiento en todo su espesor, el Contratista estará obligado a la demolición de las partes afectadas, sustituyendo todos los elementos del sostenimiento e incluyendo los elementos

adicionales que la Dirección de Obra juzgue oportunos para la recuperación de la funcionalidad del mismo, en la medida que pueda ser afectada por los trabajos de repicado y reposición (discontinuidades en la capa de hormigón proyectado, anulación de la efectividad de soleras y contrabóvedas, etc.). Todos los trabajos de reposición del sostenimiento, más los adicionales correrán a cargo del Contratista sin derecho a reclamación.

Ordenación de las fases de excavación

En principio es admisible ejecutar la Destroza después de completar el Avance del túnel. Sin embargo, en terreno de calidad deficiente puede ser conveniente llevar ambos tajos muy próximos con objeto de proceder a un rápido cierre de la sección, si no se quiere colocar soleras o apeos intermedios.

En caso de características del terreno imprevistas, será el Director de Obra quien fijará las fases de la excavación y la distancia entre las mismas.

Cualquiera que sea el método de excavación se aplicarán los precios señalados en el presente Pliego para las fases que se describen.

Los desfases en el tiempo entre las distintas etapas de excavación no supondrán modificación de precios, aunque no coincidan con lo establecido en el proyecto.

Suplementos en excavación de túneles y obras subterráneas

Agotamiento y evacuación de agua

El agotamiento y todas las labores necesarias para la evacuación de agua, así como todas las instalaciones, su suministro, montaje y desmontaje, transporte y colocación, los gastos debidos a bombas, tuberías, energía, mantenimiento, etc, y las disminuciones de rendimiento y retrasos que se produzcan en las diferentes operaciones debidas a la presencia de agua se considerarán incluidas a efectos de abono en los precios de las unidades de excavación y sostenimiento, hasta el límite de los caudales máximos previstos en el estudio de proyecto mantenidos en períodos superiores a veinticuatro horas (24 h), en cuyo caso se procederá a abonar un cinco por ciento (5%) adicional sobre los precios de excavación.

En caso de que se superen dichos caudales máximos, serán de abono, a los precios del proyecto, los tratamientos especiales (inyecciones, drenes, etc.) que puedan ser necesarios para reducir las filtraciones a niveles aceptables.

Utilización de explosivos en excavación con limitación de vibraciones

En entornos semiurbanos, protegidos ambientalmente o con estructuras significativas próximas, puede recurrirse al empleo controlado de explosivos para limitar vibraciones, bien con limitaciones en las cargas de explosivo, o bien, restringiendo los horarios de voladuras. Estas circunstancias implican un detrimento en la producción de la excavación del túnel y, por tanto, un encarecimiento de la unidad de obra.

En estos casos y para determinar la afección de las voladuras, se efectuarán ensayos sismográficos para determinar las vibraciones y ensayos de onda sónica.

En el Artículo Auscultación se recogen las medidas adoptables para la reducción de las vibraciones.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

La excavación se medirá sobre perfil teórico de abono.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 17 de 92

La tramificación de cada tipo de terreno y cada tipo de sostenimiento, indicados en el perfil geotécnico longitudinal, es indicativa y las longitudes de cada uno de ellos se medirán de acuerdo a la realidad, sin que puedan dar lugar a ningún tipo de reclamación las eventuales variaciones de longitud en más o en menos respecto a la previsión inicial.

En ningún caso, por tanto, la longitud de avance ni los sostenimientos se pueden considerar fijos y la Dirección de Obra tendrá capacidad para modificarlos por los que a su juicio se adapten mejor a las características reales del terreno, bien sea atendiendo a razones de seguridad inmediata o por conveniencia a largo plazo. En ningún caso darán lugar a reclamaciones las características del terreno que modifiquen el sistema previsto en el proyecto de construcción.

Corresponde a la Dirección de Obra dar su conformidad por escrito a la calificación del terreno que se haya asignado a partir las observaciones realizadas "in situ", especificando los puntos kilométricos de su aplicación a efectos de la longitud de pase y los sostenimientos previstos.

El precio incluye:

- La excavación, carga y extracción de productos al borde de la excavación
- El transporte de los productos en un radio de 100 m. como máximo.
- La ventilación en la zona de trabajo
- Los apuntalamientos y/o andamios necesarios
- La limpieza del lugar de trabajo
- Las herramientas, medios auxiliares y todas las operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No está incluido en este precio el transporte a vertedero, ni canon de vertido.

En el supuesto de que Adif autorice a verter en vertedero de su propiedad la Contrata procederá al extendido y perfilado del mismo

ODA030\$APERTURA DE ROZA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Se define como ejecución de roza en túnel a la operación consistente en la realización de un surco o canal abierto, por medios mecánicos, en hastiales o bóveda mediante derribo selectivo de una parte de los paramentos del túnel.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de la dimensión de la roza (0,20x0,20 m o 0,40x0,40m), de la zona donde se ejecuta (hastiales o bóveda), y del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las estructuras e instalaciones existentes,

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 18 de 92

informando sobre el particular, al Director de la Obra, quien designará los elementos que haya que conservar intactos para su aprovechamiento posterior, así como las condiciones para el transporte y acopio de los mismos a la vista de la propuesta del Contratista. En cualquier caso, el Contratista requerirá autorización expresa para comenzar los derribos y deberá disponer de la iluminación necesaria para la correcta ejecución de los mismos.

Dado que el trabajo se realizará en túnel, la Contrata deberá disponer de la iluminación necesaria para la correcta ejecución de los trabajos.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metro lineal (m) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

Los precios incluyen la apertura de roza, por medios mecánicos, extracción de productos al borde de la demolición, con transporte hasta 100 m. de distancia, ventilación, herramientas y medios auxiliares, así como la disposición de los medios de seguridad y protección reglamentarios.

El precio incluye:

- La apertura de roza por medios mecánicos,
- La carga y extracción de productos al borde de la excavación
- El transporte de los productos en una distancia de 100 m.
- La ventilación en la zona de trabajo
- Las herramientas, medios auxiliares y todas las operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No está incluido en este precio el transporte a vertedero, ni canon de vertido.

ODA040\$REBAJE DE PLATAFORMA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

En este Artículo se recogen las operaciones de excavación en rebaje de la plataforma con métodos convencionales: explosivos, medios mecánicos, medios antideflagrantes o a mano.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del tipo de terreno (Roca, terreno compacto o terreno blando), del medio de excavación (explosivos, medios mecánicos, medios antideflagrantes, o a mano), del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

Dependiendo de las características geotécnicas del terreno y de las características de la vía existente se tendrán varios tipos de excavación.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

EXCAVACIONES

Excavación con explosivos

Generalidades

Antes del inicio de los trabajos de excavación, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación, los esquemas de tiro que piense utilizar en los diferentes tipos de terreno. El plan de tiro inicial podrá ser modificado en función de la experiencia adquirida durante la ejecución de la obra, previa aprobación de la Dirección de Obra, por escrito.

Dadas las características geotécnicas de los terrenos atravesados, formados por materiales de distinta dureza, y con planos de debilidad, la excavación con explosivos deberá adecuarse a estas heterogeneidades del terreno para conseguir la optimización de la excavación.

El plan de tiro deberá analizar en particular:

- Tipos y características técnicas de los explosivos previstos.
- Reparto de las cargas de barrenos.
- Diámetro y longitud de los barrenos.
- Distancia entre barrenos.
- Retardos y micro-retardos previstos.
- Cargas instantáneas y cargas totales.

Al establecer las cargas a aplicar se tendrá en cuenta la proximidad de edificios o estructuras que puedan resultar afectados por las voladuras.

El contratista deberá cuidarse del buen recorte de la sección en cualquier tipo de terreno. Evitará en particular la dislocación de la roca en el entorno de la excavación y las irregularidades del recorte. Por eso deberá utilizar la técnica del recorte fino, cuyas características principales se indican en el apartado siguiente.

Plan de tiro. Recorte fino

Los barrenos de contorno o de perfil deberán ser rigurosamente paralelos y equidistantes, desviación máxima tolerada de tres centímetros por metro (3 cm/m).

La distancia (E) entre barrenos del perfil no sobrepasará quince veces el diámetro del barreno. La relación entre esta distancia E y la distancia V entre la línea de perfil y la línea de barrenos contigua estará comprendida entre cero con cinco y cero con ocho ($0,5 < E/V < 0,8$).

El tipo de explosivo se seleccionará entre los más adecuados para este trabajo, dentro de los existentes en el mercado.

El explosivo se repartirá uniformemente en toda la longitud del barreno y el diámetro de las cargas será aproximadamente la mitad del diámetro de los barrenos.

Los barrenos del perfil se tirarán simultáneamente y en la última fase de la voladura.

Este tipo de excavación se realizará cuando el RMR esté comprendido entre 35 y 65 o mayor.

Excavación con medios mecánicos: retroexcavadora y martillo hidráulico

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 20 de 92

En terrenos tipo suelo o en obras donde el entorno impide el empleo de explosivos, se debe recurrir a la excavación con medios mecánicos.

Se emplea una máquina retroexcavadora, con cazo excavador y un martillo hidráulico de 600 kg de peso.

Este tipo de excavación se realizará cuando el RMR sea menor 35

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m3) según planos y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

La excavación se medirá sobre perfil teórico de abono.

El precio incluye:

- La excavación, carga y extracción de productos al borde de la excavación
- El agotamiento.
- La ventilación en la zona de trabajo
- Las herramientas, medios auxiliares y todas las operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No está incluido en este precio el transporte a vertedero, ni canon de vertido.

ODA050\$DEMOLICIÓN EN TÚNEL DE OBRA NUEVA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Comprende la demolición en túnel de obra nueva bien sea de hormigón en masa, armado o dovelas.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

CONDICIONES GENERALES

El método de demolición a emplear, será de libre elección del Contratista, previa aprobación del Director de Obra y sin que dicha aprobación exima de responsabilidad al Contratista.

En el estudio de demolición deberán definirse al menos:

- Métodos y etapas de demolición.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los apeos y cimbras necesarias.
- Protección y mantenimiento de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Medios de evacuación y definición de zonas de vertido de los productos demolidos.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 21 de 92

- Cronograma de trabajos.
- Pautas de control.

Se estará en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en, materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las operaciones de demolición se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las estructuras e instalaciones existentes, informando sobre el particular, al Director de la Obra, quien designará los elementos que haya que conservar intactos para su aprovechamiento posterior, así como las condiciones para el transporte y acopio de los mismos a la vista de la propuesta del Contratista. En cualquier caso, el Contratista requerirá autorización expresa para comenzar los derribos.

En caso de instalaciones, el corte y retirada de los servicios afectados (agua, teléfono, electricidad, etc.) será realizado por el Contratista bajo las instrucciones de las compañías suministradoras, corriendo a su cargo los gastos o sanciones a que diera lugar su incumplimiento.

La demolición, en su caso, se realizará como mínimo hasta 0,50 metros por debajo de la superficie correspondiente a la cara inferior de la capa de forma. Todos los huecos que quedan por debajo de esta cota deberán rellenarse.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metro cúbico (m³) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

Se medirá el volumen realmente demolido con medios mecánicos, medido en obra.

El precio incluye:

- La demolición
- El corte de paramento con sierra
- El desescombro
- La carga y transporte dentro de la obra sea cual sea la distancia
- La disposición de los medios de seguridad, obtención de licencias, permisos y protección reglamentarios, apuntalamientos y/o andamios necesarios, limpieza del lugar de trabajo, herramientas y medios auxiliares.

No está incluido en este precio el transporte a vertedero, ni canon de vertido.

ODA060\$DEMOLICIÓN EN TÚNEL EN SERVICIO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Comprende la demolición en túnel en servicio bien sea de hormigón en masa o armado, en hastiales, bóveda, contrabóveda o paramentos horizontales.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 22 de 92

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del lugar (hastiales, bóveda, contraboveda o paramentos horizontales), del medio de demolición (mecánica, manual o hidrodemolición), del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

El método de demolición a emplear, será de libre elección del Contratista, previa aprobación del Director de Obra y sin que dicha aprobación exima de responsabilidad al Contratista.

En el estudio de demolición deberán definirse al menos:

- Métodos y etapas de demolición.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los apeos y cimbras necesarias.
- Protección y mantenimiento de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Medios de evacuación y definición de zonas de vertido de los productos demolidos.
- Cronograma de trabajos.
- Pautas de control.

Se estará en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en, materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las operaciones de demolición se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las estructuras e instalaciones existentes, informando sobre el particular, al Director de la Obra, quien designará los elementos que haya que conservar intactos para su aprovechamiento posterior, así como las condiciones para el transporte y acopio de los mismos a la vista de la propuesta del Contratista. En cualquier caso, el Contratista requerirá autorización expresa para comenzar los derribos.

La demolición podrá ser mecánica o manual para la demolición de la contrabóveda y paramentos horizontales o hastiales

La demolición podrá ser de tipo "hidrodemolición" cuando sea en hastiales o bóveda.

En caso de instalaciones, el corte y retirada de los servicios afectados (agua, teléfono, electricidad, etc.) será realizado por el Contratista bajo las instrucciones de las compañías suministradoras, corriendo a su cargo los gastos o sanciones a que diera lugar su incumplimiento.

La demolición, en su caso, se realizará como mínimo hasta 0,50 metros por debajo de la superficie correspondiente a la cara inferior de la capa de forma. Todos los huecos que quedan por debajo de esta cota deberán rellenarse.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metro cúbico (m3) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

Se medirá el volumen realmente demolido, medido en obra.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 23 de 92

El precio incluye:

- La demolición
- El saneamiento de armadura en caso necesario
- El andamiaje y maquinaria
- La ventilación de la zona de trabajo
- La disposición de los medios de seguridad, obtención de licencias, permisos y protección reglamentarios, apuntalamientos y/o andamios necesarios, limpieza del lugar de trabajo, herramientas y medios auxiliares.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No está incluido en este precio el transporte a vertedero, ni canon de vertido.

ODA070\$SANE0 EN TÚNEL

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

En este Artículo se recogen las operaciones de saneo en túnel mediante el fresado o el chorreado (arena o agua)

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del lugar (hastiales o bóveda), del medio de saneo (fresado, chorro de agua o chorro de arena), del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

CONDICIONES GENERALES

Inmediatamente después de la excavación de cada avance y previamente a la colocación de la capa de sellado y el inicio de los sostenimientos, se procederá al saneo de la sección excavada para eliminar bloques potencialmente inestables y la parte de materiales "tronados" y fracturados no desprendidos de la sección.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Esta unidad se podrá realizar mediante tres modos:

- Fresado mecánico, método a realizar para eliminar la lechada superficial con una rugosidad aproximada de 5 mm.
- Las operaciones de fresado se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en elementos existentes que no son objeto de fresado, informando sobre el particular, al Director de la Obra, quien designará los elementos que haya que conservar intactos para su aprovechamiento posterior, así como las condiciones para el transporte y acopio de los mismos a la vista de la propuesta del Contratista.
- Chorro de agua, mediante la proyección de agua a presión (30kg/cm²), para eliminar los

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 24 de 92

restos de suciedad, grasas y polvo del soporte.

- Chorro de arena, mediante la proyección de un abrasivo a presión que limpia la superficie, a través de este método, se elimina toda la lechada superficial y todos los restos de suciedad y grasas del soporte.
- Se empleará como material abrasivo árido de cuarzo o similar atendiendo a lo dispuesto en la norma UNE-EN ISO 8504-2:2020 "Métodos de preparación de las superficies. Parte 2: Limpieza por chorreado abrasivo".

Todas las operaciones incluyen la limpieza del material proyectado y lugar de trabajo.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- La operación de saneo
- La disposición de los medios de seguridad, obtención de licencias, permisos y protección reglamentarios, limpieza del lugar de trabajo, herramientas y medios auxiliares.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODA080\$RELLENOS Y COMPACTADOS EN TÚNEL

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Extendido y compactación de tierras o material filtrante, en túnel

Los materiales considerados para el relleno podrán ser procedentes de la traza, de préstamo, de cantera, así como el material filtrante.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del material de relleno (tierras o material filtrante), y del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

CONDICIONES GENERALES

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la zona de trabajo.
- Situación de los puntos topográficos de referencia.
- Extendido y compactación del relleno.

Las tongadas han de tener un espesor uniforme, no superior a veinte centímetros (20 cm) y han de ser sensiblemente paralelas a la rasante superior del relleno.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 25 de 92

En toda la superficie de las tongadas se ha de llegar, como mínimo, al grado de compactación del noventa y cinco por ciento (95%) sobre la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (UNE 103-501:1994 o equivalente).

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

No se ha de extender ninguna tongada hasta que la inferior cumpla las condiciones exigidas.

Una vez extendida la tongada, si fuera necesario, se ha de humedecer hasta llegar al contenido óptimo de humedad, de manera uniforme.

Si el grado de humedad de la tongada es superior al exigido, se ha de desecar mediante la adición y mezcla de materiales secos, cal viva u otros procedimientos adecuados.

Los rellenos que no se hayan realizado de manera adecuada o en los que se observen asentamientos, se excavarán hasta llegar a una profundidad en la cual el material esté compactado adecuadamente, volviéndose a rellenar y compactar de modo correcto, por cuenta del Contratista, hasta dejar la superficie lisa y capaz de soportar las cargas que vayan a solicitarla.

El proceso de relleno en túnel costa de los siguientes pasos:

- La preparación del terreno o superficie soporte,
- El extendido,
- La humidificación o desecación,
- La compactación y todas las operaciones necesarias para la completa realización de la unidad de obra.

3. MEDICIÓN ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

La medición de relleno en túnel se obtendrá a partir de los perfiles del terreno antes y después de los trabajos sin que puedan superar, como máximo, los de las secciones definidas en Planos.

El precio incluye:

- La preparación del terreno o superficie soporte,
- El extendido,
- La humidificación o desecación,
- La compactación y todas las operaciones necesarias para la completa realización de la unidad de obra.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

III ODB. SOSTENIMIENTOS Y TRABAJOS DE EMBOQUILLE

ODB010\$BULÓN AUTOPERFORANTE

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

La unidad consiste en colocación de bulón autoperforante en túneles anclado al terreno mediante inyección de lechada o mortero de cemento y con boca de perforación perdida y manguitos de unión roscados con junta y tope central y placa de transmisión de las cargas en la parte exterior que permite la tensión del conjunto.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de la carga de rotura.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

CONDICIONES GENERALES

El bulón autoperforante es una barra hueca con barrido de lechada de cemento simultaneo, que lleva una boca perdida de perforación en su punta que se adapta a las diferentes condiciones del terreno. Las barras tienen una longitud entre 1 y 6 m, y cada una se acopla a la anterior ya instalada mediante un manguito de unión.

La barra del bulón estará limpia, no tendrá óxido no adherente, grasa, ni otras sustancias perjudiciales

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La propia barra sirve como elemento de perforación, pudiendo tener una capacidad de carga de rotura de: 10 t, 15 t, 24 t, 30t, 40t, 55t, 90t y 150t.

Se introduce la lechada de cemento por la barra hueca que es el bulón autoperforante, a través de un adaptador de inyección fijado en el equipo de perforación que sirve como fluido de barrido y como elemento de la perforación.

El cemento empleado para la inyección será el tipo CEM II/B-S/42,5.

Una vez llegado a la profundidad de la perforación, la lechada de barrido se cambia por otra de inyección de mayor resistencia.

Se deberá hacer una inspección visual de los bulones antes de su utilización.

Se hará una Comprobación estadística de un 10% de los bulones puestos en obra, así como el control de apriete de las placas. Dicha comprobación se realizará mediante el ensayo de tracción, según norma UNE-EN ISO 6892-1:2020.

También se hará un ensayo de arranque o rotura del bulón colocado

3. MEDICIÓN ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El propio bulón

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 27 de 92

- La lechada o mortero de cemento,
- La inyección
- La boca de perforación perdida y manguitos de unión roscados con junta y tope central
- La placa de anclaje
- Todos los materiales, maquinarias y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad de obra
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODBO20\$BULÓN EN BARRAS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

La unidad consiste en colocación de bulón en barras de acero corrugado B 500, mediante la introducción de las barras en el terreno para que por medio de su resistencia a tracción, a través de un anclaje pasivo de resina o mortero, colabore en la estabilización de la excavación.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del diámetro del bulón.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

CONDICIONES GENERALES

Los bulones se anclan al terreno mediante un anclaje pasivo de resina o mortero, con la correspondiente placa de transmisión de las cargas en la parte exterior de los pernos que permita dar tensión al conjunto.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Perforación del terreno.
- Colocación del bulón y de los materiales de relleno y de anclaje
- Disposición de la placa de reparto

El diámetro de la perforación superará entre 4 y 8 mm, al diámetro de la barra y su longitud será inferior en 10 cm a la longitud del perno.

La barra del bulón estará limpia, no tendrá óxido no adherente, grasa, ni otras sustancias perjudiciales.

El extremo biselado del bulón quedará introducido en la perforación, mientras el extremo roscado sobresaldrá 10 cm del plano de la pared, para permitir la colocación de la tuerca.

La unión entre el bulón y la pared se realizará por medio de una placa de reparto.

La longitud del bulón superará la zona de descompresión o la de inestabilidad para asegurar un anclaje suficiente (Longitud del bulón: ≥ 3 m)

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 28 de 92

Las barras serán de diámetros de 25 mm, 32 mm o 40 mm.

Se deberá hacer una inspección visual de los bulones antes de su utilización.

En la inyección de rocas se podrán utilizar todo tipo de resinas, tanto en forma de monómeros acuosos como de polímeros precondensados. La mezcla de los diversos componentes se realizará en mezcladoras siguiendo las instrucciones del fabricante.

La limpieza de todo el utillaje empleado debe organizarse con rigor para eliminar todo resto de resina antes de que endurezca. Muchos disolventes son inflamables o tóxicos por lo que deben extremarse las medidas de seguridad. Los trapos y otros materiales usados en la limpieza, así como los remanentes de disolvente empleados deben ser depositados en lugar seguro sin producir contaminación.

Los componentes de las resinas sintéticas pueden originar irritaciones en la piel y emanar vapores tóxicos que, a veces, conllevan riesgos graves para las personas. Cuando la inyección se ejecute en espacios cerrados se tomarán las precauciones necesarias para asegurar una ventilación adecuada.

Los fabricantes y los formuladores deberán proporcionar las instrucciones de Seguridad y Salud en los trabajos con resinas sintéticas.

Todos los operarios que manipulen resinas deberán estar provistos de guantes o cremas barrera protectoras, traje apropiado y gafas. Jamás se usarán disolventes sobre la piel para quitarse la resina.

En los espacios cerrados todo el aparellaje eléctrico deberá ser antideflagante.

Se hará una Comprobación estadística de un 10 % de los bulones puestos en obra, así como el control de apriete de las placas. Dicha comprobación se realizará mediante el ensayo de tracción, según norma UNE-EN ISO 6892-1:2020.

También se hará un ensayo de arranque o rotura del bulón colocado.

3. MEDICIÓN ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El propio bulón
- La resina o mortero para el anclaje pasivo,
- La inyección
- La placa de reparto, arandela y tuerca
- Todos los materiales, maquinarias y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad de obra
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODB030\$BULÓN DE EXPANSIÓN

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

La unidad consiste en la colocación de un bulón de acero tubular plegado que inyectado con agua a presión se adapta a la pared del taladro.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de la carga de rotura.

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

CONDICIONES GENERALES

El bulón de acero tubular, que ha sido plegado hacia dentro en toda su longitud, con el fin de reducir su diámetro una vez introducido en la perforación mediante la inyección de agua a presión, se adapta a la pared del taladro.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Perforación del terreno.
- Inserción del bulón hasta que la placa de reparto entra en contacto con el terreno.
- La bomba inyecta agua a alta presión.
- Disposición de la placa de reparto

El bulón esta formados por un tubo de acero, fabricado a partir de una lámina doblemente plegada, que están cerrados en sus dos extremos mediante dos manguitos soldados, uno de los cuales tiene un taladro por el que se puede introducir agua a presión para provocar la expansión del metal.

La barra del bulón estará limpia, no tendrá óxido no adherente, grasa, ni otras sustancias perjudiciales.

La unión entre el bulón y la pared se realizará por medio de una placa de reparto.

Se optará por bulones expansivos con una carga de rotura de: 100 KN, 120 KN, 160 KN o 240 KN.

Se deberá hacer una inspección visual de los bulones antes de su utilización.

Se hará una Comprobación estadística de un 10 % de los bulones puestos en obra, así como el control de apriete de las placas. Dicha comprobación se realizará mediante el ensayo de tracción, según norma UNE-EN ISO 6892-1:2020.

También se hará un ensayo de arranque o rotura del bulón colocado

3. MEDICIÓN ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El propio bulón

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 30 de 92

- La inyección
- La placa de reparto, tuerca y perno de anclaje
- Todos los materiales, maquinarias y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad de obra
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODB040\$BULÓN DE FIBRA DE VIDRIO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

La unidad consiste en la colocación de un bulón de fibra de vidrio en sostenimiento o tratamiento del frente de excavación de túneles y obras subterráneas.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del tipo de bulón:

- de barra maciza y $\varnothing 25$ mm
- de barra maciza y $\varnothing 32$ mm
- conformado por tres tiras de vidrio y bastidor de polietileno, con 1.400 kn de resistencia a tracción

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Perforación del terreno.
- Inserción del bulón hasta que la placa de reparto entra en contacto con el terreno.
- Inyección de lechada o mortero de cemento.
- Disposición de la placa de reparto

El cemento empleado para la inyección será el tipo CEM II/B-S/42,5.

En el caso de ser tres tiras de vidrio la inyección se realizará con mortero de cemento MCP-5 de dosificación 1:4

La barra del bulón estará limpia, no adherente, grasa, ni otras sustancias perjudiciales.

La unión entre el bulón y la pared se realizará por medio de una placa de reparto.

Se utilizarán barras de diámetros de 25 mm, 32 mm o tres tiras de vidrio y bastidor de polietileno con 1.400 Kn de resistencia a tracción.

Se deberá hacer una inspección visual de los bulones antes de su utilización.

Se hará una Comprobación estadística de un 10 % de los bulones puestos en obra, así como el control de apriete de las placas. Dicha comprobación se realizará mediante el ensayo de tracción, según norma UNE-EN ISO 6892-1:2020.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 31 de 92

También se hará un ensayo de arranque o rotura del bulón colocado

3. MEDICIÓN ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El propio bulón
- La inyección
- La placa de reparto, tuerca y perno de anclaje
- Todos los materiales, maquinarias y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad de obra
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODB050\$ MALLA ELECTROSOLDADA EN SOSTENIMIENTO DE TÚNEL EXISTENTE

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Se denominan mallas electrosoldadas a los productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas.

Se reforzarán con bulones y cables de acero, de forma que retengan los bloques rocosos desprendidos en el túnel.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36092:2014 o equivalente.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de los siguientes parámetros:

- la cuadrícula de la malla
- el diámetro del alambre que la conforma
- el lugar de colocación (hastiales, bóveda o contrabóveda)
- el tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Los diferentes paños de malla deben quedar cosidos mediante puntos de unión con un punto de doble torsión de los hilos guía cada 30-40 cm, con cable o con grapas.

Los cables de acero, en la opción simple o de doble cable, deben pasar por todos los bulones y quedar unidos mediante placas que permitan que el cable corra pero que impidan su salida.

Se habrá de tener en cuenta y las precauciones necesarias para no afectar a las vías existentes.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 32 de 92

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- La malla, la parte proporcional de solapes y alambre de atar
- El cable de acero de refuerzo.
- La ventilación en la zona de trabajo
- Los apuntalamientos y/o andamios y todos los medios necesarios para trabajos en altura, los cálculos para su justificación y dimensionamiento, así como el resto de herramientas, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No incluye los bulones ni otros elementos de fijación

ODB060\$ MALLA ELECTROSOLDADA EN SOSTENIMIENTO DE TÚNEL NUEVO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Se denominan mallas electrosoldadas a los productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas.

Se reforzarán con bulones y cables de acero, de forma que retengan los bloques rocosos desprendidos en el túnel.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36092:2014 o equivalente.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de los siguientes parámetros:

- la cuadrícula o paso de malla
- el diámetro del alambre que la conforma
- el lugar de colocación (hastial y bóveda, o contrabóveda)

Se atenderá a lo dispuesto en la norma ADIF NAP 2-3-1.0+M1

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Los diferentes paños de malla deben quedar cosidos mediante puntos de unión con un punto de doble torsión de los hilos guía cada 30-40 cm, con cable o con grapas.

Los cables de acero, en la opción simple o de doble cable, deben pasar por todos los bulones y quedar unidos mediante placas que permitan que el cable corra pero que impidan su salida.

Se habrá de tener en cuenta y las precauciones necesarias para no afectar a las vías existentes.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- La malla, la parte proporcional de solapes y alambre de atar
- El cable de acero de refuerzo.
- La ventilación en la zona de trabajo
- Los apuntalamientos y/o andamios y todos los medios necesarios para trabajos en altura, los cálculos para su justificación y dimensionamiento, así como el resto de herramientas, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No incluye los bulones ni otros elementos de fijación

ODB070\$CERCHA EN CUALQUIER DISPOSICIÓN

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Se denomina cercha a la formación de elementos estructurales con perfiles de acero, que sirven para entibación y sostenimiento del terreno.

Las cerchas están formadas por perfiles laminados de acero

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de los siguientes parámetros:

- Tipo de Perfil de Acero (THN, HEB o Reticulares)
- Tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la zona de trabajo
- Replanteo y marcado de los ejes
- Colocación y fijación provisional de la pieza
- Aplomado y nivelación definitivos
- Ejecución de las uniones, en su caso
- Comprobación final del aplomado y de los niveles

Perfil THN. – Las cerchas podrán ser tipo THN 16.5, THN 21, THN 29

Los sectores son colocados uno sobre otro solapándose y se mantienen unidos por dos abrazaderas o grapas. La deformabilidad de estos cuadros es consecuencia del montaje de los mismos. La resistencia al deslizamiento depende del grado de apriete de las abrazaderas.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 34 de 92

Las condiciones técnicas de suministro de estos productos se especifican a continuación en la Norma UNE 36530:1999 o equivalente. La designación del tipo de acero empleado para su fabricación se ha establecido de acuerdo con la Norma UNE-EN 10027-1:2017 y -2:2016.

Perfil HEB. – Las cerchas con perfiles HEB podrán ser tipo HEB-140, HEB-160 o HEB-180

Los perfiles HEB son de alta resistencia, usados para conservar la sección con poca deformación o donde el espesor del terreno descomprimido alrededor del túnel debe ser limitado de una manera estricta. Los sectores se unen para formar el arco completo mediante uniones atornilladas entre las placas.

Las condiciones técnicas de suministro de estos productos se especifican a continuación en la Norma UNE-EN 10025-1:2006.

Las uniones se harán con tronillos que cumplirán con las siguientes condiciones:

- Los agujeros para los tornillos se harán con taladradora mecánica
- Los tornillos y las tuercas no se deben soldar, a menos que lo explicita el pliego de condiciones técnicas particulares.
- Se colocarán el número suficiente de tornillos de montaje para asegurar la inmovilidad de las piezas armadas y el contacto íntimo de las piezas de unión.
- Las tuercas se montarán de manera que su marca de designación sea visible después del montaje.

En los tornillos sin pretensar, cada conjunto de tornillo, tuerca y arandela(as) se apretará hasta llegar al "apretado a tope" sin sobretensar los tornillos. En grupos de tornillos este proceso se hará progresivamente empezando por los tornillos situados en el centro. Si es necesario se harán ciclos adicionales de apriete.

Antes de empezar el pretensado, los tornillos pretensados de un grupo se apretarán de acuerdo con lo indicado para los tornillos sin pretensar. Para que el pretensado sea uniforme se harán ciclos adicionales de apriete.

Se retirarán los conjuntos de tornillo pretensado, tuerca y arandela(as) que después de apretados hasta el pretensado mínimo se aflojen.

El apriete de los tornillos pretensados se hará mediante uno de los procedimientos siguientes:

- Método de la llave dinamométrica.
- Método de la tuerca indicadora.
- Método combinado.

Las superficies que han de transmitir esfuerzos por rozamiento se limpiarán de aceites con limpiadores químicos. Después de la preparación y hasta el armado y atornillado se protegerán con cubiertas impermeables.

Reticulares. – Las cerchas reticulares podrán ser tipo TE 15-20-22 y TE 50-20-32

Son cerchas formadas por redondos de acero, que luego son recubiertas de hormigón. Las barras se empalman por soldadura y se ensamblan con placas. La sección recta de estos elementos es generalmente triangular y se usan normalmente en terreno rocoso relativamente estable o como refuerzo de obra existente.

Las uniones de los perfiles se realizarán mediante soldadura:

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 35 de 92

Los procedimientos autorizados para realizar uniones soldadas son:

- Por arco eléctrico manual electrodo revestido
- Por arco con hilo tubular, sin protección gaseosa
- Por arco sumergido con hilo/alambre
- Por arco sumergido con electrodo desnudo
- Por arco con gas inerte
- Por arco con gas activo
- Por arco con hilo tubular, con protección de gas activo
- Por arco con hilo tubular, con protección de gas inerte
- Por arco con electrodo de wolframio y gas inerte
- Por arco de conectores

Las soldaduras se harán protegidas de los efectos directos del viento, de la lluvia y de la nieve.

En obra y a disposición del personal encargado de soldar habrá un plan de soldeo, que incluirá, como mínimo, detalle, dimensiones y tipo de las uniones, especificaciones de los tipos de electrodos y precalentamiento, secuencia de soldadura, limitaciones a la soldadura discontinua y comprobaciones intermedias, giros o vueltas de las piezas necesarias para la soldadura, detalle de las fijaciones provisionales, disposiciones frente al desgarro laminar, referencia al plano de inspección y ensayos, y todos los requerimientos para la identificación de las soldaduras.

Las soldaduras se harán por soldadores certificados por un organismo acreditado y cualificados según la UNE-EN ISO 9606-1:2017.

Antes de empezar a soldar se verificará que las superficies y bordes a soldar son apropiados al proceso de soldadura y que están libres de fisuras.

Todas las superficies a soldar se limpiarán de cualquier material que pueda afectar negativamente la calidad de la soldadura o perjudicar el proceso de soldeo. Se mantendrán secas y libres de condensaciones.

Los componentes a soldar estarán correctamente colocados y fijos en su posición mediante dispositivos apropiados o soldaduras de punteo, de manera que las uniones a soldar sean accesibles y visibles para el soldador. No se introducirán soldaduras adicionales.

El montaje de la estructura se hará de manera que las dimensiones finales de los componentes estructurales estén dentro de las tolerancias establecidas.

Los dispositivos provisionales utilizados para el montaje de la estructura, se retirarán sin dañar las piezas.

Las soldaduras provisionales se ejecutarán siguiendo las especificaciones generales. Se eliminarán todas las soldaduras de punteo que no se incorporen a las soldaduras finales.

Cuando el tipo de material del acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir un endurecimiento de la zona térmicamente afectada, se considerará la utilización del precalentamiento. Éste se extenderá 75 mm en cada componente del metal base.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 36 de 92

No se acelerará el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

Los cordones de soldadura sucesivos no producirán muescas.

Después de hacer un cordón de soldadura y antes de hacer el siguiente, es necesario limpiar la escoria mediante una piqueta y un cepillo.

Las soldaduras y el metal base adyacente no se pintarán sin haber eliminado previamente la escoria.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El suministro y aporte del material a pie de obra
- Los tresillones de arriostamiento
- Las grapas y resto elementos de sujeción
- La ventilación en la zona de trabajo
- Los apuntalamientos y/o andamios y todos los medios necesarios para trabajos en altura, los cálculos para su justificación y dimensionamiento, así como el resto de herramientas, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODB080\$CHAPA NERVADA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Es la chapa nervada o troquelada de 2 mm de espesor y 9 ondas por panel, empleada como encofrado perdido en sostenimiento o en rellenos, sean en interior o protección de emboquilles de túneles, o de obras subterráneas

Se distinguen dos unidades de obra dependiendo de si se utiliza en interior o en protección de emboquilles.

CONDICIONES GENERALES

El uso de la chapa nervada en la ejecución de túneles consiste en la colocación, inmediatamente después de la excavación, de un sostenimiento rígido compuesto por cerchas sobre las que se monta una chapa troquelada denominada chapa nervada, dejándose hasta la superficie de excavación una distancia igual al espesor del recubrimiento. Posteriormente se hormigona detrás de la chapa, sirviendo ésta como encofrado perdido y armadura.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las chapas nervadas son troqueladas, onduladas y curvadas con el radio correspondiente, realizan la función de encofrado en el hormigonado y de armadura del hormigón una vez este ha fraguado.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 37 de 92

Como protección adicional en la entrada del túnel y como resguardo frente a un desprendimiento ocasional por el talud frontal, se construye una visera compuesta de paneles de chapa nervada anclados sobre una estructura de cerchas que siguen el perímetro de la bóveda del túnel. Esta protección se denomina "visera" y es la transición entre la excavación subterránea y la boquilla o túnel artificial.

Esta chapa nervada también se utiliza como encofrado perdido para relleno de cavidades que pudieran aparecer durante la excavación y como revestimiento estructural. En esta segunda función, la chapa también actúa como encofrado perdido del hormigón bombeado del revestimiento y además incorpora unas armaduras especialmente diseñadas en su trasdós. La terminación del paramento interior es con una capa de hormigón proyectado para embeber la chapa en su intradós.

Para la ejecución de este sistema de revestimiento y de las viseras de protección son necesarios los siguientes elementos:

- Cerchas de montaje articuladas: son perfiles de acero, curvados con el radio de hormigonado, y provistas de articulaciones para así poder desmontarse y transportarse. Están dimensionadas para soportar el empuje del hormigón colocado tras la chapa y la presión de las rocas hasta que el revestimiento de hormigón alcance toda su capacidad resistente. En las viseras de protección las cerchas son fijas y por tanto no articuladas. Las cerchas están definidas en el artículo ODB070\$ "CERCHA EN CUALQUIER DISPOSICIÓN" del presente Pliego
- Chapas nervadas. Chapas metálicas troqueladas, onduladas y curvadas, de 2 mm. de espesor y 1 m² de superficie útil, solapadas y unidas entre sí por medio de pasadores también metálicos. Realizan la función de encofrado en el hormigonado y de armadura del hormigón una vez este ha fraguado. Se montan sobre las cerchas y se solapan unas con otras, entrelazándose con pernos. Cada chapa una vez montada tiene una superficie útil de un metro cuadrado (1 m²).
- Posteriormente se procede al bombeo del hormigón, en el caso de usarla para revestimiento o a la proyección de hormigón proyectado en el caso de las viseras.

La instalación de la chapa nervada es compatible con el control y gunitado del terreno y además proporciona un refuerzo adicional con el recubrimiento final del túnel realizado con los elementos anteriores, de la siguiente forma:

- A medida que se va realizando la excavación se colocan las cimbras de montaje, arriostradas con los tubos separadores. Partiendo de la base y a cada lado de la sección, se va montando la chapa nervada, solapando y uniendo los sucesivos tramos con pasadores hasta llegar a la clave del túnel.
- Una vez colocada la chapa se hormigona el hueco que queda entre ella y la superficie del terreno, que debe tener un espesor mínimo de 1/15 a 1/20 del radio de la sección. Las ranuras de la chapa facilitan su adherencia y completa unión con el hormigón al refluir éste por ellas y por los huecos que quedan entre los solapes de los tramos contiguos; al mismo tiempo, estas ranuras facilitan la eliminación del agua sobrante durante el vibrado.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El suministro y aporte del material a pie de obra
- Los perfiles y puntales provisionales para sujeción y fijación del encofrado

NORMA ADIF GENERAL		ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.		COMITÉ DE NORMATIVA	
PARTE 5			
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN	JULIO 2021	Pág. 38 de 92

- La ventilación en la zona de trabajo para trabajos en interior de túnel
- Los apuntalamientos y/o andamios y todos los medios necesarios para trabajos en altura, los cálculos para su justificación y dimensionamiento, así como el resto de herramientas, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODB090\$ENTIBACIÓN Y DESENTIBACIÓN

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Se define como entibación y desentibación en túneles, a las operaciones de instalación y desmontaje de estructuras rígidas y sólidas provisionales que se encargan de contener las zonas excavadas, para prevenir el desprendimiento del terreno.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de los siguientes parámetros:

- el lugar de colocación (hastiales o bóveda)
- el tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

Esta unidad consiste en la entibación y desentibación fuerte de madera, en hastiales o bóveda de túnel, con cubrimiento de bóvedas del 100%, con puntales de madera (diámetro mínimo 9 cm), o metálicos. Comprendiendo también la colocación de los elementos de contención, apuntalamiento con puntales, acodado de cada nudo y arriostrado, *il* herramientas y medios auxiliares.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La entibación se realizará según avance la excavación, protegiendo y entibando el frente, hasta permitir hormigonar toda la bóveda. La entibación se realizará en las siguientes fases del proceso de excavación de un túnel:

- Excavación de la bóveda. Realmente se inicia con una galería de avance, entibada en la zona de clave, que va unos metros por delante de la bóveda, y desde la que se ensancha la excavación de esa zona. Esta excavación va unida a la debida entibación.
- Hormigonado de la bóveda con inyección del trasdós para rellenar huecos y asegurar el contacto terreno-hormigón.
- Excavación y entibación de hastiales por batches, previa excavación en destroza.

Tras la ejecución y entrada en funcionamiento del sostenimiento definitivo del túnel, se procederá a la desentibación o desmontaje y retirada de todos los elementos utilizados para la entibación.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 39 de 92

El precio incluye:

- El suministro y aporte del material a pie de obra
- La colocación de los elementos de contención
- El apuntalamiento con puntales
- El acodado de cada nudo y arriostrado
- El desmontaje y retirada de los elementos de entibación (desentibación)
- La ventilación en la zona de trabajo
- Todos los medios necesarios, incluso para trabajos en altura, así como el resto de herramientas, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODB100\$FLEJE DE ACERO INOXIDABLE

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Consiste en la instalación de flejes de acero inoxidable como sistema de contención del terreno

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

El Fleje será de acero inoxidable de 5 cm de anchura y 3 mm de espesor, colocado longitudinalmente como cierre de lámina vista, y transversalmente como refuerzo.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

El fleje se colocará como cierre de lámina vista (longitudinalmente), y como refuerzo (transversalmente), sujetándose mediante sujeciones químicas con varilla o taco de más de 10 cm de longitud cada metro.

Para su instalación se emplearán equipos formados por tijeras elevadoras, pórticos o andamios homologados.

Se suministrarán con el marcado europeo marcado CE y cumplirá con las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 10088-4:2010

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 40 de 92

- El suministro y aporte del material a pie de obra
- La instalación
- Las sujeciones químicas con varilla o taco
- La ventilación en la zona de trabajo
- Todos los medios necesarios, incluso para trabajos en altura, así como el resto de herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODB110\$MICROPILOTE EN TÚNEL ARMADO CON ARMADURA TUBULAR DE ACERO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Se define como micropilote de tubo de acero en túnel, a un elemento resistente a compresión y tracción, constituido por un tubo de acero colocado en un taladro perforado en el terreno y recibido en éste mediante un mortero de cemento inyectado.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del diámetro de perforación, y de las dimensiones (diámetro y espesor) de la armadura tubular empleada.

Armadura tubular

Tubo de acero laminado UNE-EN 10025 tipo S275JR, generalmente provisto de válvulas para inyección en su extremo inferior, que constituye el elemento resistente del micropilote.

Bulbo de anclaje

Ensanchamiento, situado en la parte más profunda del micropilote, formado por una mezcla de cemento, inyectada a presión a través de las válvulas de la armadura tubular. La misión del bulbo es la transmisión de la carga que soporta el micropilote al terreno.

CONDICIONES GENERALES

Perforación de taladros y colocación de armaduras

El método de perforación se adaptará a la naturaleza del terreno y las características de los micropilotes. Se tomarán las debidas precauciones para evitar erosiones y derrumbes en las paredes de los taladros al colocar las armaduras.

Inyección de los micropilotes

Se realizará en tres (3) fases:

- a) Inyección, sin presión, del espacio anular entre armaduras y terreno.
- b) Inyección, a presión, del bulbo del micropilote.
- c) Inyección del relleno del interior de la armadura tubular.

Puesta en servicio o en carga

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 41 de 92

En su caso, se someterá al micropilote a una precompresión para suprimir los asientos elásticos de éste antes de realizar el apoyo de la estructura a la que sirva de cimentación.

Tolerancias geométricas

Replanteo de los ejes	± 10% D
Profundidad de la perforación	+ 1% L
Aplomado	± 2% L
Posición de las armaduras	Nula
Recubrimiento de las armaduras	Nula

Materiales

-Armadura tubular

La armadura de los micropilotes estará formada por un tubo de acero, cuyo diámetro, espesor y restantes características se definen en planos. La extremidad inferior del tubo tendrá, a intervalos regulares, unas válvulas para inyectar las mezclas en la ejecución de los micropilotes.

-Lechada de inyección

Se ajustará a lo dispuesto en el capítulo ODD "Impermeabilización y drenaje de túneles" del presente pliego.

Equipos

Los equipos para la ejecución de micropilotes se pueden agrupar, fundamentalmente, en:

- Equipos de perforación de taladros.
- Equipos de inyección.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

GENERALIDADES

Las actividades que requiere la ejecución de micropilotes son:

- Replanteo de taladros.
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares.
- Perforación de taladros.
- Colocación de tubos y ejecución de las inyecciones.
- Puesta en servicio de los micropilotes.
- Retirada de equipos y limpieza de tajos.
- Ensayos previos y en ejecución.

El Contratista deberá colocar en el tubo que forma la armadura del micropilote, antes de su introducción en el taladro, unos centradores, espaciados a lo largo del fuste entre uno (1 m) y un metro y medio (1,5 m), o según ordene el Director de Obra, para que los tubos queden perfectamente centrados dentro del taladro. El tipo de centrador será presentado al Director para su aprobación.

Los centradores quedarán perdidos, formando parte del micropilote y ocuparán el menor espacio posible.

Se establecerá una distancia mínima de un metro (1 m) entre micropilotes que se inyecten y taladros que se perforan, que, en su caso, se podrá revisar en función de la permeabilidad del terreno, con el fin de evitar deslaves producidos en la mezcla que se inyecta o en la recién inyectada.

El Contratista deberá efectuar un control continuo del estado de la obra, registrando, al menos, las longitudes perforadas en cada taladro, las longitudes de tubos colocados, las dimensiones del bulbo, la presión y volumen de inyección necesario para formarlo y el volumen de las inyecciones de relleno.

Se confeccionarán gráficos donde se anoten, de forma unívoca y sencilla, los datos antes citados además de los que se consideren necesarios para que la Dirección de Obra y el personal responsable por parte del Contratista puedan conocer, en todo momento, el estado del proceso de la ejecución, sin cometer errores.

El Contratista deberá tener, en todo momento, el control de todas las operaciones de ejecución de los micropilotes, siendo responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en alguna de las operaciones antes citadas o en cualquier trabajo que realice dentro del recinto de la obra.

Perforación de taladros.

Antes de introducir la armadura tubular, se comprobará que el taladro tiene la profundidad y el diámetro requerido.

Colocación de los tubos y ejecución de las inyecciones.

-Colocación de los tubos.

Las armaduras tubulares, provistas de centradores, se introducirán en sus respectivos taladros con el mayor cuidado, sin golpearlas ni forzarlas, especialmente en el caso de taladros realizados en terrenos blandos y no entubados, a efectos de evitar derrumbamientos en éstos.

-Ejecución de las inyecciones.

Se procederá a la ejecución de las tres fases de inyección para formar el micropilote.

La primera fase se ejecutará inyectando a través de la última válvula, sin presión, hasta que la mezcla rebose por el espacio anular entre la armadura tubular del micropilote y el terreno. Se formará así una vaina constituida por una mezcla de cemento, que se dejará fraguar antes de proceder a la inyección de la segunda fase.

La segunda fase de inyección consistirá en la formación de bulbo de anclaje del micropilote al terreno. Se inyectará a presión, generalmente entre uno y medio y tres MegaPascales (1,5-3,0 MPa), a través de cada válvula, un determinado volumen de mezcla. Este volumen deberá ajustarse, en obra, a las características del terreno, debiéndose realizar ensayos previos "in situ".

Finalmente, se rellenará de mezcla de cemento el interior de la tubería que constituye la armadura tubular del micropilote.

CONTROL DE CALIDAD

El Contratista estará obligado a efectuar el Control de Producción, según el Programa de Control propuesto por él y aprobado por el Director de Obra; este Programa deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

Será de aplicación el control de los materiales empleados en la ejecución de los micropilotes, tanto

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.	COMITÉ DE NORMATIVA
PARTE 5	
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 43 de 92

a su llegada a la obra como en el momento anterior a su utilización; se prestará especial atención a la oxidación o corrosión que puedan sufrir los tubos metálicos que constituyen la armadura de los micropilotes.

El Contratista estará obligado a efectuar, de manera permanente y sistemática, el control de los parámetros de inyección del micropilote, tanto en lo que se refiere a la inyección del espacio anular, que servirá para proteger la armadura de la corrosión, como a la inyección del bulbo.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (m) realmente ejecutados según planos, y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Todas las operaciones y materiales necesarios, así como los costes de control y ensayos, tanto de ejecución como previos.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No se abonarán las sobreexcavaciones, ni las sobreperforaciones por encima de los valores definidos en el Proyecto. Tampoco se abonarán sobreconsumos de mortero por expansiones del fuste al atravesar terrenos blandos o por cualquier otra causa.

III ODC. REVESTIMIENTOS

ODC010\$PASAMANOS EN TÚNEL FORMADO POR TUBO DE ACERO GALVANIZADO DE DIÁMETRO 60 MM

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Los pasamanos metálicos situados en los hastiales sobre las aceras o pasillos de evacuación.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las piezas del pasamanos estarán unidas mediante soldadura a las placas de anclaje sobre el revestimiento del túnel. Dichas placas se dejarán colocadas a la hora de ejecutar el revestimiento del túnel.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo y alineación de los elementos que forman el pasamanos.
- Suministro del pasamanos.
- Suministro de la placa de anclaje con imprimación antioxidante, pletinas, patillas de anclaje y demás elementos necesarios para su total terminación.
- Ejecución de los dados de anclaje, si fuera necesario.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 44 de 92

- Montaje y colocación del pasamanos.
- Limpieza y recogida de tierras y restos de obra.
- Pintura del pasamanos.
- Incorporarán su correspondiente puesta a tierra.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (m) realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- el pasamanos y su colocación,
- el material para recibido de los anclajes,
- el pintado del pasamanos
- su mantenimiento hasta recepción de la obra.

ODC020\$HORMIGÓN ARMADO EN DOVELA PREFABRICADA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

El presente artículo se refiere al revestimiento de túneles mediante anillos construidos con dovelas prefabricadas de hormigón, armadas con barras de acero corrugado, y dotadas de juntas estancas. Comprende las especificaciones para la fabricación de las dovelas, así como para su montaje e instalación dentro de la cola del escudo de la máquina TBM. El montaje de las dovelas se efectúa antes de cada avance, manteniéndose en todo momento el contacto entre el sellado de la cola del escudo y el anillo previamente construido.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del tipo de hormigón empleado.

CONDICIONES GENERALES

Documentación a presentar por el Contratista relativa a las dovelas

El Contratista deberá presentar, con la antelación suficiente, y nunca menor de treinta días (30 d), los cálculos justificativos del diseño de formas y armaduras de las dovelas, dentro de los límites y condiciones establecidas en este artículo, para la aprobación o reparos de la Dirección de Obra.

Prestará atención especial al diseño de los elementos de unión y de las cajas y rebajes necesarios para su alojamiento, así como a las interferencias que estas formas especiales puedan crear en la disposición de las armaduras, así como la previsión de entalles y biselados para alojamiento de juntas y facilidad del montaje de dovelas será objeto del mayor cuidado.

Presentará los planos de detalle necesarios para la definición, absolutamente precisa, de todos los elementos integrantes de las dovelas, así como los auxiliares para manipulación, montaje, sellado e inyección, con los oportunos justificantes de que cada uno de los materiales y sistemas cumple las prescripciones contenidas en este artículo, y en los restantes del presente PPTP que puedan resultar

de aplicación.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

2.1 FABRICACIÓN DE DOVELAS PARA EL REVESTIMIENTO DEL TÚNEL

Las dovelas serán suministradas por un fabricante especializado y desde una planta o factoría dedicada sólo a la producción de elementos prefabricados de hormigón. El diseño y fabricación de la planta, el control de los procedimientos de producción y los procedimientos de calidad serán responsabilidad de personal especializado y experimentado familiarizado con la fabricación de elementos prefabricados de gran resistencia y durabilidad y dimensionalmente exactos.

El contratista podrá proponer a la Dirección de Obra, para su aprobación si ésta lo considera oportuno, un diseño de dovelas diferente al propuesto en el proyecto. En este caso el Contratista deberá presentar su propuesta con el tiempo suficiente para que, si resulta aceptada, no interfiera en el proceso de construcción del túnel. Además, la propuesta del Contratista deberá estar justificada con el nivel similar el de los cálculos realizados en el anejo correspondiente de éste proyecto y no implicará ninguna modificación en las tolerancias de calidad de ejecución y de montaje ni en los precios unitarios establecidos en el proyecto.

Moldes

Exigencias de fabricación

Los moldes metálicos para los elementos prefabricados tendrán una solidez adecuada para garantizar su indeformabilidad durante el proceso constructivo y la superficie interior será lisa.

Las juntas serán totalmente estancas para evitar la fuga de líquido de la lechada del hormigón. Los moldes incluirán todas las bandas biseladas y radiales, agujeros para tornillos, huecos para acoplar perfiles, revestimientos y núcleos, según se indica en los planos. Se marcarán las superficies de encuentro rayándolas para facilitar el montaje de las dovelas. Los componentes sueltos del molde que podrían afectar la integridad del mismo serán claramente identificados como parte del molde.

Detalles a presentar

El contratista presentará a la Dirección de Obra los planos detallados del diseño de los moldes que se utilizarán en todos los trabajos de prefabricación, para su aceptación antes de realizar ningún elemento.

Las partes de un molde correspondientes al juego de un anillo no serán intercambiadas con las del juego de otro, y habrá un sistema de marcaje para evitar que esto ocurra.

La superficie terminada del hormigón producido por el molde será lisa y compatible con las necesidades específicas de las juntas de la cola del escudo.

Materiales

Armadura

La armadura de acero a disponer en la dovela estará formada por redondos corrugados.

La armadura de acero será del tipo B500 de gran resistencia a la tracción fabricado por una compañía aprobada y cumplirá las normas nacionales y europeas.

Cumplirá las siguientes características:

- Límite elástico (fyK) = 510 N/mm².
- Módulo de elasticidad = 210 kN/mm².

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 46 de 92

Para facilitar la producción de jaulas prefabricadas, las barras pueden ser soldadas o conectadas por alambre de atar o bien soldadas de forma no estructural por un proceso eléctrico aprobado, que mantendrá el cumplimiento de los criterios del ensayo de tracción.

Tolerancias

Las tolerancias y holguras con respecto a los largos suministrados, el corte, plegado y colocación de la armadura cumplirán los siguientes requisitos específicos:

- Largo de corte: +0 -5mm.
- Posición de plegado: +0 -5mm.

Antes de cortar, doblar o montar cualquier armadura, el fabricante presentará a la aceptación de la Dirección de Obra, sus propuestas para fabricar las jaulas de armadura para la construcción de las dovelas.

Estas propuestas incluirán el empleo de los útiles de montaje y secciones prefabricadas necesarios para asegurar un montaje rápido y con precisión que garanticen la estabilidad dimensional.

Se mantendrán las jaulas de armaduras secas y almacenadas de tal forma que no se deterioren.

La tolerancia del recubrimiento de las armaduras será de más menos cinco milímetros (± 5 mm)

Manipulación de jaulas

El fabricante demostrará a plena satisfacción de la Dirección de Obra que se puede levantar y colocar la armadura en forma de jaula sin que se dañe o distorsione.

Las jaulas se apilarán sobre "camillas" que aseguren la no deformación de las mismas.

Piezas intercaladas

Las piezas intercaladas para formar agujeros de cuelgue y otros trabajos provisionales podrían ser aceptables sin una capa protectora contra la corrosión, pero tienen que estar posicionadas de tal forma que quede un espacio mínimo de treinta milímetros (30 mm) entre ellas y la armadura.

Hormigón

El hormigón para las dovelas prefabricadas del túnel tendrá una resistencia característica a compresión de cuarenta y cinco Newton por milímetros cuadrados (45 N/mm^2) a los veintiocho días (28 d) en el ensayo con probetas cilíndricas HA-45/P/12.

El contenido de cemento no será superior a quinientos kilogramos por metro cúbico (500 kg/m^3) y será del tipo CEM I cincuenta y dos con cincuenta (52,5 SR).

Ejecución de los trabajos del hormigonado

Antes de comenzar la producción el fabricante proporcionará un informe sobre cómo se propone llevar a cabo todas las operaciones relacionadas con la fabricación y montaje de las dovelas prefabricadas y dicho informe incluirá lo siguiente:

- Detalles de la plataforma de moldeado incluyendo el lugar de la fabricación, ensayo y almacenamiento de las dovelas.
- Un programa que incluya las pruebas de mezcla del hormigón, el diseño y la fabricación de los prototipos de los moldes, el establecimiento de la zona de hormigonado y el diseño y fabricación de los moldes.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 47 de 92

- Disposiciones generales de las líneas de producción y detalles de los moldes típicos.
- Los métodos propuestos de vibrado, curado y protección de los elementos durante el almacenamiento.
- El programa propuesto para la garantía de calidad.
- El método propuesto para manipular y transportar los elementos y la logística

No se empezará ningún trabajo de hormigonado hasta que la Dirección de Obra haya dado su visto bueno a este informe.

La orientación del vertido del hormigón se estudiará a fin de lograr las tolerancias dimensionales especificadas, la calidad del hormigón, el acabado de superficie y la precisión en las superficies de las juntas.

La resistencia mínima característica a compresión para el desmoldeo será de veinte Newton por milímetro cuadrado (20 N/mm²).

Si según los procedimientos de producción, hay que levantar y apilar las dovelas inmediatamente después de quitar los moldes, se demostrará a satisfacción de la Dirección de Obra que la resistencia del hormigón en dicho momento, para cualquier método propuesto de elevación, será la adecuada para no dañar el hormigón.

Mientras duren los trabajos de perforación del túnel, se mantendrá una existencia de dovelas con veintiocho días (28 d) y aptas para ser utilizadas, suficientes para cubrir las necesidades de perforación durante cuatro (4) semanas según el programa de obra, salvo durante las últimas fases de cierre de la perforación del túnel cuando se irán reduciendo las existencias. Se desarrollará un programa mensual de hormigonado y suministros apropiados para los siguientes cuatro meses, para llevar un control de las existencias, así como las necesidades de actualización.

Marcado de las dovelas

Todas las dovelas del revestimiento del túnel serán marcadas para identificar su clase y tamaño, utilizando un método no destructivo.

Se formarán en la dovela las marcas indicadas a continuación fijando un encofrado al molde de tal forma que los caracteres aparecen en la superficie interior de la dovela a una altura mínima de cincuenta milímetros (50 mm) y con una profundidad mínima en el hormigón de dos milímetros (2 mm) y máxima de cuatro milímetros (4 mm).

- Fecha del moldeo.
- Tipo de dovela (según el código indicado en los Planos).
- Número de molde.

Acabados de la superficie superficies que no van contra el molde

Se acabará la superficie primero con una llana y luego pasando un cepillo suave. La superficie quedará libre de ralladuras. En caso de necesitar llevar a cabo alguna reparación sobre la superficie, se aplicará el mismo acabado en la zona reparada.

La irregularidad general de la superficie no será superior a un milímetro (1,0 mm) entre la altura de la protuberancia más alta y la profundidad máxima de las indentaciones.

La desviación de una regla en el lado de un metro (1 m) no será superior a más menos dos milímetros (± 2 mm).

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.	COMITÉ DE NORMATIVA
PARTE 5	
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 48 de 92

- Superficies hormigonadas contra el molde:
Se prevé que la irregularidad máxima aceptable será protuberancia redondeada con una altura de cero con cinco milímetros (0,5 mm) por encima de la superficie general del hormigón.
La irregularidad general de la superficie aceptable no será mayor de un milímetro (1,0 mm) desde la altura máxima de las protrusiones a la profundidad máxima de las indentaciones.
- Todas las superficies:
Las coqueras con un tamaño superior a cinco milímetros (5 mm) y las fisuras se repararán antes de aplicar cualquier recubrimiento, utilizando materiales apropiados para el tamaño del defecto y cuyo comportamiento se ha comprobado satisfactorio en los ensayos previos a la producción de los elementos.

Tolerancias e Inspección

Organización de inspección

El contratista es responsable del control de fabricación, transporte y colocación de las dovelas. Una organización competente de control de calidad e inspección será responsable de la producción de las dovelas con la calidad y precisión necesarias y además llevará a cabo las inspecciones especificadas en esta sección.

Se comprobará que las dovelas tengan la precisión dimensional utilizando un sistema de medición aceptado por la Dirección de Obra.

Frecuencia de inspección

Se hará una inspección visual de todas las dovelas producidas, o bien cualquier otro porcentaje acordado. La calidad de los hormigones se controlará según lo especificado en la EHE.

Todas las unidades del mismo tipo serán intercambiables y las dimensiones para cada unidad indicadas en los Planos serán reproducidas con precisión dentro de las tolerancias indicadas más abajo, la precisión de la orientación de las caras de las juntas tiene una gran importancia.

Montaje de prueba

Para comprobar el aparejamiento, separación de los agujeros para los tornillos y la intercambiabilidad de las dovelas atornilladas y antes de iniciar la fabricación a gran escala, el fabricante montará unas dovelas y las unirá con tornillos de un tamaño de tres milímetros (3 mm) más pequeño en diámetro que los agujeros para los tornillos indicados en los Planos. Se llevará a cabo este proceso sobre una base plana y nivelada aprobada por la Dirección de Obra, atornillando las dovelas para formar tres anillos rectos de cada tamaño de revestimiento en presencia de la Dirección de Obra y a su plena satisfacción. Los anillos serán construidos uno encima de otro. No se rellenarán las juntas. Se mantendrá el anillo inferior como anillo de prueba durante el contrato. Las dovelas serán elegidas al azar o por la Dirección de Obra. Se llevarán a cabo los ensayos en una zona bajo cubierta que tendrá una grúa y que se mantendrá seca y limpia.

Tolerancias dimensionales

Las tolerancias se medirán con respecto a una plantilla que represente exactamente la superficie circunferencial de una dovela perfectamente dimensionada.

Un mandril con un diámetro de tres milímetros (3 mm) más pequeño que el diámetro del agujero diseñado para los tornillos, estará centrado en la posición de cada uno de dichos agujeros, proyectándose desde la plantilla. Se colocará la plantilla sobre la superficie de las dovelas para que los mandriles encajen perfectamente en los agujeros para los tornillos. Las tolerancias se medirán

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.	COMITÉ DE NORMATIVA
PARTE 5	
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 49 de 92

simultáneamente en cualquier posición de la plantilla de posibilidades que permitan los mandriles.

- Longitud de los arcos de las superficies de las juntas circunferenciales más menos uno y medio $\pm 1,5$ min de arco.
- Borde interior por el largo de las dovelas cuadrando con la plantilla más menos dos milímetros (± 2 mm).
- Borde exterior por el largo de las dovelas cuadrando con la plantilla más menos tres milímetros (± 3 mm).
- Espesor de la dovela más menos tres milímetros (± 3 mm).
- Desviación de las superficies de la junta circunferenciales teóricos más menos un milímetro (± 1 mm).
- Anchura de la dovela más menos un milímetro (± 1 mm).

La superficie de la junta circunferencial será paralela a los planos teóricos por cualquier línea radial más, menos cero con cincuenta milímetros ($\pm 0,5$ mm).

Ajuste de la cara de la junta circunferencial con la superficie interior de la dovela más, menos cero con cincuenta metros ($\pm 0,5$ mm).

Ajuste de las superficies planas de carga en las superficies de junta radial con la superficie interior de la dovela relativo al ángulo teórico más menos un milímetro (± 1 mm).

Torsión de la superficie interior de la dovela relativa a la superficie en cualquier punto elegido más menos un milímetro (± 1 mm).

Desajuste de la superficie media de la cara de la junta radial relativa más menos un milímetro (± 1 mm).

Desviación de las superficies radiales de la junta de la superficie media más menos cero con veinticinco milímetros ($\pm 0,25$ mm).

Excentricidad de la línea de contacto en la cara de la junta radial entre dos dovelas posicionadas de tal forma que sus caras interiores estén posadas en un sólo arco con un radio igual al radio teórico del túnel más menos cinco milímetros (± 5 mm).

Diámetro de los agujeros de los tornillos más menos un milímetro (± 1 mm).

Perpendicularidad de los agujeros para los tornillos con respecto al plano teórico circunferencia más menos veinte ± 20 min de arco.

Diámetro interior y diámetro del círculo primitivo del anillo de ensayo más menos cuatro milímetros (± 4 mm).

Registros

Se mantendrá un registro de las unidades hormigonadas en cada molde y cualquiera de ellos que se distorsione o que produzca unidades defectuosas será retirado de servicio hasta comprobar que vuelve a ser satisfactorio.

Se dispondrá, para inspección dentro de las veinticuatro horas (24 h) por la Dirección de Obra, de un informe detallado del resultado de cada dovela medida.

Ensayos de prefabricación

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.	COMITÉ DE NORMATIVA
PARTE 5	
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 50 de 92

Dimensiones de los moldes

El Contratista llevará a cabo un ensayo de prefabricación a escala natural utilizando el primer juego de moldes para un anillo con un espesor de doscientos cincuenta milímetros (250 mm). Las dimensiones internas de los moldes serán medidas exactas de cero con uno milímetros (0,1 mm) antes de cada vertido de prueba. Se efectuará una prueba de cada molde. Cada unidad tendrá una jaula completa de armadura.

Medida de las dovelas de ensayo

Las dovelas se medirán lo antes posible después de retirar los moldes.

Se curarán y almacenarán las dovelas bajo condiciones equivalentes a aquellas utilizadas durante la producción para las obras. Se medirán las dovelas a los siete, veintiocho y noventa días (7, 28 y 90 d). Se registrarán la temperatura y la humedad del medio ambiente, así como la temperatura del hormigón y cualquier otro detalle significativo.

Resistencia inicial rápida

Si las necesidades de producción requieren el uso de técnicas para fomentar una resistencia inicial rápida, entonces se harán unos ensayos a escala natural para determinar o valorar los efectos sobre la resistencia a largo plazo y la durabilidad que resultan del uso de dichas técnicas.

Ensayos de curado

Se efectuarán ensayos para determinar las necesidades de aislamiento de la superficie para las dovelas después de retirarlas de los moldes. Se mantendrán los materiales de aislamiento en su lugar hasta que la temperatura de la superficie del hormigón haya alcanzado la temperatura del medio ambiente.

Cambios

Cualquier cambio en la procedencia de los materiales, método de vibrado, curado o variación de las características de los materiales que no esté contemplado en las variaciones previstas de esta sección, será notificado a la Dirección de Obra y será necesario demostrar que la mezcla cumple todo lo necesario según esta sección.

Ensayos para establecer la durabilidad

Requisitos para los ensayos

Para establecer que los requisitos de los criterios de mezcla se cumplen, se efectuarán ensayos antes de la producción de las dovelas y por medio de laboratorios independientes experimentados o en el laboratorio del Contratista bajo la dirección de técnicos debidamente experimentados y cualificados.

El Contratista entregará los detalles del programa de ensayos y procedimientos para cumplir los siguientes requisitos.

Hormigón

Se tomarán testigos de las dovelas de ensayo cuando se realice la prueba a escala natural.

Además, se seguirán ensayando las dovelas hormigonadas durante el primer mes de producción. Dichos ensayos se harán con dovelas seleccionadas por el Ingeniero Director, pero en un máximo de cuatro dovelas.

Se efectuarán pruebas con testigos de cien y ciento cincuenta milímetros (100-150 mm) de diámetro retirados de la dovela después de los veinte ocho días (28 d) de curación.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 51 de 92

El Contratista realizará ensayos para demostrar que el hormigón está suficientemente impermeabilizado y resistente para su uso en los túneles.

Manipulación y transporte de las dovelas

Las dovelas fabricadas se almacenarán apiladas por anillos en dos paquetes cada anillo. Entre dovelas se dispondrán separadores de madera a una distancia no inferior a tres quintos (3/5) de la dimensión de la pieza y con un desfase en vertical entre separadores de un nivel y los del siguiente inferior a diez centímetros (10 cm) excepto para el apoyo de la dovela de cierre.

El transporte hasta el frente de avance del túnel se realizará en estos mismos paquetes no pudiéndose apilar en vertical más de dos paquetes (un anillo).

Daños en la puesta en obra.

Si durante la colocación de los anillos se provocasen daños en las dovelas estas deberán ser reparadas inmediatamente utilizando mortero de reparación.

El contratista presentará a la Dirección de Obra para su aprobación el procedimiento de reparación de desperfectos de las dovelas y los criterios de aceptación y rechazo de las mismas.

El mortero de reparación deberá ser aprobado por la Dirección de Obra. Esta operación se considera incluida en el precio de la ejecución del túnel.

2.2 MONTAJE E INSTALACIÓN DE LAS DOVELAS

Colocación de las dovelas

Las dovelas serán transportadas, mediante un tren, hasta la tuneladora donde serán descargadas y suministradas, una a una, al erector de dovelas para colocarlas en el lugar correspondiente del anillo de construcción, con las tolerancias que más adelante se indican. No se podrán colocar los anillos hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia especificada, y haya sido específicamente autorizada por la Dirección de Obra.

El espesor, el diámetro interior y la longitud media del anillo de dovelas serán los señalados en el Documento nº 2 Planos.

El orden de colocación será el de la numeración indicada en planos, acabando el anillo siempre con la dovela de cierre (de menor dimensión). Cada pieza se colocará presionando contra la dovela anterior y contra el anillo ya colocado de forma que se deforme la junta de estanqueidad y se puedan colocar los anillos. Se cuidará que en la operación de colocación no se deterioren las condiciones de las juntas (junta de estanqueidad, fieltro bituminoso, etc.) reponiendo en su caso las que resulten deterioradas.

Los tornillos tirafondos se deberán apretar con un par tal que permita obtener un esfuerzo axial en el tirafondo de cien kiloNewton (100 kN).

Para las operaciones de aproximación de dovelas y apriete contra el anillo anterior se utilizarán como elementos auxiliares los gatos de empuje del escudo. Los gatos correspondientes a cada dovela deberán quedar apretados con objeto de sujetarla hasta que se completa el anillo y, una vez realizado el avance del escudo, se replieguen para recomenzar el ciclo.

El apoyo de los gatos deberá ser uniforme en toda la superficie del plato del empuje.

Sobre el anillo acabado se colocará la pieza de solera para circulación de trenes de operación. Esta dovela se solidarizará al anillo mediante dos tornillos fijados a los casquillos correspondientes del anillo.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 52 de 92

Inmediatamente después de que la junta de grasa de la tuneladora deje un hueco en el trasdós de un anillo de dovelas se rellenará dicho hueco mediante la inyección de mortero de cemento, en la parte inferior cien grados Centígrados (100 °C) y mortero o gravilla con lechada en la superior (resto del perímetro). En zonas con mucha agua se rellenará con gravilla la parte inferior.

Las dovelas se irán colocando desde la propia máquina tuneladora formando anillos sucesivos cuyo trasdós, una vez fuera de la cola de escudo por el avance del conjunto, es inyectado continuamente con mortero o gravilla con lechada rellenando el hueco ("gap") que queda entre el anillo y el terreno. De esta forma se logra un contacto regular terreno-revestimiento y, en consecuencia, una buena transmisión de esfuerzos. Al mismo tiempo, se obtiene la impermeabilización del túnel.

El anillo será preferentemente del tipo universal compuesto por dovelas rectangulares y trapeziales, a fin de permitir completar el trazado de todo el túnel con un único modelo de anillo. La adaptación a las curvas del trazado, cuyo radio mínimo será el fijado en Planos, se logrará alterando la posición de cada anillo respecto al precedente. Dado que los valores del alabeo pueden considerarse despreciables, la conicidad del anillo se definirá de acuerdo con el valor indicado.

Las juntas radiales y longitudinales estarán resueltas mediante contactos planos.

Las uniones entre dovelas durante su colocación deben realizarse mediante bulones metálicos rectos equipados con casquillos.

No se podrá introducir en el túnel, para su colocación, dovelas que tengan una edad inferior a veintiocho días (28 d).

En todas sus caras perimetrales las dovelas incorporarán una junta elastomérica flexible, de las características que se describen más adelante, en el apartado correspondiente, para dar estanqueidad al conjunto del anillo, así como placas de apoyo para distribuir las presiones ejercidas sobre las dovelas y evitar roturas, según definición de los Planos.

Tolerancias de montaje

Las tolerancias en el montaje de las dovelas serán las siguientes:

- Resalte o ceja máxima (escalón) entre dovelas sucesivas: menor a tres milímetros (< 3 mm).
- Desenfrente de taladros para alojar los tornillos: más menos cinco milímetros (\pm 5 mm).
- Diámetro interno del anillo: cero con dos por ciento (0,2 %).
- Apertura de las juntas radiales: No se debe poder introducir una galga metálica de un milímetro (1 mm). Además, no se admitirá la pérdida de contacto entre hormigón y fieltro bituminoso en ninguna de las dos caras de éste en más del cinco por ciento (5%) de la superficie de contacto de cada junta y siempre en tramos de menos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de longitud.

Presiones de empuje

El movimiento de escudo hacia adelante será resultado del empuje de los gatos contra el anillo del revestimiento previamente construido. La carga del empuje de los gatos acoplados con zapatas de madera dura o similar se distribuirá uniformemente sobre las dovelas para evitar dañarlas. Las cargas de empuje aplicadas serán medidas y expuestas donde el operador del escudo las pueda ver con claridad.

En caso de empujes excepcionales, se colocará una estructura metálica para el apoyo de los gatos.

Desconchados y fisuras en las dovelas

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 53 de 92

No se permitirá la puesta en obra de ninguna dovela que, a su llegada a la tuneladora, presente desconchones o fisuras.

Las dovelas que sufran desperfectos durante su manipulación en la tuneladora, se podrán colocar salvo que los desperfectos hayan deteriorado las juntas de estanqueidad que, en ese caso, deberán ser respuestas antes de colocar la dovela.

En cualquier caso, los desconchones que se produzcan en las dovelas deberán ser reparados con un mortero de resina epoxi y las fisuras que aparezcan deberán ser reparadas con una microinyección de resina epoxi.

Cargas inducidas en las dovelas

El Contratista no podrá, en ningún momento del proceso constructivo, inducir en las dovelas de los anillos cargas que hagan peligrar su integridad.

En concreto no se admitirá que se utilicen elementos que transmitan a las dovelas la reacción necesaria para impedir la contrarrotación de la tuneladora en el caso de bloqueo de la cabeza de corte.

La sujeción de elementos auxiliares podrá ser autorizada por la Dirección de Obra previa presentación por parte del Contratista de las características de los elementos a sujetar y la evaluación de las cargas que éstos inducirán en las dovelas.

Dovelas instrumentadas

En los planos está definida la instrumentación que se colocará en las dovelas que se indican o en las que designe la Dirección de Obra, para medir los empujes del terreno y la acción de los cilindros de avance de la tuneladora.

Estas dovelas deberán ser aportadas por el Contratista, introduciendo en el proceso de fabricación de las dovelas la colocación de la correspondiente instrumentación.

Descripción de las juntas elastoméricas

Se trata de juntas que van adheridas a las superficies de contacto entre dovelas continuas, permitiendo la creación de una junta estanca al colocar una dovela junto a otra en su posición definitiva.

Deberán ser de tipo Phoenix o similar de veintiséis milímetros (26 mm) de espesor.

Las juntas se unirán al hormigón de la dovela utilizando un producto adhesivo que pegue por contacto.

Las juntas deben cumplir las especificaciones siguientes:

- Filtro bituminoso: Módulo de elasticidad mínimo treinta y cinco Newton por milímetro cuadrado (35 N/mm²) para espesor dos con cincuenta milímetros (2,5 mm).
- Junta de estanqueidad s/ DIN 7865-1: Dureza ShA: sesenta y dos más menos cinco (62 ± 5).
- Resistencia a la tracción: Diez Newton por milímetro cuadrado (10 N/mm²).
- Alargamiento en rotura: Mínimo trescientos ochenta grados (Mín 380°)
- Deformación remanente por compresión: 186 h/23°C máximo veinte por ciento (-Máx 20%).

Tornillería de unión

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 54 de 92

Sus características serán las siguientes:

- Tornillos: calidad 8 T.
- Arandelas: F-115.
- Vainas roscadas / homologación fabricante.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutado y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Fabricación, curado y transporte de las dovelas a pie de obra
- Colocación en obra
- Reinyección de huecos, reparaciones e instalaciones exteriores e interiores del túnel.
- Ventilación en la zona de trabajo
- Todos las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

No se realizarán descuentos en la medición por inserciones de galerías en el túnel de línea.

ODC030\$RELLENO DE GRAVILLA SELECCIONADA Y LECHADA DE CEMENTO DEL REVESTIMIENTO DE DOVELAS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

El presente artículo se refiere al relleno de gravilla seleccionada y lechada de cemento inyectados en trasdós del revestimiento de dovelas, en sobreexcavaciones.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Este relleno, en sobreexcavaciones, será de gravilla con posterior inyección de lechada. La parte inferior del anillo cien grados (100°) se rellenará de mortero por la cola de la máquina (o con gravilla por el primer (1°) anillo, cuando haya abundante agua). El resto del perímetro se rellenará de gravilla inmediatamente (cuando el terreno sea inestable) por el primer (1°) anillo. Si el terreno es estable se podrá rellenar la parte superior con mortero desde el quinto (5°) anillo como máximo (llegando en este anillo el relleno a la clave).

Una vez rellenado de gravilla, se deberá inyectar lechada de cemento posteriormente para rellenar los huecos. Esta inyección deberá realizarse desde el Back-up de la máquina. El contratista es responsable de asegurar el perfecto relleno del trasdós, por lo que deberá realizar un control sistemático para comprobar la inexistencia de huecos. En caso de detectarse huecos, se realizarán a su costa las campañas de reinyección necesarias.

Al inicio de la obra, el contratista presentará a la Dirección de Obra para su aprobación los procedimientos para la ejecución de los rellenos y los correspondientes controles. A lo largo de la obra, y a la vista de los resultados de los controles, la Dirección de Obra podrá exigir la revisión de

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 55 de 92

dichos procedimientos.

La gravilla tendrá un diámetro nominal de seis a nueve milímetros (6-9 mm).

La lechada tendrá una relación agua / cemento adecuada para lograr una consistencia uniforme fluida pero no más, de tal forma que asegura que fluye libremente a todas partes de los huecos del relleno de gravilla que hay que rellenar.

La gravilla se colocará con un equipo soplador operado con aire comprimido a través de orificios previstos con esta finalidad en las dovelas. De esta manera se asegurará el contacto uniforme entre la roca y el trasdós del anillo. A continuación, se inyectarán los vacíos del relleno de gravilla con lechada de cemento utilizando una bomba de inyección.

Las prescripciones y requerimientos del proceso de ejecución, las presiones de inyección, así como las características, composición y proporciones de los materiales de relleno (gravilla y lechada) deberán ser aprobados por la Dirección de Obra a propuesta del contratista.

Se determinará mediante ensayos la proporción actual (relación gravilla / lechada) de los materiales componentes del relleno.

Control de las presiones de inyección

Gravilla: El rellenado se realizará con una presión de cuatro a cinco kilogramos centímetro cuadrado (4-5 kg/cm²) en la bomba.

Lechada: La presión máxima de inyección será de un kilogramo con centímetro cuadrado (1 kg/cm²) en la boquilla de inyección en la dovela.

Registro de inyección

Se llevará un registro de todas las operaciones de inyección, los tipos de gravilla y lechada y las cantidades de cada tipo que se han inyectado, así como de todos los datos pertinentes.

Se anotará con regularidad la cantidad de gravilla y lechada utilizado para cada sección del túnel comparando los volúmenes resultantes con los teóricos.

Control del flujo de lechada

Se instalarán llaves de cierre adecuadas para poder controlar el flujo de lechada y asegurar el relleno total de todos los huecos. Se taponará cualquier agujero que no se necesite para hacer las inyecciones y para controlar el flujo de la lechada.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutado y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El suministro y aporte del material a pie de obra
- Rellenos de trasdós por sobreexcavaciones.
- Ventilación en la zona de trabajo
- Todos las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 56 de 92

ODC040\$RELLENO DE MORTERO DE CEMENTO INYECTADO EN TRASDÓS DEL REVESTIMIENTO DE DOVELAS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

El presente artículo se refiere al relleno de mortero de cemento inyectado en trasdós del revestimiento de dovelas, en sobreexcavaciones.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Este relleno, en sobreexcavaciones, será de mortero de cemento. La parte inferior del anillo cien grados (100°) se rellenará de mortero por la cola de la máquina (o con gravilla por el primer (1°) anillo, cuando haya abundante agua). El resto del perímetro se rellenará de gravilla inmediatamente (cuando el terreno sea inestable) por el primer (1°) anillo. Si el terreno es estable se podrá rellenar la parte superior con mortero desde el quinto (5°) anillo como máximo (llegando en este anillo el relleno a la clave).

Al inicio de la obra, el contratista presentará a la Dirección de Obra para su aprobación los procedimientos para la ejecución de los rellenos y los correspondientes controles. A lo largo de la obra, y a la vista de los resultados de los controles, la Dirección de Obra podrá exigir la revisión de dichos procedimientos.

Serán mezclas uniformes de cemento CEM-I (o cemento sulfo-resistente en caso necesario) y agua, y también podrán contener cenizas, escoria de alto horno granulada y molida, arena fina y aditivos tales como los indicados en los Planos o pedidos por el Ingeniero Director o la persona designada por el mismo. Los morteros serán bombeados a los huecos a través de las perforaciones previstas, en la máquina tuneladora y en las dovelas.

A título indicativo se ha previsto una mezcla compuesta por trescientos kilogramos (300 kg) de cemento y ciento cuarenta kilogramos (140 kg) de cenizas por metro cuadrado (m³).

El equipo de inyección deberá ser capaz de obtener una mezcla continua para producir un mortero uniforme. El equipo tendrá juntas y conexiones eficaces y recibirá un mantenimiento adecuado para evitar la fuga de mortero o pérdida de agua, así como la introducción de excesos de agua, aceite u otros contaminantes en el mortero. El aire comprimido suministrado no contendrá aceites. Los equipos deberán inyectar el mortero de una forma controlada por medio de manómetros.

Las presiones de inyección no excederán la presión máxima especificada salvo indicación contraria en los Planos, y en cualquier caso será tal que no dañe las obras permanentes. La presión máxima de inyección podrá llegar a los dos kilogramos por centímetro cuadrado (2 kg/cm²) aunque, de forma general, no deberá sobrepasarse un kilogramo por centímetro cuadrado (1 kg/cm²).

Se llevará un registro de todas las perforaciones y de todas las operaciones de inyección, los tipos de mezcla de lechada y las cantidades de cada tipo que se han inyectado, así como de todos los demás datos pertinentes.

El mortero puede constituirse con los materiales siguientes mezclados en las proporciones especificadas en el presente o bien de la forma indicada en los Planos o aprobada por el Director Ingeniero o la persona designada por él:

- Cemento CEM-I (o cemento sulfo-resistente en caso necesario)).
- Cenizas (pfa).
- Escoria de alto horno granulada y molida.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 57 de 92

- Arena fina.
- Agua.
- Aditivos de cenizas sinterizadas de combustible pulverizado.

Se mezclarán el cemento Portland y las cenizas de combustión pulverizada. Cuando se requiere un fraguado rápido, se incluirán los aditivos apropiados en la mezcla. El contenido de cemento Portland común no será menor que el porcentaje nominal. No se emplearán aditivos con una base de cloruro. La relación agua/material cementoso será la adecuada para lograr una consistencia suficientemente fluida pero no más, de tal forma que asegura que el mortero fluye libremente a todas partes de los huecos que hay que rellenar. El índice mínimo de puzolanicidad para las cenizas será el setenta y cinco por ciento (75%). Cuando sea apropiado y siempre con la aprobación del Ingeniero Director, se podrán variar las proporciones de la mezcla de cemento Portland y cenizas del mortero para acoplarse a las condiciones de inyección. La proporción de los componentes de la mezcla del mortero que no sean el cemento Portland común ni las cenizas, será decidida según las condiciones de inyección y aprobada por el Director Ingeniero o la persona que él delega. Cuando sea apropiado, se podrán incorporar en el mortero sustancias aceleradoras.

Los materiales componentes del mortero de inyección no se segregarán durante el transporte desde la fábrica hasta el emplazamiento de obra ni desde el silo de almacenamiento a pie de obra hasta el lugar de inyección.

Las resistencias mínimas del mortero de inyección, medidas en cubos de cien milímetros (100 mm), son las siguientes:

- 1 día 1,5 N/mm².
- 28 días 15 N/mm².

Se alcanzará el fraguado inicial de mortero, dentro de los cuarenta y cinco minutos (45 m) de haber efectuado dicha inyección a una temperatura de veinte grados centígrados (20 °C).

El fraguado final de todo el mortero inyectado será alcanzado dentro de un máximo de seis con cinco horas (6,5 h) a una temperatura de veinte grados centígrados (20 °C).

Para cada tipo y mezcla de mortero utilizado en las Obras y mientras continúan las inyecciones, se efectuarán en el laboratorio a pie de obra, los siguientes ensayos rutinarios sobre los materiales entregados a la Obra cada semana de acuerdo con los procedimientos de Control de Calidad del Proyecto.

- Resistencia a la compresión a un día, veinticuatro horas más, menos una hora (24 h +/- 1 h).
- Resistencia a la compresión a los veintiocho días (28 d).
- Determinación de los tiempos de fraguado inicial y final.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutado y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- El suministro y aporte del material a pie de obra

NORMA ADIF GENERAL		ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.		COMITÉ DE NORMATIVA	
PARTE 5			
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN	JULIO 2021	Pág. 58 de 92

- Rellenos de trasdós por sobreexcavaciones.
- Ventilación en la zona de trabajo
- Todos las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

III ODD. IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE DE TÚNELES

ODD010\$IMPERMEABILIZACIÓN PRIMARIA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

La impermeabilización en túnel tiene por finalidad captar y conducir las filtraciones importantes hasta los conductos de drenaje, eliminar goteos difusos que deterioren los revestimientos y evitar la formación de agujas de hielo peligrosas para la circulación, en los tramos próximos a los emboquilles.

CONDICIONES GENERALES

La Impermeabilización primaria, consistente en la captación directa de filtraciones importantes, y su canalización hasta los conductos drenaje en la que se utilizarán sistemas tales como el Oberhasli o equivalente, o medias cañas.

La impermeabilización de la bóveda terminará en la base del sostenimiento donde se sitúan los conductos de drenaje laterales que incorporan las conexiones, a distancias regulares de veinte o veinticinco metros (20 o 25 m), con el drenaje principal longitudinal.

Durante la excavación, en las zonas donde se produzcan surgencias puntuales importantes de agua procedentes de filtraciones o donde defina la Dirección de Obra, se perforarán drenes que extraigan el agua del trasdós de forma controlada. Estos se bajarán, mediante medias cañas de material plástico anclados en el paramento del sostenimiento, y que posteriormente serán cubiertos con una capa de hormigón proyectado. Estas conducciones conectarán con el drenaje longitudinal del túnel.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Consiste en la colocación de canalizaciones que se colocarán preferentemente como prolongación de las ya existentes, colocadas en la fase de excavación y en zonas concretas donde filtraciones importantes afloren puntualmente a través del sostenimiento.

Los sistemas aceptados serán:

- Canales de drenaje preformados, flexibles (tipo Aliva o similar).
- Medias cañas con sujeción mediante morteros de fraguado rápido.
- Medias cañas con soporte mecánico.
- Láminas de plástico rígido preformado.

En cualquier caso, de acuerdo entre el Contratista y la Dirección de Obra, se podrán realizar perforaciones y taladros en el sostenimiento para facilitar la concentración de agua en los puntos de recogida.

La sección mínima de los conductos de drenaje será de quince centímetros cuadrados (15 cm²), salvo indicación en contrario de la Dirección de Obra.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metro lineal (m) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Suministro y aporte del material a pie de obra
- Taladros de captación, masillas impermeabilizantes, uniones entre canales y posterior gunitado
- Todas operaciones y materiales necesarios para su completa instalación y conexión al drenaje longitudinal.
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODD020\$LÁMINA DE PVC EN IMPERMEABILIZACIÓN PRINCIPAL

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

La unidad consiste en la colocación de una lámina de PVC en la impermeabilización principal de túnel, cubriendo la totalidad de la sección, destinada a la captación de filtraciones y goteos diseminados generalizados, conduciendo el agua a los drenes laterales.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

El recubrimiento realizado será doble, mediante lámina porosa de protección y captación de filtraciones, situada en contacto con el sostenimiento y la lámina de impermeabilización propiamente dicha colocada a continuación. Pueden aceptarse láminas mixtas que incluyan las dos funciones anteriores.

Las láminas quedarán ocultas entre los sostenimientos provisionales y el revestimiento definitivo por lo que se exigirán las características de los materiales y formas de ejecución adecuadas a este tipo de utilización.

La conexión del sistema con la red de drenaje del túnel se efectuará conforme se refleja en los planos, con vertido de agua en los drenes laterales que a su vez estarán conectados regularmente con el sistema de drenaje principal de los túneles.

Lamina de PVC-P (UNE 104424:2015 o equivalente). Fabricadas en policloruro de vinilo flexible y de elevada resistencia mecánica, se instalan mediante clavos y termosoldadura, requiriendo la protección de un geotextil, ya que se rasga por acción de elementos punzantes o cortantes. Una vez colocado un paño de lámina, se ancla el siguiente dejando un pequeño solape que se suelda (doble soldadura) mediante calor para asegurar la estanqueidad de la membrana.

Para su colocación se emplea un andamio móvil que permita el paso de vehículos por su interior. Debe prestarse atención al tránsito de maquinaria y personal por el interior del túnel cuando todavía

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 60 de 92

no se ha aplicado el revestimiento, ya que cualquier rasgado de la lámina conlleva su inutilización y requerirá una reparación puntual o incluso su sustitución

Estas membranas pueden ser de varios colores y opacas, opacas con capa de señal o traslúcidas. El espesor podrá ser de dos milímetros (2 mm) o tres milímetros (3 mm) . Las opacas están formadas por una única capa de PVC-P; las opacas con capa de señal tienen dos capas, opaca y traslúcida y termosoldadas entre sí, lo que dota de mayor resistencia a la membrana; y las últimas por una sola capa de características traslúcidas, que permite realizar ensayos de las soldaduras con líquidos coloreados además de los habituales de aire comprimido.

INSTALACIÓN

Previamente a la colocación de las láminas, se examinará toda la sección a tratar eliminando todo elemento saliente susceptible de producir perforación y suavizando con mortero de fraguado rápido otros elementos punzantes no removibles (p.ej. cabezas de bulones).

En las zonas de borde de las áreas impermeabilizadas, los clavos se situarán a una distancia de cincuenta centímetros (50 cm), mientras que en el resto de la sección los clavos se utilizarán con una densidad de cuatro a seis unidades por metro cuadrado (4- 6 u/m²) en la clave del túnel y de dos a cuatro (2-4) en el resto, dependiendo del estado del soporte, todos los clavos deberán ir cubiertos o sellados, garantizando su perfecta estanqueidad.

El solapamiento entre láminas de alta densidad será de diez centímetros (10 cm), debiendo quedar soldada toda la superficie, si la soldadura es manual. En todo momento se evitará la formación de arrugas al soldar, de modo que la unión de las piezas garantice su completa estanqueidad.

En la parte inferior de la sección, el desagüe de las láminas se efectuará sobre los drenes laterales según se define en la sección tipo, con las láminas de tipo expandido rectas, selladas sobre la parte superior.

Todo elemento o instalación previa que deba ser salvada y que implique el corte o perforación de la lámina, deberá ser convenientemente sellada, mediante parches termosoldados del mismo material y en los remates, mediante masillas adecuadas al tipo de lámina utilizada.

Los operarios para llevar a cabo las tareas de instalación deberán estar convenientemente entrenados para el manejo de los útiles y obtención de la calidad exigida, siendo la Dirección de Obra, la responsable de la supervisión de estos trabajos, exigiendo en su caso las oportunas correcciones.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) realmente colocados medidos según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Montaje,
- Termosoldadura y ensayos de comprobación de estanqueidad
- Solapes y recortes
- Todos las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 61 de 92

- El transporte de la maquinaria a pie de obra

Los geotextiles que acompañan a las láminas serán de abono por separado y se aplicarán las especificaciones y precios recogidos en el artículo 0AJ010\$ "Geotextil no tejido con fibras 100 % polímeros sintéticos unidas mecánicamente mediante agujado" del presente Pliego.

ODD030\$ LÁMINA NODULAR DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

La unidad consiste en la colocación de una lámina nodular de polietileno de alta densidad, de 8 mm de altura de nódulo y 500gr/m², en la impermeabilización principal de túnel, cubriendo la totalidad de la sección, destinada a la captación de filtraciones y goteos diseminados generalizados, conduciendo el agua a los drenes laterales.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Consistirá en la colocación de láminas plásticas cubriendo la totalidad de la sección en aquellas zonas donde existe agua en forma de goteos generalizados y no sea posible o viable captarla por el procedimiento antes mencionado.

El recubrimiento realizado será doble, mediante lámina porosa de protección y captación de filtraciones, situada en contacto con el sostenimiento y la lámina de impermeabilización propiamente dicha colocada a continuación. Pueden aceptarse láminas mixtas que incluyan las dos funciones anteriores.

Las láminas quedarán ocultas entre los sostenimientos provisionales y el revestimiento definitivo por lo que se exigirán las características de los materiales y formas de ejecución adecuadas a este tipo de utilización.

La conexión del sistema con la red de drenaje del túnel se efectuará conforme se refleja en los planos, con vertido de agua en los drenes laterales que a su vez estarán conectados regularmente con el sistema de drenaje principal de los túneles.

Lámina nodular de polietileno de alta densidad. Fabricada en polietileno de alta densidad en varios espesores, flexible y maleable. Es eficaz a bajas temperaturas y tiene elevada resistencia a la perforación y a los agentes químicos.

No tiene la flexibilidad del PVC o el polietileno expandido, por lo que se emplea en túneles con paramentos rectos o curvos sin irregularidades. Puede ser lisa o con alvéolos de diferentes alturas.

Suele unirse a una rafia de refuerzo, que la protege de elementos cortantes y punzantes y en ocasiones una malla de acero, quedando normalmente embutida entre el conjunto sostenimiento-revestimiento. Los solapes se unirán con una banda adhesiva o con termosoldadura y los anclajes se sellan con masilla para asegurar su estanqueidad.

Se instala mediante clavos, uniendo las láminas por termosoldadura. La altura de los nódulos de las alveolares varía de ocho a veinte milímetros (8 a 20 mm). Permite la evacuación de grandes volúmenes de agua, gracias al espacio que su estructura alveolar deja entre la lámina y la pared.

Es resistente a los álcalis, ácidos, aceites y disolventes, así como a las raíces, siendo imputrescible.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) realmente colocados medidos según el perfil

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 62 de 92

teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Montaje,
- Termosoldadura y ensayos de comprobación de estanqueidad
- Solapes y recortes
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

Los geotextiles que acompañan a las láminas serán de abono por separado y se aplicarán las especificaciones y precios recogidos en el artículo 0AJ010\$ "Geotextil no tejido con fibras 100 % polímeros sintéticos unidas mecánicamente mediante agujado" del presente Pliego.

ODD040\$DREN DE TRASDÓS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

La unidad consiste en la colocación de dren de diámetro hasta 100 mm, en trasdós, para la impermeabilización principal de túnel, destinado a la captación de filtraciones y goteos diseminados generalizados, conduciendo el agua a través de este dren de trasdós, incluyendo el material filtrante y geotextil.

CONDICIONES GENERALES

La impermeabilización de la bóveda terminará en la base del sostenimiento donde se sitúan los conductos de drenaje laterales que incorporan las conexiones, a distancias regulares de veinte o veinticinco metros (20 o 25 m), con el drenaje principal longitudinal.

Durante la excavación, en las zonas donde se produzcan surgencias puntuales importantes de agua procedentes de filtraciones o donde defina la Dirección de Obra, se perforarán drenes que extraigan el agua del trasdós de forma controlada. Estos se bajarán, mediante medias cañas de material plástico anclados en el paramento del sostenimiento, y que posteriormente serán cubiertos con una capa de hormigón proyectado. Estas conducciones conectarán con el drenaje longitudinal del túnel.

El geotextil será no tejido tipo 4 y cumplirá las prescripciones definidas en el artículo 0AJ010\$.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Todos los tramos donde se instalen las láminas impermeabilizantes llevarán dren de trasdós construido sobre el murete de pie del revestimiento definitivo, con conexiones a los conductos de evacuación al dren principal, que se incorporarán y cruzarán esta estructura a distancias regulares de veinte a veinticinco metros (20-25 m). Debe tenerse en cuenta en su colocación que no implicará una reducción en el canto mínimo del anillo de revestimiento.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 63 de 92

Todo el sistema consta de los siguientes elementos:

- Hormigón en masa HM-20 para asiento de tubo y base.
- Tubo ranurado de PVC
- Material filtrante para drenaje.
- Geotextil no tejido

Las fases de ejecución son las siguientes:

- Replanteo y trazado del conducto en planta y pendientes.
- Formación de la solera de hormigón.
- Descenso y colocación de los tubos en el fondo del sistema.
- Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.
- Ejecución del relleno envolvente.
- Realización de pruebas de servicio

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados medida según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra (dren, hormigón de asiento, material filtrante y geotextil)
- Montaje y colocación sobre cama de asiento de hormigón,
- Solapes y recortes
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODD050\$TUBO NO RANURADO DE PVC, EN TÚNEL

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Se definen como tales los tubos de PVC, lisos, que se utilicen como colectores de desagüe para conexión al drenaje principal en túneles, incluyendo hormigón de asiento.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del diámetro del tubo, que estará entre 75 y 150 mm.

CONDICIONES GENERALES

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 64 de 92

Se entiende como tubo de P.V.C. la resina de cloruro de polivinilo no plastificado, técnicamente puro (menos del uno por ciento (1 %) de impurezas) en una proporción del noventa y seis por ciento (96 %), exento de plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.

Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla siguiente:

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	VALORES	MÉTODO DE ENSAYO	OBSERVACIONES
Densidad	de 1,35 a 1,46 t/m ³	UNE-EN ISO 1183-2:2019	
Temperatura Reblandecimiento	75 ° C	UNE-EN ISO 306:2015	Carga de ensayo de 1 kg
Resistencia a tracción Simple	50 N/mm ²	UNE-EN ISO 1452-1:2010	El valor menor de 5 probetas
Alargamiento a la rotura	80 por 100	UNE -EN1452-1 y 2:2010	El valor menor de 5 probetas

La Dirección de Obra podrá solicitar los Certificados del fabricante sobre las características de los tubos suministrados, así como realizar los correspondientes ensayos de comprobación.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La unión entre tubos se realiza mediante junta elástica, que se entrega montada en el cabo del tubo.

Las operaciones a seguir para un correcto montaje son las siguientes:

- Limpiar la suciedad del interior de la copa y la junta elástica
- Aplicar lubricante en el interior de la copa, así como en la superficie de la goma, para facilitar el deslizamiento de ambas.
- Enfrentar la copa y el extremo del tubo con junta y empujar dicho extremo hasta introducirlo, dejando una holgura del orden de 1cm. En función del diámetro, el sistema de empuje puede ser manual, mediante tractel o por medio del tubo suspendido

Las conexiones con en el drenaje longitudinal serán tubos de PVC no ranurados embutidos en el hormigón del revestimiento con el diámetro indicado en Planos. La conexión se hará en las arquetas de registro. En ambas aceras se situarán tubos de PVC de diámetro señalado en Planos que recogerán el agua procedente del trasdós del túnel y lo conducirán hasta la boca del túnel.

Como complemento y para evitar alguna filtración que consiguiera aflorar en el revestimiento del túnel, se construirá una canaleta en la acera junto al pie del hastial del túnel. Las dimensiones son las especificadas en los Planos y quedará cubierta por una rejilla metálica incorporada a la acera. La canaleta estará conectada con el drenaje longitudinal cada veinticinco metros (25 m).

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados medida según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Montaje y colocación sobre cama de asiento de hormigón,
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODD060\$TUBO RANURADO DE PVC, EN TÚNEL

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Se definen como tales los tubos de PVC ranurados, que se utilicen como colectores de desagüe y tuberías de drenaje principal en túneles, incluyendo hormigón de asiento.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del diámetro del tubo.

CONDICIONES GENERALES

Se entiende como tubo de P.V.C. la resina de cloruro de polivinilo no plastificado, técnicamente puro (menos del uno por ciento (1 %) de impurezas) en una proporción del noventa y seis por ciento (96 %), exento de plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.

Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla siguiente:

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	VALORES	MÉTODO DE ENSAYO	OBSERVACIONES
Densidad	de 1,35 a 1,46 t/m ³	UNE-EN ISO 1183-2:2019	
Temperatura Reblandecimiento	75 ± C	UNE-EN ISO 306:2015	Carga de ensayo de 1 kg
Resistencia a tracción Simple	50 N/mm ²	UNE-EN ISO 1452-1:2010	El valor menor de 5 probetas
Alargamiento a la rotura	80 por 100	UNE -EN1452-1 y 2:2010	El valor menor de 5 probetas

La Dirección de Obra podrá solicitar los Certificados del fabricante sobre las características de los tubos suministrados, así como realizar los correspondientes ensayos de comprobación.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 66 de 92

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La unión entre tubos se realiza mediante junta elástica, que se entrega montada en el cabo del tubo.

Las operaciones a seguir para un correcto montaje son las siguientes:

- Limpiar la suciedad del interior de la copa y la junta elástica
- Aplicar lubricante en el interior de la copa, así como en la superficie de la goma, para facilitar el deslizamiento de ambas.
- Enfrentar la copa y el extremo del tubo con junta y empujar dicho extremo hasta introducirlo, dejando una holgura del orden de 1cm. En función del diámetro, el sistema de empuje puede ser manual, mediante tractel o por medio del tubo suspendido

Las conexiones con en el drenaje longitudinal serán tubos de PVC no ranurados embutidos en el hormigón del revestimiento con el diámetro indicado en Planos. La conexión se hará en las arquetas de registro. En ambas aceras se situarán tubos de PVC de diámetro señalado en Planos que recogerán el agua procedente del trasdós del túnel y lo conducirán hasta la boca del túnel.

Como complemento y para evitar alguna filtración que consiguiera aflorar en el revestimiento del túnel, se construirá una canaleta en la acera junto al pie del hastial del túnel. Las dimensiones son las especificadas en los Planos y quedará cubierta por una rejilla metálica incorporada a la acera. La canaleta estará conectada con el drenaje longitudinal cada veinticinco metros (25 m).

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados medida según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra (dren, hormigón de asiento, material filtrante y geotextil)
- Montaje y colocación sobre cama de asiento de hormigón,
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODD070\$TUBO COLECTOR DE DRENAJE PRINCIPAL DE PVC

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Se definen como tales los tubos de PVC, lisos, que se utilicen como colectores de desagüe para conexión al drenaje principal en túneles, incluyendo hormigón de asiento.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 67 de 92

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del diámetro del tubo, que estará entre 200 y 400 mm.

CONDICIONES GENERALES

Se entiende como tubo de P.V.C. la resina de cloruro de polivinilo no plastificado, técnicamente puro (menos del uno por ciento (1 %) de impurezas) en una proporción del noventa y seis por ciento (96 %), exento de plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.

Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla siguiente:

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	VALORES	MÉTODO DE ENSAYO	OBSERVACIONES
Densidad	de 1,35 a 1,46 t/m ³	UNE-EN ISO 1183-2:2019	
Temperatura Reblandecimiento	75 ± C	UNE-EN ISO 306:2015	Carga de ensayo de 1 kg
Resistencia a tracción Simple	50 N/mm ²	UNE-EN ISO 1452-1:2010	El valor menor de 5 probetas
Alargamiento a la rotura	80 por 100	UNE -EN1452-1 y 2:2010	El valor menor de 5 probetas

La Dirección de Obra podrá solicitar los Certificados del fabricante sobre las características de los tubos suministrados, así como realizar los correspondientes ensayos de comprobación.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La unión entre tubos se realiza mediante junta elástica, que se entrega montada en el cabo del tubo.

Las operaciones a seguir para un correcto montaje son las siguientes:

- Limpiar la suciedad del interior de la copa y la junta elástica
- Aplicar lubricante en el interior de la copa, así como en la superficie de la goma, para facilitar el deslizamiento de ambas.
- Enfrentar la copa y el extremo del tubo con junta y empujar dicho extremo hasta introducirlo, dejando una holgura del orden de 1cm. En función del diámetro, el sistema de empuje puede ser manual, mediante tractel o por medio del tubo suspendido

Las conexiones con en el drenaje longitudinal serán tubos de PVC no ranurados embutidos en el hormigón del revestimiento con el diámetro indicado en Planos. La conexión se hará en las arquetas de registro. En ambas aceras se situarán tubos de PVC de diámetro señalado en Planos que recogerán el agua procedente del trasdós del túnel y lo conducirán hasta la boca del túnel.

Como complemento y para evitar alguna filtración que consiguiera aflorar en el revestimiento del túnel, se construirá una canaleta en la acera junto al pie del hastial del túnel. Las dimensiones son las especificadas en los Planos y quedará cubierta por una rejilla metálica incorporada a la acera. La canaleta estará conectada con el drenaje longitudinal cada veinticinco metros (25 m).

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados medida según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Montaje y colocación sobre cama de asiento de hormigón,
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODD080\$ CANALETA LATERAL

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

La unidad consiste en la formación de canaleta lateral para recogida de filtraciones en hastial de túnel, embebida en el hormigón de la acera.

Las canaletas podrán ir cubiertas, o no, con rejilla de pletina de acero galvanizado.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La formación de la canaleta se realizará a la vez que la construcción de la acera lateral del túnel, mediante el encofrado de la misma para dar la forma definida en los planos.

La ejecución del encofrado comprende las operaciones siguientes:

- Replanteo de los encofrados.
- Montaje del encofrado con limpieza y preparación de las superficies de apoyo, si es necesario.
- Preparado de las superficies interiores del encofrado con desencofrante.
- Tapado de juntas entre piezas.
- Nivelado del encofrado.
- Humectación del encofrado.
- Desmontaje y retirada del encofrado y todo el material auxiliar, una vez la pieza estructural esté en disposición de soportar los esfuerzos previstos.

Las canaletas estarán provistas de pates de acero galvanizado y, en caso de ser cubiertas, también tendrán tapa formada por rejilla de pletina de acero galvanizado, con uniones electrosoldadas.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados medida según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 69 de 92

Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Encofrado y desencofrado
- Colocación de la rejilla, cuando sea cubierta
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODD090\$REJILLA CON PLETINAS DE ACERO GALVANIZADO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

La unidad consiste en el suministro y colocación de rejilla formada por pletinas de acero galvanizado, incluyendo el marco y los elementos de fijación y soporte

Las rejillas ajustarán al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Se diseñarán para que puedan soportar el paso de personas o maquinaria auxiliar, y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.

Se instalarán en un bastidor electrosoldado, con pletinas para fijación mediante atornillado en obra de fábrica con tacos de nylon y tornillos de acero. Elaboración en taller y ajuste final en obra.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) realmente colocados medidos según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Instalación de marcos, elementos de fijación y soporte
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODD100\$TUBO COLECTOR DE DRENAJE DE VERTIDOS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Tubo de hormigón en masa machihembrado. empleado como colector de drenaje de vertidos de plataforma en túnel.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del diámetro del tubo, que estará entre 200 y 400 mm.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La conexión del sistema con la red de drenaje del túnel se efectuará conforme se refleja en los planos, con vertido de agua en los drenes laterales que a su vez estarán conectados regularmente con el sistema de drenaje principal de los túneles.

El drenaje de plataforma del túnel puede tener dos vertientes, o una, situadas en los puntos bajos de las secciones, dependiendo si la plataforma del túnel albergará doble vía o vía única. Los colectores longitudinales de vertidos deben ser independientes del drenaje de filtraciones, y deben estar fabricados con materiales que no se alteren con las altas temperaturas.

Los colectores longitudinales que transportan el vertido, estarán fabricados en hormigón en masa vibropresado.

Los tubos irán apoyados sobre una cama de hormigón en masa HM-20 de veinte Newton por milímetro cuadrado (20 N/mm²) de resistencia característica. Los rellenos localizados se harán con arena.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente ejecutado y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Material de asiento y relleno
- Colocación del tubo
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

III. ODE. TRATAMIENTOS ESPECIALES

ODE010\$SONDEO DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA EN TÚNEL

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Sondeo de exploración geotécnica en túnel, destinado a obtener información sobre posibles fallas y eventualmente drenar alguna carga de agua importante.

Se procederá a la extracción continua de testigo, con cualquier inclinación, así como a la testificación y los correspondientes ensayos de laboratorio.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Cuando las condiciones geológicas, geotécnicas o hidrogeológicas existentes o previsibles así lo aconsejen, se podrá proceder a la realización de sondeos en el frente de una longitud correspondiente al avance de varios días, destinados a obtener información sobre posibles fallas y eventualmente drenar alguna carga de agua importante. En la ejecución de estas perforaciones estará siempre presente el representante de la Dirección de Obra. En suelos o formaciones blandas, se recurrirá a sondeos convencionales, bien entubados o de tipo helicoidal, con diámetros no inferiores a sesenta y cinco milímetros (65 mm).

Asimismo, la Dirección de Obra podrá solicitar la ejecución de perforaciones similares (más cortas) para la disminución de la presión de agua sobre los sostenimientos, drenaje de la obra en su fase de explotación o cuando, a su juicio, el drenaje adicional o previo en la zona del frente contribuya a mejorar la estabilidad de las zonas excavadas. Cuando se prevea un drenaje de larga duración y/o exista riesgo de cierre de la perforación se colocará en el taladro una tubería ranurada, metálica o de PVC, eventualmente rodeada por un geotextil-filtro.

Los diámetros de perforación serán los usuales en el barrenado de las pegas o los bulones y se entenderá que todos los elementos que pudieran quedar como definitivos (por ej. perforaciones en clave o hastiales) se protegerán con manguera sellada en la boca del taladro de, al menos, un metro (1 m) de longitud visible.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Perforación del sondeo
- Extracción continua de testigo
- Testificación
- Ensayos de laboratorio
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 72 de 92

ODE020\$PERFORACIÓN A DESTROZA EN TÚNEL PARA DETECCIÓN DE CAVIDADES

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Perforación a destroza en túnel para detección de cavidades o filtraciones y reconocimiento del terreno.

Se distinguen dos unidades de obra dependiendo de si la perforación es monitorizada o sin monitorizar.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La perforación monitorizada consiste en una perforación realizada con el jumbo, en el que uno de los brazos monta un sistema de parametrización de distintas magnitudes como la velocidad y longitud de perforación, y las presiones de rotación y de empuje. Las perforaciones se realizarán según un plan de perforación.

Los parámetros se registran y los datos se procesan para proceder a una identificación y caracterización geotécnica del macizo rocoso que se está perforando.

Las perforaciones también pueden ser realizadas sin monitorización y permiten también la detección de cavidades o filtraciones.

EJECUCIÓN

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (m) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Perforación
- Monitorización, en su caso
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 73 de 92

ODE030\$ INYECCIÓN MORTERO DE CEMENTO EN HUECOS EN EL TRASDÓS DE REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN "IN SITU"

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Inyección de mortero de cemento en huecos en el trasdós del revestimiento de hormigón "in situ".

CONDICIONES GENERALES

Posibles tratamientos preventivos o de consolidación posterior que se efectúen en el túnel, con el fin de garantizar la estabilidad de la excavación, mejorar las características mecánicas de los terrenos atravesados, o para prevenir o tratar posibles desprendimientos.

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno de cavidades.
- Mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- Disminución de la permeabilidad o reducción de la afluencia de agua al túnel.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La autorización de la Dirección de Obra para la realización de inyecciones del terreno en el túnel, requiere la presentación previa por el Contratista de un estudio de ejecución detallando:

- Materiales a mezclar e inyectar y dosificaciones.
- Procedimiento de inyección.
- Presiones de inyección.
- Medidas de protección respecto de la obra realizada.

EJECUCIÓN

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Antes de proceder a la inyección todos los huecos serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

MATERIALES

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 74 de 92

Los materiales a mezclar e inyectar son:

- Material básico: mortero de cemento.
- Productos minerales de adición.
- Materiales térreos: arcillas y limos.
- Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de fraguado.

PROCEDIMIENTO DE INYECCIÓN:

- Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente, mediante tubos-manguito.
- Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del taladro, manómetros ordinarios y registradores.

PRESIONES DE INYECCIÓN:

- Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento. Se iniciarán con límites bajos que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.
- Procedimientos de control de las presiones: Manómetros simples, manómetros registradores.
- Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación y distanciómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.
- Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN RESPECTO DE LA OBRA REALIZADA

- Se establecerán las medidas de protección de los distintos elementos de la obra ya realizados, tales como drenes en el terreno y conductos que pueden ser afectados por las fugas de inyección.
- Así mismo se fijarán: la distancia mínima de la zona a inyectar respecto de las excavaciones con explosivos; el tiempo mínimo que debe transcurrir entre el hormigonado y las inyecciones.
- Procedimiento a seguir para la contención y retirada de la lechada o mortero de fuga, resurgencias, lavado de tuberías y máquinas y de lechadas sobrantes, así como el transporte y vertido de estos materiales residuales en los lugares autorizados.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra

NORMA ADIF GENERAL		ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5		COMITÉ DE NORMATIVA	
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN	JULIO 2021	Pág. 75 de 92

- Trabajos previos (lavado, perforación)
- Inyección
- Ensayos de comprobación de estanqueidad
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODE040\$INYECCIÓN DE MICROCEMENTO EN IMPERMEABILIZACIONES

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Inyección de microcemento en impermeabilizaciones o para tratamientos del terreno, en túnel.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de dos parámetros:

- Granulometría (<12 o <32 μm)
- Relación Agua/Microcemento (1/1 o 1.5/1)

CONDICIONES GENERALES

Posibles tratamientos preventivos o de consolidación posterior que se efectúen en el túnel, con el fin de garantizar la estabilidad de la excavación, mejorar las características mecánicas de los terrenos atravesados, o para prevenir o tratar posibles desprendimientos.

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno de cavidades.
- Mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- Disminución de la permeabilidad o reducción de la afluencia de agua al túnel.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La autorización de la Dirección de Obra para la realización de inyecciones del terreno en el túnel, requiere la presentación previa por el Contratista de un estudio de ejecución detallando:

- Materiales a mezclar e inyectar y dosificaciones.
- Procedimiento de inyección.
- Presiones de inyección.
- Medidas de protección respecto de la obra realizada.

EJECUCIÓN

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

Inyecciones de microcemento

Los materiales a mezclar e inyectar son:

- Material básico: Microcemento.
- Productos minerales de adición.
- Materiales térreos: arcillas y limos.
- Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de fraguado.

Las inyecciones de microcemento se realizan de la misma forma que las inyecciones de lechada o mortero, la única diferencia entre un tipo de inyección y otra es el tipo de cemento empleado, el cual tiene las siguientes ventajas:

- Poder penetrante: el tamaño de partícula ultrafino permite que la lechada penetre las arenas finas y la roca finamente agrietada.
- Alta resistencia: los granos ultrafinos son químicamente activados así que el curado proporciona una alta resistencia.

Como orientación, las dosificaciones empleadas para un microcemento tipo 32 y un tipo 12 deben ser las siguientes.

- Microcemento Tipo 32: relaciones de agua/microcemento 32 desde uno con dos hasta uno con cinco (1,2-1,5) dependiendo de la cantidad de agua existente en la zona de inyección, empleando la mezcla más rica en cemento cuanto mayor sea la cantidad de agua presente. El aditivo será un tres por ciento (3%) del peso del microcemento.
- Microcemento Tipo 12: relaciones de agua/microcemento 12 desde uno hasta uno con cinco (1,0-1,5) dependiendo de la cantidad de agua existente en la zona de inyección, empleando la mezcla más rica en cemento cuanto mayor sea la cantidad de agua presente. El aditivo será un cinco por ciento (5%) del peso del microcemento.

Procedimiento de inyección:

- Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente, mediante tubos-manguito.
- Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del taladro, manómetros ordinarios y registradores.

Presiones de inyección:

- Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento. Se iniciarán con límites bajos que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.
- Procedimientos de control de las presiones: Manómetros simples, manómetros registradores.
- Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación y distanciómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.
- Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

Medidas de protección respecto de la obra realizada

- Se establecerán las medidas de protección de los distintos elementos de la obra ya realizados, tales como drenes en el terreno y conductos que pueden ser afectados por las fugas de inyección.
- Asimismo, se fijarán: la distancia mínima de la zona a inyectar respecto de las excavaciones con explosivos; el tiempo mínimo que debe transcurrir entre el hormigonado y las inyecciones.
- Procedimiento a seguir para la contención y retirada de la lechada o mortero de fuga, resurgencias, lavado de tuberías y máquinas y de lechadas sobrantes, así como el transporte y vertido de estos materiales residuales en los lugares autorizados.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Trabajos previos (lavado, perforación)
- Inyección
- Ensayos de contraste
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODE050\$LECHADA DE CEMENTO INYECTADA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 78 de 92

Lechada de cemento inyectada para tratamiento del terreno en túneles.

CONDICIONES GENERALES

Posibles tratamientos preventivos o de consolidación posterior que se efectúen en el túnel, con el fin de garantizar la estabilidad de la excavación, mejorar las características mecánicas de los terrenos atravesados, o para prevenir o tratar posibles desprendimientos.

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno de cavidades.
- Mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- Disminución de la permeabilidad o reducción de la afluencia de agua al túnel.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La autorización de la Dirección de Obra para la realización de inyecciones del terreno en el túnel, requiere la presentación previa por el Contratista de un estudio de ejecución detallando:

- Materiales a mezclar e inyectar y dosificaciones.
- Procedimiento de inyección.
- Presiones de inyección.
- Medidas de protección respecto de la obra realizada.

EJECUCIÓN

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

MATERIALES

Los materiales a mezclar e inyectar son:

- Material básico: lechada de cemento
- Productos minerales de adición.
- Materiales térreos: arcillas y limos.
- Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 79 de 92

fraguado.

PROCEDIMIENTO DE INYECCIÓN:

- Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente, mediante tubos-manguito.
- Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del taladro, manómetros ordinarios y registradores.

PRESIONES DE INYECCIÓN:

- Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento. Se iniciarán con límites bajos que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.
- Procedimientos de control de las presiones: Manómetros simples, manómetros registradores.
- Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación y distanciómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.
- Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN RESPECTO DE LA OBRA REALIZADA

- Se establecerán las medidas de protección de los distintos elementos de la obra ya realizados, tales como drenes en el terreno y conductos que pueden ser afectados por las fugas de inyección.
- Así mismo se fijarán: la distancia mínima de la zona a inyectar respecto de las excavaciones con explosivos; el tiempo mínimo que debe transcurrir entre el hormigonado y las inyecciones.
- Procedimiento a seguir para la contención y retirada de la lechada o mortero de fuga, resurgencias, lavado de tuberías y máquinas y de lechadas sobrantes, así como el transporte y vertido de estos materiales residuales en los lugares autorizados.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Trabajos previos (lavado, perforación)
- Inyección
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 80 de 92

ODE060\$MORTERO DE CEMENTO CON ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUADO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Inyección de mortero de cemento con aditivos acelerantes de fraguado para impermeabilización y consolidación del terreno en túneles.

CONDICIONES GENERALES

Posibles tratamientos preventivos o de consolidación posterior que se efectúen en el túnel, con el fin de garantizar la estabilidad de la excavación, mejorar las características mecánicas de los terrenos atravesados, o para prevenir o tratar posibles desprendimientos.

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno de cavidades.
- Mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- Disminución de la permeabilidad o reducción de la afluencia de agua al túnel.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La autorización de la Dirección de Obra para la realización de inyecciones del terreno en el túnel, requiere la presentación previa por el Contratista de un estudio de ejecución detallando:

- Materiales a mezclar e inyectar y dosificaciones.
- Procedimiento de inyección.
- Presiones de inyección.
- Medidas de protección respecto de la obra realizada.

EJECUCIÓN

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

MATERIALES

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 81 de 92

Los materiales a mezclar e inyectar son:

- Material básico: mortero de cemento.
- Productos minerales de adición.
- Materiales térreos: arcillas y limos.
- Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de fraguado.

PROCEDIMIENTO DE INYECCIÓN:

- Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente, mediante tubos-manguito.
- Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del taladro, manómetros ordinarios y registradores.

PRESIONES DE INYECCIÓN:

- Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento. Se iniciarán con límites bajos que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.
- Procedimientos de control de las presiones: Manómetros simples, manómetros registradores.
- Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación y distanciómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.
- Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN RESPECTO DE LA OBRA REALIZADA

- Se establecerán las medidas de protección de los distintos elementos de la obra ya realizados, tales como drenes en el terreno y conductos que pueden ser afectados por las fugas de inyección.
- Así mismo se fijarán: la distancia mínima de la zona a inyectar respecto de las excavaciones con explosivos; el tiempo mínimo que debe transcurrir entre el hormigonado y las inyecciones.
- Procedimiento a seguir para la contención y retirada de la lechada o mortero de fuga, resurgencias, lavado de tuberías y máquinas y de lechadas sobrantes, así como el transporte y vertido de estos materiales residuales en los lugares autorizados.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 82 de 92

- Trabajos previos (lavado, perforación)
- Inyección
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODE070\$RESINA INYECTADA EN EL TERRENO

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Inyección de resina en el terreno para consolidación e impermeabilización en túnel, realizada con resinas de altos polímeros sintéticos de baja viscosidad.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo del tipo de resina (Acuarreactiva, Silicatos u Organomineral), y del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

La aplicación de las resinas en los tratamientos del terreno es la siguiente:

- Inyecciones de consolidación: permiten mejorar las condiciones mecánicas del terreno eliminando deformaciones irreversibles debidas a la falta de compacidad del mismo a causa de fisuras abiertas o zonas trituradas o milonitizadas.
- Inyección de impermeabilización: para disminuir la permeabilidad del terreno.

Generalmente los tratamientos de consolidación con resinas son, a la vez, de impermeabilización. La finalidad principal del tratamiento determinará la naturaleza de la resina a emplear y la forma en que éste deba ser realizado.

Según el tipo de resina las inyecciones se clasifican en:

- Resina acuarreactiva: Es un pre-polímero de poliuretano, monocomponente y aquarreactivo, compuesto de un poliol polifuncional con grupos finales isocianatos. Reacciona con el agua para formar un sólido expandido elástico, con distintos comportamientos, pudiendo ser flexibles; rígidas; rígidas y expansivas y semirrígidas poco expansivas.
- Resina de silicatos: es una mezcla bi-componente con base poliurea y silicato
- Resina organomineral: es una mezcla bi-componente, sin ftalado, con base de resina de silicatos y poliuretano.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno de cavidades.
- Mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- Disminución de la permeabilidad o reducción de la afluencia de agua al túnel.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 83 de 92

La autorización de la Dirección de Obra para la realización de inyecciones del terreno en el túnel, requiere la presentación previa por el Contratista de un estudio de ejecución detallando:

- Materiales a mezclar e inyectar y dosificaciones.
- Procedimiento de inyección.
- Presiones de inyección.
- Medidas de protección respecto de la obra realizada.

EJECUCIÓN

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

MATERIAL

En la inyección de rocas se podrán utilizar todo tipo de resinas, tanto en forma de monómeros acuosos como de polímeros precondensados. El método a utilizar, salvo indicación en contra será el de fases descendentes; una vez terminada la inyección de un tramo, se dejará que polimerice la resina y se reperfilará el taladro para proceder a la fase siguiente.

La inyección de suelos se realizará únicamente con resinas en forma de monómeros acuosos. La mezcla de los diversos componentes se realizará en mezcladoras siguiendo las instrucciones del fabricante.

La limpieza de todo el utillaje empleado debe organizarse con rigor para eliminar todo resto de resina antes de que endurezca. Muchos disolventes son inflamables o tóxicos por lo que deben extremarse las medidas de seguridad. Los trapos y otros materiales usados en la limpieza así como los remanentes de disolvente empleados deben ser depositados en lugar seguro sin producir contaminación.

Los componentes de las resinas sintéticas pueden originar irritaciones en la piel y emanar vapores tóxicos que, a veces, conllevan riesgos graves para las personas. Cuando la inyección se ejecute en espacios cerrados se tomarán las precauciones necesarias para asegurar una ventilación adecuada.

Los fabricantes y los formuladores deberán proporcionar las instrucciones de Seguridad y Salud en los trabajos con resinas sintéticas.

Todos los operarios que manipulen resinas deberán estar provistos de guantes o cremas barrera protectoras, traje apropiado y gafas. Jamás se usarán disolventes sobre la piel para quitarse la resina.

En los espacios cerrados todo el aparellaje eléctrico deberá ser antideflagante.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 84 de 92

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por kilogramos (kg) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Trabajos previos (lavado, perforación)
- Inyección
- El material de rechazo
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODE080\$TUBO PARA INYECCIÓN EN TÚNELES

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Suministro e instalación de tubo autoperforante para inyección en túnel (PVC o Acero), o de tubo para inyección de trasdós de revestimiento de hormigón in situ de túnel y obra subterránea (Polietileno).

Se distinguen tres unidades de obra dependiendo del tipo de material del tubo:

- PVC
- Acero 89/92 mm
- Polietileno

CONDICIONES GENERALES

Tanto los tubos de PVC como los de Acero de 89/92 mm serán autoperforantes con válvulas para inyección distanciadas regularmente en el tubo y que permiten, por un lado, el paso de la mezcla de inyección desde el interior de la entubación hasta el terreno a consolidar, y por otro lado, impiden el reflujo de la mezcla de inyección.

Los tubos de Polietileno tendrán un diámetro interior de 50 mm, empleándose en la inyección de trasdós de revestimiento de hormigón in situ de túneles y obras subterráneas.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Estos tubos pueden tener decenas de metros de longitud, quedándose en el terreno. Los tubos se suministran con agujeros recubiertos con un manguito de goma (válvula) y posicionados a diversa distancia según la exigencia del tipo de terreno y de la mezcla a inyectar. Los elementos se pueden suministrar de varias longitudes y están unidos por manguitos y tapas de fondo roscadas.

El manguito de goma que recubre los agujeros de inyección viene provisto de dos anillos soldados

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 85 de 92

al tubo para evitar el deslizamiento de éste en el terreno durante la instalación. Este manguito de goma tiene la suficiente flexibilidad para deformarse bajo el efecto de la presión ejercida por la mezcla, permitiendo de este modo, la salida de la mezcla hacia fuera del tubo, volviendo a la posición inicial cuando cesa la presión. De esta forma se evita que la mezcla pueda retroceder y reintroducirse en el interior de la entubación.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales (m) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Instalación
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

ODE090\$ INYECCIÓN DE GEL DE SILICATOS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Inyección de consolidación o relleno en trasdós de paramentos de túnel, con bajo caudal, mediante lechada de gel de silicato.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de la zona del túnel (hastial/bóveda) y del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

El gel de silicato será fabricado por un proceso industrial específico que garantice la uniformidad y calidad del producto y deberán aportarse obras similares de referencia con características muy similares para garantizar la idoneidad y eficacia probada del producto en este tipo de trabajos.

Es muy importante en estos trabajos el control exhaustivo de los parámetros que le afectan. Por ejemplo, el tiempo de gelificación, para una misma dosificación se multiplica por 2 cuando la temperatura de la mezcla baja de 20º C a 10º C y se reduce a la mitad cuando esta temperatura pasa de 20º C a 30º C. La disposición del silo de almacenaje del silicato, su insolación, así como la diferencia de temperatura del suministro del mismo y la del agua de adicción a veces es grande y obliga para mantener un mismo tiempo de gelificación a variar la dosificación sin a la vez cambiar las características mecánicas de la mezcla endurecida.

Otro factor a considerar es la utilización de impulsión continua no siendo válidas en estos trabajos la impulsión neumática ya que esta segunda produce regímenes turbulentos de circulación que fácilmente rompen el terreno siendo necesario para conseguir una penetración que impregne sin rotura la utilización de regímenes de circulación laminares.

Estos tratamientos que dan buenos resultados, pueden producir grandes fracasos siendo los motivos normales de los mismos.

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	JULIO 2021
1ª EDICIÓN	Pág. 86 de 92

- Dosificación no precisa y tiempo de gelificación no adecuado se producen endurecimientos previos que imposibilitan la inyección o bien por un exceso de tiempo se produce una disolución del gel en corrientes de agua.
- Capas de terreno no inyectables por impregnación y en consecuencia rotura del mismo.
- Perforación descuidada que altere el terreno, este si está roto hará que todo el gel se va por los caminos de rotura abiertos, no impregnándose la masa.
- Inyección discontinua e irregular.
- Utilización de obturadores no estancos con el riesgo a quedarse agarrados dentro del taladro.
- Obras realizadas previamente en las proximidades del terreno a tratar, una excavación siempre afecta al terreno próximo, rompiendo su homogeneidad y en consecuencia la inyectabilidad de su masa.

Dado que los trabajos se realizarán en túnel, la Contrata deberá disponer de la iluminación necesaria para la correcta ejecución de todos los trabajos.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La dosificación del gel de silicato necesaria, así como el tiempo de gelificación deberán ser establecidos mediante ensayos previos.

El equipo de inyección deberá contar con caudalímetros calibrados que permitan controlar la cantidad de material inyectado.

Las inyecciones se harán siguiendo la técnica del tubo manguito.

Previamente a la inyección deberán de realizarse los taladros necesarios en los puntos establecidos en el proyecto, o en su defecto los determinados por la Dirección de Obra.

Se cuidará en la ejecución de los mismos, que la alteración de la estructura original del terreno sea mínima. En los taladros se insertarán tubos manguitos de PVC provistos de válvulas antirretorno, a través de los cuales se realizará la inyección.

Se procederá a inyectar mediante doble obturación cada uno de los manguitos con la cantidad de mezcla de gel prefijada. Al comienzo y para que se produzca la rotura de la vaina exterior se debe forzar la presión, siendo a veces necesario llegar a los 30-40 kg/cm² (lo normal es producirse la rotura a los 10-15 kg/cm²), una vez abierto este camino se produce una caída de presión regulándose la bomba para obtener la velocidad deseada de inyección.

La inyección se continuará en los siguientes manguitos de una manera continua en cada taladro hasta la terminación total del mismo.

Se registrará el día y hora de la inyección, así como el total de lechada de gel de silicato inyectada en cada manguito y la dosificación de dicha lechada, siendo la relación agua /gel de silicato, la que se determine en la fase de ensayos previos por parte de la Dirección de Obra.

La presión de inyección deberá ser determinada por la empresa responsable de los trabajos por medio de un ensayo in situ.

En tiempo frío o cuando hiele, se verificará que una vez iniciada la inyección no exista hielo en los conductos

Si durante el proceso de inyección se produce un consumo de lechada superior en un 5% al previsto en el proyecto, se pondrá en conocimiento de la D.O.

NORMA ADIF GENERAL		ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL.		COMITÉ DE NORMATIVA	
PARTE 5			
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN	JULIO 2021	Pág. 87 de 92

Una vez finalizada la inyección se procederá de forma inmediata a la limpieza del equipo de inyección y de sus accesorios, debiéndose realizar la limpieza del lugar de trabajo.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) de gel de silicato realmente inyectados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Inyección
- Limpieza del lugar de trabajo
- Andamiaje
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

El precio no incluye la perforación de los taladros, ni la colocación de los manguitos de PVC, que serán de abono aparte.

ODE100\$INSUFLADO DE AIRE

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Es el sistema de limpieza de los restos del saneo de superficies chorreadas, mediante insuflado de aire a alta presión.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de la zona del túnel (hastial/bóveda) y del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

Dado que los trabajos se realizarán en túnel, la Contrata deberá disponer de la iluminación necesaria para la correcta ejecución de todos los trabajos necesarios para su correcta realización.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Como terminación de los saneos se procederá a la limpieza y secado de superficies con aire comprimido, a una presión de ocho kilogramos por centímetro cuadrado (8 kg/cm²).

Comprende el insuflado de aire a alta presión de la superficie chorreada en hastiales o en bóveda para retirada del material sobrante de las operaciones de chorreado.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) de superficie tratada, sin que se superen las dotaciones previamente aprobadas por el Director de la Obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra.

ODE110\$RECONSTRUCCIÓN DE MURO DE MAMPOSTERÍA

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

Reconstrucción de muro de mampostería en revestimientos de túnel, mediante la sustitución y reposición de piezas necesarias del muro.

Se distinguen varias unidades de obra dependiendo de la zona del túnel (hastial/bóveda) y del tipo de túnel (vía única o doble, electrificada o sin electrificar).

CONDICIONES GENERALES

Dado que los trabajos se realizarán en túnel, la Contrata deberá disponer de la iluminación necesaria para la correcta ejecución de todos los trabajos necesarios para su correcta realización.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las piezas del muro que necesiten ser sustituidas deberán ser repuestas por otras de idénticas características a las del muro original, y con un aspecto y acabado similar a las piezas que formen el revestimiento del túnel.

Las juntas se rellenarán con mortero, cuyo tipo y características deberán ser aprobadas previamente por el director de Obra.

Los elementos reparados, serán capaces de resistir las cargas a las que estén sometidos, sin deformaciones.

En el paramento no habrá restos de mortero o lechada.

Se tomarán las medidas de seguridad y protección necesarias para garantizar en todo momento la seguridad de los trabajos.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metro cúbico (m³) de volumen de muro y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

indicado en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Reconstrucción del muro
- Andamiaje

NORMA ADIF GENERAL	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES TIPO. MÓDULO DE OBRA CIVIL. PARTE 5	COMITÉ DE NORMATIVA
PPT 9-0-1.0	1ª EDICIÓN
	JULIO 2021
	Pág. 89 de 92

- Limpieza del lugar de trabajo
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra

III ODF. PUESTA A TIERRA

ODF010\$PUESTA A TIERRA DE ARMADURAS Y ELEMENTOS METÁLICOS

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

DEFINICIÓN

La puesta a tierra de las armaduras, pasamanos y todos los elementos metálicos en los túneles de ferrocarriles, tiene por objeto proteger a las personas e instalaciones de los efectos derivados de la diferencia de potencial causados por el propio sistema de tracción eléctrica en condiciones normales y en condiciones anormales (fallos, cortocircuitos, etc.).

Esta unidad consiste en la puesta a tierra de las partes metálicas y armaduras de acero (salvo cables de tesado, en su caso) de todos los túneles para ferrocarril a fin de conseguir que estos elementos se encuentren unidos equipotencialmente.

Todos los elementos metálicos (incluidas señales, pasamanos, etc.), deben ponerse a tierra a través del sistema global que se describe.

Se distinguen dos unidades de obra dependiendo de si el paso es cada 50 o cada 450 metros.

CONDICIONES GENERALES

Los cables para las conexiones a tierra deben ser, en todos los casos, resistentes a las intensidades de cortocircuito.

La colocación de los cables y pletinas de puesta a tierra se realizará según el detalle que figure en Planos.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La armadura de los túneles en los que se colocan las vías debe tener el potencial de la toma de tierra ferroviaria. Al objeto de conseguir una conexión eléctrica a lo largo del túnel, las barras no pretensadas de la armadura se unirán longitudinalmente.

También se conectarán a las barras longitudinales no pretensadas las mallas de acero empleadas en la construcción del túnel, con el mismo fin de tener continuidad eléctrica. De esta "jaula" se sacarán terminales, cada cincuenta metros (50 m) en ambos lados de las vías, para su conexión al sistema de puesta a tierra que se describe a continuación.

En la fase de montaje de electrificación, se instalará en el túnel para cada vía, longitudinalmente, un cable de retorno de corriente y puesta a tierra, montado sobre los soportes de catenaria. Cada cuatrocientos cincuenta metros (450 m) a lo largo del túnel se realizará una puesta en paralelo de los cables de retorno, con cable aislado de sección de Cu de cincuenta milímetros cuadrados (50 mm²), a la que se unirán dichos cables de retorno y se conectará a los carriles exteriores

Como medida de seguridad adicional hay que procurar que, en el caso de rotura de catenaria, se produzca un cortocircuito que provoque la desconexión del sistema. Con este fin y teniendo en cuenta la sección a proteger, en los túneles se deberán tender preferentemente cables de cobre de cincuenta milímetros cuadrados (50mm²) sobre el revestimiento del hormigón, uno a cada lado de la vía.

El cable de la puesta en paralelo se conectará al cable de protección. Asimismo, los terminales de la armadura, colocados cada cincuenta metros (50 m), se conectarán mediante lazos de conexión en la fase de construcción del túnel al cable de cobre de protección. En la fase de montaje de la electrificación, se conectarán a los carriles exteriores

En los túneles hay que conectar al sistema de puesta a tierra o bien al cable de retorno todos los puntos de soporte de la catenaria, las columnas colgantes, soportes y los componentes de fijación para el equipo de compensación automática.

Cualquier otro elemento metálico situado en túneles, se conectará al carril, bien directamente o a través del cable de retorno.

3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por unidades (ud) realmente ejecutadas y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye:

- Suministro del material a pie de obra
- Todas las herramientas, maquinarias, medios auxiliares y operaciones necesarias para la completa y correcta ejecución de la unidad
- El transporte de la maquinaria a pie de obra.

Esta norma ha sido elaborada por el Grupo de Trabajo GT-100 del Comité de Normativa de Adif. Existe la posibilidad de que algunos elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. Adif no es responsable de la correcta identificación de esos derechos. Adif, 2021 - Madrid. Todos los derechos reservados. ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER PUBLICADO, DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACION EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF.