

Instrucciones de Construcción

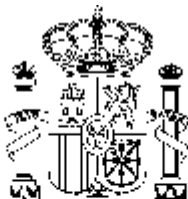


Geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes

Orden Circular 326/00

ORDEN CIRCULAR 326/00

**SOBRE GEOTECNIA VIAL EN LO REFERENTE A
MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
EXPLANACIONES Y DRENAJES**



Ministerio de Fomento

Dirección General de Carreteras

ORDEN CIRCULAR 326/00 SOBRE GEOTECNIA VIAL EN LO REFERENTE A MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLANACIONES Y DRENAJES

Por Orden de 6 de febrero de 1976, del entonces Ministerio de Obras Públicas, se aprobó el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

El tiempo transcurrido desde entonces y las numerosas actuaciones llevadas a cabo en las últimas décadas en materia de infraestructuras viales durante su período de vigencia ha supuesto una acumulación muy importante de experiencia.

A ello se ha unido el desarrollo técnico experimentado en la investigación de suelos, la inexcusable obligación del aprovechamiento máximo de los materiales de la traza, la adecuación ambiental de las infraestructuras, el progreso experimentado en la maquinaria y los métodos de construcción, en los sistemas de control de calidad y su aseguramiento, el empleo generalizado de los geotextiles como material básico en construcción, las técnicas puestas a punto en lo referente a mejora y tratamiento del terreno, de consolidación y drenaje, y así un largo etcétera.

De la lectura del anejo que acompaña a la presente Orden Circular, se puede apreciar que son muchos los conceptos, criterios y prescripciones nuevos incluidos y que sería muy extensa su enumeración. Sin embargo, sí conviene destacar, al menos, los siguientes aspectos:

- < Como no podía ser de otra manera, este nuevo documento técnico incluye y acepta como material de construcción de rellenos, los denominados "materiales marginales" en el artículo 330 - Terraplenes. No obstante, la falta de experiencia suficiente en el uso de estos materiales, así como la imposibilidad de recoger en un pliego de prescripciones generales más especificaciones que las incluidas en el mencionado artículo, obliga a tomar una serie de precaucio-

nes para paliar incertidumbres, que se deberán concretar con el estudio preceptivo indicado en el epígrafe tercero de la presente Orden Circular.

- < Se ha prestado un especial cuidado en las prescripciones para la ejecución de los rellenos localizados y en la definición que de los mismos se hace en el apartado 332.1. Con ello se pretende contribuir, no poco, a la solución de los problemas que, con alguna frecuencia, se pueden presentar en la transición entre zonas de relleno y obras de fábrica.
- < Por último, pero no por ello menos importante, la aparición de nuevos artículos, que vienen a normalizar el uso de determinadas unidades de obra ya frecuentemente utilizadas. Dichos artículos son los relativos a: geotextiles; rellenos todo uno; geotextiles como elemento de filtro y drenaje; anclajes; inyecciones y jet grouting.

Independientemente de todas las consideraciones técnicas enumeradas, como es bien conocido, resulta obligado el cumplimiento del procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas establecido en la Directiva 98/34/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio, y en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, proceso que, aunque ya iniciado, consumirá algún tiempo.

El apartado 1 de la Disposición adicional segunda, de la Ley de Carreteras 25/1988 de 29 de julio, así como los Artículos 29, 40, 51 y el apartado 1 Disposición adicional segunda, del R.D. 1812/1994 de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras, facultan a la Administración del Estado para determinar la normativa técnica básica de interés general, así como cualquier otra que se derive del cumplimiento de tratados, convenios, acuerdos y recomendaciones de carácter internacional suscritos por España.

Tanto el Artículo 52.2 de la Ley 13/1995 de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas reformada por la Ley 53/1999, de 28 de diciembre,

como el Artículo 39 del Decreto 3410/1975 de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación del Estado, prevén la posibilidad de que el Gobierno establezca, previo informe de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales a que hayan de ajustarse las obras contratadas por el Estado.

Por todo lo anterior, mientras que los artículos en fase de aprobación del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75), incluyendo los que se refieren a la presente Orden Circular, son informados por la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, y aprobados por el Gobierno y superan la tramitación a nivel europeo, debido a la urgencia de emplear unas prescripciones puestas al día y cuya redacción ha sido suficientemente difundida y debatida, la Dirección General de Carreteras ha dispuesto lo siguiente:

1º) Serán de aplicación en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares para obras de carreteras y puentes, los artículos:

- < Artículo 290 Geotextiles
- < Artículo 300 Desbroce del terreno
- < Artículo 301 Demoliciones
- < Artículo 302 Escarificación y compactación
- < Artículo 303 Escarificación y compactación del firme existente
- < Artículo 304 Prueba con supercompactador
- < Artículo 320 Excavación de la explanación y préstamos
- < Artículo 321 Excavación en zanjas y pozos
- < Artículo 322 Excavación especial de taludes en roca
- < Artículo 330 Terraplenes
- < Artículo 331 Pedraplenes
- < Artículo 332 Rellenos localizados
- < Artículo 333 Rellenos todo uno
- < Artículo 340 Terminación y refino de la explanada
- < Artículo 341 Refino de taludes
- < Artículo 400 Cunetas de hormigón ejecutadas en obra
- < Artículo 401 Cunetas prefabricadas
- < Artículo 410 Arquetas y pozos de registro

- < Artículo 411 Imbornales y sumideros
- < Artículo 412 Tubos de acero corrugado y galvanizado
- < Artículo 420 Zanjas drenantes
- < Artículo 421 Rellenos localizados de material filtrante
- < Artículo 422 Geotextiles como elemento de filtro y drenaje
- < Artículo 658 Escollera de piedras sueltas
- < Artículo 659 Fábrica de gaviones
- < Artículo 670 Cimentaciones por pilotes hincados a percusión
- < Artículo 671 Cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados in situ
- < Artículo 672 Pantallas continuas de hormigón armado moldeadas in situ
- < Artículo 673 Tablestacados metálicos
- < Artículo 674 Cimentaciones por cajones indios de hormigón armado
- < Artículo 675 Anclajes
- < Artículo 676 Inyecciones
- < Artículo 677 Jet grouting,
en sustitución de los artículos 300; 301; 302; 303; 304; 320; 321; 322;
330; 331; 332; 340; 341; 400; 401; 410; 411; 412; 420; 421; 658; 659;
670; 671; 672; 673 y 674 del vigente Pliego de Prescripciones Técnicas
Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75).

2º) Definir el ámbito de aplicación de la presente Orden Circular y de su anejo a los siguientes tipos de proyectos, obras y actuaciones en general:

- < Proyectos de carreteras de nueva construcción, o de acondicionamiento de las existentes, cuya Orden de Estudio se autorice, o se encuentre en fase de redacción, con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de la presente Orden Circular.
- < Otros tipos de proyectos y obras -incluso de rehabilitación estructural- cuya Orden de Estudio se autorice con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de la Orden Circular.
- < En el caso de obras en fase de licitación o adjudicadas, se elevará consulta a las Subdirecciones Generales de Construcción, o de Conservación y Explotación, según corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a

modificar el proyecto o el contrato para adecuarlo a lo previsto en la presente Orden Circular. En este supuesto se exceptúa el empleo de "materiales marginales" para construcción de rellenos, salvo que se estudie con detalle la afección al comportamiento estructural del firme y pavimento proyectado.

- 3º) La inclusión de los denominados "materiales marginales" para uso en rellenos de carreteras llevará implícito un "Estudio especial de uso de materiales marginales" específico para cada aplicación, que deberá ser aprobado por el Director del Proyecto y/o de las Obras y tener, al menos, el contenido mínimo que se indica en el apartado 330.4.4 del Anejo que acompaña a la presente Orden Circular.
- 4º) En la misma línea indicada para el apartado anterior, se exige asimismo, para la excavación en roca por voladuras, la elaboración y aprobación, por parte del Director del Proyecto y/o de las Obras, de un "Plan de excavación por voladuras", cuyo contenido mínimo se establece en el apartado 322.2.1 del anejo que acompaña a la presente Orden Circular. En el caso del empleo de voladuras se recomienda tener en cuenta el "Manual para el control y diseño de voladuras en obras de carreteras", de esta Dirección General.
- 5º) La presente Orden Circular entrará en vigor a partir del día uno de marzo de dos mil (1-3-00).

Madrid, 17 de febrero de 2000
EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS,

Fdº: Juan Francisco Lazcano Acedo

A N E X O

- ARTICULO 290.- GEOTEXTILES
- ARTICULO 300.- DESBROCE DEL TERRENO
- ARTICULO 301.- DEMOLICIONES
- ARTICULO 302.- ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN
- ARTICULO 303.- ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FIRME EXISTENTE
- ARTICULO 304.- PRUEBA CON SUPERCOMPACTADOR
- ARTICULO 320.- EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRESTAMOS
- ARTICULO 321.- EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS
- ARTICULO 322.- EXCAVACIÓN ESPECIAL DE TALUDES EN ROCA
- ARTICULO 330.- TERRAPLENES
- ARTICULO 331.- PEDRAPLENES
- ARTICULO 332.- RELLENOS LOCALIZADOS
- ARTICULO 333.- RELLENOS TODO UNO
- ARTICULO 340.- TERMINACIÓN Y REFINO DE LA EXPLANADA
- ARTICULO 341.- REFINO DE TALUDES
- ARTICULO 400.- CUNETAS DE HORMIGÓN EJECUTADAS EN OBRA
- ARTICULO 401.- CUNETAS PREFABRICADAS
- ARTICULO 410.- ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO
- ARTICULO 411.- IMBORNALES Y SUMIDEROS
- ARTICULO 412.- TUBOS DE ACERO CORRUGADO Y GALVANIZADO
- ARTICULO 420.- ZANJAS DRENANTES
- ARTICULO 421.- RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE
- ARTICULO 422.- GEOTEXTILES COMO ELEMENTO DE FILTRO Y DRENAJE
- ARTICULO 658.- ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS
- ARTICULO 659.- FABRICA DE GAVIONES
- ARTICULO 670.- CIMENTACIONES POR PILOTES HINCADOS A PERCUSIÓN
- ARTICULO 671.- CIMENTACIONES POR PILOTES DE HORMIGO ARMADO MOLDEADOS IN SITU
- ARTICULO 672.- PANTALLAS CONTINUAS DE HORMIGÓN ARMADO MOLDEADAS IN SITU
- ARTICULO 673.- TABLESTACADOS METÁLICOS
- ARTICULO 674.- CIMENTACIONES POR CAJONES INDIOS DE HORMIGÓN ARMADO
- ARTICULO 675.- ANCLAJES
- ARTICULO 676.- INYECCIONES
- ARTICULO 677.- JET GROUTING

290 GEOTEXTILES

290.1 DEFINICIONES

Geotextil.- Material textil plano, permeable, polimérico (sintético o natural) que puede ser no-tejido, tricotado o tejido, y que se emplea en ingeniería civil en contacto tanto con suelos como con otros materiales para aplicaciones geotécnicas.

Geotextil no-tejido.- Geotextil en forma de lámina plana, con fibras, filamentos u otros elementos orientados regular o aleatoriamente, unidos químicamente, mecánicamente o por medio de calor, o combinación de ellos. Pueden ser de fibra cortada o de filamento continuo. Dependiendo de la técnica empleada en la unión de sus filamentos, pueden ser:

- S Ligados mecánicamente o agujeteados
- S Ligados térmicamente o termosoldados
- S Ligados químicamente.

Geotextiles no tejidos, ligados mecánicamente (Agujeteados).- La unión es mecánica, y en ella un gran número de agujas provistas de espigas atraviesan la estructura en un movimiento alterno rápido.

Geotextiles no tejidos, ligados térmicamente.- La unión entre los filamentos se consigue por calandrado (acción conjugada de calor y presión).

Geotextiles no tejidos, ligados químicamente.- La unión entre sus filamentos se consigue mediante una resina.

Geotextil tricotado.- Geotextil fabricado por el entrelazado de hilos, fibras, filamentos u otros elementos.

Geotextil tejido.- Geotextil fabricado al entrelazar, generalmente en ángulo recto, dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos, cintas u otros elementos.

Dirección de fabricación (dirección de la máquina).- Dirección paralela a la de fabricación de un geotextil (p.e. para geotextiles tejidos es la dirección de la urdimbre).

Dirección perpendicular a la de fabricación.- La dirección, en el plano del geotextil perpendicular a la dirección de fabricación (p.e. en geotextiles tejidos, es la dirección de la trama).

En lo que no quede aquí expuesto, relativo a vocabulario y definiciones, se estará a lo indicado en UNE 40523 hasta que sea sustituida por la correspondiente norma europea UNE EN.

290.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

290.2.1 Naturaleza del geotextil

290.2.1.1 Masa por unidad de superficie

La masa por unidad de superficie se relaciona con la uniformidad del geotextil e indirectamente con el resto de las características del mismo. La masa por unidad de superficie se medirá según UNE EN 965

290.2.1.2 Espesor

El espesor del geotextil está condicionado por la presión aplicada sobre él. El espesor de los geotextiles se medirá según UNE EN-964

290.2.1.3 Durabilidad

Es la propiedad por la cual el geotextil mantiene sus características con el paso del tiempo y habrá de evaluarse en el caso de usar el geotextil en un ambiente que pueda considerarse agresivo física, química o bacteriológicamente.

La durabilidad de los geotextiles se evalúa como la reducción medida en "tanto por ciento" de los valores de las propiedades iniciales, una vez que el geotextil ha sido sometido, de acuerdo con UNE ENV 12226, a la acción de los agentes físicos, químicos y bacteriológicos a los que previsiblemente vaya a estar sometido.

Salvo indicación en contrario del Proyecto, las normas de aplicación serán: UNE ENV 12224 para la resistencia a la intemperie; ENV ISO 12960 para la resistencia a la degradación química en ambientes agresivos; UNE ENV 12225 para la resistencia a agentes biológicos; UNE ENV 12447 para la resistencia a la hidrólisis; y ENV ISO 13438 para la resistencia a la oxidación, en tanto que esta norma provisional y experimental no sea sustituida por la correspondiente norma UNE EN.

290.2.2 Propiedades mecánicas

290.2.2.1 Resistencia a la tracción

La resistencia a tracción (carga máxima) y el alargamiento (en el punto de carga máxima) de los geotextiles, se evaluará mediante el ensayo UNE EN ISO 10319.

290.2.2.2 Resistencia al punzonamiento estático

Mide la resistencia de un geotextil bajo una carga estática, mediante un ensayo tipo CBR que se realizará según UNE EN ISO 12236.

290.2.2.3 Resistencia a la perforación dinámica

Mide la resistencia de un geotextil a las cargas dinámicas, mediante un ensayo por caída de cono que se realizará según UNE EN 918.

290.2.2.4 Ensayo de fluencia

Mide la deformación de un geotextil al aplicar una carga en tracción constante con el tiempo y se evaluará según EN ISO 13431.

290.2.3 Propiedades hidráulicas

Para determinar las propiedades hidráulicas se evaluarán los siguientes parámetros:

- S Permeabilidad normal al plano (permitividad sin carga), según EN ISO 11058.
- S Permeabilidad en el plano (transmisividad), según EN ISO 12958.
- S Diámetro eficaz de poros O_{90} , según EN ISO 12956

290.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los geotextiles se suministrarán, normalmente, en bobinas o rollos. Estos llevarán un embalaje opaco para evitar el deterioro por la luz solar, e irán debidamente identificados y etiquetados según EN ISO 10320. De acuerdo con esta, cada rollo o unidad vendrá marcado, al menos, con:

- S Datos del fabricante y/o suministrador
- S Nombre del producto
- S Tipo del producto
- S Identificación del rollo o unidad
- S Masa bruta nominal del rollo o unidad, en kilogramos
- S Dimensiones del rollo o unidad desempaquetado (del material no del paquete)
- S Masa por unidad de superficie, en gramos por metro cuadrado, según EN 965
- S Principal(es) tipo(s) de polímero(s) empleado(s)
- S Clasificación del producto según términos definidos en ISO 10318

El nombre y el tipo del geotextil estarán estampados de manera visible e indeleble en el propio geotextil a intervalos de 5 m, tal como indica la referida norma, para que este pueda ser identificado una vez eliminado el embalaje opaco. Es recomendable que queden igualmente estampadas la partida de producción y la identificación del rollo o unidad. De cada rollo o unidad habrá de indicarse también la fecha de fabricación.

En el transporte, carga y descarga se comprobará que no se produzcan daños mecánicos en las capas exteriores de los rollos (pinchazos, cortes, etc).

El almacenamiento en obra se realizará en lugares lisos, secos, limpios y libres de objetos cortantes y punzantes. No se almacenará ningún rollo o fracción que haya resultado dañado o no esté adecuadamente identificado por resultar una fracción demasiado corta o haberse deteriorado el marcado original.

Para almacenamiento del material de duración mayor de quince (15) días, se respetarán escrupulosamente las indicaciones del fabricante, especialmente en lo relativo a la protección frente a la acción directa de los rayos solares, mediante techado o mediante tapado con lonas ancladas o sujetas.

En el momento de la colocación, el Director de las Obras ordenará la eliminación de las capas más exteriores de los rollos, si éstas muestran síntomas de deterioro y, en el resto, podrá exigir los ensayos necesarios para asegurar su calidad. No se colocará ningún rollo o fracción que, en el momento de su instalación, no resulte identificado por su marcado original.

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.

290.4 RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 160/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

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

La garantía de calidad de los geotextiles empleados en la obra será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

El control de calidad incluye tanto las comprobaciones a la recepción de los elementos como la comprobación de los elementos acopiados y de la unidad terminada o instalada.

El Contratista, para su aprobación comunicará por escrito al Director de las Obras, antes de transcurridos treinta (30) días desde la fecha de firma del "acta de comprobación del replanteo", la relación completa de las empresas suministradoras de los materiales a emplear, así como la marca comercial, o referencia, que dichas empresas dan a cada uno de estos materiales y las características técnicas de los mismos. En estas características técnicas habrán de figurar tanto los valores nominales como sus tolerancias.

Los productos sólo podrán ser aprobados si los valores exigidos por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto quedan garantizados por dichos valores nominales corregidos por sus tolerancias. Una vez aprobados por el Director de las Obras, todos y cada uno de los valores nominales corregidos por sus tolerancias pasarán a ser valores exigibles y su incumplimiento puede dar lugar al rechazo de lotes o partidas sin perjuicio de las responsabilidades legales correspondientes.

La comunicación anterior deberá ir acompañada, en su caso, del certificado acreditativo del cumplimiento de los requisitos reglamentarios y/o del documento acreditativo de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad al que se hace referencia en el apartado 290.5

A la entrega de cada suministro se aportará un albarán con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos: nombre y dirección de la empresa suministradora; fecha de suministro; identificación de la fábrica que ha

producido el material; identificación del vehículo que lo transporta; cantidad que se suministra y designación de la marca comercial; certificado acreditativo del cumplimiento de los requisitos reglamentarios y/o documento acreditativo de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad, si lo hubiese, de cada suministro

Se comprobará la marca o referencia de los elementos acopiados, a fin de verificar que se corresponden con la clase y calidad comunicada previamente al Director de las Obras, según se ha especificado en este apartado.

Los criterios que se describen, a continuación, para realizar el control de calidad de los acopios no serán de aplicación obligatoria en aquellos elementos a los que se aporta el documento acreditativo de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras, de exigir la comprobación, en cualquier momento, de las características exigibles del material y de su instalación.

Al objeto de garantizar la trazabilidad de las obras, antes de iniciar la instalación de los materiales, se comprobará su calidad, según se especifica en el presente artículo, a partir de una muestra representativa de los elementos acopiados. La toma y preparación de muestras se realizará conforme UNE EN 963.

El Director de las Obras además de disponer de la información de los ensayos anteriores podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad de los elementos que se encuentren acopiados.

Los acopios que hayan sido realizados y no cumplan alguna de las condiciones especificadas, en los artículos que le sean de aplicación, tanto de este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales como del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, serán rechazados. Podrán presentarse a una nueva inspección, exclusivamente cuando el suministrador, a través del Contratista, acredite que todos los defectos han sido corregidos. Las nuevas unidades, en cualquier caso, serán sometidas de nuevo a los ensayos de control.

Las características técnicas que sean exigibles al geotextil según lo especificado en este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto y en todo caso las relativas a masa por unidad de superficie (UNE EN 965), resistencia a tracción y alargamiento bajo carga máxima (UNE EN ISO 10319), y perforación dinámica por caída de cono (UNE EN 918) y cualquier otra que el Director de las Obras desee verificar serán comprobadas según el procedimiento que se describe a continuación.

Se definirá un lote de material que se aceptará o rechazará en bloque. El lote corresponderá a elementos de una misma partida, marca, clase y uso, y

nunca estará compuesto por más de treinta (30) rollos ni por más de diez mil metros cuadrados (10.000 m²) de material.

Se elegirán al azar cinco (5) rollos o unidades sobre los que, escogidas y preparadas las muestras conforme a UNE EN 963, se harán los ensayos que correspondan a las características a comprobar. Para que el lote sea aceptado se habrán de cumplir simultáneamente las características siguientes:

- S el valor medio obtenido es mejor que el exigido
- S hay a lo sumo una muestra con valor peor que el exigido y, en todo caso, la desviación no supera el 5% del mismo.

En el caso de no cumplirse alguna, o las dos, de estas condiciones el lote completo será rechazado y devuelto.

El Director de las Obras podrá, en todo momento, exigir, por el procedimiento indicado, la comprobación de cualesquiera de las características técnicas del producto que le fueron comunicadas por el Contratista al inicio de la obra y aceptar o rechazar, consecuentemente, los lotes correspondientes. Se entiende, en este caso, que el valor exigido es el que corresponde al valor nominal del producto corregido de la tolerancia, según las características que el Contratista envió para su aprobación por el Director de las Obras.

En la recepción del producto se comprobará el peso bruto de cada rollo y podrá rechazarse todo aquel que tenga un peso bruto inferior al nominal del mismo. Se comprobará asimismo, por el procedimiento de lotes antes indicado, al menos, la masa por unidad de superficie UNE EN 965.

El Contratista facilitará al Director de las Obras, diariamente, un parte de ejecución y de obra en el cual deberán figurar, al menos, los siguientes conceptos:

- S Fecha de instalación.
- S Localización de la obra.
- S Clave de la obra.
- S Número de elementos instalados, por tipo.
- S Fecha de fabricación de los elementos instalados.
- S Ubicación de los elementos instalados.
- S Observaciones e incidencias que pudieran influir en las características y/o durabilidad de los elementos instalados.
- S Cualquier otra información que el Director de las Obras haya solicitado.

Salvo que el geotextil vaya a ser cubierto el mismo día de la instalación se exigirá una resistencia a la tracción remanente, después de un ensayo de resistencia a la intemperie (EN-ENV 12224), de al menos el sesenta por ciento (60%) de la nominal, si el geotextil va a quedar cubierto antes de dos semanas

y superior al ochenta por ciento (80%) de la nominal si va a quedar cubierto después de quince (15) días y antes de cuatro (4) meses. En los casos en que de la resistencia a largo plazo no sea importante, siempre a juicio del Director de las Obras, podrán aceptarse, para los valores antedichos una reducción adicional de un veinte por ciento (20%) de la nominal. No se aceptará ninguna aplicación del geotextil en que este quede al descubierto por más de cuatro (4) meses.

El Director de las Obras podrá prohibir la instalación de geotextiles con períodos de tiempo entre su fabricación e instalación inferiores a seis (6) meses, cuando las condiciones de almacenamiento y conservación no hayan sido adecuadas. En cualquier caso no se instalarán geotextiles cuyo período de tiempo, comprendido entre su fabricación e instalación supere los seis (6) meses, independientemente de las condiciones de almacenamiento.

290.4 MEDICIÓN Y ABONO

Los geotextiles se medirán y abonarán por metro cuadrado (m²) de superficie recubierta, quedando incluidos en este precio los solapes necesarios y, en todo caso, los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El precio por metro cuadrado (m²) incluye todos los elementos necesarios para la colocación y puesta en obra del geotextil, así como su transporte a la obra, recepción y almacenamiento.

Se considerarán asimismo incluidas las uniones mecánicas por cosido, soldadura o fijación con grapas que sean necesarias para la correcta instalación del geotextil según determinen el Proyecto y el Director de las Obras.

290.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

El cumplimiento de las especificaciones técnicas o requisitos reglamentarios requeridos a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, en el caso de que dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Si los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de los requisitos reglamentarios, que les sean de aplicación, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras o, (según ámbito), por las Administraciones públicas competentes en materia de carreteras, así como por los Organismos españoles, públicos y privados, autorizados, conforme al Real

Decreto 2200/1995 de diciembre, para realizar tareas de certificación y/o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales.

NORMAS MENCIONADAS EN EL ARTÍCULO 290

UNE 40523	Textiles: Vocabulario de los geotextiles
ISO 10318	Vocabulario de geotextiles. <i>(Cuando sea aprobada como EN ISO 10318 Sustituirá la norma UNE 40523)</i>
UNE EN ISO 10319	Geotextiles. Ensayo de tracción para probetas anchas
UNE EN 964	Geotextiles y productos relacionados, determinación del espesor a presiones especificadas. Parte 1: capas individuales
UNE EN 965	Geotextiles y productos relacionados. Determinación de la masa por unidad de superficie
UNE ENV 12226	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Ensayos generales para la evaluación después del ensayo de durabilidad
UNE ENV 12224	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de la resistencia a la intemperie
ENV ISO 12960	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Método para determinar la resistencia a la degradación química.
ENV ISO 13438	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de la resistencia a la oxidación.
UNE ENV 12225	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Método para determinar la resistencia microbiológica mediante un ensayo de enterramiento en el suelo
UNE ENV 12447	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Método para la determinación de la resistencia a la hidrólisis
UNE EN ISO 12236	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Ensayo de punzonado estático (ensayo CBR). (ISO 9863-2: 1996)
UNE EN 918	Geotextiles y productos relacionados. Ensayos de perforación dinámica (ensayo por caída de un cono)

EN ISO 13431	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de la fluencia y rotura a tracción.
EN ISO 11058	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de las características de permeabilidad normal al plano sin carga.
EN ISO 12958	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de la permeabilidad en el plano.
EN ISO 12956	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de las características del tamaño de poro.
UNE EN 963	Geotextiles y productos relacionados. Toma de muestras y preparación de las probetas para ensayo

300 DESBROCE DEL TERRENO

300.1 DEFINICIÓN

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de obra.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de obra.

300.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

300.2.1 Remoción de los materiales de desbroce

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.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, a juicio del Proyecto o del Director de obra, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, esta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista,

este deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de obra, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Director de obra sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán conforme a lo indicado en el presente Pliego hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de obra.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo indicación en contrario del Director de obra, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

300.2.2 Retirada y disposición de los materiales objeto del desbroce

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de obra. En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Director de obra. El Contratista deberá disponer personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director de obra.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no

sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista deberá conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, no visibles desde la calzada, que deberán ser aprobados por el Director de obra, y deberá asimismo proporcionar al Director de obra copias de los contratos con los propietarios de los terrenos afectados.

300.3 MEDICIÓN Y ABONO

El desbroce del terreno se abonará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si en dicho Pliego no se hace referencia al abono de esta unidad, se entenderá comprendida en las de excavación.

En esta unidad de obra se considera incluida la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce.

Las medidas de protección de la vegetación y bienes y servicios considerados como permanentes, no serán objeto de abono independiente. Tampoco, se abonará el desbroce de las zonas de préstamo.

301 DEMOLICIONES

301.1 DEFINICIÓN

Consiste en el derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras, firmes, edificios, fábricas de hormigón u otros, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.

Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- Retirada de los materiales.

301.2 CLASIFICACIÓN

Según el procedimiento de ejecución, las demoliciones pueden clasificarse del modo siguiente:

- Demolición con máquina excavadora.
- Demolición por fragmentación mecánica.
- Demolición con explosivos.
- Demolición por impacto de bola de gran masa.
- Desmontaje elemento a elemento.
- Demolición mixta.
- Demolición por otras técnicas.

301.3 ESTUDIO DE LA DEMOLICIÓN

Previamente a los trabajos de demolición se elaborará un estudio de demolición, que deberá ser sometido a la aprobación del Director de las Obras, siendo el Contratista responsable del contenido de dicho estudio y de su correcta ejecución.

En el estudio de demolición deberán definirse como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los apeos y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.

- Medios de evacuación y definición de zonas de vertido de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

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

301.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

301.4.1 Derribo de construcciones

El Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efectuar las operaciones de derribo, así como de evitar que se produzcan daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno, sin perjuicio de su obligación de cumplir las instrucciones que eventualmente dicte el Director de las Obras.

Antes de iniciar la demolición se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Se deberá prestar especial atención a conducciones eléctricas y de gas enterradas.

El empleo de explosivos estará condicionado a la obtención del permiso de la autoridad competente con jurisdicción en la zona de la obra. Permisos cuya obtención será de cuenta y responsabilidad del contratista.

La profundidad de demolición de los cimientos, será, como mínimo, de cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la cota más baja del terraplén o desmonte, salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras.

En el caso particular de existir conducciones o servicios enterrados fuera de uso deberán ser excavados y eliminados hasta una profundidad no inferior a metro y medio (1,5 m) bajo el terreno natural o nivel final de excavación, cubriendo una banda de al menos metro y medio (1,5 m) alrededor de la obra, salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras. Los extremos abiertos de dichas conducciones deberán ser sellados debidamente.

La demolición con máquina excavadora, únicamente será admisible en construcciones, o parte de ellas, de altura inferior al alcance de la cuchara.

Se prohíbe el derribo por empuje de edificaciones de altura superior a tres metros y medio (3,5 m).

En la demolición de edificios elemento a elemento será de aplicación la Norma Tecnológica de Edificación correspondiente a demoliciones (N.T.E.-ADD).

En situaciones de demolición que aconsejaren el uso de explosivos y no fuesen éstos admisibles por su impacto ambiental, deberá recurrirse a técnicas alternativas tales como fracturación hidráulica o cemento expansivo.

Al finalizar la jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

301.4.2 Retirada de los materiales de derribo

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras establecerán el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones.

Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director de las Obras.

Los materiales no utilizables se llevarán a vertedero aceptado por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de las autorizaciones pertinentes, debiendo presentar al Director de las Obras copia de los correspondientes contratos.

Dentro de los límites de expropiación no se podrán hacer vertidos no contemplados en el proyecto, salvo especificación del Director de las Obras.

En caso de eliminación de materiales mediante incinerado, deberán adoptarse las medidas de control necesarias para evitar cualquier posible afectación al entorno, dentro del marco de la normativa legal vigente.

301.5 MEDICIÓN Y ABONO

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m³). En el caso de edificaciones se considerará el volumen exterior demolido, hueco y macizo, realmente ejecutado en obra. En el caso de demolición de macizos se medirán por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizar la misma.

Las demoliciones de firmes, aceras e isletas no contempladas explícitamente en el Proyecto se considerarán incluidas en la unidad de excavación, no dando por tanto lugar a medición o abono por separado.

Se considera incluido en el precio, en todos los casos, la retirada de los productos resultantes de la demolición y su transporte a lugar de empleo, acopio o vertedero, según ordene el Director de las Obras.

Si en el Proyecto no se hace referencia a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendida en las de excavación, y por tanto, no habrá lugar a su medición ni abono por separado.

Normas de referencia en el artículo 301

N.T.E.-ADD Norma Tecnológica de Edificación (Demoliciones)

302 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN

302.1 DEFINICIÓN

Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.

302.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La operación se llevará a cabo de forma que sea mínimo el tiempo que medie entre el desbroce, o en su caso excavación, y el comienzo de estas.

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.

302.2.1 Escarificación

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o el Director de las Obras, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad menor de 15 cm, ni mayor de 30 cm. En este último caso sería preceptivo la retirada del material y su posterior colocación por tongadas siendo aplicable el articulado correspondiente a movimiento de tierras.

Deberán señalarse y tratarse específicamente aquellas zonas en que la operación pueda interferir con obras subyacentes de drenaje o refuerzo del terreno.

302.2.2 Compactación

La compactación de los materiales escarificados se realizará con arreglo a lo especificado en el artículo 330 "Terraplenes". La densidad será igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.

Deberán señalarse y tratarse específicamente las zonas que correspondan a la parte superior de obras subyacentes de drenaje o refuerzo del terreno adoptándose además las medidas de protección, frente a la posible contaminación de material granular por las tierras de cimiento de terraplén, que prevea el Proyecto o, en su defecto, señale el Director de las Obras.

302.3 MEDICIÓN Y ABONO

La escarificación, y su correspondiente compactación, no serán objeto de abono independiente, considerándose incluidas en la ejecución de la capa inmediata superior de la obra, salvo especificación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En este último caso se abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá definir varios precios en caso de preverse zonas con tratamientos diferentes.

303 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FIRME EXISTENTE

303.1 DEFINICIÓN

Consiste en la disgregación del firme existente, efectuada por medios mecánicos, eventual retirada o adición de materiales y posterior compactación de la capa así obtenida.

No se considerarán incluidos en esta unidad las operaciones de demolición del firme existente y posterior retirada de los materiales que lo constituyen.

303.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

303.2.1 Escarificación

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipule en el Proyecto o que, en su defecto, señale el Director de las Obras.

Los equipos de maquinaria para la escarificación deberán ser propuestos por el Contratista y aprobados por el Director de las Obras.

303.2.2 Retirada de productos

Los productos removidos no aprovechables se transportarán a vertedero. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de las Obras, a propuesta del Contratista, quien se responsabilizará de los mismos y deberá obtener, a su cargo y costa, los oportunos contratos y permisos, de los cuales deberá entregar copia de los mismos al Director de las Obras.

303.2.3 Adición de nuevos materiales y compactación

El material de regularización de la zona escarificada tendrá las mismas características que la capa inmediata del nuevo firme.

Serán de aplicación las prescripciones relativas a la unidad de obra correspondiente contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los equipos de compactación y el grado de compactación serán los adecuados al material escarificado.

303.3 MEDICIÓN Y ABONO

Salvo que figure expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la escarificación y compactación del firme existente no se abonará, considerándose incluida en la unidad correspondiente de firme o explanación.

En el caso de que la unidad "Escarificación y Compactación del Firme Existente" figure expresamente en el Cuadro de Precios, ésta deberá abonarse por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno.

304 PRUEBA CON SUPERCOMPACTADOR

304.1 DEFINICIÓN

Se define como prueba con supercompactador al paso de una máquina compactadora de gran peso (supercompactador), el número de veces que se especifique, sobre la superficie a comprobar, buscando la localización de áreas inestables y la compactación adicional de las capas situadas bajo aquellas.

304.2 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El supercompactador se compondrá de una estructura rígida de acero, montada sobre neumáticos, que pueda cargar una masa bruta de más de cincuenta toneladas (50 t), y cuyo sistema de suspensión permita que cada neumático soporte aproximadamente la misma carga, aún cuando actúen sobre superficies irregulares.

Los neumáticos deberán ser aptos para trabajar con presiones de inflado de hasta 1 megapascal (1 MPa) y se llenarán parcialmente de líquido para reducir el peligro de eventuales reventones.

304.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

De acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras, se ajustará la carga del supercompactador y la presión de inflado de sus neumáticos con objeto de obtener la presión de contacto deseada.

El supercompactador deberá manejarse de forma sistemática, de manera que sea fácilmente controlable el número de coberturas o pases previamente definido a la velocidad que se señale, la cual, en principio, estará comprendida entre cuatro kilómetros por hora (4 km/h) y ocho kilómetros por hora (8 km/h).

Cuando el paso del supercompactador señale la presencia de zonas inestables, deberá corregirse la falta de estabilidad mediante una compactación adicional. Esta compactación deberá ir precedida, salvo especificación en contra del Director de las Obras, de la escarificación de la última tongada y de la eventual remoción y sustitución de los materiales no aptos. La superficie reparada deberá volver a comprobarse, corrigiendo las irregularidades que se presenten hasta alcanzar las tolerancias establecidas.

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.

304.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las pruebas con supercompactador, previstas en el Proyecto, se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos en el terreno, cualquiera que sea el número de pasadas efectuadas.

Cuando las pruebas con el supercompactador se realicen a requerimiento de la Dirección de Obras, por sospechas de una deficiente compactación, corroborada por las pruebas, éstas no serán de abono.

Las obras de fábrica dañadas durante las pruebas con supercompactadores se reconstruirán a expensas del Contratista.

320 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRESTAMOS

320.1 DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos, previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad la ampliación de las trincheras, la mejora de taludes en los desmontes, y la excavación adicional en suelos inadecuados, ordenadas por el Director de las Obras.

Se denominan "préstamos previstos" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones. Se denominan "préstamos autorizados" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

320.2 CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

En el Proyecto se indicará, explícitamente, si la excavación ha de ser "clasificada" o "no clasificada".

En el caso de excavación clasificada, se considerarán los tipos siguientes:

- **Excavación en roca**. Comprenderá, a efectos del presente Pliego y en consecuencia, a efectos de medición y abono, la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y aquellos materiales que presenten características de roca masiva o que se encuentren cementados tan sólidamente que hayan de ser excavados utilizando explosivos. Este carácter estará definido por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto en función de la velocidad sísmica de propagación en el terreno, o bien por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra, o en su defecto por el Director de las Obras.
- **Excavación en terreno de tránsito**. Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que no siendo necesario, para su excavación, el empleo de explosivos sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados. La calificación de terreno de tránsito estará definido por el Pliego

de Prescripciones Técnicas Particulares, en función de la velocidad sísmica de propagación en el terreno, o bien por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra, o en su defecto, por el Director de las Obras.

- **Excavación en tierra.** Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores.

Si se utiliza el sistema de "excavación clasificada", el Contratista determinará durante la ejecución, y notificará por escrito, para su aprobación, al Director de las Obras, las unidades que corresponden a excavaciones en roca, excavación en terreno de tránsito y excavación en tierra, teniendo en cuenta para ello las definiciones anteriores, y los criterios definidos por el Director de las Obras.

320.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

320.3.1 Generalidades

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de las Obras el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo.

A este efecto no se deberá acudir al uso de sistemas de excavación que no correspondan a los incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares sobre todo si la variación pretendida pudiera dañar excesivamente el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, taludes provisionales excesivos, etc.

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.

320.3.2 Drenaje

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, bordillos, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

320.3.3 Tierra vegetal

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de las Obras, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de las Obras o indique el Proyecto.

La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del artículo 300.2.2. "Retirada y disposición de los materiales objeto del desbroce" del presente Pliego, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

320.3.4 Empleo de los productos de excavación

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Director de las Obras.

En el caso de excavación por voladura en roca, el procedimiento de ejecución, deberá proporcionar un material adecuado al destino definitivo del mismo, no siendo de abono las operaciones de ajuste de la granulometría del material resultante, salvo que dichas operaciones se encuentren incluidas en otra unidad de obras.

No se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras.

320.3.5 Excavación en roca

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada de la carretera. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, con la aprobación del Director de las Obras.

Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en proyecto, no siendo estas operaciones de abono.

Cuando se prevea el empleo de los productos de la excavación en roca, en la formación de pedraplenes, se seguirán además las prescripciones del artículo 331, "Pedraplenes", del presente Pliego.

Cuando interese de manera especial que las superficies de los taludes excavados presenten una buena terminación y se requiera, por tanto, realizar las operaciones precisas para tal fin, se seguirán las prescripciones del artículo 322, "Excavación especial de taludes en roca".

El Director de las Obras podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al

Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

320.3.6 Préstamos y caballeros

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación.

El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

Los préstamos deberán excavararse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la carretera terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

Los caballeros, o depósitos de tierra, que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los substituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y del colocado de este relleno se tomarán perfiles transversales.

320.3.7 Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la decompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá, con lo dispuesto en el artículo 322, "Excavación especial de taludes en roca".

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc, dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de las Obras. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostos ocasionados.

320.3.8 Contactos entre desmontes y terraplenes

Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto en las que la excavación se ampliará hasta que la coronación del terraplén penetre en ella en toda su sección, no admitiéndose secciones en las que el apoyo de la coronación del terraplén y el fondo de excavación estén en planos distintos.

En estos contactos se estudiarán especialmente en el proyecto el drenaje de estas zonas y se contemplarán las medidas necesarias para evitar su inundación y saturación de agua.

320.3.9 Tolerancia geométrica de terminación de las obras

En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se definirán las tolerancias del acabado o, en su defecto, serán definidos por el Director de las Obras. Con la precisión que se considere admisible en función de los medios previstos para la ejecución de las obras y en base a los mismos serán fijados al menos las siguientes tolerancias:

- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros, entre los planos o superficies de los taludes previstos en proyecto y los realmente construídos, quedando fijada la zona en la que el talud sería admisible y en la que sería rechazado debiendo volver el Contratista a reperfilarse el mismo.
- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros, en la desviación sobre los planos o superficies de la explanación entre los previstos en proyecto y los realmente construídos, quedando definida la zona en la que la superficie de la explanación sería admisible y en la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las Obras.
- Tolerancia máxima admisible en pendientes y fondos de cunetas, así como de su situación en planta, expresada en centímetros, sobre los planos previstos en proyecto y los realmente construídos, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de la obra.
- Tolerancia máxima en drenajes, tanto en cuanto a pendiente y fondos de los mismos como en planta, expresada en centímetros, sobre los planos previstos en proyecto y lo realmente construído, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de la obra.

Todo tipo de operaciones de rectificación por incumplimiento de tolerancias no será de abono al contratista corriendo todas estas operaciones de su cuenta.

320.4 MEDICIÓN Y ABONO

En el caso de explanación, la excavación se abonará por metros cúbicos (m³) medidos sobre planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballos, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su ubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén, si es que existe precio independiente en el Cuadro de Precios número 1 del Proyecto para este concepto. De no ser así, esta excavación se considerará incluida dentro de la unidad de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en el Proyecto, o las ordenes escritas del Director de las Obras, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de las Obras podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones, realizadas, con las especificaciones que aquel estime oportuno, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellos se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine la Dirección de obra.

321 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

321.1 DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

321.2 CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

Serán aplicables las prescripciones del apartado 320, "Excavación de la explanación y préstamos".

321.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

321.3.1 Principios generales

El Contratista notificará al Director de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de las Obras.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de las Obras.

Para la excavación de tierra vegetal se seguirá lo indicado en el apartado 320.3.3. del artículo 320, "Excavación de la explanación y préstamos".

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

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.

321.3.2 Entibación

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de las Obras podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de las Obras, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

321.3.3 Drenaje

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que no provoque la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

321.3.4 Taludes

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director de las Obras, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

321.3.5 Limpieza del fondo

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquéllos, y previa autorización del Director de las Obras.

321.3.6 Empleo de los productos de excavación

Serán aplicables las Prescripciones del apartado 320.3.4. del artículo 320, "Excavación de la explanación y préstamos".

321.3.7 Caballeros

Serán aplicables las Prescripciones del apartado 320.3.6. del artículo 320, "Excavación de la explanación y préstamos".

321.4 EXCESOS INEVITABLES

Los sobrecanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán estar contemplados en el Proyecto o, en su defecto, aprobados, en cada caso, por el Director de las Obras.

321.5 TOLERANCIAS DE LAS SUPERFICIES ACABADAS

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (± 5 cm) respecto de las superficies teóricas.

Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por el Director de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

321.6 MEDICIÓN Y ABONO

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos (m³) deducidos a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada. Se abonarán los excesos autorizados e inevitables.

El precio incluye, salvo especificación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, posibles cánones, y el conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

No serán de abono los excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección tipo teórica, por defectos imputables al Contratista, ni las excavaciones y movimientos de tierra considerados en otras unidades de obra.

322 EXCAVACIÓN ESPECIAL DE TALUDES EN ROCA

322.1 DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la excavación de taludes y paramentos definitivos en roca mediante perforación y voladura, preservando las características naturales de la roca, al limitar niveles de cargas de explosivo cercanas a dichos taludes y paramentos que puedan producir fisuraciones y/o alteraciones inadmisibles, según las reglas de buena práctica de la técnica de voladuras.

Dichas operaciones comprenden la excavación por voladuras del volumen de roca próximo a paramentos definitivos, tanto se realice conjuntamente con la destroza, o se ejecute en fase posterior, también llamada de refino. Tal volumen de roca es cuantificable en función de la estructura y tipos de la roca, del diámetro de perforación y carga de explosivo de los barrenos de la destroza, así como de las secuencias de encendido y del tipo de voladura suave, precorte o recorte, proyectada para la ejecución del paramento definitivo.

322.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

322.2.1 Método de excavación

El método de excavación de la roca por perforación y voladura será el compatible con la obtención de paramentos regulares y estables en su talud definitivo. Su elección se hará en función del Proyecto, de las características mecánicas de la roca, de su estructura geológica y de su grado de tectonización.

Se controlarán especialmente las voladuras masivas a efectuar en el entorno de zonas afectadas por deslizamientos.

La inclinación de barrenos y las cargas unitarias en ellos serán compatibles con el resultado deseado, tanto para los de contorno, como para los de refino, o destroza en su caso. En ningún caso, y siempre sujeto a justificación previa, se producirá fisuración suplementaria en la roca remanente superior a la máxima producida por los barrenos, de recorte o precorte, de la voladura suave. La iniciación de las pegas, eléctrica o no eléctrica, se realizará preferentemente con detonadores de microrretardo, en secuencia de encendido que beneficie al menor confinamiento posible de todos y cada uno de los barrenos. La altura de banqueo será compatible con errores tolerables y el buen saneamiento del frente de roca definitivo de acuerdo con los medios mecánicos disponibles en obra. No se superarán los quince metros (15 m) para la altura de banco, excepto pro-

puesta justificable del Contratista y autorización expresa del Director de las Obras.

El volumen de roca excavable según este capítulo es cuantificable en función del tipo de roca y su estructura, del diámetro y carga de los barrenos de destroza y del tipo de voladura suave proyectada para el contorno. Todo ello requiere un estudio y justificación, debiendo presentar el Contratista al Director de las Obras una propuesta de "Plan de Excavación por Voladuras", firmada por técnico competente, en la que se especificarán, al menos:

- Maquinaria y método de perforación.
- Longitud máxima de perforación.
- Diámetro y longitud de los barrenos de contorno y disposición de los mismos.
- Diámetros y longitud de los barrenos de destroza y disposición de los mismos.
- Explosivos utilizados, dimensiones de los cartuchos, sistemas de retacado y esquema de cargas de los distintos tipos de barreno.
- Método de fijación de las cargas en los barrenos con carga discontinua.
- Método de iniciación de las cargas y secuencias de iniciación.
- Método de comprobación del circuito de encendido.
- Tipo de explosor.
- Exposición detallada de resultados obtenidos con el método de excavación propuesto en terrenos análogos al de la obra.
- Medidas de seguridad, para la obra y terceros.

De acuerdo con la propuesta, el Director de las Obras podrá autorizar la excavación a sección completa o el establecimiento de un resguardo para refino final. En función del tipo y estructura de la roca se considerará especialmente la secuencia de encendido de los barrenos de las hileras próximas a taludes definitivos, así como la de los barrenos de contorno.

La longitud de los barrenos de contorno será compatible con la calidad de superficie final exigida y los errores reales del equipo de perforación, que difícilmente pueden bajar de dos centímetros por metro (2 cm/m).

Los perforistas presentarán un parte de perforación donde se indicarán las posibles oquedades detectadas durante la operación para evitar cargas concentradas excesivas, y tomarán las medidas necesarias para que los barrenos permanezcan limpios una vez completados con el fin de realizar su carga prevista.

La aprobación del "Plan de Excavación por Voladura" por parte del Director de las Obras indicará, tan sólo, que la administración acepta el resultado final previsto de dicho Plan no eximiendo al Contratista de su responsabilidad.

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.

322.2.2 Puesta a punto del método de excavación

Si no se dispone de experiencia previa satisfactoria en la excavación de taludes o paramentos en terrenos análogos a los de la obra, la aceptación por el Director de las Obras del método propuesto estará condicionada a su ensayo en obra. Dicho ensayo tendrá por objeto comprobar que el método es correcto en líneas generales y, en este caso, ponerlo a punto para el caso particular considerado.

Para juzgar lo adecuado del método ensayado se atenderá a los siguientes criterios:

- La superficie resultante del talud o paramento no presentará zonas trituradas atribuibles a la voladura.
- Cuando el tipo de voladura suave del contorno deje cañas de los barrenos en el talud o paramento, estas deben aparecer marcadas de forma clara y continua. En ningún caso presentarán fisuras características que revelen carga excesiva.
- La superficie excavada debe presentar un aspecto regular compatible con la estructura de la masa de roca.
- Las vibraciones transmitidas al terreno no deben ser excesivas. En zonas despobladas y sin estructuras que pudieran sufrir daño, se considerarán excesivas las vibraciones que produzcan desplazamientos de cuñas de roca, apertura de diaclasas, o cualquier otro fenómeno que disminuya la resistencia del macizo rocoso.
- En zonas próximas a núcleos habitados, o a estructuras que se desee proteger, se realizará el correspondiente proyecto y voladuras de ensayo exigidos por la Reglamentación vigente para asegurar que no van a superarse los niveles de vibración permitidos. Se estará especialmente a lo indicado por UNE 22381.
- Para evitar vibraciones excesivas se dimensionará adecuadamente la carga total correspondiente a cada micro-retardo.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá sobre la conveniencia de aprobar, modificar, ajustar o rechazar el método

propuesto. Variaciones sensibles de las características de la roca a excavar, a juicio del Director de las Obras, exigirán la reconsideración del método de trabajo.

La aprobación del método de excavación por el Director de las Obras no eximirá al Contratista de la obligación de tomar las medidas de protección y seguridad necesarias para evitar daños al resto de la obra o a terceros. Es obligación del Contratista, cumplir toda la Reglamentación vigente.

322.2.3 Consideraciones especiales para la excavación del pie de taludes en rocas

Es esencial para la estabilidad de taludes que su pie conserve lo mejor posible las características naturales que proporciona el terreno en su estado inalterado. Con este fin se seguirán las siguientes recomendaciones:

- La longitud y situación de los barrenos de contorno se definirá con precisión, teniendo en cuenta el diámetro de la perforación así como la maquinaria utilizada.
- La carga de los barrenos de contorno estará muy ajustada para que, cumpliendo con su función de arranque, el agrietamiento remanente en el macizo de roca sea el mínimo. Por ello, las necesarias cargas de fondo se ajustarán para limitar en lo posible daños al pie de los taludes.
- Los barrenos de las hileras más próximas, cuya carga unitaria pudieran causar a la superficie definitiva daños adicionales a los producidos por los barrenos de contorno, especialmente en pie de talud, se dispondrán y cargarán teniendo muy en cuenta tal posibilidad. Se dedicará especial atención a la longitud total y carga de fondo de tales barrenos. En todo caso, su fondo en el banco inferior no rebasará la profundidad del pie de la excavación en más de cincuenta centímetros (50 cm), o el valor que, con arreglo a criterio de daños, figure en el "Plan de Excavación por Voladuras" y haya sido aprobado por el Director de las Obras.
- En caso de que se produzcan repies localizados, se retirarán por medios mecánicos o por perforación y voladura respetando siempre el criterio de mínimo daño a la roca remanente.
- Si se produjeran excavaciones por debajo de los perfiles previstos estos se restituirán mediante el hormigonado de las zonas de cota insuficiente con su correspondiente rasanteo.
- La excavación por voladura de cunetas cercanas al pie del talud se realizará vigilando especialmente que las cargas de los barrenos y su secuencia

de encendido sean las idóneas para no producir agrietamiento suplementario que afecte al pie del talud.

322.2.4 Operaciones auxiliares

Antes de iniciar la excavación del talud se eliminará totalmente la zona de montera que pueda dar lugar a desprendimientos durante la obra y durante la explotación de la carretera.

El drenaje de la excavación se mantendrá en todo momento en condiciones satisfactorias. Cuando no sea posible el drenaje natural se dispondrán grupos motobomba adecuados, con el fin de evacuar el agua almacenada.

Después de la excavación de cada banco parcial del talud, el Director de las Obras examinará la superficie resultante, con objeto de detectar posibles zonas inestables o alterables. El Contratista deberá proceder al saneamiento y/o consolidación de dichas zonas, de acuerdo con las instrucciones del Director de las Obras, antes de aumentar la altura de la excavación. Si, por causas imputables al Contratista, dichas operaciones se demorasen o no se efectuasen hasta haber volado bancos posteriores, éste se encargará, a su costa y sin derecho a indemnización alguna, de los arreglos y saneos que determine el Director de las Obras incluyendo el uso de los andamios o medios auxiliares necesarios para tener acceso a las zonas afectadas.

En caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de las Obras. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o incumplimiento de las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista será responsable de los daños ocasionados. Lo mismo cabe indicar respecto a posibles bloques caídos del talud sobre cunetas, de guarda o de desagüe, situadas al pie del talud.

Los pequeños escalones que por razones constructivas aparecen durante la excavación por bancos parciales sucesivos de un talud uniforme, deberán ser suavizados, salvo indicación en contra del Director de las Obras, mediante martillo picador inmediatamente después de la excavación del banco correspondiente. La anchura de estos escalones deberá ser la menor compatible con el equipo de perforación autorizado.

322.2.5 Utilización de los productos de excavación

Los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, o que señale el Director de

las Obras, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el Proyecto o a las que, en su defecto, señale el Director de las Obras.

Los fragmentos de roca de mayor tamaño y bolos de piedra tolerables, procedentes del arranque por voladura en la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras, se acopiarán y utilizarán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua como defensa contra posible erosión de zonas vulnerables, o a cualquier otro uso que designe el Director de las Obras. En caso de no haber destino para tal material y que no pueda adaptarse al paisaje general, se procederá a su troceo aceptable y transporte a vertedero, sin derecho a abono independiente.

Los productos de excavación cuyo empleo esté previsto en zonas definidas de la obra cumplirán las condiciones exigidas en el presente Pliego, o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, para las unidades de obra correspondientes. Este requisito deberá ser tenido en cuenta por el Contratista al preparar el esquema de voladura. En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director de las Obras. El material inadecuado se transportará a vertedero de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

322.2.6 Tolerancia geométrica de terminación de las obras

En el Pliego de Prescripciones Técnica Particulares vendrán definidas las tolerancias del acabado o, en su defecto, serán definidos por el Director de las Obras. Con la precisión que se considere admisible en función de los medios previstos para la ejecución de las obras y en base a las mismas serán fijadas, al menos, las siguientes:

- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros, entre los planos o superficies de los taludes previstos en proyecto y los realmente construídos, quedando fijada la zona en la que el talud sería admisible y en la que sería rechazado debiendo volver el Contratista a reperfilarse el mismo.
- Tolerancia máxima admisible en pendiente y fondos de cunetas y en planta, expresada en centímetros, sobre los planos previstos en proyecto y los realmente construídos, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las obras.

322.3 MEDICIÓN Y ABONO

La excavación del contorno en taludes y paramentos definitivos de taludes en roca se abonará por metros cuadrados (m^2) de talud formado, medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

El volumen de roca excavado al ejecutar esta unidad se medirá y abonará según lo indicado en el artículo 320, "Excavación de la explanación y préstamos".

Si la excavación especial de taludes en roca no está contemplada en el Proyecto como unidad independiente, y es exigida por el Director de las Obras, se entenderá que está comprendida en las de excavación, y por tanto no habrá lugar a su medición y abono por separado.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Normas de referencia al artículo 322

UNE 22381 Control de vibraciones producidas por voladuras

330 TERRAPLENES

330.1 DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el apartado 330.3, en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme de una carretera.

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

330.2 ZONAS DE LOS RELLENOS TIPO TERRAPLÉN

En los rellenos tipo terraplén se distinguirán las cuatro zonas siguientes, cuya geometría se definirá en el proyecto:

- **Coronación:** Es la parte superior del relleno tipo terraplén, sobre la que se apoya el firme, con un espesor mínimo de dos tongadas y siempre mayor de cincuenta centímetros (50 cm).
- **Núcleo:** Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación.
- **Espaldón:** Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón los revestimientos sin misión estructural en el relleno entre los que se consideran, plantaciones, cubierta de tierra vegetal, encachados, protecciones antierosión, etc.
- **Cimiento:** Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será como mínimo de un metro (1 m).

330.3 MATERIALES

330.3.1 Criterios Generales

Los materiales a emplear en rellenos tipo terraplén serán, con carácter general, suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en obra, de los préstamos que se definan en el Proyecto o que se autoricen por el Director de las Obras.

Los criterios para conseguir un relleno tipo terraplén que tenga las debidas condiciones irán encaminados a emplear los distintos materiales, según sus características, en las zonas más apropiadas de la obra, según las normas habituales de buena práctica en las técnicas de puesta en obra.

En todo caso, se utilizarán materiales que permitan cumplir las condiciones básicas siguientes:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.
- Estabilidad satisfactoria de la obra.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio que se definan en proyecto.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, especificará el tipo de material a emplear y las condiciones de puesta en obra, de acuerdo con la clasificación que en los apartados siguientes se define, así como las divisiones adicionales que en el mismo se establezcan, según los materiales locales disponibles.

330.3.2 Características de los Materiales

A los efectos del presente artículo, los rellenos tipo terraplén estarán constituidos por materiales que cumplan alguna de las dos condiciones granulométricas siguientes:

- Cernido, o material que pasa, por el tamiz 20 (mm) UNE mayor del setenta por ciento (# 20 > 70%), según UNE 103 101.
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE mayor o igual del treinta y cinco por ciento (# 0,080 > 35%).

Además de los suelos naturales, se podrán utilizar en terraplenes los productos procedentes de procesos industriales o de manipulación humana, siempre que cumplan las especificaciones de este artículo y que sus características físico-químicas garanticen la estabilidad presente y futura del conjunto. En

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

El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar como material para terraplenes, cualquiera que así lo aconseje la experiencia local. Dicho rechazo habrá de ser justificado expresamente en el Libro de Ordenes.

330.3.3 Clasificación de los materiales

Desde el punto de vista de sus características intrínsecas los materiales se clasificarán en los tipos siguientes (cualquier valor porcentual que se indique, salvo que se especifique lo contrario, se refiere a porcentaje en peso):

330.3.3.1 Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103-204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$)
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 \leq 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - * Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - * Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$)
 - * Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$)
 - * Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103 103.
 - * Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103 104.

330.3.3.2 Suelos adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$).
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$).
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$)
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ($\# 0,080 < 35\%$).
- Límite líquido inferior a cuarenta ($LL < 40$).
- Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$) el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$).

330.3.3.3 Suelos tolerables

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$).
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($Yeso < 5\%$), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$).
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$).
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ($IP > 0,73 (LL - 20)$).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT-254, para muestras remoldeada según Proctor Normal y presión de ensayo de dos decimas de Megapascal (0,2 MPa)
- Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al tres por ciento (3%), según UNE 103-601. Para muestra remoldeada según Proctor Normal

330.3.3.4 Suelos marginales

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para estos, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento ($MO < 5\%$).

- Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al cinco por ciento (5%).
- Si el límite líquido es superior a noventa ($LL > 90$) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ($IP < 0,73 (LL-20)$).

330.3.3.5 Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

- Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.
- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.
- Los que puedan resultar insalubre para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

330.4 EMPLEO

330.4.1 Uso por zonas

Teniendo en cuenta las condiciones básicas indicadas en los apartados 330.3.1. "Criterios generales", 330.3.2. "Características de los materiales", y 330.3.3. "Clasificación de los materiales para terraplenes", así como las que en su caso se exijan en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se utilizarán, en las diferentes zonas del relleno tipo terraplén, los suelos que en este apartado se indican.

330.4.1.1 Coronación

Se utilizarán suelos adecuados o seleccionados siempre que su capacidad de soporte sea la requerida para el tipo de explanada previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea como mínimo de cinco ($CBR \geq 5$), según UNE 103 502.

Se podrán utilizar otros materiales en forma natural o previo tratamiento, siempre que cumplan las condiciones de capacidad de soporte exigidas, y previo estudio justificativo aprobado por el Director de las Obras.

No se usarán en esta zona suelos expansivos o colapsables, según lo indicado en el apartado 330.4.4. del presente Pliego.

Cuando bajo la coronación exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos mayor del dos por ciento ($SO_4 > 2\%$), la coronación habrá de evitar la infiltración de agua hacia el resto del relleno tipo terraplén, bien por el propio tipo de material o bien mediante la utilización de medidas complementarias.

330.4.1.2 Cimiento

En el cimiento se utilizarán suelos tolerables, adecuados ó seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanqueidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y siempre que el índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres ($CBR \geq 3$).

330.4.1.3 Núcleo

Se utilizarán suelos tolerables, adecuados ó seleccionados, siempre que su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres ($CBR \geq 3$).

La utilización de suelos marginales o de suelos con índice CBR menor de tres ($CBR < 3$) puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo caso habrá de justificarse mediante un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, conforme a lo indicado en el apartado 330.4.4.

Asimismo la posible utilización de suelos colapsables, expansivos, con yesos, con otras sales solubles, con materia orgánica o de cualquier otro tipo de material marginal (según la clasificación del apartado 330.3.3), se regirá por lo indicado en el apartado 330.4.4.

330.4.1.4 Espaldones

Se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión.

No se usarán en esta zona suelos expansivos o colapsables, según lo definido en el apartado 330.4.4. del presente Pliego.

Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido en sulfatos mayor del dos por ciento ($SO_4 > 2\%$), los espaldones evitarán la

infiltración de agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material, bien mediante la adopción de medidas complementarias.

330.4.2 Grado de compactación

El Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, señalará, entre el Proctor Normal (UNE 103 500) o el Proctor Modificado (UNE 103 501), el ensayo a considerar como Proctor de Referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Proctor Modificado. Sin embargo en el caso de suelos expansivos se aconseja el uso del Proctor Normal

Los suelos clasificados como tolerables, adecuados y seleccionados podrán utilizarse según lo indicado en el punto anterior de forma que su densidad después de la compactación no sea inferior:

- en la zona de coronación, a la máxima obtenida en el ensayo Proctor de Referencia.
- en las zonas de cimiento, núcleo y espaldones al 95% de la máxima obtenida en dicho ensayo.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, podrán especificar justificadamente valores mínimos, superiores a los indicados, de las densidades después de la compactación en cada zona de terraplén en función de las características de los materiales a utilizar y de las propias de la obra.

330.4.3 Humedad de puesta en obra

La humedad de puesta en obra se establecerá teniendo en cuenta:

- La necesidad de obtener la densidad y el grado de saturación exigidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su defecto en el presente Pliego.
- El comportamiento del material a largo plazo ante posibles cambios de dicha humedad (p.e. expansividad, colapso).
- La humedad del material al excavarlo (en su yacimiento original) y su evolución durante la puesta en obra (condiciones climáticas y manipulación).

Salvo justificación especial o especificación en contra del Proyecto, la humedad, inmediatamente después de la compactación, será tal que el grado de saturación en ese instante se encuentre comprendido entre los valores del grado de saturación correspondientes, en el ensayo Proctor de Referencia, a humedades de menos dos por ciento (-2%) y de más uno por ciento (+1%) de la óptima de dicho ensayo Proctor de Referencia.

En el caso de suelos expansivos o colapsables, los límites de saturación indicados serán los correspondientes a humedades de menos uno por ciento (-1%) y de más tres por ciento (+ 3%) de la óptima del ensayo del Proctor de Referencia.

Para el mejor aprovechamiento de los materiales desde el punto de vista de su contenido de humedad, se usarán las técnicas de extracción, transporte, acopio, riego u oreo, y extensión adecuadas para mejorar las condiciones del material en su yacimiento original.

En el caso de humedades naturales muy bajas y suelos muy plásticos el cumplimiento de la condición anterior, relativa al grado de saturación, puede conseguirse tanto aumentando el contenido de agua como aumentando la energía de compactación.

330.4.4 Precauciones especiales con distintos tipos de suelos

Los suelos marginales, definidos en el apartado 330.3.3. del el presente Pliego, podrán utilizarse en algunas zonas de la obra siempre que su uso se justifique mediante estudio especial, aprobado por el Director de las Obras.

Este "Estudio de usos de materiales marginales" deberá contemplar explícitamente y con detalle al menos los siguientes aspectos.

- Determinación y valoración de las propiedades que confieren al suelo su carácter de marginal.
- Influencia de dichas características en los diferentes usos del suelo dentro de la obra.
- Posible influencia en el comportamiento o evolución de otras zonas u elementos de la obra
- Estudio pormenorizado en donde se indique las características resistentes del material y los asientos totales y diferenciales esperados, así como la evolución futura de estas características.
- Conclusión justificada de los posibles usos del material en estudio.
- Cuidados, disposiciones constructivas y prescripciones técnicas a adoptar para los diferentes usos del suelo dentro de la obra.

A continuación se expresan algunas consideraciones sobre el uso de distintos tipos de suelos.

330.4.4.1 Suelos colapsables

A los efectos de este artículo, se considerarán suelos colapsables aquellos en los que una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad de puesta en obra sufra un asiento superior al uno por ciento (1%) de la altura inicial de la muestra cuando se ensayo según NLT 254 y presión de ensayo de dos décimas de Megapascal (0,2 MPa).

Los suelos colapsables no se usarán en coronación ni espaldones. Sus uso en núcleo y en cimiento estará sujeto a un estudio especial que teniendo en cuenta la funcionalidad del terraplén, el grado de colapsabilidad del suelo, las condiciones climáticas y de niveles freáticos, defina las disposiciones y cuidados a adoptar para su uso.

Estos suelos deberán compactarse del lado húmedo, con relación a la humedad óptima del ensayo Proctor de Referencia. A falta de otro criterio, convenientemente justificado, del Proyecto se estará a lo indicado en el apartado 330.4.3 del presente Pliego

330.4.4.2 Suelos expansivos

A los efectos del presente artículo, se consideran suelos expansivos aquellos en los que en una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad óptimas del Proctor Normal supere un hinchamiento libre superior al tres por ciento (3%), cuando se ensaye según UNE 103 601.

Los suelos expansivos así definidos, no se utilizarán en coronación ni en los espaldones ya que en estas zonas se acusan especialmente las variaciones estacionales de humedad. Si resultara inevitable su empleo en el núcleo se realizará un estudio especial, que teniendo en cuenta la funcionalidad del relleno tipo terraplén, las características de permeabilidad de la coronación y espaldones, el grado de expansividad y las condiciones climáticas, defina las disposiciones y cuidados a adoptar durante la construcción. Sin embargo no podrán usarse en ningún caso aquellos suelos cuyo hinchamiento libre, según UNE 103 601 sea superior al cinco por ciento (5%).

Estos suelos deben compactarse ligeramente del lado húmedo, con relación a la humedad óptima del ensayo Proctor de Referencia. A falta de otro criterio, convenientemente justificado, del Proyecto se estará a lo indicado en el apartado 330.4.3 del presente Pliego en lo relativo a los grados de saturación y se preferirá la elección del Proctor Normal como Proctor de Referencia.

330.4.4.3 Suelos con yesos

La utilización, siempre justificada y autorizada por el Director de las Obras, de materiales con yesos será función del contenido de dichas sustancias; según se indica a continuación:

- **Menor del cero con dos por ciento (0,2%)**: Utilización en cualquier zona del terraplén.
- **Entre el cero con dos y el dos por ciento (0,2-2%)**: Utilización en el núcleo del terraplén. No se necesitará tomar ninguna precaución especial en la ejecución de la coronación y los espaldones.
- **Entre el dos y el cinco por ciento (2% y 5%)**: Utilización en el núcleo del terraplén con adopción de cuidados y materiales de características especiales en coronación y en los espaldones, que vendrán explícitamente indicados en el Proyecto.
- **Entre el cinco y el veinte por ciento (5% y 20%)**: Utilización limitada al núcleo del terraplén y siempre que se tomen, entre otras, las siguientes medidas para evitar la disolución con posible producción de asientos o pérdida de resistencia:
 - * El núcleo deberá constituir una masa compacta e impermeable.
 - * Disponer medidas de drenaje e impermeabilizaciones para impedir el acceso al relleno de las aguas tanto superficiales como profundas.

Habrà de justificarse la eficacia de las medidas adoptadas a este respecto mediante estudio especial, aprobado por el Director de las Obras.

- **Mayor del veinte por ciento (20%)**: Este tipo de suelos no debe utilizarse en ninguna zona del relleno. Su uso se limitará a aquellos casos en que no existan otros suelos disponibles y siempre que el mismo venga contemplado y convenientemente justificado en el Proyecto.

Con frecuencia, los suelos con yeso van acompañados de suelos inadecuados o marginales por criterios de plasticidad, arcillas muy plásticas o limos colapsables. Por ello para porcentajes de yeso superiores al dos por ciento (Yeso > 2%) se determinará el posible carácter expansivo o colapsable del suelo y se adoptarán, en su caso, las medidas oportunas según se indica en los apartados correspondientes.

También se tendrá en cuenta la posible agresividad de estas sales al hormigón y la posible contaminación que puedan originar en los terrenos colindantes.

330.4.4.4 Suelos con otras sales solubles

La utilización de materiales con sales solubles en agua distintas del yeso, según sea su contenido, será la siguiente:

- **Menor del cero con dos por ciento (0,2%)**: Utilización en cualquier zona del terraplén.
- **Entre el cero con dos y el uno por ciento (0,2 y 1%)**: Utilización en el núcleo del terraplén, sin necesidad de tomar precauciones especiales en coronación y espaldones.
- **Mayor del uno por ciento (1%)**: Se requiere un estudio especial, aprobado expresamente por el Director de las Obras.

330.4.4.5 Suelos con materia orgánica

Cuando se sospecha que un suelo pueda contener materia orgánica, ésta se determinará según UNE 103-204. Esta norma incluye como materia orgánica todas las sustancias oxidables existentes en la muestra ensayada, por tanto, cuando las sustancias oxidables no orgánicas puedan influir de forma importante sobre los resultados obtenidos, el Director de las Obras podrá autorizar que el contenido de materia orgánica se obtenga descontando los materiales oxidables no orgánicos, determinados según método explícitamente aprobado por él.

En rellenos tipo terraplén de hasta cinco metros (5 m) de altura, se podrá admitir en el núcleo materiales con hasta un cinco por ciento (5%) de materia orgánica, siempre que las deformaciones previsibles se hayan tenido en cuenta en Proyecto.

Para terraplenes de más de cinco metros (5 m) de altura el uso de suelos con porcentaje de materia orgánica superior al dos por ciento ($MO > 2\%$) habrá de justificarse con un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras.

En coronación el contenido de materia orgánica será inferior al uno por ciento (1%).

330.5 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente artículo.

Previamente a la ejecución de los rellenos, el Contratista presentará un programa de trabajos en que se especificará, al menos: maquinaria prevista; sistemas de arranque y transporte; equipo de extendido y compactación; y procedimiento de compactación, para su aprobación por el Director de las Obras.

330.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

330.6.1 Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén

Si el relleno tipo terraplén se construye sobre terreno natural, se efectuará en primer lugar, de acuerdo con lo estipulado en los artículos 300 y 320 del presente Pliego, el desbroce del citado terreno y la eliminación de la capa de tierra vegetal.

Sin embargo el Proyecto o el Director de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el apartado 300.2.1. del presente Pliego, podrán eximir de la eliminación de la capa de tierra vegetal en rellenos tipo terraplén de más de diez metros (10 m) de altura, donde los asientos a que pueden dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad.

En rellenos tipo terraplén sobre suelos compresibles y de baja resistencia, sobre todo en el caso de suelos orgánicos o en zonas pantanosas, la vegetación podrá mejorar la sustentación de la maquinaria de movimiento de tierras y facilitar las operaciones de compactación de las primeras tongadas. En estos casos el Proyecto o el Director de las Obras, podrán indicar su posible conservación.

Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno tipo terraplén, se escarificará el terreno de acuerdo con la profundidad prevista en el Proyecto y se tratará conforme a las indicaciones relativas a esta unidad de obra, dadas en el artículo 302 de este Pliego, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural.

Cuando lo indique el Proyecto, se extenderán capas de materiales granulares gruesos o láminas geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno.

Si el relleno tipo terraplén debe construirse sobre un firme preexistente, éste se escarificará y compactará según lo indicado en el artículo 303 del presente Pliego.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos tipos terraplén se prepararán éstos, mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes, a fin de conseguir la adecuada unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Cuando el relleno tipo terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que exista agua superficial, se conducirá el agua fuera del área donde vaya a construirse, antes de comenzar su ejecución, mediante obras que podrán tener el carácter de accesorias, y que se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

Las tongadas susceptibles de saturarse durante la vida del relleno tipo terraplén se construirán, de acuerdo con el Proyecto, con un material en el que la granulometría impida el arrastre de partículas y en el que las deformaciones que puedan producirse al saturarse sean aceptables para las condiciones de servicio definidas en el proyecto.

Las transiciones de desmonte a relleno tipo terraplén se realizarán, tanto transversal como longitudinalmente, de la forma más suave posible según lo indicado en el Proyecto o en su defecto, excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H). Dicha pendiente se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1,0 m).

En los rellenos tipo terraplén situados a media ladera, se escalonará la pendiente natural del terreno de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. Las banquetas así originadas deberán quedar apoyadas en terreno suficientemente firme. Su anchura y pendiente deberán ser tales que la maquinaria pueda trabajar con facilidad en ellas.

En general y especialmente en las medias laderas donde, a corto y largo plazo, se prevea la presencia de agua en la zona de contacto del terreno con el relleno, se deberán ejecutar las obras necesarias, recogidas en el Proyecto, para mantener drenado dicho contacto.

Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes dejan la superficie de terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento previsto y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones de la superficie. La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberán ser contempladas en la adopción de estas medias de protección.

330.6.2 Extensión de las tongadas

Una vez preparado el apoyo del relleno tipo terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales, que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final.

El espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, será de treinta centímetros (30 cm). En todo caso, el espesor de tongadas ha de ser superior a tres medios ($3/2$) del tamaño máximo del material a utilizar.

El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director de las Obras.

Los rellenos tipo terraplén sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimientos y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos. En rellenos de más de cinco metros (5 m) de altura, y en todos aquellos casos en que sea previsible una fuerte erosión de la superficie exterior del relleno, se procederá a la construcción de caballones de tierra en los bordes de las tongadas que, ayudados por la correspondiente pendiente longitudinal, lleven las aguas hasta bajantes dispuestas para controlar las aguas de escorrentía. Se procederá asimismo a la adopción de las medidas protectoras del entorno, previstas en el Proyecto o indicadas por el Director de las Obras, frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía.

Salvo prescripción en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

Deberá conseguirse que todo el perfil del relleno tipo terraplén quede debidamente compactado, para lo cuál, se podrá dar un sobreancho a la tongada del orden de un metro (1 m) que permita el acercamiento del compactador al borde, y después recortar el talud. En todo caso no serán de abono estos sobreanchos.

330.6.3 Humectación o desecación

En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará esta operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras, préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos "pata de cabra", etc).

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas, para conseguir la compactación prevista, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

330.6.4 Compactación

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Los valores de densidad y humedad a alcanzar serán los que se indican en el apartado 330.4.2 y 330.4.3 del presente Pliego, o los que, en su caso, fijen el proyecto o el Director de las Obras.

La zona de trasdós de obra de fábrica, zanjas y aquellas, que por reducida extensión, u otras causas, no puedan compactarse con los medios habituales tendrá la consideración de rellenos localizados y se estará a lo dispuesto en el artículo 332 "Rellenos localizados" del presente Pliego.

330.6.5 Control de la compactación

330.6.5.1 Generalidades

El Control de la compactación tendrá por objeto comprobar por un lado que cada tongada cumple las condiciones de densidad seca y humedad, según lo establecido en el apartado 330.4.6 del presente Pliego así como por el Proyecto y el Director de las Obras, y por otro lado, que las características de deformabilidad sean las adecuadas para asegurar un comportamiento aceptable del relleno.

A este efecto, el control se efectuará por el método de "Control de Producto Terminado", a través de determinaciones "in situ" en el relleno compactado, comparándose los resultados obtenidos con los correspondientes valores de referencia. En circunstancias especiales, el Proyecto o el Director de las Obras podrán prescribir, además, la realización de ensayos complementarios para caracterizar las propiedades geotécnicas del relleno (resistencia al corte, expansividad, colapso, etc).

Con este método de "Control de Producto Terminado" se considerará que la compactación de una tongada es aceptable siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- La densidad seca "in situ" es superior al máximo valor mínimo establecido en este Pliego, en el Proyecto o por el Director de las Obras, y el grado de saturación se encuentra dentro de los límites establecidos en el Proyecto, o en su defecto en este Pliego. Estos aspectos se comprobarán conforme a lo indicado en el apartado 330.6.5.4 del presente Pliego.
- El módulo de deformación vertical en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (E_{v2}) es como mínimo, según el tipo de material y en función de la zona de obra de que se disponga, el siguiente:
 - * **En cimiento, Núcleo y Espaldones**, cincuenta megapascales ($E_{v2} \geq 50$ MPa) para los suelos seleccionados y treinta megapascales ($E_{v2} \geq 30$ MPa) para el resto.
 - * **En coronación**, cien megapascales ($E_{v2} \geq 100$ MPa) para los suelos seleccionados y sesenta megapascales ($E_{v2} \geq 60$ MPa) para el resto.

En este ensayo de carga sobre placa, la relación, K, entre el módulo de deformación obtenido en el segundo ciclo de carga, E_{v2} , y el módulo de deformación obtenido en el primer ciclo de carga, E_{v1} , no puede ser superior a dos con dos ($K \leq 2,2$).

Cuando lo indique el Proyecto o lo aconsejen las características del material o de la obra, y previa autorización del Director de las Obras, las determinaciones "in situ" de densidad, humedad, y módulo de deformación se complementarán por otras, como los ensayos de huella o el método de "Control de Procedimiento" a partir de bandas de ensayo previas. En estas últimas deberán quedar definidas, para permitir su control posterior, las operaciones de ejecución, equipos de extendido y compactación, espesores de tongada, humedad del material y número de pasadas, debiendo comprobarse en esas bandas de ensayo que se cumplen las condiciones de densidad, saturación, módulo de deformación y relación de módulos que se acaban de establecer. En estas bandas o terraplenes de ensayo el número de tongadas a realizar será, al menos, de tres.

El Proyecto o el Director de las Obras podrán establecer la utilización de ensayos complementarios para la comprobación del comportamiento del relleno o de determinadas características del mismo (como los ensayos de Cross-hole, ondas superficiales, ensayos penetrométricos, asentómetros, células de presión total o intersticial, etc.).

330.6.5.2 Ensayos de referencia

a) Ensayo de Compactación Proctor

El Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, señalará, entre el Proctor Normal (UNE 103 500) o el Proctor Modificado (UNE 103 501), el ensayo a considerar como Proctor de Referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Proctor Modificado.

En este sistema de control, se clasificarán los materiales a utilizar en grupos cuyas características sean similares. A estos efectos se consideran similares aquellos materiales en los que se cumpla, en un mínimo de tres muestras ensayadas, lo siguiente:

- Pertenencia al mismo tipo de clasificación definida en el apartado 330.3.2.
- Rango de variación de la densidad seca máxima en los ensayos Proctor no superiores al tres por ciento (3%).
- Rango de variación de la humedad óptima en los ensayos Proctor no superiores al dos por ciento (2%).

Dentro de cada grupo se establecerán los correspondientes valores medios de la densidad máxima y de la humedad óptima que servirán de referencia para efectuar el análisis de los resultados del control. Se determinará asimismo la zona de validez indicada en el apartado 330.6.5.4 del presente Pliego.

El volumen de cada uno de esos grupos será mayor de veinte mil metros cúbicos (20.000 m³). En caso contrario se recurrirá a otro procedimiento de control.

En el caso de que los materiales procedentes de una misma zona de extracción no puedan agruparse de la forma anteriormente descrita ni sea posible separarlos para su aprovechamiento, no será aplicable el método de control de Producto Terminado mediante ensayos Proctor, debiéndose recurrir al empleo intensivo del ensayo de carga con placa, con alguno complementario como el de huella, o el método de control de procedimiento, según determine el Director de las Obras.

b) Ensayo de carga con placa

Para determinar el módulo de deformación del relleno tipo terraplén se utilizará el ensayo de carga con placa. Las dimensiones de dicha placa serán tales que su diámetro o lado sea al menos cinco (5) veces superior al tamaño máximo del material utilizado. En ningún caso la superficie de la placa será inferior a setecientos centímetros cuadrados (700 cm²). El ensayo se realizará según la metodología NLT 357 aplicando la presión, por escalones, en dos ciclos consecutivos de carga.

En caso de necesidad, el Proyecto podrá fijar otras condiciones de ensayo que las de la Norma indicada, en cuyo caso deberá establecer los valores correspondientes a exigir para el módulo de deformación del segundo ciclo de carga E_{v2} , y para la relación K entre módulos de segundo y primer ciclos de carga.

c) Ensayos de la huella

En el caso de realizar el ensayo de la huella se utilizará NLT-256, en la que se indica el control de asientos, sobre diez puntos separados un metro (1 m), antes y después del paso del camión normalizado.

El ensayo de huella se efectuará correlacionado con el ensayo de placa de carga y por tanto los valores de huella admisibles serán aquellos que garanticen el resultado de la placa de carga. Los mismos serán establecidos por el Director de las Obras a propuesta del Contratista apoyada por los correspondientes ensayos de contraste.

En todo caso los valores de huella admisible no serán superiores a los siguientes:

- En cimiento, núcleo y espaldones cinco milímetros (5 mm).
- En coronación tres milímetros (3 mm).

330.6.5.3 Determinación "in situ"

a) Definición de lote

Dentro del tajo a controlar se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, al menor que resulte de aplicar a una sola tongada de terraplén los siguientes criterios:

- Una longitud de carretera (una sola calzada en el caso de calzadas separadas) igual a quinientos metros (500 m).
- En el caso de la coronación una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) y en el resto de las zonas, una superficie de cinco mil metros cuadrados (5.000 m²) si el terraplén es de menos de cinco metros (5 m) de altura y de diez mil metros cuadrados (10.000 m²) en caso contrario. Descontando siempre en el conjunto de estas superficies unas franjas de dos metros (2 m) de ancho en los bordes de la calzada y los rellenos localizados según lo definido en el artículo 332 del presente Pliego.
- La fracción construida diariamente.
- La fracción construida con el mismo material, del mismo préstamo y con el mismo equipo y procedimiento de compactación.

Nunca se escogerá un lote compuesto de fracciones correspondientes a días ni tongadas distintas, siendo por tanto entero el número de lotes escogido por cada día y tongada.

b) Muestras y ensayos a realizar en cada lote

Dentro de la zona definida por el lote se escogen las siguientes muestras independientes:

- **Muestra de superficie:** Conjunto de 5 puntos, tomados en forma aleatoria de la superficie definida como lote. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- **Muestra de borde:** En cada una de las bandas de borde se fijará un punto por cada cien metros lineales o fracción. Estas muestras son independientes de la anterior e independientes entre sí. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- **Determinación de deformaciones:** En coronación se hará un ensayo de placa por cada uno de los lotes definidos con anterioridad. En el resto de las zonas el Director de las Obras podrá elegir entre hacer un ensayo de

placa de carga por cada lote o bien hacer otro tipo de ensayo en cada lote, como puede ser el de huella, de forma que estando convenientemente correlacionadas se exijan unos valores que garanticen los resultados del ensayo de placa de carga, aspecto este que se comprobará, al menos, cada cinco (5) lotes.

La determinación de deformaciones habrá de realizarse siempre sobre material en las condiciones de densidad y grado de saturación exigidas, aspecto que en caso de duda, y en cualquier caso que el Director de las Obras así lo indique, habrá de comprobarse e incluso podrá obligar a eliminar la costra superior de material desecado antes de realizar el ensayo.

Para medir la densidad seca "in situ" podrán emplearse procedimientos de sustitución (método de la arena, UNE 103 503, método del densómetro, etc), o preferentemente métodos de alto rendimiento como los métodos nucleares con isótopos radiactivos. En todo caso, antes de utilizar estos últimos, se calibrarán sus resultados con las determinaciones dadas por los procedimientos de sustitución. Esta calibración habrá de ser realizada para cada uno de los grupo de materiales definidos en el apartado 330.6.5.2 a) y se comprobará al menos una vez por cada diez lotes ensayados. De forma análoga se procederá con los ensayos de humedad, por secado (UNE 103 300) y nucleares.

Para espesores de tongada superiores a treinta centímetros (30 cm) habrá de garantizarse que la densidad y humedad medidas se corresponden con las del fondo de la tongada.

330.6.5.4 Análisis de los resultados

Las determinaciones de humedad y densidad "in situ" se compararán con los valores de referencia definidos en el apartado 330.6.5.2.

Para la aceptación de la compactación de una muestra el valor medio de la densidad de la muestra habrá de cumplir las condiciones mínimas impuestas en este artículo y en particular en los apartados 330.4.2, 330.4.3 y 330.6.4. Además al menos el sesenta por ciento (60%) de los puntos representativos de cada uno de los ensayos individuales en un diagrama humedad-densidad seca, han de encontrarse dentro de la zona de validez que a continuación se define, y el resto de los puntos no podrán tener una densidad inferior en más de treinta kilogramos por metro cúbico (30 Kg/m³) a las admisibles según lo indicado en este Pliego, en el Proyecto o por el Director de las Obras.

La zona de validez es la situada por encima de la curva Proctor de Referencia, Normal o Modificado según el caso, y entre las líneas de isosaturación correspondientes a los límites impuestos al grado de saturación, en el Proyecto o en su defecto en este Pliego.

Dichas líneas límite, según lo indicado en el apartado 330.4.3 y salvo indicación en contrario del Proyecto, serán aquellas que pasen por los puntos de la curva Proctor de Referencia correspondientes a humedades de menos dos por ciento (-2%) y más uno por ciento (+ 1%) de la óptima. En el caso de suelos expansivos o colapsables los puntos de la curva Proctor de referencia serán los correspondientes a humedades de menos uno por ciento (-1%) y más tres por ciento (+ 3%) de la óptima de referencia.

Se recuerda que el grado de saturación viene dado por:

$$S_r = w \cdot \frac{\rho_s}{\rho_w} \cdot \frac{\rho_d}{\rho_s - \rho_d}$$

Y que las líneas de igual saturación vienen definidas por la expresión:

$$\rho_d = \rho_s \cdot \frac{S_r}{w \cdot \frac{\rho_s}{\rho_w} + S_r}$$

En donde:

S_r = grado de saturación.

w = humedad del suelo.

ρ_d = densidad seca.

ρ_w = densidad del agua (puede tomarse igual a 1000 Kg/m³).

ρ_s = densidad de las partículas de suelo (UNE 103 302).

El incumplimiento de lo anterior dará lugar a la recompactación de la zona superficial o de borde de la cual la muestra sea representativa.

En casos dudosos puede ser aconsejable aumentar la intensidad del control para disminuir la frecuencia e incidencia de situaciones inaceptables o los tramos de lotes a rechazar.

En caso de no cumplirse los valores de placa de carga indicados en el apartado 330.6.5 del presente Pliego o los valores aceptables indicados por el Director de las Obras para el ensayo alternativo de correlación con el de placa de carga, se procederá asimismo a recompactar el lote.

330.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Los rellenos tipo terraplén se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2°C), debiendo suspenderse los

trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite, salvo que se justifique adecuadamente la viabilidad de la puesta en obra y la consecución de las características exigidas y esta justificación fuese aceptada por el Director de las Obras.

El Director de las Obras deberá tener en cuenta la influencia de las lluvias antes de aprobar el extendido y compactación del relleno.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible se eliminará el espesor de tongadas afectado por el paso del tráfico.

330.8 MEDICION Y ABONO

Los rellenos tipo terraplén se abonarán por metros cúbicos (m³), medidos sobre los Planos de perfiles transversales, siempre que los asientos medios del cimiento debido a su compresibilidad sea inferior, según los cálculos del Proyecto, al dos por ciento (2%) de la altura media del relleno tipo terraplén.

En caso contrario podrá abonarse el volumen de relleno correspondiente al exceso ejecutado sobre el teórico, siempre que este asiento del cimiento haya sido comprobado mediante la instrumentación adecuada, cuya instalación y coste correrá a cargo del Contratista.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debidos a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable al Contratista ni las creces no previstas en este Pliego, en el Proyecto o previamente autorizados por el Director de las Obras, estando el Contratista obligado a corregir a su costa dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Salvo que el Proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del terraplén.

Normas de referencia en el artículo 330

UNE 103 101	Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
UNE 103 103	Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
UNE 103 104	Determinación del límite plástico de un suelo.
UNE 103 204	Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potasio.
UNE 103 300	Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
UNE 103 302	Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
UNE 103 500	Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor Normal
UNE 103 501	Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor Normal
UNE 103 502	Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.
UNE 103 503	Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
UNE 103 601	Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro
NLT-114	Determinación del contenido de sales solubles en los suelos
NLT-115	Contenido de yesos en suelos
NLT-254	Ensayo de colapso en suelos
NLT-256	Ensayo de huella en terrenos
NLT-357	Ensayo de carga de placa

331 PEDRAPLENES

331.1 DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la extensión y compactación por tongadas de materiales pétreos, cuyas características serán las indicadas en el punto 331.4, con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente la explanada y firme de una carretera. El área de trabajo será suficiente para el empleo de maquinaria pesada.

Su ejecución comprende las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo del pedraplén.
- Excavación, carga y transporte del material pétreo que constituye el pedraplén.
- Extensión y compactación del material en tongadas.

Esta última operación se reiterará cuantas veces sea preciso.

Se excluye de esta unidad las operaciones necesarias para la ejecución de la coronación del pedraplén que se define en el apartado 331.3.

331.2 ZONAS DEL PEDRAPLÉN

En los pedraplenes se distinguirán las siguientes zonas:

- **Transición:** Formada por la parte superior del pedraplén, con un espesor de dos tongadas y como mínimo de un metro (1m), a no ser que en el Proyecto se indique expresamente otro valor.
- **Núcleo:** Parte del pedraplén comprendida entre el cimiento y la zona de transición.
- **Cimiento:** Formada por la parte inferior del pedraplén en contacto con el terreno preexistente o superficie de apoyo. El espesor será como mínimo de un metro (1 m) o la máxima altura libre desde la superficie de apoyo hasta la zona de transición del pedraplén, cuando dicha altura libre fuera inferior a un metro (1 m).
- **Espaldones:** Es la parte exterior del relleno todo uno que ocasionalmente constituye o forma parte de los taludes del mismo.

- **Zonas especiales:** Son zonas del pedraplén con características especiales, tales como zonas inundables, etc. De existir, el Proyecto deberá fijar sus características y dimensiones.

331.3 CORONACION DE PEDRAPLENES

Se entiende por coronación la zona comprendida entre la transición del pedraplén y la superficie de la explanada. Sus dimensiones y características serán las definidas en el artículo 330 del presente Pliego para la coronación de terraplenes.

331.4 MATERIALES

331.4.1 Procedencia

Los materiales pétreos a emplear procederán de la excavación de la explanación. Excepcionalmente, los materiales pétreos podrán proceder también de préstamos.

Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

331.4.2 Calidad de la roca

En general, serán rocas adecuadas para pedraplenes las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas resistentes, sin alteración apreciable compactas y estables frente a la acción de los agentes externos y, en particular, frente al agua.

Se consideran rocas estables frente al agua aquellas que, según NLT-255, sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h), con tamaños representativos de los de puesta en obra, no manifiestan fisuración alguna, y la pérdida de peso que sufren es igual o inferior al dos por ciento (2%). También podrán utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad, según la NLT-260, para calificar la estabilidad de estas rocas, si así lo autoriza el Director de las Obras.

El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar materiales para pedraplenes, cuando así lo aconseje la experiencia local.

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.

331.4.3 Granulometría

El material para pedraplenes deberá cumplir las siguientes condiciones granulométricas:

- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el tamiz 20 UNE será inferior al treinta por ciento (30%).
- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el tamiz 0,080 UNE será inferior al diez por ciento (10%).
- El tamaño máximo será como mínimo de cien milímetros (100 mm) y como máximo de novecientos milímetros (900 mm).

Las condiciones anteriores corresponden al material compactado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material durante la construcción.

La curva granulométrica total una vez compactado el material se recomienda que se encuentre dentro del huso siguiente:

Tamiz (mm)	% que pasa
220	50 - 100
55	25 - 50
14	12,5 - 25

331.4.4 Forma de las partículas

El contenido de peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30%). A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquellas en que se verifique:

$$\frac{L+G}{2} \geq 3E$$

siendo:

L (longitud) = separación máxima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula

G (grosor) = diámetro del agujero circular mínimo por el que puede atravesar la partícula

E (espesor) = separación mínima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula.

Los valores de L, G, y E, no deben ser necesariamente medidos en tres direcciones perpendiculares entre sí.

Cuando el contenido en peso de partículas de forma inadecuada sea igual o superior al treinta por ciento (30%) solo se podrá utilizar este material cuando se realice un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, que garantice un comportamiento aceptable.

331.5 EMPLEO

331.5.1 Empleo de los materiales pétreos

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, definirá los lugares concretos a que deben destinarse los materiales procedentes de cada zona de excavación.

En la capa de transición se utilizarán materiales cuya granulometría esté dentro del huso recomendado.

331.5.2 Eliminación de materiales inadecuados al excavar

Antes de iniciarse la excavación de los materiales pétreos se eliminará la montera que recubra la zona a excavar, así como la zona de roca superficial alterada que sea inadecuada para su empleo en pedraplenes, aunque pueda utilizarse para formar otro tipo de rellenos (ver artículos 300 y 333).

Se eliminarán asimismo las zonas de material inadecuado que aparezcan en el interior de la formación rocosa durante la excavación de ésta.

331.6 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Los equipos de transporte, extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Pliego y del Proyecto y deberán asimismo ser aprobados expresamente por el Director de las Obras, a propuesta del Contratista.

331.7 EJECUCION DE LAS OBRAS

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.

331.7.1 Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo pedraplén

Si el relleno tipo pedraplén se va a construir sobre terreno natural, se efectuará en primer lugar, de acuerdo con lo estipulado en los artículos 300 y 320 del presente Pliego, el desbroce del citado terreno. En función de la necesidad de su utilización posterior, se eliminará la capa de tierra vegetal y se procederá a su almacenamiento en condiciones adecuadas para evitar su deterioro.

Sin embargo, el Proyecto o el Director de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el apartado 300.2.1 del presente Pliego podrán eximir la eliminación de la capa de tierra vegetal en rellenos tipo pedraplén de más de diez metros (10) de altura, donde los asientos a que pueden dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad.

En rellenos tipo pedraplén sobre suelos compresibles y de baja resistencia, sobre todo en el caso de suelos orgánicos, la vegetación podrá mejorar la sustentación de la maquinaria de movimiento de tierras y facilitar las operaciones de compactación de las primeras tongadas. En estos casos el Proyecto o el Director de las Obras definirán su posible conservación.

En los casos que sean indicados en el Proyecto, se extenderán materiales granulares gruesos o geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno.

Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del material que se considere necesario para constituir la superficie de apoyo, en la extensión y profundidad especificadas en Proyecto.

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno tipo pedraplén, se escarificará esa zona de apoyo, de acuerdo con lo previsto en Proyecto y en el artículo 302 del presente Pliego. Se compactará con las condiciones exigidas para el cimiento del relleno tipo pedraplén, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural.

Si el relleno tipo pedraplén debe construirse sobre un firme existente, se escarificará y compactará éste según lo indicado en el artículo 303 del presente Pliego.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos, mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes, a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras. Si el material del antiguo relleno cuya remoción sea necesaria es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para este, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario será transportado a vertedero.

Cuando el relleno tipo pedraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que exista agua superficial, se conducirá el agua fuera del área donde vaya a construirse, antes de comenzar su ejecución, mediante obras que podrán tener el carácter de accesorias, y que se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

Las tongadas susceptibles de saturarse durante la vida del relleno tipo pedraplén se construirán, de acuerdo con el Proyecto, con un material que tenga un comportamiento aceptable bajo dicha acción (erosión, expansión y colapso, etc).

Las transiciones de desmonte a relleno tipo pedraplén tanto transversal como longitudinalmente, se realizarán de la forma más suave posible, según lo indicado en el Proyecto o, en su defecto excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H), que se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1 m), o el espesor de dos (2) tongadas.

En los rellenos tipo pedraplén situados a media ladera, si las condiciones de estabilidad lo exigen, se escalonará la pendiente natural del terreno de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. Las banquetas así originadas deberán quedar apoyadas en terreno suficientemente firme. Su anchura y pendiente deberán ser tales que la maquinaria pueda trabajar con facilidad en ellas.

En general y, especialmente, en las medias laderas donde, a corto o largo plazo, se prevea la presencia de agua en la zona de contacto del terreno con el relleno, se deberán ejecutar en planta y profundidad las obras necesarias, recogidas en el Proyecto, para mantener drenado dicho contacto.

Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes dejan la superficie de terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento preciso y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones de dicha superficie. La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

331.7.2 Excavación, carga y transporte del material

Los trabajos de excavación se ejecutarán de manera que la granulometría y forma de los materiales resultantes sean adecuados para su empleo en pedraplenes, con arreglo al presente artículo.

En caso necesario, después de la excavación, se procederá a la eliminación o troceo de los elementos singulares que tengan forma o dimensiones inadecuadas, según indique el Director de las Obras.

La carga de los productos de excavación y su transporte al lugar de empleo se llevará a cabo de forma que se evite la segregación del material.

331.7.3 Extensión de las tongadas

Una vez preparada la base de apoyo del relleno tipo pedraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada.

El espesor de las tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga la compacidad deseada. A falta de otra especificación dicho espesor será de sesenta centímetros (60 cm) y salvo autorización expresa del Director de las Obras, a propuesta justificada del Contratista, el espesor máximo de las tongadas, una vez compactadas, no será nunca superior a un metro treinta y cinco centímetros (1,35 m) ni a tres (3) veces el tamaño máximo del árido. En todo caso, el espesor de la tongada debe ser superior a tres medios ($3/2$) del tamaño máximo del material a utilizar.

El material de cada tongada se descargará en obra sobre la parte ya extendida de dicha tongada y cerca de su frente de avance. Desde esta posición será empujado hasta el frente de la tongada y extendido a continuación de éste mediante tractor equipado con pala de empuje, realizándose la operación de forma que se corrijan las posibles segregaciones del material. En casos especiales podrá regarse el pedraplén con agua a presión, siempre que el Director de las Obras lo considere conveniente.

Los rellenos tipo pedraplén sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento

(4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos. Se procederá a la construcción de caballones en los bordes de las tongadas, que conduzcan las aguas hacia bajantes provisionales que controlen las aguas de escorrentía, así como a la adopción de las medidas protectoras del entorno frente a la acción de este agua de escorrentía, erosiva o sedimentaria, previstas en el Proyecto o indicadas por el Director de las Obras.

Salvo prescripciones en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, los equipos de transporte del material y extensión del mismo operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

Deberá conseguirse que todo el perfil teórico del relleno tipo pedraplén quede debidamente compactado, para lo cual, se compactará una franja de una anchura mínima de dos metros (2 m) desde el borde del talud, en tongadas más delgadas y mediante maquinaria apropiada. A propuesta del Contratista, siempre que el Director de las Obras de su aprobación, podrá sustituirse el método anterior por el de dotar al pedraplén de un sobreancho, de uno (1) ó dos (2) metros, que permitan operar con la maquinaria de compactación de forma que el pedraplén teórico quede con la compactación adecuada. Este sobreancho no será de abono. Podrá utilizar asimismo cualquier otro procedimiento que establezca el Proyecto o apruebe el Director de las Obras.

331.7.4 Compactación

El método de compactación elegido deberá garantizar la obtención de las compacidades mínimas necesarias. Con este objeto deberá elegirse adecuadamente, para cada zona del pedraplén, la granulometría del material, el espesor de tongada, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo. Estas variables se determinarán a la vista de los resultados obtenidos durante la puesta a punto del método de trabajo, según se indica en el apartado 331.7.5.

Si en la compactación se utilizan rodillos vibratorios, el peso estático del equipo no deberá ser inferior a diez toneladas (10 t).

Las zonas de trasdós de obras de fábrica, zanjas y aquellas, que por su reducida extensión u otras causas, no puedan compactarse con los medios habituales tendrá la consideración de rellenos localizados y se estará a lo expuesto en el artículo 332 "Rellenos localizados" del presente Pliego.

331.7.5 Puesta a punto del método de trabajo

Salvo prescripción en contrario del Proyecto o del Director de las Obras el control de construcción de un pedraplén consistirá en un control de procedimiento que permita comprobar el método de construcción del relleno.

El Contratista propondrá por escrito al Director de las Obras el método de construcción que considere más adecuado para cada tipo de material a emplear, de manera que se cumplan las prescripciones indicadas en el presente Pliego. En la propuesta se especificará:

- Características de toda la maquinaria a utilizar.
- Método de excavación, carga y transporte de los materiales pétreos.
- Método de extensión
- Espesor de tongadas, método de compactación y número de pasadas del equipo.
- Experiencias, con materiales análogos, del método de ejecución propuesto.

Salvo que se aporte suficiente experiencia sobre el método de trabajo propuesto, la aprobación de éste por el Director de las Obras estará condicionada a su ensayo en obra. Dicho ensayo consistirá en la construcción de un tramo experimental con un volumen no inferior a tres mil metros cúbicos (3.000 m³), con objeto de comprobar la idoneidad del método propuesto o proceder a adaptarlo al caso considerado. Se harán como mínimo dos (2) tongadas de diez metros (10 m) de anchura.

Durante la construcción del pedraplén experimental se determinará la granulometría del material recién excavado, la del material extendido, y la granulometría y densidad del material compactado. Para determinar estos valores se utilizarán muestras representativas, de volumen no inferior a cuatro metros cúbicos (4 m³). Se efectuarán al menos tres (3) ensayos de cada tipo. Asimismo, se inspeccionarán las paredes de las calicatas realizadas en el pedraplén para determinar las características del material compactado. Dichas calicatas afectarán a todo el espesor de la tongada tendrán un volumen mínimo de cuatro metros cúbicos (4 m³), una superficie mínima de cuatro metros cuadrados (4 m²) una dimensión mínima en planta superior a cinco (5) veces el tamaño máximo del árido. Se controlarán las deformaciones superficiales del pedraplén, mediante procedimientos topográficos, después de cada pasada del equipo de compactación, y la densidad media y la porosidad del material compactado.

La porosidad del pedraplén experimental compactado ha de ser menor del treinta por ciento ($n < 30\%$). Las pasadas del rodillo compactador han de ser como mínimo cuatro (4).

El asiento producido con la última pasada ha de ser inferior al uno por ciento (1%) del espesor de la capa a compactar medido después de la primera pasada.

También se podrá controlar el comportamiento del material en el pedraplén experimental mediante otras técnicas, siempre que sean debidamente aprobadas por el Director de las Obras, tales como:

- Ensayo de carga con placa, siempre que el diámetro de la placa sea superior a cinco veces el tamaño máximo del material del pedraplén experimental. Los resultados a exigir en este ensayo serán indicados en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.
- Ensayo de huella, siempre que la superficie del pedraplén experimental lo permita. (NLT 256). En este caso los valores máximos admisibles de la huella serían de tres milímetros (3 mm) para la zona de transición y de cinco milímetros (5 mm) para el resto del pedraplén. El Director de las Obras en función de los resultados del pedraplén experimental podrá prescribir unos valores admisibles de huella inferiores a los indicados
- Técnicas geofísicas de ondas superficiales con longitudes de onda superiores a diez veces el tamaño máximo del material.

En el caso de pedraplenes no se deben usar los métodos nucleares de medida de densidad y humedad, pues el tamaño de los granos y de los poros así lo aconseja.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá sobre la conveniencia de aprobar, modificar o rechazar el método propuesto.

La variación sensible de las características de los materiales del pedraplén, a juicio del Director de las Obras, exigirá la reconsideración del método de trabajo.

331.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible se eliminará el espesor de tongada afectado por el paso del tráfico.

El Director de las Obras deberá tener en cuenta la posibilidad de lluvia y su influencia antes de aprobar el extendido y compactación del relleno.

331.9 TOLERANCIAS DE LAS SUPERFICIES ACABADAS

Las superficies acabadas del núcleo y de la zona de transición se comprobarán mediante estacas de refino, niveladas con precisión centimétrica, situadas en el eje y en los bordes de perfiles transversales que disten entre sí no más de veinte metros (20 m).

Se hallará la diferencia entre las cotas reales de los puntos estaquillados y sus cotas teóricas, con arreglo al Proyecto, y se determinarán los valores algebraicos extremos de dichas diferencias, para tramos de longitud no inferior a cien metros (100 m) (se considerarán positivas las diferencias de cota correspondientes a puntos situados por encima de la superficie teórica).

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Si la semisuma de los valores extremos es positiva, deberá ser menor que la quinta parte (1/5) del espesor de la última tongada.
- Si la semisuma de los valores extremos es negativa, su valor absoluto deberá ser menor que la mitad (1/2) del espesor de la última tongada.
- La semidiferencia de valores extremos deberá ser inferior a cinco centímetros (5 cm) para la superficie del núcleo, y a tres centímetros (3 cm) para la superficie de la zona de transición.

Si no se cumple la primera condición, se excavará la última tongada ejecutada y se construirá otra de espesor adecuado. Si no se cumple la segunda condición, se ejecutará una nueva tongada de espesor adecuado. Si no se cumple la condición tercera se añadirá una capa de nivelación con un espesor mínimo no inferior a quince centímetros (15 cm) sobre el núcleo, o a diez centímetros (10 cm) sobre la zona de transición, constituida por material granular bien graduado, de características mecánicas no inferiores a las del material del pedraplén, y con tamaño máximo de diez centímetros (10 cm) en el caso del núcleo o de seis centímetros (6 cm) en el caso de la zona de transición.

331.10 MEDICIÓN Y ABONO

Los pedraplenes se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

Salvo que el Proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del pedraplén.

Se considerará incluido en el precio del metro cúbico (m³) de pedraplén el coste adicional de la excavación en roca originado por las precauciones adoptadas para obtención de productos pétreos adecuados.

La coronación del pedraplén se considerará incluida en la unidad de terraplén.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable al Contratista ni las creces no previstas en este Pliego, en el Proyecto o previamente autorizadas por el Director de las Obras, estando el Contratista obligado a corregir dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Normas de referencia en el artículo 331

- | | |
|---------|---|
| NLT-255 | Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua |
| NLT-256 | Ensayo de huella en terrenos |
| NLT-260 | Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de los ciclos de humedad -sequedad. |

332 RELLENOS LOCALIZADOS

332.1 DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

En la dirección longitudinal de la calzada soportada, los rellenos localizados de trasdós de obra de fábrica, "cuñas de transición", tendrán una longitud mínima de al menos diez metros (10 m) desde el trasdós de la obra de fábrica. Caso de existir losa de transición, dicha longitud mínima habrá de ser además superior a dos (2) veces la dimensión de la losa en la referida dirección longitudinal. A partir de dicha dimensión mínima, la transición entre el relleno localizado y el relleno normal tendrá, siempre en la dirección longitudinal de la calzada soportada, una inclinación máxima de 1V/2H.

No se consideran incluidos dentro de esta unidad los rellenos localizados de material con misión específica drenante, a los que hace referencia el artículo 421 "Rellenos localizados de material drenante" del presente Pliego y que se realizarán de acuerdo a este último.

332.2 ZONAS DE LOS RELLENOS

En los rellenos localizados que formen parte de la infraestructura de la carretera se distinguirán las mismas zonas que en los terraplenes, según el apartado 330.2 del presente Pliego.

332.3 MATERIALES

Se utilizarán solamente suelos adecuados y seleccionados según el apartado 330.3 del presente Pliego.

Se emplearán suelos adecuados o seleccionados, siempre que su CBR (UNE 103 502), correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10) y en el caso de trasdós de obra de fábrica superior a veinte (20).

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.

332.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Pliego, del Proyecto y las indicaciones del Director de las Obras.

332.5 EJECUCION DE LAS OBRAS

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.

332.5.1 Preparación de la superficie de asiento de los rellenos localizados

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Si el material procedente del antiguo talud, cuya remoción sea necesaria, es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director de las Obras decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, a las instrucciones del Director de las Obras.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su estabilización.

332.5.2 Extensión y compactación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Salvo especificación

en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, el espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a veinticinco centímetros (25 cm).

Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, en el trasdós de la obra de fábrica, paramentos o cuerpo de la tubería, para el adecuado control de extendido y compactación.

Únicamente se podrá utilizar la compactación manual en los casos previstos en el Proyecto, y en aquellos que sean expresamente autorizados por el Director de las Obras.

Salvo que el Director de las Obras lo autorice, en base a estudio firmado por técnico competente, el relleno junto a obras de fábrica o entibaciones se efectuará de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma se hallen al mismo nivel. En el caso de obras de fábrica con relleno asimétrico, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido siete (7) días desde la terminación de la fábrica contigua, salvo indicación del Proyecto o autorización del Director de las Obras y siempre previa comprobación del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Junto a las estructuras porticadas no se iniciará el relleno hasta que el dintel no haya sido terminado y haya alcanzado la resistencia que indique el Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará simultáneamente a dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director de las Obras.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, serán corregidas inmediatamente por el Contratista.

Se exigirán una densidad después de la compactación, en coronación, no inferior al cien por ciento (100%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (UNE 103 501) y, en el resto de las zonas, no inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la misma. En todo caso la densidad obtenida habrá de ser igual o mayor que la de las zonas contiguas del relleno.

332.5.3 Relleno de zanjas para instalación de tuberías

En el caso de zanja serán de aplicación los apartados anteriores en tanto en cuanto no contraríen a lo expuesto en este apartado, en otro caso será de aplicación lo aquí expuesto.

La decisión sobre la cama de apoyo de la tubería en el terreno, granular o de hormigón, y su espesor, dependerá del tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de juntas y la naturaleza del terreno, vendrá definida en el Proyecto o, en su defecto, será establecida por el Director de las Obras.

Una vez realizadas, si procede, las pruebas de la tubería instalada, para lo cual se habrá hecho un relleno parcial de la zanja dejando visibles las juntas, se procederá al relleno definitivo de la misma, previa aprobación del Director de las Obras.

El relleno de la zanja se subdividirá en dos zonas: la zona baja, que alcanzará una altura de unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta que corresponde al resto del relleno de la zanja.

En la zona baja el relleno será de material no plástico, preferentemente granular, y sin materia orgánica. El tamaño máximo admisible de las partículas será de cinco centímetros (5 cm), y se dispondrán en capas de quince a veinte centímetros (15 a 20 cm) de espesor, compactadas mecánicamente hasta alcanzar un grado de compactación no menor del noventa y cinco por ciento (95 %) del Proctor Modificado.

En la zona alta de la zanja el relleno se realizará con un material que no produzca daños en la tubería. El tamaño máximo admisible de las partículas será de diez centímetros (10 cm) y se colocará en tongadas pseudoparalelas a la explanada, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del cien por ciento (100 %) de la del Proctor Modificado.

En el caso de zanjas excavadas en terraplenes o en rellenos todo-uno la densidad obtenida después de compactar el relleno de la zanja habrá de ser igual o mayor que la de los materiales contiguos. En el caso de zanjas sobre terrenos naturales o sobre pedraplenes este objetivo habrá de alcanzarse si es posible; en caso contrario, se estará a lo indicado por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras, pero en ningún caso, por debajo de los valores mínimos de densidad indicados en los párrafos anteriores del presente Pliego.

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Cuando existan dificultades en la obtención de los materiales indicados o de los niveles de compactación exigidos para la realización de los rellenos, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras, una solución alternativa sin sobrecosto adicional.

332.6 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2° C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación.

332.7 MEDICIÓN Y ABONO

Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

El precio incluye la obtención del suelo, cualquiera que sea la distancia del lugar de procedencia, carga y descarga, transporte, colocación, compactación y cuantos medios, materiales y operaciones intervienen en la completa y correcta ejecución del relleno, no siendo, por lo tanto, de abono como suelo procedente de préstamos, salvo especificación en contra.

El precio será único, cualquiera que sea la zona del relleno y el material empleado, salvo especificación en contra del Proyecto.

Normas de referencia en el artículo 332

- UNE 103 501 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor Modificado
- UNE 103 502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo

333 RELLENOS TODO-UNO

333.1 DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la extensión y compactación por tongadas de materiales, cuyas características serán las indicadas en 333.4, con destino a crear una plataforma sobre la que se asienten la explanada y firme de una carretera. El área de trabajo será suficiente para el empleo de maquinaria pesada.

Su ejecución comprende las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno todo-uno.
- Excavación, carga y transporte del material.
- Extensión y compactación del material en tongadas.

Esta última operación se reiterará cuantas veces sea preciso.

Se excluye de esta unidad las operaciones necesarias para la ejecución de la coronación del relleno que se define en el apartado 333.3

333.2 ZONAS DEL RELLENO TODO-UNO

En los rellenos todo-uno se distinguirán las siguientes zonas:

- **Transición:** Formada por la parte superior del relleno todo-uno, con un espesor igual a dos tongadas y como mínimo de un metro (1 m), a no ser que en el Proyecto se indique expresamente otro valor.
- **Núcleo:** Parte del relleno todo-uno comprendida entre el cimientado y la zona de transición.
- **Cimiento:** Formada por la parte inferior del relleno todo-uno en contacto con la superficie de apoyo. El espesor será como mínimo de un metro (1 m) o la máxima altura libre desde la superficie de apoyo hasta la zona de transición, cuando dicha altura libre fuera inferior a un metro (1 m).
- **Espaldones:** Es la parte exterior del relleno todo-uno que ocasionalmente constituye o forma parte de los taludes del mismo.
- **Zonas especiales:** Son zonas del relleno todo-uno con características especiales, tales como zonas inundables, etc. De existir, el Proyecto deberá fijar sus características y dimensiones.

333.3 CORONACIÓN DEL RELLENO TODO-UNO

Se entiende por coronación la zona comprendida entre la transición del relleno todo-uno y la superficie de la explanada. Sus dimensiones y características serán las definidas en el artículo 330 del presente Pliego para la coronación de terraplenes.

333.4 MATERIALES

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.

333.4.1 Procedencia

Los materiales a emplear procederán de la excavación de la explanación. Excepcionalmente, los materiales podrán proceder también de préstamos.

Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

333.4.2 Granulometría

El material para rellenos todo-uno será aquel que tenga condiciones granulométricas intermedias de las necesarias para ser considerado material para pedraplén (artículo 331) y material para terraplén (artículo 330). Es decir, aquellos que cumplen las condiciones siguientes:

- Materiales cuyo contenido en finos (material que pasa por el tamiz 0,08 UNE) es inferior al treinta y cinco por ciento (35%) y cuyo contenido de partículas que pasen por el tamiz 20 UNE es inferior al setenta por ciento (70%) y superior al treinta por ciento (30%).
- Materiales cuyo contenido en peso de partículas que pasan por el tamiz 20 UNE es inferior al treinta por ciento (30%), pero tienen un contenido en finos (material que pasa por el tamiz 0,08 UNE) superior al diez por ciento (10%).
- Además, también se consideran materiales para rellenos todo-uno aquellos que cumplen las condiciones de pedraplén, pero en los que el tamaño máximo es inferior a cien milímetros (100 mm).

Las condiciones granulométricas anteriores corresponden al material compactado y los porcentajes se refieren al peso total de la muestra.

Los materiales para rellenos todo-uno que no, cumpliendo los requisitos necesarios para ser utilizados como material para terraplenes ni para pedraplenes, cumplan las condiciones granulométricas anteriores pero que tengan un tamaño máximo superior a trescientos milímetros (300 mm), requieren un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, para su utilización en rellenos todo-uno.

333.4.3 Calidad del material

Para su empleo en rellenos todo-uno, los materiales se clasifican según el tipo de roca del que proceden, en los siguientes grupos:

- **Rocas estables:** Se consideran rocas estables aquellas que teniendo una composición mineralógica estable químicamente, también lo son frente a la acción del agua.

Se consideran rocas estables frente al agua los que sometidos a un ensayo de desmoronamiento, según NLT 255, no manifiestan fisuración y la pérdida de peso es inferior al dos por ciento (2%).

- **Rocas evolutivas:** Son aquellas que sometidos a un ensayo de desmoronamiento según NLT 255, manifiestan fisuración o desintegración, o la pérdida de peso que sufren es superior al dos por ciento (2%).

En general estarán constituidas por rocas ígneas alteradas y rocas sedimentarias o metamórficas poco compactas o arcillosas

En el caso de rocas evolutivas, si la fracción que pasa por el tamiz 20 UNE tuviera las características de suelos marginales e inadecuados según el artículo 330 del presente Pliego se clasificarán como "rocas marginales" y, para su utilización, será necesario un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, que, teniendo en cuenta el porcentaje de finos, los agentes externos y la zona dentro del relleno, permita definir la forma de puesta en obra.

- **Rocas con sulfuros oxidables:** Las rocas que al ensayarse según UNE 83.120, se determine que contienen piritas u otros sulfuros oxidables se consideraran "rocas marginales" y para su uso será necesario un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, sobre su degradación y el posible ataque a las obras de fábrica de las aguas con ácido sulfúrico, generado por las piritas al oxidarse los sulfuros.

- **Rocas con minerales solubles:** Los minerales solubles que aquí se contemplan, son el yeso y otras sales como el cloruro sódico, sulfato magnésico, etc.

Las rocas con contenido de sales solubles en agua, diferentes del yeso, superior al uno por ciento (1%), se considerarán rocas marginales y para su uso será necesario un estudio especial aprobado por el Director de las Obras.

Las rocas con contenido en yeso hasta el cinco por ciento (5%) se pueden utilizar sin precauciones adicionales.

Cuando el contenido en yeso esté entre el cinco y el veinte por ciento (5 a 20%), solamente se utilizarán en el núcleo, haciendo espaldones que impidan la circulación del agua hacia el interior.

Las rocas con contenidos en yeso por encima del veinte por ciento (20%) se considerarán rocas marginales y su uso requiere un estudio especial aprobado por el Director de las Obras.

- **Rocas con minerales combustibles:** Se contemplan aquí esencialmente los denominados esteriles del carbón. Cuando el contenido en materia orgánica sea superior al dos por ciento (2%) se considerarán rocas marginales y para su uso será necesario un estudio especial aprobado por el Director de las Obras

333.4.4 Estudios especiales

Las rocas marginales, según lo definido en el punto anterior, podrán utilizarse en algunas zonas de la obra siempre que su uso se justifique mediante estudio especial, aprobado por el Director de las Obras.

El Director de las Obras tendrá facultad para exigir los estudios especiales que estime oportunos sobre los materiales a utilizar cuando así lo aconseje la experiencia local.

Este "Estudio de usos de materiales marginales" deberá contemplar explícitamente y con detalle al menos los siguientes aspectos.

- Determinación y valoración de las propiedades que confieren al material su carácter de marginal.
- Influencia de dichas características en los diferentes usos del material dentro de la obra.

- Posible influencia en el comportamiento o evolución de otras zonas u elementos de la obra
- Estudio pormenorizado en donde se indique las características resistentes del material y los asientos totales y diferenciales esperados, así como la evolución futura de estas características.
- Conclusión justificada de los posibles usos del material en estudio.
- Cuidados, disposiciones constructivas y prescripciones técnicas a adoptar para los diferentes usos del material dentro de la obra.

333.5 EMPLEO

333.5.1 Empleo de los materiales pétreos

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, definirá los lugares concretos a que deben destinarse los materiales procedentes de cada zona de excavación.

333.5.2 Eliminación de materiales inadecuados al excavar

Antes de iniciarse la excavación de los materiales pétreos se eliminará la montera de suelo vegetal que recubra la zona a excavar.

Se eliminarán asimismo las zonas de terreno inadecuado que aparezcan en el interior del macizo durante la excavación de éste.

333.6 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Los equipos de transporte, extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Pliego y deberán asimismo ser aprobados expresamente por el Director de las Obras, previa propuesta del Contratista.

333.7 EJECUCION DE LAS OBRAS

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.

333.7.1 Preparación de la superficie de asiento del relleno tipo todo-uno

Si el relleno tipo todo-uno se construye sobre terreno natural, se efectuará en primer lugar, de acuerdo con lo estipulado en los artículos 300 y 320 del presente Pliego, el desbroce del citado terreno. En función de la necesidad de su utilización posterior, se eliminará la capa de tierra vegetal y se procederá a su almacenamiento en condiciones adecuadas para evitar su deterioro.

Sin embargo, el Proyecto o el Director de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el apartado 300.2.1 del presente Pliego, podrán eximir de la eliminación de esa capa de tierra vegetal en rellenos tipo todo-uno de más de diez metros (10 m) de altura donde los asientos a que pueden dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños, comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad.

En rellenos tipo todo-uno sobre suelos compresibles y de baja resistencia, sobre todo en el caso de suelos orgánicos, la vegetación podrá mejorar la sustentación de la maquinaria de movimiento de tierras y facilitar las operaciones de compactación de las primeras tongadas. En estos casos el Proyecto o el Director de las Obras definirá su posible conservación.

Cuando lo indique el Proyecto, se extenderán materiales tipo pedraplén, según lo indicado en el artículo 331 del presente Pliego, o geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno.

Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del material que se considere necesario para constituir la superficie de apoyo, en la extensión y profundidad especificadas en el Proyecto.

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno, se escarificará esa zona de apoyo, de acuerdo con la profundidad prevista en el Proyecto y en el artículo 302 del presente Pliego. Se compactará con las condiciones exigidas para el cimiento del relleno tipo todo-uno, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural.

Si el relleno tipo todo-uno se construye sobre un firme existente, se escarificará y compactará éste según lo indicado en el artículo 303 del presente Pliego.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos, mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes, a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras. Si el material del antiguo relleno cuya reunión sea necesaria es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para este, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, será transportado a vertedero.

Cuando el relleno tipo todo-uno haya de asentarse sobre un terreno en el que exista agua superficial, se conducirá el agua fuera del área donde vaya a construirse, antes de comenzar su ejecución, mediante obras que podrán tener el carácter de accesorias, y que se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

Las tongadas susceptibles de saturarse durante la vida del relleno tipo todo-uno se construirán, de acuerdo con el Proyecto, con un material que tenga un comportamiento aceptable bajo dicha acción (erosión, expansión y colapso, etc).

Las transiciones de desmonte a relleno tipo todo-uno, tanto transversal como longitudinalmente, se realizarán de la forma más suave posible, según lo indicado en Proyecto, en su defecto, excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H), que se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1 m), o el espesor de dos tongadas.

En los rellenos tipo todo-uno situados a media ladera, se escalonará la pendiente natural del terreno de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. Las banquetas así originadas deberán quedar apoyadas en terreno suficientemente firme. Su anchura y pendiente deberán ser tales que la maquinaria pueda trabajar con facilidad en ellas.

En general y especialmente en las medias laderas donde, a corto o largo plazo, se prevea la presencia de agua en la zona de contacto del terreno con el relleno, se deberán ejecutar en planta y profundidad las obras necesarias, recogidas en el Proyecto, para mantener drenado dicho contacto.

Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes dejan la superficie de terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento preci-

so y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones dicha superficie. La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

333.7.2 Excavación, carga y transporte del material

Los trabajos de excavación se ejecutarán de manera que la granulometría y forma de los materiales resultantes sean adecuados para su empleo en rellenos todo-uno, con arreglo al presente artículo.

En caso necesario, después de la excavación, se procederá a la eliminación o troceo de los elementos singulares que tengan forma o dimensiones inadecuadas, según indique el Director de las Obras.

La carga de los productos de excavación y su transporte al lugar de empleo se llevará a cabo de forma que se evite la segregación del material.

333.7.3 Extensión de las tongadas

Una vez preparada la base de apoyo del relleno tipo todo-uno, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada.

El espesor de las tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en toda la tongada el grado de compacidad deseado. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, será de cuarenta centímetros (40 cm) y en todo caso superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar. Salvo autorización expresa del Director de las Obras, el espesor máximo de las tongadas, una vez compactadas, no será superior a sesenta centímetros (60 cm). En caso de usarse tongadas de espesor superior a cuarenta centímetros (40 cm), los posteriores ensayos de humedad y densidad indicados en el apartado "333.7.6 Control de compactación" habrán de realizarse de forma que sean representativos de dichos valores en el fondo de capa.

El material de cada tongada se descargará en obra sobre la parte ya extendida de dicha tongada y cerca de su frente de avance. Desde esta posición será empujado hasta el frente de la tongada y extendido a continuación de éste mediante tractor equipado con pala de empuje, realizándose la operación de forma que se corrijan las posibles segregaciones del material.

Los rellenos tipo todo-uno sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos. Se procederá a la construcción de caballones en los bordes de las tongadas que conduzcan las aguas hacia bajantes provisionales que controlen las aguas de escorrentía provenientes de la superficie expuesta del relleno, así como a la adopción de las medidas protectoras del entorno frente a la acción de este agua de escorrentía, erosiva o sedimentaria, previstas en el Proyecto o indicadas por el Director de las Obras.

Salvo prescripciones en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, los equipos de transporte del material y extensión del mismo operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

Deberá conseguirse que todo el perfil del relleno tipo todo-uno quede debidamente compactado, para lo cual, se podrá dar un sobreebancho a la tongada del orden de un metro (1 m), que permita el acercamiento del compactador al borde, y después recortar el talud. En todo caso no serán de abono estos sobreebanchos.

333.7.4 Compactación

El método de compactación elegido deberá garantizar la obtención de las capacidades mínimas necesarias. Con este objeto deberá elegirse adecuadamente, para cada zona del relleno, la granulometría del material, la humedad adecuada, el espesor de tongada, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo. Estas variables se determinarán a la vista de los resultados obtenidos durante la puesta a punto del método de trabajo, según se indica en el apartado 333.7.5.

En rellenos procedentes de rocas friables, se puede aumentar la compacidad con una trituración inicial del material, utilizando en las primeras pasadas un rodillo de "pata de cabra" adecuado.

Si en la compactación se utilizan rodillos vibratorios, el peso estático del equipo no deberá ser inferior a diez toneladas (10 t).

Las zonas de trasdós de obra de fábrica, zanjas y aquellas, que por su reducida extensión u otras causas, no puedan compactarse con los medios

habituales, tendrán la consideración de rellenos localizados y se estará a lo expuesto en el artículo 332 "Rellenos localizados" del presente Pliego.

333.7.5 Puesta a punto del método de trabajo

El Contratista propondrá por escrito al Director de las Obras el método de construcción que considere más adecuado para cada tipo de material a emplear, de manera que se cumplan las prescripciones indicadas en el presente Pliego. En la propuesta se especificará:

- Características de toda la maquinaria a utilizar.
- Método de excavación, carga y transporte de los materiales.
- Método de extensión
- Espesor de tongadas, método de compactación y número de pasadas del equipo.
- Procedimiento de ajuste de la humedad.
- Experiencias, con materiales análogos, del método de ejecución propuesto.
- Posible beneficio o aumento de la compactación por riego posterior a la compactación de la tongada.

La aprobación por el Director de las Obras del método de trabajo propuesto, estará condicionada a su ensayo en obra. Dicho ensayo consistirá en la construcción de un tramo experimental con un volumen no inferior a tres mil metros cúbicos (3.000 m³), con objeto de comprobar la idoneidad del método propuesto o proceder a adaptarlo al caso considerado. Como mínimo se harán tres (3) tongadas con una anchura mínima de ocho metros (8 m).

Durante la construcción del relleno todo-uno experimental se determinará la granulometría del material recién excavado, la del material extendido, y la granulometría, humedad y densidad seca del material compactado. Para determinar estos valores se utilizarán muestras representativas, de volumen no inferior a un metro cúbico (1 m³). Se efectuarán al menos cinco (5) ensayos de cada tipo. Asimismo, se inspeccionarán las paredes de las calicatas realizadas en el relleno todo-uno para determinar las características del material compactado. Dichas calicatas afectarán a todo el espesor de la tongada y tendrán una superficie mínima de un metro cuadrado (1 m²).

Se determinarán, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales del relleno todo-uno después de cada pasada del equipo de compactación, y la densidad media del material compactado. Además, se realizarán ensayos de huella.

También se podrá controlar el comportamiento del material mediante otras técnicas, siempre que sean debidamente aprobadas por el Director de las Obras, tales como: Ensayo de carga con placa, siempre que el diámetro de la placa sea

superior a cinco (5) veces el tamaño máximo del material del todo-uno, y técnicas geofísicas de ondas superficiales, con longitudes de onda superiores a diez veces el tamaño máximo del material.

La densidad seca del relleno compactado ha de ser como mínimo el noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad seca óptima que se puede conseguir con el material del relleno que pasa por el tamiz 20 UNE, en el ensayo Proctor Modificado (UNE 103 501).

Las pasadas del rodillo compactador han de ser como mínimo cuatro (4), y el asiento producido con la última pasada ha de ser inferior al uno por ciento (1%) del espesor de la capa a compactar medido después de la primera pasada.

El ensayo de huella en la zona de transición dará un asiento medio igual o menor de tres milímetros (3 mm). En el resto del relleno este asiento así medido será inferior a cinco milímetros (5 mm). El asiento en el ensayo de huella se medirá conforme NLT 256. En caso de que los valores de huella obtenidas en el terraplén de ensayo para conseguir las otras condiciones señaladas sean inferiores a los indicadas, se prescribirán los mínimos obtenidos para control de calidad del relleno.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá sobre la conveniencia de aprobar, modificar o rechazar el método propuesto.

La variación sensible de las características de los materiales del relleno todo-uno, a juicio del Director de las Obras, exigirá la reconsideración del método de trabajo.

333.7.6 Control de compactación

Durante la ejecución de las tongadas, se controlará que el procedimiento operativo es el aprobado en el método experimental en lo que se refiere a maquinaria, espesor de tongadas, métodos de ajuste de humedad, tamaño máximo del material y número de pasadas.

Además, después de compactar las tongadas, se controlará el resultado obtenido mediante el ensayo de huella y medida de densidad según se expone en los puntos siguientes:

a) Definición de lote

Dentro del tajo a controlar se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, al menor que resulte de aplicar a una sola tongada de terraplén los siguientes criterios:

- Una longitud de carretera (una sola calzada en el caso de calzadas separadas) igual a quinientos metros (500 m).
- En el caso de la coronación una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) y en el resto de las zonas, una superficie de cinco mil metros cuadrados (5.000 m²) si el terraplén es de menos de cinco metros (5 m) de altura y de diez mil metros cuadrados (10.000 m²) en caso contrario. Descontando siempre en el conjunto de estas superficies unas franjas de dos metros (2 m) de ancho en los bordes del relleno y los rellenos localizados según lo definido en el artículo 332 del presente Pliego.
- La fracción construida diariamente.
- La fracción construida con el mismo material, del mismo préstamo y con el mismo equipo y procedimiento de compactación.

Nunca se escogerá un lote compuesto de fracciones correspondientes a días ni tongadas distintas, siendo por tanto entero el número de lotes escogido por cada día y tongada.

b) Muestras y ensayos a realizar en cada lote

Dentro de la zona definida por el lote se escogen las siguientes muestras independientes:

- **Muestra de superficie:** Conjunto de 5 puntos, tomados en forma aleatoria de la superficie definida como lote. En cada uno de estos puntos se realizarán ensayos de humedad y densidad.
- **Muestra de borde:** En cada una de las bandas de borde se fijará un punto por cada cien metros lineales o fracción. Estas muestras son independientes de la anterior e independientes entre sí. En cada uno de estos puntos se realizarán ensayos de humedad y densidad.
- **Determinación de deformaciones:** En la zona de Transición se harán dos ensayos de huella por cada uno de los lotes definidos con anterioridad, en el resto de las zonas podrá bastar con un ensayo de huella por lote, salvo indicación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras.

La determinación de deformaciones habrá de realizarse siempre sobre material en las condiciones de densidad y humedad exigidas, en particular el ensayo de huella habrá de ejecutarse nada más terminar la compactación de la capa correspondiente, evitando especialmente la formación de una costra superior de material desecado. En caso de duda, y en cualquier caso que el Director de las Obras así lo indique, dicho aspecto habrá de comprobarse e

incluso podrá obligar a eliminar la costra superior de material desecado antes de realizar el ensayo.

Para medir la densidad seca "in situ" podrán emplearse procedimientos de sustitución (método de la arena, UNE 103 503, etc...). El uso de otros métodos de alto rendimiento tales como los nucleares no es a priori recomendable y estará, en todo caso, sometido a la aprobación del Director de las Obras, previos ensayos de correlación y calibración satisfactorios con otros métodos adecuados. Dicha calibración se comprobará al menos una vez cada cinco (5) lotes.

333.7.6.1 Análisis de los resultados

Para la aceptación de la compactación de un lote el valor medio de la densidad y el valor del sesenta por ciento (60%) de cada una de las muestras individuales habrá de ser superior al exigido en el apartado 333.7.5. o en Proyecto. El resto de las muestras individuales no podrán tener una densidad inferior en más de treinta kilogramos por metro cúbico (30 Kg/m³) a las admisibles.

El incumplimiento de lo anterior dará lugar a la recompactación de la zona superficial o de borde de la cual la muestra es representativa.

En caso de no cumplirse, en cualquiera de los dos ensayos del lote los valores de huella indicados por el Director de las Obras en función de los resultados del terraplén de ensayo, se procederá asimismo a recompactar el lote.

En casos dudosos puede ser aconsejable aumentar la intensidad del control para disminuir la frecuencia e incidencia de situaciones inaceptables o los tramos de lotes a rechazar.

333.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Los rellenos tipo todo-uno con un porcentaje en finos entre el diez y el treinta y cinco por ciento (10 y 35%) se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2°C). Los trabajos se deben suspender cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite, salvo que se justifique adecuadamente y sea aprobada explícitamente por el Director de las Obras la viabilidad de la puesta en obra y la consecución de las características exigidas. El Director de las Obras deberá tener en cuenta la influencia de las lluvias antes de aprobar el extendido y compactación del relleno.

Sobre las capas en ejecución se prohíbe la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, se eliminará el espesor de tongada afectado por el paso del tráfico.

333.9 TOLERANCIAS DE LAS SUPERFICIES ACABADAS

Las superficies acabadas del núcleo y de la zona de transición se comprobarán mediante estacas de refino, niveladas con precisión centimétrica, situadas en el eje y en los bordes de perfiles transversales que disten entre sí no más de veinte metros (20 m).

Se hallará la diferencia entre las cotas reales de los puntos estaquillados y sus cotas teóricas, con arreglo al Proyecto, y se determinarán los valores algebraicos extremos de dichas diferencias, para tramos de longitud no inferior a cien metros (100 m) (se considerarán positivas las diferencias de cota correspondientes a puntos situados por encima de la superficie teórica).

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Si la semisuma de los valores extremos es positiva, deberá ser menor que la quinta parte (1/5) del espesor de la última tongada.
- Si la semisuma de los valores extremos es negativa, su valor absoluto deberá ser menor que la mitad (1/2) del espesor de la última tongada.
- La semidiferencia de valores extremos deberá ser inferior a cinco centímetros (5 cm) para la superficie del núcleo, y a tres centímetros (3 cm) para la superficie de la zona de transición.

Si no se cumple la primera condición, se excavará la última tongada ejecutada y se construirá otra de espesor adecuado. Si no se cumple la segunda condición, se ejecutará una nueva tongada de espesor adecuado. Si no se cumple la condición tercera se añadirá una capa de nivelación con un espesor mínimo no inferior a quince centímetros (15 cm) sobre el núcleo, o a diez centímetros (10 cm) sobre la zona de transición, constituida por material granular bien graduado, de características mecánicas no inferiores a las del material del relleno todo-uno, y con tamaño máximo de diez centímetros (10 cm) en el caso del núcleo o de seis centímetros (6 cm), en el caso de zona de transición.

333.10 MEDICIÓN Y ABONO

Los rellenos todo-uno se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

Salvo que el Proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del relleno todo-uno.

Se considerará incluido en el precio del metro cúbico (m³) de rellenos todo-uno el coste adicional de la excavación en roca originado por las precauciones adoptadas para obtención de productos pétreos adecuados.

La coronación del relleno todo-uno se considerará incluida en la unidad de terraplén.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido, a un exceso de excavación o cualquier otro defecto de construcción imputable al Contratista ni las creces no previstas en este Pliego, en el Proyecto o previamente autorizadas por el Director de las Obras, estando el Contratista obligado a corregir dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Normas de referencia en el artículo 333

UNE 103 501	Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor Modificado
UNE 103.503	Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena
NLT-255	Estabilidad de áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua
NLT-256	Ensayo de huella en terrenos

340 TERMINACIÓN Y REFINO DE LA EXPLANADA

340.1 DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

340.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras de terminación y refino de la explanada, se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme, pavimentación u otras obras de superestructura.

Cuando haya que procederse a un recrecido de espesor inferior a un medio (1/2) de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de la misma, con objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

La capa de coronación de la explanada tendrá como mínimo el espesor indicado en el Proyecto, no siendo admisible en ningún punto de la misma, espesores inferiores.

No se extenderá ninguna capa del firme sobre la explanada sin que se comprueben las condiciones de calidad y características geométricas de esta.

Una vez terminada la explanada, deberá conservarse con sus características y condiciones hasta la colocación de la primera capa de firme o hasta la recepción de la obra cuando no se dispongan otras capas sobre ella. Las cunetas deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento.

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.

340.3 TOLERANCIAS DE ACABADO

En la explanada se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y a ambos bordes de la misma, con una distancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20 m), y niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos. Entre estacas, los puntos de la superficie de explanación no

estarán, en ningún punto más de tres centímetros (3 cm) por encima ni por debajo de la superficie teórica definida por las estacas.

La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con la regla de tres metros, aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas serán corregidas por el Contratista a su cargo, de acuerdo con lo que señala el presente Pliego.

340.4 MEDICIÓN Y ABONO

La terminación y refino de la explanada se considerará incluida dentro de las unidades de excavación, terraplén o pedraplén, según sea el caso.

341 REFINO DE TALUDES

341.1 DEFINICIÓN

Consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes y capa de coronación de pedraplenes, así como de los taludes de desmonte no incluidos en el artículo 322, "Excavación especial de taludes en roca", del presente Pliego.

341.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras de refino de taludes se ejecutarán con posterioridad a la construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. Asimismo, en general y cuando así sea posible, se ejecutarán con posterioridad a la explanación.

Cuando la explanación se halle muy avanzada y el Director de las Obras lo ordene, se procederá a la eliminación de la superficie de los taludes de cualquier material blando, inadecuado o inestable, que no se pueda compactar debidamente o no sirva a los fines previstos. Los huecos resultantes se rellenarán con materiales adecuados, de acuerdo con las indicaciones del Director de las Obras.

En caso de producirse un deslizamiento o proceso de inestabilidad en el talud de un relleno, deberá retirarse y sustituirse el material afectado por el mismo, y reparar el daño producido en la obra. La superficie de contacto entre el material sustituido y el remanente en el talud, deberá perfilarse de manera que impida el desarrollo de inestabilidades a favor de la misma. Posteriormente deberá perfilarse la superficie del talud de acuerdo con los criterios definidos en el presente artículo.

Los taludes de la explanación deberán quedar, en toda su extensión, conformados de acuerdo con el Proyecto y las órdenes complementarias del Director de las Obras, debiendo mantenerse en perfecto estado hasta la recepción definitiva de las obras, tanto en lo que se refiere a los aspectos funcionales como a los estéticos.

Los perfilados de taludes que se efectúen para armonizar con el paisaje circundante deben hacerse con una transición gradual, cuidando especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación. En las intersecciones de desmonte y rellenos, los taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficie natural del terreno, sin originar una discontinuidad visible.

Los fondos y cimbras de los taludes, excepto en desmontes en roca dura, se redondearán, ajustándose al Proyecto e instrucciones del Director. Las monteras de tierra sobre masas de roca se redondearán por encima de éstas.

El refino de taludes de terraplenes en cuyo borde de coronación se haya permitido embeber material de tamaño grueso, deberá realizarse sin descalzarlo permitiendo así que el drenaje superficial se encargue de seguir fijando dicho material grueso.

El acabado de los taludes será suave, uniforme y totalmente acorde con la superficie del terreno y la carretera, sin grandes contrastes, y ajustándose al Proyecto, procurando evitar daños a árboles existentes o rocas que tengan pátina, para lo cual deberán hacerse los ajustes necesarios.

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.

341.3 MEDICIÓN Y ABONO

Sólo se abonará esta unidad cuando exista precio independiente para ella en el Proyecto. De no ser así, se considerará incluida dentro de las unidades de excavación, terraplén o pedraplén, según sea el caso.

Cuando exista precio independiente el refino de taludes se abonará por metros cuadrados (m²) realmente realizados medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

400 CUNETAS DE HORMIGÓN EJECUTADAS EN OBRA

400.1 DEFINICIÓN

Cuneta de hormigón ejecutada en obra es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste "in situ" con hormigón, colocado sobre un lecho de asiento convenientemente preparado.

La forma, dimensiones, tipo y demás características, se ajustaran a lo que figure en la Instrucción de Drenaje Superficial para obras de Carreteras (5.2.- I.C.) en el Proyecto.

400.2 MATERIALES

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.

400.2.1 Hormigón

El hormigón utilizado en el revestimiento, y sus componentes, cumplirán con carácter general lo exigido por las vigentes:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-97.).
- Artículo 630 del presente Pliego

La resistencia característica a compresión del hormigón no será inferior a veinte megapascales (20 MPa), a veintiocho (28) días.

400.2.2 Otros materiales

Los restantes materiales a emplear en esta unidad de obra, tales como rellenos, juntas, etc., cumplirán lo especificado en el Proyecto.

Los materiales de sellado a emplear en las juntas previa aceptación por el Director de las Obras, podrán ser productos bituminosos, productos elastoméricos sintéticos o perfiles elásticos, con materiales de relleno y protección cuando sean necesarios, en función del tipo de junta de que se trate.

400.3 EJECUCIÓN

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.

400.3.1 Preparación del lecho de asientos

A partir de la superficie natural del terreno o de la explanación, se procederá a la ejecución de la excavación de la caja que requiera la cuneta y a la nivelación, refino y preparación del lecho de asiento.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso se mantendrá con la nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio del Director de las Obras colocar una capa de suelo seleccionado (artículo 330 "Terraplenes" del presente Pliego) de más de diez centímetros (10) cm convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del hormigón, y en ningún caso será superior a ocho (8) días.

400.3.2 Hormigonado

La puesta en obra del hormigón se realizará de acuerdo con la Instrucción de hormigón estructural (EHE); el artículo 630 del presente Pliego y con las condiciones que exija el Proyecto.

Se cuidará la terminación de las superficies, no permitiéndose irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm) medidas con regla de metro y medio (1,5 m) de longitud.

Los defectos en espesor del revestimiento de hormigón previsto en los planos de proyecto no serán superiores a diez milímetros (10 mm) ni a la cuarta parte ($\frac{1}{4}$) del espesor nominal.

Las secciones que no cumplan estas condiciones serán levantadas y ejecutadas de nuevo, no permitiéndose el relleno con mortero de cemento.

400.3.3 Juntas

Las juntas se dispondrán según figure en los planos o en el Proyecto.

Las juntas de contracción se ejecutarán, con carácter general, a distancia de dos metros (2 m), su espesor será de tres milímetros (3 mm) en el caso de juntas sin sellar y de al menos cinco milímetros (≥ 5 mm) en las juntas selladas.

Las juntas de dilatación se ejecutarán en las uniones con las obras de fábrica y con carácter general, con separaciones de quince a veinticinco metros (15-25 m). Su espesor será de quince a veinte milímetros (15-20 mm).

Después del curado del hormigón las juntas deberán limpiarse, colocándose posteriormente los materiales de relleno, sellado y protección que figuren en el Proyecto.

400.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las cunetas ejecutadas en obra se abonarán por metros (m) realmente ejecutados, medidos en el terreno.

Salvo indicación en contra del Proyecto, el precio incluirá la excavación, el refino, el lecho de apoyo, el revestimiento de hormigón, las juntas y todos los elementos y labores necesarias para su correcta ejecución y funcionamiento

401 CUNETAS PREFABRICADAS

401.1 DEFINICIÓN

Cuneta prefabricada es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste con piezas prefabricadas, las cuales se cimientan sobre un lecho de asiento previamente preparado.

La forma, dimensiones, tipo de material y demás características, se ajustaran a lo que figure en la Instrucción de Drenaje Superficial (5.2.-I.C.), así como, en Proyecto.

401.2 MATERIALES

401.2.1 Condiciones generales

Se incluyen dentro de este apartado las piezas prefabricadas y sus componentes, así como todos aquellos que formen parte de las cunetas.

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.

Adicionalmente a las condiciones especificadas en el Proyecto, cuando el material utilizado en las piezas prefabricadas sea hormigón, se cumplirán con carácter general lo exigido por:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-97).
- Artículo 630 del presente Pliego de Prescripciones

401.2.2 Características geométricas de las piezas prefabricadas

Las dimensiones de las piezas prefabricadas para cunetas cumplirán las siguientes condiciones:

- La longitud mínima será de un metro (1 m)
- Las tolerancias serán:

Dimensión	Tolerancia (mm)
Ancho	± 2
Alto	± 5
Longitud	± 5

Una vez colocadas las piezas prefabricadas sobre el lecho de asientos se cuidará la terminación de las superficies de la cuneta, no permitiéndose irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm), medidas con regla de metro y medio (1,5 m) de longitud.

401.2.3 Características de los materiales constitutivos de las piezas prefabricadas

El Proyecto o en su defecto el Director de las Obras fijará las características específicas de los materiales constitutivos de las piezas prefabricadas.

Cuando el material utilizado se hormigón el tamaño máximo del árido no será superior al sesenta por ciento (60%) del espesor mínimo de la pieza. La resistencia característica a compresión del hormigón a utilizar en las piezas prefabricadas será, como mínimo de veinticinco megapascales (25 MPa) a veintiocho (28) días.

401.2.4 Características de los restantes materiales constitutivos de las cunetas prefabricadas

Los materiales a emplear en estas unidades de obra, tales como los de las juntas, relleno, etc., cumplirán lo especificado en el Proyecto.

Los materiales a emplear en las juntas previamente aprobadas por el Director de las Obras podrán ser morteros, productos bituminosos o productos elastoméricos sintéticos, con elementos de relleno, sellado y protección, si son necesarios.

401.2.5 Control de calidad de los materiales

En relación con los materiales constitutivos de las piezas prefabricadas como de los demás que formen parte de estas unidades de obra el Contratista facilitará los correspondientes certificados y sellos de calidad exigidos por el Director de las Obras.

Las piezas prefabricadas antes de su recepción en obra deberán haber superado una comprobación general de aspecto y dimensional, así como cuantos otros ensayos y pruebas figuren en el Proyecto, destacándose a tal efecto la determinación de la absorción de agua y las resistencias a la flexión y al choque.

401.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

401.3.1 Transporte y almacenamiento de las piezas prefabricadas

Las piezas se transportarán desde fábrica a obra de forma que se garantice la integridad de las mismas y siempre que se hayan alcanzado las resistencias y demás características.

401.3.2 Manipulación y acopio

La manipulación y acopio de las piezas se realizarán de forma que las tensiones producidas en estas operaciones no superen el cincuenta por ciento (50%) de la resistencia característica en ese momento.

Las piezas se almacenarán en obra hasta su empleo en las condiciones que el Proyecto, o a juicio del Director de las Obras sean preceptivas.

Aquellas piezas que durante el transporte, carga, descarga o almacenamiento hayan sufrido deterioros o presenten defectos, a juicio del Director de las Obras, serán rechazadas.

401.3.3 Preparación del lecho de asiento y colocación de las piezas prefabricadas.

Las piezas se transportarán desde fábrica a obra de forma que se garantice la integridad de las mismas y siempre que se hayan alcanzado las resistencias y demás características.

Posteriormente las piezas prefabricadas se colocarán perfectamente alineadas y con la rasante de la solera a las cotas previstas.

401.3.4 Juntas

Las juntas entre piezas y las de dilatación se ejecutarán según figure en los planos de proyecto y en el Proyecto.

Cuando las piezas de prefabricadas sean de hormigón o cerámica las juntas entre piezas deberán rellenarse con mortero de cemento o con otro material previamente aceptado por el Director de las Obras. Las juntas de dilatación deberán, en general, ejecutarse con separaciones entre quince y veinticinco metros (15-25 m) y espesores de diez a veinte milímetros (10-20 mm), rellenas con un material elástico protegido superficialmente.

Cuando las piezas prefabricadas no sean de hormigón o cerámica, los productos para juntas, previamente aprobados por el Director de las Obras, conformaran las juntas de acuerdo con lo especificado por el Proyecto, o en su caso, por lo establecido por el Director de las Obras.

401.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las cunetas prefabricadas se abonarán por metros (m) realmente colocados en obra, medidos en el terreno.

Salvo indicación en contra del Proyecto, el precio incluirá la excavación, el refino, el lecho de apoyo, las piezas prefabricadas, las juntas y todos los demás elementos y labores necesarios para su adecuada elaboración y funcionamiento.

410 ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO

410.1 DEFINICIONES

Arqueta es una caja para la recogida de agua de las cunetas o de las tuberías de drenaje y posterior entrega a un desagüe.

El material constituyente podrá ser hormigón, materiales cerámicos, piezas prefabricadas o cualquier otro previsto en el proyecto o aprobado por el Director de las Obras. Normalmente estará cubierta por una tapa o rejilla.

Pozo de registro es una arqueta visitable de más de metro y medio (1,5 m) de profundidad.

410.2 FORMA Y DIMENSIONES

Las formas y dimensiones de las arquetas y de los pozos de registro, así como los materiales a utilizar, serán los definidos en el Proyecto.

Las dimensiones mínimas interiores serán de ochenta centímetros por cuarenta centímetros (80 cm x 40 cm) para profundidades menores a un metro y medio (1.5 m). Para profundidades superiores, estos elementos serán visitables, con dimensión mínima interior de un metro (1 m) y dimensión mínima de tapa o rejilla de sesenta centímetros (60 cm).

Las tapas o rejillas ajustarán al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes. Se diseñarán para que puedan soportar el paso del tráfico y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.

Tanto las arquetas como los pozos de registro deberán ser fácilmente limpiables, proscribiéndose las arquetas no registrables.

El fondo deberá adaptarse a las necesidades hidráulicas y, en su caso, de visitabilidad. Se deberá asegurar la continuidad, de la corriente de agua. Se dispondrán areneros donde sea necesario, y en caso de no existir, se deberá asegurar que las aguas arrastren los sedimentos.

410.3 MATERIALES

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de las arquetas y de los pozos de registro cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos

correspondientes del presente Pliego. En todo caso, se estará, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Habrán de cumplirse además las siguientes prescripciones específicas:

Hormigón:

- Artículo 630 del presente Pliego: "Obras de hormigón en masa o armado".
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Resistencia característica mínima a compresión: veinte megapascales (20 MPa), a veintiocho (28) días.
- Los hormigones de limpieza y relleno podrán tener resistencia característica de doce megapascales y medio (12,5 MPa)

Fabrica de ladrillo:

- Artículo 657 del presente Pliego: "Fabricas de ladrillo".
- Pliego General de Condiciones para la Recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (RL).
- Los ladrillos a emplear serán macizos.

Bloques de hormigón:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (RB).

Piezas prefabricadas de hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)
- Resistencia característica mínima a compresión: veinticinco megapascales (25 MPa), a veintiocho (28) días.
- El transporte, descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

Fundición para tapas y cercos:

- UNE 36111 y UNE 36118

410.4 EJECUCIÓN

Las tolerancias no serán superiores a diez milímetros (10 mm).

Las conexiones de tubos y cunetas se efectuarán a las cotas indicadas en los planos de proyecto, de forma que los extremos de los conductos queden enrasados con las caras interiores de los muros.

La parte superior de la obra se dispondrá de tal manera que se eviten los derrames del terreno circundante sobre ella o a su interior.

Las tapas o rejillas ajustarán al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes. Se diseñarán para que puedan soportar el paso del tráfico y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.

En el caso que el Proyecto lo considere necesario se realizará una prueba de estanqueidad.

El relleno del trasdós de la fábrica se ejecutará, en general, con material procedente de la excavación, de acuerdo con el artículo 332 del presente Pliego, o con hormigón pobre, según se indique en el Proyecto.

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.

410.5 MEDICIÓN Y ABONO

Las arquetas y los pozos de registro se abonarán por unidades realmente ejecutadas.

Salvo indicación en contra del Proyecto, el precio incluirá la unidad de obra completa y terminada incluyendo excavación, relleno del trasdós, elementos complementarios (tapa, cerco, pates, etc).

Normas de referencia en el artículo 410

UNE 36111 Fundición gris. Tipos, características y condiciones de suministro de piezas moldeadas

UNE 36118 Fundición con grafito esferoidal. Tipos y condiciones de recepción y suministro de piezas moldeadas

411 IMBORNALES Y SUMIDEROS

411.1 DEFINICIONES

Imbornal es el dispositivo de desagüe por donde se vacía el agua de lluvia de las calzadas de una carretera, de los tableros de las obras de fábrica o, en general, de cualquier construcción.

Sumidero es el dispositivo de desagüe, generalmente protegido por una rejilla, que cumple una función análoga a la del imbornal, pero dispuesto de forma que la entrada del agua sea en sentido sensiblemente vertical.

Estos elementos, en general, constarán de orificio de desagüe, rejilla, arqueta y conducto de salida.

411.2 FORMAS Y DIMENSIONES

Las formas y dimensiones de los imbornales y de los sumideros, así como los materiales a utilizar, serán los definidos en el Proyecto.

El orificio de entrada del agua deberá poseer la longitud suficiente para asegurar su capacidad de desagüe, especialmente en los sumideros. Los imbornales deberán tener una depresión a la entrada que asegure la circulación del agua hacia su interior.

Las dimensiones interiores de la arqueta y la disposición y diámetro del tubo de desagüe serán tales que aseguren siempre un correcto funcionamiento, sin que se produzcan atascos, habida cuenta de las malezas y residuos que puede arrastrar el agua. En todo caso, deberán ser fácilmente limpiables.

Los sumideros situados en la plataforma no deberán perturbar la circulación sobre ella, disponiéndose en lo posible al borde la misma y con superficies regulares, asegurando siempre que el agua drene adecuadamente.

Las rejillas se dispondrán generalmente con las barras en dirección de la corriente y la separación entre ellas no excederá de cuatro centímetros (4 cm). Tendrán la resistencia necesaria para soportar el paso de vehículos (UNE EN 124) y estarán sujetas de forma que no puedan ser desplazadas por el tráfico.

411.3 MATERIALES

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de los sumideros y de los imbornales cumplirán con lo especificado en las Instruc-

ciones y Normas vigentes que afecten a dichos materiales, así como en los artículos correspondientes del presente Pliego. En todo caso, se estará, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Habrán de cumplirse además las siguientes prescripciones específicas:

Hormigón:

- Artículo 630 del presente Pliego: "Obras de hormigón en masa o armado".
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)
- Resistencia característica: veinte megapascuales (20 MPa), a veintiocho (28) días.
- Los hormigones de limpieza y relleno podrán tener resistencia característica a veintiocho (28) días de doce megapascuales y medio (12,5 MPa).

Fábrica de ladrillo:

- Artículo 657 del presente Pliego: "Fábricas de ladrillo".
- Pliego General de Condiciones para la Recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (RL).
- Los ladrillos a emplear serán macizos.

Bloques de hormigón:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (RB).

Piezas prefabricadas de hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)
- Resistencia característica mínima a compresión: veinticinco megapascuales (25 MPa), a veintiocho (28) días.
- El transporte, descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

Fundición para rejillas y cercos:

- UNE 36118

411.4 EJECUCIÓN

Las obras se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Proyecto y con lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras. Cumpliendo siempre con las condiciones señaladas en los artículos correspondientes del presente Pliego para la puesta en obra de los materiales previstos.

Las tolerancias no serán superiores a diez milímetros (10 mm).

Antes de la colocación de las rejillas se limpiará el sumidero o imbornal, así como el conducto de desagüe, asegurándose el correcto funcionamiento posterior.

En el caso de que el Director de las Obras lo considere necesario se efectuará una prueba de estanqueidad.

Después de la terminación de cada unidad se procederá a su limpieza total, incluido el conducto de desagüe, eliminando todas las acumulaciones de limo, residuos o materias extrañas de cualquier tipo, debiendo mantenerse libres de tales acumulaciones hasta la recepción definitiva de las obras.

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.

411.5 MEDICIÓN Y ABONO

Los sumideros e imbornales por unidades realmente ejecutadas en obra.

Salvo indicación del Proyecto en contrario, el precio incluirá la embocadura, la rejilla y la arqueta receptora. La arqueta receptora incluye, la obra de fábrica de solera, paredes y techo, el enfoscado y bruñido interior, en su caso, la tapa y su cerco y el remate alrededor de éste y en definitiva todos los elementos constitutivos de la misma, así como la excavación correspondiente.

Norma de referencia en el artículo 411

- | | |
|------------|---|
| UNE EN 124 | Dispositivos de cubrimiento y cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Principios de construcción, ensayos tipo, marcado |
| UNE 36118 | Fundición con grafito esferoidal. Tipos y condiciones de recepción y suministro de piezas moldeadas |

412 TUBOS DE ACERO CORRUGADO Y GALVANIZADO

412.1 DEFINICIONES

Tubos de acero corrugado y galvanizado son los conductos construidos con chapas de acero corrugadas y galvanizadas, normalmente curvadas, que se unen mediante pernos y tuercas, para formar secciones cerradas.

Chapas de acero corrugadas y galvanizadas son aquellas cuya superficie ha sido ondulada para confiarles su característica de resistencia a esfuerzos de flexión. Tendrá aplicada, en su superficie, una película de zinc para protegerlas de la corrosión, que constituye el galvanizado.

412.2 FORMAS Y DIMENSIONES

La forma, dimensiones y tolerancias de los tubos de acero corrugado serán las definidas en Proyecto. Se utilizarán formas y corrugaciones de las chapas que hayan sido ampliamente sancionadas por la práctica.

412.3 LIMITACIONES DE EMPLEO

En general, sólo se podrán utilizar este tipo de conductos con suelos o aguas que cumplan las condiciones siguientes:

Características	Suelos o aguas
Resistencia	≥ 3000 ohmios/cm
Ph	$9 \geq \text{Ph} \geq 6$
Contenido Cl	≤ 100 mg/kg
Contenido SO_4	≤ 500 mg/kg
Contenido sulfuros	≤ 100 mg/kg

No obstante, podrá autorizarse su uso cuando dispongan de la adecuada protección adicional, de acuerdo con los procedimientos que indique el Proyecto.

No son recomendables cuando vayan a estar sometidas a corrientes de agua con velocidades superiores a tres metros por segundo (3 m/s) y que transporten acarreo. En estos casos su empleo exigirá la disposición de revestimientos resistentes a la abrasión en la sección mojada, tales como hormigón u otros materiales que aseguren la durabilidad del conducto.

412.4 MATERIALES

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.

412.4.1 Chapas de acero

Las chapas de acero cumplirán con lo establecido en UNE 36093 o UNE 36086, relativas a la chapa laminada en caliente o frío. El Proyecto indicará en cada caso el tipo y grado de la chapa a utilizar, recomendándose que en general se empleen las designadas como AP 13 o AP 04, respectivamente.

Las corrugaciones de las chapas y su espesor se definirán en el Proyecto.

412.4.2 Protección anticorrosiva

Las chapas de acero serán galvanizadas en caliente, salvo que el Proyecto determine otro tipo de protección, y antes de efectuar el galvanizado deberán haber sido conformadas.

El galvanizado será de primera calidad, libre de defectos tales como burbujas, rayas y puntos sin galvanizar, la aplicación de la película se hará conforme UNE 37508 en doble exposición y se ensayará según UNE 7183 y 37501.

Cuando la agresividad de los suelos o de las aguas sea elevada o las condiciones específicas de la obra lo aconsejen, se deberá aplicar una capa de protección adicional sobre la superficie galvanizada. En esta caso el Proyecto especificará la naturaleza y características de la protección adicional, la normativa que deba cumplir, así como la forma de aplicación sobre la chapa galvanizada.

Esta protección adicional podrá ser de mortero de cemento, de materiales bituminosos, poliméricos, epoxídicos, reforzados o no con fibras, o cualquier otro que determine el Director de las obras. En cualquier caso estos revestimientos deberán reunir las siguientes condiciones:

- . Impermeabilidad.
- . Buena adherencia.
- . Resistencia a la abrasión, choques y variaciones de temperatura.
- . Flexibilidad para adaptarse a las deformaciones del tubo.
- . Durabilidad.

412.4.3 Elementos de unión

Los elementos de unión de las chapas serán pernos y tuercas galvanizados en caliente, según UNE 37507.

Los pernos y las tuercas serán de acero de alta resistencia, al manganeso clase 8.8 para los pernos y al carbono clase 8 para las tuercas. Todo ello según UNE_EN 20898 - 1 y 2.

Las cabezas de los pernos y de las tuercas tendrán la forma adecuada para ajustarse a la chapa sin dañar el recubrimiento o, en su defecto, se dispondrán arandelas que protejan el galvanizado u otras protecciones anticorrosivas, en su caso.

Si por la agresividad de los suelos o agua es necesario un revestimiento suplementario de las chapas de acero, se protegerán los pernos y tuercas del mismo modo.

412.5 EJECUCIÓN

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.

412.5.1 Transporte

El transporte se efectuará con el mayor cuidado de modo que no se produzcan deformaciones en las piezas que alteren la forma prevista, ni se originen golpes o rozaduras que hagan saltar la capa de protección. A tal fin, las chapas a transportar se embalarán con un máximo de diez (10) unidades por paquete.

412.5.2 Puesta en obra

El montaje del conducto deberá ser realizado por personal experimentado, que a su vez vigilará el posterior relleno, se prestará atención a la compactación de las zonas próximas al conducto, y a que el mismo quede perfectamente apoyado en toda su anchura y longitud.

Si la instalación es en zanja, el ancho deberá ser tal que permita una fácil compactación de todo el relleno, debiendo quedar entre el conducto y las

paredes una separación mínima de treinta centímetros (30 cm). En ningún momento las paredes de la excavación deberán tener zonas en desplome.

El conducto descansará sobre un lecho, o cama de apoyo, estable y resistente, pero no rígido, libre de piedras o puntos duros. Con carácter general el lecho de apoyo se extenderá en una anchura comprendida entre una vez y media (1,5) y dos veces (2) la luz del conducto.

El lecho de apoyo tendrá un espesor mínimo de treinta centímetros (30 cm) y estará realizado con material seleccionado según lo definido en el artículo 330 "Terraplenes" del presente Pliego.

La zona de relleno en el trasdós del tubo, con las dimensiones indicadas en el Proyecto o fijadas, en su defecto por el Director se ejecutará con suelo seleccionado o adecuado, de acuerdo con las exigencias del artículo 330, "Terraplenes" del presente Pliego. El relleno se compactará en tongadas horizontales de quince a veinte centímetros (15-20 cm) de espesor y con medios ligeros en una anchura entre uno y dos metros (1-2 m) en las proximidades del conducto, y pudiendo realizarse con espesores de veinte a treinta centímetros (20-30 cm) y con medios más pesados en el resto. Siempre rellenando alternativamente a un lado y a otro del conducto, de forma que el nivel sea el mismo en los dos lados.

La compactación exigida, en la base de apoyo y en el relleno, no será inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal, realizado según UNE 7255.

Se cumplirán asimismo las condiciones indicadas en el artículo 332 del presente Pliego para el relleno de zanjas para instalación de tuberías.

El Proyecto fijará las tolerancias, que en general serán de cinco centímetros (5 cm) para la desviación respecto a la alineación del conducto y de diez milímetros (10 mm) para la desviación respecto al nivel fijado en el mismo.

Se cuidará que la altura del relleno sobre la clave del conducto no supere los límites, máximos ni mínimos, indicados en el Proyecto.

412.6 MEDICIÓN Y ABONO

Los tubos de acero corrugado se medirán por metros (m) de longitud a lo largo del eje salvo indicación en contrario del Proyecto.

El precio del metro de tubo incluirá los costes de las chapas de acero corrugadas y galvanizadas, la parte proporcional de los elementos de unión, el replanteo y el montaje.

Las restantes unidades de obra constitutivas del conducto, tales como excavaciones, agotamientos, lechos de apoyo, rellenos, obras de fábrica, etc., se medirán conforme a como se indica en los correspondientes artículos del presente Pliego.

En cualquier caso, el Proyecto, a la vista de las características particulares del conducto objeto del Proyecto, podrá especificar otros criterios de medición diferentes a los indicados.

Normas de referencia en el artículo 412

- UNE 36086 Banda laminada en frío, de acero bajo en carbono para embutición o conformación en frío. Condiciones técnicas de suministro
- UNE 36093 Banda y fleje laminada en caliente de acero de bajo contenido en carbono no aleado, para embutición o conformación en frío
- UNE 7183 Método de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero
- UNE 37501 Galvanización en caliente. Características y métodos de ensayo
- UNE 37507 Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación
- UNE 37508 recubrimientos galvanizados en caliente de piezas y artículos diversos
- UNE EN 20898-1 Características mecánicas de los elementos de fijación. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones
- UNE EN 20898-2 Características mecánicas de los elementos de fijación. Parte 2: tuercas con valores de carga de prueba especificados. Rosca de paso grueso
- UNE 7255 Ensayo de apisonado de suelos por el método Proctor Normal

420 ZANJAS DRENANTES

420.1 DEFINICIÓN

Consisten en zanjas rellenas de material drenante, adecuadamente compactado, en el fondo de las cuales generalmente se disponen tubos drenantes, -perforados, de material poroso, o con juntas abiertas-, y que, normalmente tras un relleno localizado de tierras, se aíslan de las aguas superficiales por una capa impermeable que sella su parte superior.

A veces se omiten los tubos de drenaje, en cuyo caso la parte inferior de la zanja queda completamente rellena de material drenante, constituyendo un dren ciego o dren francés. En estos drenes el material que ocupa el centro de la zanja es piedra gruesa.

Cuando exista peligro de migración del suelo, que rodea la zanja hacia el interior de la misma, se deberá disponer de un filtro normalmente geotextil, protegiendo el material drenante.

Su ejecución incluye normalmente las operaciones siguientes:

- Excavación.
- Ejecución del lecho de asiento de la tubería y, en su caso, disposición del filtro geotextil.
- Colocación de la tubería.
- Colocación y compactación del material drenante.
- Relleno de tierras de la parte superior de la zanja, en su caso.
- Impermeabilización de la parte superior de la zanja.

420.2 MATERIALES

En este apartado se detallan las condiciones a cumplir por los tubos y material drenante que constituye esta unidad. Con relación al resto de materiales auxiliares, tales como filtro geotextil, relleno de tierras de la parte superior de la zanja e impermeabilización de la misma, se estará a lo dispuesto en este Pliego y a lo indicado en el Proyecto.

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.

420.2.1 Tubos

420.2.1.1 Condiciones generales

Los tubos a emplear en zanjas drenantes podrán ser de hormigón en masa o armado, policloruro de vinilo (PVC), polietileno de densidad (HDPE) o cualquier otro material sancionado por la experiencia. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto definirá en cada caso, el tipo de material y sus características.

En el caso de que se utilice hormigón en masa poroso deberá prescindirse del porcentaje de árido fino necesario para asegurar una capacidad de filtración aceptable, considerándose como tal la de ochenta y cinco litros por segundo por cada metro cuadrado de superficie exterior del tubo y cada bar de carga hidrostática sobre la superficie exterior del tubo (85 l/s·m²·bar).

En todo caso, los tubos utilizados serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

420.2.1.2 Resistencia mecánica

El Director de las Obras podrá exigir las pruebas de resistencia mecánica que estime necesarias, Serán de aplicación, con carácter general el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías de Saneamiento de Poblaciones" y con carácter particular las siguientes Normas:

Hormigón en masa o armado:	UNE 127 010
Policloruro de vinilo:	UNE 53332 y UNE EN 1401
Polietileno de alta densidad:	UNE 53365

420.2.1.3 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de los tubos a emplear en zanjas drenantes, así como sus correspondientes perforaciones y juntas, serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, las que señale el Director de las Obras.

Los tubos estarán bien calibrados, y sus generatrices serán rectas o tendrán la curvatura que les corresponda en los codos o piezas especiales.

La superficie interior será razonablemente lisa, y no se admitirán más defectos que los de carácter accidental o local, siempre que no supongan merma de la calidad de los tubos ni de su capacidad de desagüe.

Se atenderá con carácter general a las características geométricas y tolerancias recogidas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías de Saneamiento de Poblaciones" y con carácter particular a lo recogido en la normativa específica reseñada en 420.2.1.2

420.2.2 Material drenante

Se estará a lo dispuesto en el artículo 421, "Rellenos localizados de material drenante", del presente Pliego.

El material drenante deberá cumplir, en la zona de contacto con el terreno o con el material de relleno de la parte superior de la zanja, las condiciones de filtro para evitar su contaminación. Si no fuera posible o conveniente cumplir esta condición se deberá envolver el material drenante con un filtro geotextil.

420.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

420.3.1 EXCAVACIÓN

Las excavaciones necesarias para la ejecución de esta unidad se realizarán de acuerdo con el artículo 321, "Excavación en zanjas y pozos"

No se depositará el material procedente de la excavación en la zona de afección de un curso de agua. Asimismo, no se acopiará el material excavado a menos de sesenta centímetros (60 cm) del borde de la excavación.

420.3.2 Ejecución del lecho de asiento de la tubería

Una vez abierta la zanja de drenaje, si se observase que su fondo es impermeable, el lecho de asiento de los tubos deberá ser también impermeable.

En todo caso, el lecho de asiento se compactará, si fuese necesario, hasta conseguir una base de apoyo firme en toda la longitud de la zanja y tendrá la debida pendiente, nunca inferior a 0,5%, salvo indicación en contra del Proyecto.

420.3.3 Colocación de la tubería

La colocación de la tubería no deberá iniciarse sin la previa autorización del Director de las Obras. Obtenida ésta, los tubos se tenderán en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

El tratamiento de las juntas y uniones de la tubería se ejecutará de acuerdo con el Proyecto, y las instrucciones del Director de las Obras.

420.3.4 Colocación del material drenante

Si la tubería se ha colocado sobre un lecho de asiento impermeable, la zanja se rellenará, a uno y otro lado de los tubos, con el material impermeable que se utilizó en su ejecución hasta llegar a cinco centímetros (5 cm) por debajo del nivel más bajo de las perforaciones, en caso de que se empleen tubos perforados, o hasta la altura que marque el Proyecto si se usan tubos con juntas abiertas. Si se empleasen tubos porosos, el material impermeable se limitará estrictamente al lecho de asiento.

A partir de las alturas indicadas, se proseguirá el relleno con material drenante hasta la cota fijada en el Proyecto o que, en su defecto, indique el Director de las Obras.

En el caso de que el lecho de asiento sea permeable, una vez colocada la tubería la zanja se rellenará con material drenante. En el caso de una tubería de juntas abiertas dichas juntas deberán cerrarse en la zona de contacto con su lecho de asiento.

Las operaciones de relleno de la zanja se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en el artículo 421, "Rellenos localizados de material drenante", del presente Pliego.

Se cuidará especialmente no dañar los tubos ni alterar su posición.

En los casos en los que la subbase sea de menor permeabilidad que los filtros, se pospondrá la ejecución de las zanjas hasta después de refinada la subbase.

420.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las zanjas drenantes se abonarán por metros lineales (m) del tipo correspondiente realmente ejecutadas, medidos en el terreno.

El precio incluye la ejecución de la zanja, su ubicación, preparación de la superficie, entibación y agotamiento en su caso, ejecución del lecho de asiento, suministro y colocación de la tubería, relleno de material drenante, compactación del material drenante, relleno de tierras en la parte superior de la zanja, impermeabilización de la zanja, lámina geotextil si la hubiera, ejecución de las juntas y todas las demás operaciones y medios necesarios para la completa y correcta ejecución de la unidad.

Normas de referencia en el artículo 420

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (Orden MOPU 15-9-1986, en BOE 23-9-1986 y corrección de errores en BOE 28-2-1987)

- UNE 127 010 Tubos prefabricados de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero, para conducciones sin presión
- UNE 53332 Plásticos, tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado para canalizaciones subterráneas, enterradas o no y empleadas para la evacuación y desagües, características y métodos de ensayo.
- UNE 53365 Plásticos, tubos de PE de alta densidad para uniones soldadas, usados para canalizaciones subterráneas, enterradas o no, empleadas para la evacuación y desagües. Características y métodos de ensayo.
- UNE EN 1401 Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Policloruro de vinilo no plastificado

421 RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL DRENANTE

421.1 DEFINICIÓN

Consisten en la extensión y compactación de materiales drenantes en zanjas, trasdós de obras de fábrica, o cualquier otra zona, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los equipos de maquinaria pesada.

421.2 MATERIALES

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.

421.2.1 Condiciones generales

Los materiales drenantes a emplear en rellenos localizados serán áridos naturales, o bien áridos procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales. En todo caso estarán exentos de arcilla, margas y otros materiales extraños.

El Contratista propondrá al Director de las Obras el material a utilizar, y antes de su empleo deberá contar con la aprobación explícita de éste.

421.2.2 Composición granulométrica

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5%).

Siendo F_x el tamaño superior al del x%, en peso, del material filtrante, y d_x el tamaño superior al del x%, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:

$$(a) \frac{F_{15}}{d_{85}} < 5; \quad (b) \frac{F_{15}}{d_{15}} > 5; \quad (c) \frac{F_{50}}{d_{50}} < 25$$

Asimismo el coeficiente de uniformidad del filtro será inferior de veinte ($F_{60}/F_{10} < 20$)

Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material drenante situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Si se utilizan tubos perforados:

$$\frac{F_{85}}{\text{diámetro del orificio}} > 1$$

- Si se utilizan tubos con juntas abiertas:

$$\frac{F_{85}}{\text{apertura de la junta}} > 1,2$$

- Si se utilizan tubos de hormigón poroso:

$$\frac{F_{85}}{d_{15} \text{ del árido del tubo}} > 0,2$$

- Si se drena por mechinales:

$$\frac{F_{85}}{\text{diámetro del mechinal}} > 1$$

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse a filtros granulares compuestos por varias capas; una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, considerada como terreno; ésta, a su vez, las cumplirá respecto de la siguiente; y así, sucesivamente, hasta llegar al relleno o terreno natural. Se podrá asimismo recurrir al empleo de filtros geotextiles según lo expuesto en el artículo 421 "Geotextiles como elemento filtrante y de drenaje" del presente Pliego.

Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos a efectos de cumplimiento de las condiciones anteriores se atenderá, únicamente, a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm).

Si el terreno natural está constituido por suelos no cohesivos con arena fina y limo, el material drenante deberá cumplir, además de las condiciones de filtro generales, la siguiente:

$$F_{15} < 1 \text{ mm}$$

Si dicho terreno natural es un suelo cohesivo, compacto y homogéneo, sin vetas de arena fina o de limo, las condiciones de filtro a) y b) serán sustituidas por la siguiente:

$$0,1 \text{ mm} < F_{15} < 0,4 \text{ mm}$$

En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Tamaño máximo del árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm) y ochenta milímetros (80 mm).
- Coeficiente de uniformidad menor de cuatro ($D_{60}/D_{10} < 4$)

421.2.3 Plasticidad.

El material drenante será no plástico, y su equivalente de arena será superior a treinta (30).

421.2.4 Calidad.

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Angeles, según UNE EN 1097-2, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente, de acuerdo con los criterios establecidos en el Proyecto y en este Pliego.

421.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

421.3.1 Acopios.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. En especial, se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del

material a la intemperie; formar los acopios sobre una superficie que no contamine al material; evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños. Durante el transporte y posterior manipulación hasta su puesta en obra definitiva, se evitará toda segregación por tamaños y la contaminación por materiales extraños.

421.3.2 Preparación de la superficie de asiento

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

421.3.3 Ejecución de las tongadas. Extensión y compactación

Los materiales del relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su espesor, el grado de compactación exigido. En general y salvo indicación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras se usarán tongadas de veinte centímetros (20 cm). Cuando una tongada deba estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación.

El relleno de trasdós de obras de fábrica se realizará de modo que no se ponga en peligro la integridad y estabilidad de las mismas, según propuesta, por escrito y razonada, del Contratista y aceptada por el Director de las Obras.

Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar la segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.

El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma. En general y salvo especificación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras se compactarán las tongadas hasta alcanzar un índice de densidad superior al ochenta por ciento (80%) y en ningún caso

dicho grado de compactación será inferior al mayor de los que posean los terrenos o materiales adyacentes situados a su mismo nivel.

Cuando se trata de rellenos localizados en torno a tuberías y hasta una altura de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la generatriz superior de la tubería, salvo indicación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, el tamaño máximo de las partículas no será superior a dos centímetros (2 cm), las tongadas serán de diez centímetros (10) y se compactarán hasta un índice de densidad no inferior al setenta y cinco por ciento (75%). Se prestará especial cuidado durante la compactación para no producir movimientos ni daños en la tubería a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

En todo caso los medios de compactación serán los adecuados para no producir finos adicionales por trituración del material, y en todo caso deberán ser sometidos a la aprobación del Director de las Obras.

421.3.4 Protección del relleno

Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán, de forma provisional o definitiva, para evitar su contaminación.

También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución, a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales de agua.

Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por material en buenas condiciones.

La parte superior de la zanja, cuando no lleve inmediatamente encima cuneta de hormigón ni capa drenante de firme, se rellenará con material impermeable, para impedir la colmatación por arrastres superficiales y la penetración de otras aguas que aquellas a cuyo drenaje está destinada la zanja.

421.4 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cero grados Celsius (0° C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es posible, deberán ser corregidas mediante la eliminación o sustitución del espesor afectado por el paso del tráfico.

421.5 MEDICIÓN Y ABONO

Las distintas zonas de rellenos localizados de material drenante, no incluidos en otra unidad de obra como por ejemplo "Zanjas drenantes", se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, si lo han sido de acuerdo con el Proyecto y las órdenes escritas del Director de las Obras, medidos sobre los planos de perfiles transversales, no siendo de pago las demasías por exceso de excavación, delimitación de zona, mediciones incluidas en otras unidades de obra, etc..

No serán de abono la eliminación y sustitución de las zonas de relleno afectadas por contaminación o perturbación.

El relleno con material impermeable de la parte superior de la zanja, se abonará como relleno localizado, según lo indicado en el artículo 332 del presente Pliego.

Normas de referencia en el artículo 421

UNE EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.

422 GEOTEXTILES COMO ELEMENTO DE SEPARACIÓN Y DE FILTRO

422.1 DEFINICIÓN Y CAMPO DE APLICACIÓN

Son objeto de este artículo las aplicaciones de geotextiles, materiales definidos en el artículo 290 "Geotextiles" del presente Pliego, utilizados en obras de carreteras con las funciones siguientes:

- a) Función separadora entre capas de diferente granulometría.
- b) Función de filtro en sistemas de drenaje.

422.2 MATERIALES

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.

El proyectista, o en su defecto el Director de las Obras, fijará las especificaciones adicionales a las indicadas en este artículo que deben cumplir los geotextiles que se utilicen en cada unidad de obra.

Los geotextiles estarán sometidos, en todo caso, a las prescripciones indicadas en el artículo 290 "Geotextiles" del presente Pliego, además por supuesto, de las indicadas en el presente artículo.

422.2.1 Criterios Mecánicos

Se define el parámetro "e", indicativo de la energía de deformación asimilada por el geotextil hasta su rotura, como:

$$e(\text{KN/m}) = R_T(\text{KN/m}) \cdot \varepsilon_r$$

donde:

R_T = Resistencia a Tracción (KN/m)

ε_r = Deformación unitaria en rotura (tanto por uno)

medidas conforme UNE EN ISO 10319.

Se establecen unos grupos de requisitos resistentes mínimos a exigir al geotextil según se indica en la tabla adjunta:

Grupo	e(KN/m) (valor mínimo)	R _T (KN/m) (valor mínimo)	R _{pd} (mm) (valor máximo)	Función del geotextil
0	6,4	16	20	SEPARACIÓN
1	4,8	12	25	
2	3,2	8	30	
3	2,4	6	35	
0	2,7	9	30	FILTRO
1	2,1	7	35	
2	1,5	5	40	
3	1,2	4	45	

R_T = Resistencia a tracción (KN/m) (UNE EN ISO 10319)
Medida en la dirección principal (de fabricación o perpendicular a esta) en que la resistencia sea mínima.

R_{pd} = Resistencia a perforación dinámica (mm) (UNE EN 918)

e = R_T · ε_r anteriormente definido

En función del tipo de tráfico de la carretera y del tipo de apoyo del geotextil se determina el grupo de requisitos resistentes mínimos a exigir al geotextil, de la siguiente forma:

- S** Se podrá utilizar el grupo de requisitos 3 cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:
- El tráfico de la vía es de categoría T3 o inferior según la instrucción de carreteras 6.1-IC y 6.2-IC
 - La superficie de apoyo del geotextil tiene una inclinación inferior al cinco por ciento (5%) o superior a ochenta y cinco grados sexagesimales (85°) (geotextil filtro en zanjas)
 - El terreno sobre el que se apoya el geotextil tiene un módulo en el segundo ciclo del ensayo de placa de carga (NLT 357) superior a cincuenta Megapascuales (E₂ > 50 MPa), en condiciones de humedad y densidad representativas de su estado final en la obra.

- S Se podrá utilizar el grupo de requisitos 2 cuando no siendo de aplicación al grupo de requisitos 3 se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:
- El tráfico de la vía es de categoría T2 o inferior.
 - La superficie de apoyo del geotextil tiene una inclinación inferior al diez por ciento (10%) o superior a setenta y cinco grados sexagesimales (75°).
 - El terreno sobre el que se apoya el geotextil tiene un módulo en el segundo ciclo del ensayo de placa de carga (NLT 357) superior a treinta Megapascals ($E_2 > 30 \text{ MPa}$), en condiciones de humedad y densidad representativas de su estado final en la obra.
- S Se podrá utilizar el grupo de requisitos 1 cuando no siendo de aplicación el grupo de requisitos 2 se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:
- El tráfico de la vía es de categoría T1 o inferior
 - El terreno sobre el que se apoya el geotextil tiene un módulo en el segundo ciclo del ensayo de placa de carga (NLT 357) superior a quince megapascals ($E_2 > 15 \text{ MPa}$), en condiciones de humedad y densidad representativas de su estado final en la obra.
- S Se podrá utilizar, salvo prescripciones en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, el grupo de requisitos 0 cuando no sean de aplicación ninguno de los grupos anteriores.

En todo caso se exige además que:

- S La resistencia a la rotura en la dirección en que este sea máxima no sea más de una vez y media (1,5) la resistencia a la rotura en la dirección perpendicular a la misma.
- S La tensión para la que se produce una deformación del veinte por ciento (20%) de la del alargamiento en rotura sea inferior al ochenta por ciento (80^a) de la tensión de rotura. Este aspecto ha de cumplirse tanto en la dirección de la resistencia a tracción máxima como en la dirección perpendicular a la misma.

En todo lo anterior los valores indicados serán los exigidos en obra en los términos indicados en el artículo 290 "Geotextiles". En particular, cuando se tome como referencia el catálogo por fabricante, los valores anteriores deberán ser mejorados por los valores de catálogo corregidos de su tolerancia

y podrán ser comprobados mediante los procedimientos indicados en el mencionado artículo.

En todo caso el Proyecto o el Director de las Obras podrán especificar valores más exigentes que los hasta aquí establecidos si entienden que la obra, los materiales o los modos de ejecución así lo aconsejan. Podrá incluso exigir valores relativos a otros parámetros tales como resistencia al punzonamiento estático (CBR), (UNE EN ISO 12236) u otros que consideren de interés.

Para la determinación de dichos requisitos los aspectos más importantes a tener en cuenta serán:

- S Material sobre el que se asienta el geotextil, definido por:
 - * Capacidad de soporte (E_2 en placa de carga, CBR, etc.)
 - * Heterogeneidad del material (granulometría, angulosidad)
- S Espesor de las capas superiores
- S Características del material que se dispone sobre el geotextil:
 - * Granulometría y peso unitario
 - * Angulosidad
 - * Posibilidad de cortar o punzonar el geotextil
- S Horizontalidad o inclinación de la superficie de apoyo
- S Cargas que actuarán sobre el geotextil:
 - * En la fase de construcción:
 - Vertido
 - Extendido
 - Tráfico de obra (tipo de tráfico y maquinaria)
 - * En la fase de explotación:
 - Proximidad a la superficie del firme
 - Presiones actuantes sobre el geotextil
- S Tipo e intensidad del control y vigilancia de la colocación del geotextil
- S Riesgo derivado de un mal funcionamiento del geotextil sobre la obra:
 - * Coste de reparación
 - * Coste para el usuario

422.2.2 Criterio de Retención

La apertura eficaz de poros ($O_{90,W}$) del geotextil (EN ISO 12956) deberá cumplir las siguientes condiciones

$$\begin{aligned} O_{90,W} &> 0,05 \text{ mm} \\ O_{90,W} &< 0,20 \text{ mm} \\ O_{90,W} &< d_{90} \end{aligned}$$

$$\text{si } d_{40} < 0,06 \text{ mm; } O_{90,W} < 10 \cdot d_{50};$$

$$\text{si } d_{40} \geq 0,06 \text{ mm}; O_{90,W} < 5 \cdot \sqrt{d_{10} \cdot d_{60}}$$

siendo:

d_x = apertura del tamiz por el que pasa el x% en peso del suelo a proteger.

El Proyecto o el Director de las Obras podrán indicar condiciones más restrictivas si así lo consideran conveniente.

422.2.3 Criterio hidráulico

La permeabilidad del geotextil en dirección perpendicular a su plano (permitividad K_g), (EN ISO 11058) respecto a la permeabilidad del material menos permeable (K_s) será la indicada a continuación, salvo indicación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras:

- | | |
|--|-----------------|
| a) Flujo unidireccional laminar: | $K_g > 10 K_s$ |
| b) Flujo que cambia rápidamente de sentido (alternativo o turbulento): | $K_g > 100 K_s$ |

422.2.4 Criterio de durabilidad

En caso de utilización del geotextil en ambientes que puedan considerarse agresivos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto o, en su defecto el Director de las Obras, definirán el tipo de ensayo de durabilidad o realizar de entre los indicados en el apartado 290.2.1.3 del artículo 290 "Geotextiles" del presente Pliego, así como el porcentaje de resistencia remanente respecto a la nominal que el geotextil debe mantener después de ser sometido al ensayo de durabilidad correspondiente.

En cuanto a la pérdida de características por su exposición a la intemperie se estará a lo indicado en el apartado 290.4 del mencionado artículo.

422.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

422.3.1 Colocación como capa separadora.

El geotextil se extenderá sobre la capa inferior, empleando los medios auxiliares que autorice el Director de las Obras.

La continuidad entre las láminas del geotextil se logrará mediante las uniones adecuadas, que podrán realizarse mediante solapes (no menores de cincuenta (50) cm) o juntas cosidas, soldadas o grapadas. El tipo de unión será el indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

El extendido de la capa superior se realizará de tal forma que los equipos de extensión y compactación no circulen en ningún momento sobre la superficie del geotextil. Salvo especificación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, el espesor de la primera capa o tongada que se coloque sobre el geotextil será de al menos cuarenta centímetros (40 cm), y el tamaño máximo del árido a emplear en esta tongada no será superior a doscientos milímetros (200 mm).

El sentido de avance de la maquinaria de extensión de la capa superior se realizará de tal forma que no afecte al solape de las capas de geotextil.

422.3.2 Colocación como filtro en sistema de drenaje.

La colocación del geotextil se realizará empleando los medios auxiliares que autorice el Director de las Obras, siendo preferible el empleo de medios mecánicos a las técnicas manuales.

La continuidad entre las láminas del geotextil se logrará mediante las uniones adecuadas, que podrán realizarse mediante solapes (no menores de cincuenta (50) cm) o juntas cosidas, soldadas o grapadas. El tipo de unión será el indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

El vertido de los materiales granulares, así como la colocación de las tuberías colectoras, deberán realizarse sin dañar el geotextil.

Para los filtros, en ningún caso se utilizarán materiales sucios, con grasa, barro, etc.

Se prestará especial atención a la puesta en obra de material filtro en zanjas profundas.

422.4 LIMITACIONES DE EJECUCIÓN

No se permitirá la colocación del geotextil, ni el extendido de la capa superior, cuando tengan lugar precipitaciones, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

La superficie sobre la que se extiende el geotextil estará limpia y libre de elementos cortantes o punzantes.

422.5 CONTROL DE CALIDAD

Se procederá conforme a lo indicado en el artículo 290 "Geotextiles" del presente Pliego, comprobándose al menos, las características indicadas en el apartado 422.2 "Materiales" de este artículo, así como todo aquellas características que el Proyecto o en su defecto el Director de las Obras, pudiesen indicar.

Se comprobará asimismo que el geotextil no ha sufrido daños durante su instalación de acuerdo con UNE ENV ISO 10722-1.

422.6 MEDICIÓN Y ABONO

Los geotextiles que se empleen con funciones separadora o de filtro , se medirán y abonarán por metro cuadrado (m²) de superficie recubierta o envuelta, quedando incluidos en este precio los solapes indicados en el Proyecto.

Se considerarán, asimismo, incluidas las uniones mecánicas por cosido, soldadura o grapado que sean necesarias para la correcta instalación del geotextil, según determinen el Proyecto y el Director de las Obras.

El precio por metro cuadrado (m²) incluye todos los elementos necesarios para la colocación y puesta en obra del geotextil, así como su transporte a obra.

Normas de referencia en el artículo 422

UNE EN ISO 10319	Geotextiles. Ensayos de tracción para probetas anchas.
UNE ENV ISO 10722-1	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Procedimiento para simular el deterioro durante la instalación. Parte 1: instalación en materiales granulares.
UNE EN ISO 12236	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Ensayo de punzonado estático (ensayo CBR). (ISO 9863-2: 1996)
UNE EN 918	Geotextiles y productos relacionados. Ensayos de perforación dinámica (ensayo por caída de un cono)
NLT 357	Ensayo de carga con placa
UNE EN ISO 12956	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de la medida de abertura característica.
UNE EN ISO 11058	Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de las características de permeabilidad al agua perpendicularmente al plano sin carga.

658 ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS

658.1 DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la extensión por vertido de un conjunto, en general en forme de manto o repie, de piedras relativamente grandes procedentes de excavaciones en roca, sobre un talud preparado, formando una capa compacta, bien graduada y con un mínimo de huecos.

Su ejecución comprende normalmente las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo de la escollera.
- Colocación de una capa filtro.
- Excavación, carga y transporte del material pétreo que constituye la escollera.
- Vertido y colocación del material.

658.2 MATERIALES

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.

658.2.1 Materiales para escollera

658.2.1.1 Procedencia

Los materiales pétreos a emplear procederán de la excavación de la explanación, también podrán proceder de préstamos. En cualquier caso, las piedras a utilizar deberán tener la superficie rugosa. No se admitirán piedras o bloques redondeados, salvo indicación en contrario del Proyecto y tan sólo cuando la misión de la escollera sea la protección del talud frente a la meteorización.

Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de la Obra.

658.2.1.2 Calidad de la roca

En general serán adecuadas para escollera las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas resistentes, sin alteración apreciable, compactas y estables

químicamente frente a la acción de los agentes externos, y en particular frente al agua.

Se consideran rocas estables aquellas que sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h), con tamaños representativos de los de puesta en obra, no manifiestan fisuración alguna, y la pérdida de peso que sufren es igual o inferior al dos por ciento (2%). También podrán utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad para calificar la estabilidad de estas rocas, si así lo autoriza el Director de las Obras.

La densidad aparente seca mínima de la piedra será de dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2500 kg/m³).

La absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%).

El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar materiales para escollera cuando así lo aconseje la experiencia local.

El coeficiente de desgaste de Los Angeles, determinado según UNE EN 1097-2, será inferior a cincuenta (50).

658.2.1.3 Granulometría.

El peso de cada una de las piedras que forman la escollera podrá variar entre diez kilogramos (10 kg) y doscientos kilogramos (200 kg). Además la cantidad de piedras de peso inferior a cien kilogramos (100 kg), será menor del 25% en peso.

Las condiciones anteriores corresponden al material colocado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material durante la construcción.

El proyecto o, en su defecto el Director de las Obras, podrá admitir tamaños máximos superiores.

658.2.1.4 Forma de las partículas.

El contenido en peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30%). A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquella en que se verifique:

$$\frac{L + G}{2} \geq 3E$$

siendo:

- L (longitud) = separación máxima entre dos planos paralelos tangentes al bloque.
- G (grosor) = diámetro del agujero circular mínimo por el que puede atravesar el bloque.
- E (espesor) = separación mínima entre dos planos paralelos tangentes al bloque.

Los valores de L, G y E, se pueden determinar en forma aproximada y no deben ser medidos necesariamente en tres direcciones perpendiculares entre sí.

Cuando el contenido en peso de partículas de forma inadecuada sea igual o superior al treinta por ciento (30%) sólo se podrá utilizar este material cuando se realice un estudio especial, firmado por técnico competente y aprobado por el Director de las Obras, que garantice un comportamiento aceptable.

658.2.2 Materiales para la capa filtro

El filtro puede estar constituido por material granular o por geotextil.

El filtro de material granular consistirá en una o más capas de dicho material, permeable y bien graduado, formado por grava y arena. El 100% del material pasará por el tamiz cuarenta (40) UNE. El espesor de la capa de filtro será el definido en Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Si se disponen geotextiles como capa filtro de la escollera se estará a lo dispuesto en los artículos 290 y 422 del presente Pliego y se tendrá en cuenta la posibilidad de punzamiento, para evitar lo cual se adoptarán las medidas oportunas que indique el proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras e incluso, si fuera necesario, se interpondrá una capa de material de granulometría intermedia.

658.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

Las zanjas de cimentación y demás excavaciones necesarias deberán realizarse por el Contratista de acuerdo con el Proyecto y las prescripciones del Director de las Obras.

Los taludes a ser protegidos por la escollera deberán presentar una superficie regular, y estar libres de materiales blandos, restos vegetales y otros materiales indeseados.

Se dispondrá una capa filtro sobre la superficie preparada del talud, cuidando de que no se produzca la segregación del material. Se podrá prescindir de la capa filtro cuando así lo exprese el Proyecto, atendiendo a que la escollera tenga como única misión la protección del talud frente a la meteorización y no sean de prever flujos de agua.

Si el Proyecto especifica la disposición de un filtro geotextil, éste deberá desenrollarse directamente sobre la superficie preparada. Los solapes serán de al menos de treinta centímetros (30 cm). Los geotextiles se solaparán de forma que el situado aguas arriba se apoye sobre el de aguas abajo. En aplicaciones bajo el agua, el geotextil y el material de relleno, se situarán el mismo día. El relleno se iniciará en el pie, progresando hacia la zona alta del talud. El geotextil se anclará al terreno mediante dispositivos aprobados por el Director de las Obras. En todo caso el tipo de geotextil será el especificado por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

La piedra se colocará de forma que se obtengan las secciones transversales indicadas en el Proyecto. No se admitirán procedimientos de puesta en obra que provoquen segregaciones en la escollera, ni daño al talud, capa de filtro o geotextil. La escollera no se verterá sobre los geotextiles desde una altura superior a treinta centímetros (30 cm). Cualquier geotextil dañado durante estas operaciones, será reparado o sustituido a costa del Contratista.

El frente de la escollera será uniforme y carecerá de lomos o depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto de la superficie general.

658.4 MEDICIÓN Y ABONO

La escollera de piedras sueltas se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre plano de obra ejecutada.

El material de filtro granular, se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados en obra, asimismo medidos sobre plano de obra ejecutada.

El material geotextil se abonará por metros cuadrados (m^2) de superficie cubierta, conforme a lo especificado en el Proyecto, no siendo de abono la superficie correspondiente a solapes o recortes.

Cuando el Proyecto no incluya la valoración de la capa filtro, esta unidad no será de abono y se considerará como una obligación subsidiaria del Contratista.

Normas de referencia en el artículo 658

UNE EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.

659 FABRICA DE GAVIONES

659.1 DEFINICIÓN

659.1.1 Gavión

Envolvente o caja metálica, con forma de prisma de base rectangular o cilíndrica, fabricadas con un enrejado de malla de triple torsión de alambre de acero galvanizado, rellena de material granular (piedra o grava).

659.1.2 Fábrica de Gaviones

La constituida por gaviones convenientemente colocados y enlazados para constituir una obra de defensa o sostenimiento.

659.2 MATERIALES

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.

659.2.1 Gaviones Envolvente metálica

659.2.1.1 Características generales

Los gaviones metálicos estarán fabricados por un enrejado de malla de triple torsión construido con alambre de acero galvanizado de resistencia a tracción no inferior a cuatrocientos megapascales (400 MPa).

Las aperturas de la malla no podrán ser inferiores a cinco por siete centímetros (5x7 cm) ni superiores a ocho por diez centímetros (8x10 cm).

El diámetro mínimo aceptado del alambre no protegido será de dos con dos milímetros (2,2 mm).

El alambre se galvanizará en caliente mediante inmersión en un baño de zinc fundido, obtenido por procedimiento electrolítico, que deberá contener como mínimo un noventa y nueve con noventa y cinco por ciento (99,95%) en peso de zinc. El peso de recubrimiento de zinc no será inferior a doscientos veinticinco gramos por metro cuadrado (225 gr/m²) y deberá cumplir las normas vigentes para alambres galvanizados reforzados. El recubrimiento no

presentará ninguna exfoliación a simple vista y podrá soportar, en cualquier punto distante más de treinta milímetros (30 mm) del extremo final del alambre tejido, dos inmersiones de un minuto la primera, y de medio minuto la segunda, en la solución "Standard" de sulfato de cobre descrita en UNE 7183, sin alcanzar el "punto final" definido en dicha norma.

Las aristas y bordes de los gaviones estarán formados por alambre galvanizado cuyo diámetro será como mínimo un veinticinco por ciento (25%) superior al que se emplea en el enrejado. Se admitirá una tolerancia del tres por ciento (3%) en el calibre del alambre después de tejido.

659.2.1.2 Forma y dimensiones.

La forma y dimensiones de los gaviones metálicos serán los señalados en los planos.

En todo caso, una vez montados y rellenos, tendrán forma regular sin alabeos ni deformaciones, tanto si se trata de gaviones paralelepípedicos como cilíndricos.

659.2.2 Piedra a emplear en el relleno de gaviones.

659.2.2.1 Condiciones generales.

La piedra a emplear en el relleno de gaviones será natural o procedente de machaqueo. No deberá contener en su composición agentes de tipo corrosivo, teniendo que ser resistente a la acción del agua y de la intemperie.

659.2.2.2 Dimensiones.

Las piedras serán de forma regular tendrán tamaños cuyas longitudes de aristas estarán comprendidas en el intervalo de diez a veinte centímetros (10 a 20 cm), debiendo el material estar razonablemente graduado entre ambos límites.

659.2.2.3 Calidad.

El coeficiente de desgaste de Los Angeles, determinado según UNE EN 1097-2, será inferior a cincuenta (50).

659.2.2.4 Absorción de agua

La capacidad de absorción de agua deberá ser inferior al dos por ciento (2%) en peso.

659.3 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de la fábrica de gaviones será la definida en Proyecto.

659.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

El alambre usado para la costura de los gaviones y ligaduras entre gaviones será de al menos las mismas características de espesor, resistencia y protección que el empleado en los propios gaviones.

659.4.1 Gaviones rectangulares

En el lugar de emplazamiento se desplegarán los gaviones y se abatirán en el suelo. Las celdas se formarán mediante cosido, con alambre galvanizado, de las aristas introduciendo elementos de rigidización de las paredes verticales con el fin de coartar suficientemente sus deformaciones en la operación de llenado. El número de celdas se acomodará a las dimensiones previstas para el muro de gaviones.

Seguidamente se procederá al relleno de las celdas procurando colocar las piedras de mayor tamaño en los paramentos o caras vistas de forma que quede el menor volumen posible de huecos.

A juicio del Director de las Obras, durante el proceso de relleno, se podrán tomar todas las medidas adicionales que se consideren necesarias con el fin de evitar deformaciones en los gaviones.

Terminado el relleno, se cerrará el gavión, cosiendo la tapa a las aristas de la caja con alambre similar al empleado en las ligaduras.

659.4.2 Gaviones cilíndricos

Una vez desplegados los gaviones, se deberá restablecer su forma cilíndrica y rehacer las circunferencias de ambas bases, manteniendo la abertura que presentan siguiendo la generatriz del cilindro.

Una vez hecho esto se colocarán tirantes de alambre, uniendo las circunferencias extremas, de forma que evite la deformación de los gaviones al rellenarlos de piedra.

Una vez armados se procederá a su relleno por la abertura antes citada procediendo posteriormente al cierre y cosido de ésta.

659.5 MEDICIÓN Y ABONO

La fábrica de gaviones se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente colocados, medidos en su emplazamiento. La unidad incluye todos los materiales y operaciones necesarios para dejar totalmente acabada e instalada la unidad de obra en su emplazamiento definitivo.

Normas de referencia en el artículo 659

- UNE 7183 Método de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero
- UNE EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.

670 CIMENTACIONES POR PILOTES HINCADOS A PERCUSIÓN

670.1 DEFINICIÓN

Se definen como cimentaciones por pilotes hincados a percusión, las realizadas mediante hincas en el terreno, por percusión sobre su cabeza, sin rotación, de pilotes de hormigón armado, hormigón pretensado, acero o madera. La profundidad de hincado del pilote habrá de ser igual o mayor que ocho (8) veces la dimensión mínima del mismo.

También se considera el pilote cuya hincas se efectúa por vibración, y en el que se comprueba el rechazo final con tres andanadas de hincas por percusión.

670.2 MATERIALES

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.

670.2.1 Pilotes de hormigón armado o pretensado

Además de lo expuesto en este artículo se estará a lo indicado en todo el resto del presente Pliego en particular en el artículo 630, "Obras de hormigón en masa o armado", y en el artículo 631, "Obras de hormigón pretensado".

El tipo de hormigón a emplear será el fijado en el Proyecto. En cualquier caso, la dosificación de cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m^3), y el tamaño máximo del árido grueso no será superior a veinticinco milímetros (25 mm). La resistencia característica no será inferior a treinta megapascales (30 MPa).

En la ejecución de los pilotes se emplearán encofrados metálicos, suficientemente robustos para que las caras del pilote queden bien planas y lisas. El hormigonado se hará de una sola vez y sin interrupciones. Se cuidará especialmente que las armaduras queden bien fijadas; de modo que el recubrimiento sea el especificado en Proyecto y, en todo caso, superior a dos centímetros y medio (2,5 cm). La compactación del hormigón se hará por vibración.

La playa o plataforma sobre la cual se hormigonen los pilotes estará pavimentada con hormigón perfectamente liso y plano; y se comprobará que la resistencia del terreno es tal que no puedan producirse asentamientos que originen esfuerzos superiores a los que pueda resistir el pilote durante su

período de endurecimiento. Esto habrá que tenerlo especialmente en cuenta cuando se hormigonen varias capas de pilotes superpuestas, y la carga producida sobre el terreno pueda llegar a ser importante.

Las superficies de hormigón que puedan quedar en contacto con el pavimento de la plataforma, tales como las de la cara inferior de los pilotes, se pintarán con sustancias separadoras adecuadas, o se interpondrá una capa de papel, de modo que no sean precisos esfuerzos adicionales para arrancar los pilotes de su lugar de hormigonado. +

Si la sección es poligonal se dispondrá, como mínimo, una barra de armadura longitudinal en cada vértice. Si la sección es circular se repartirán uniformemente en el perímetro, con un mínimo de seis (6). En cualquier caso serán de una sola pieza. El empalme, cuando fuera necesario, se hará mediante soldadura y no coincidirá más de un empalme en la misma sección transversal del pilote.

En los pilotes de hormigón armado, sin pretensar, la armadura longitudinal tendrá una cuantía respecto al área de la sección transversal del pilote no menor de uno con veinticinco por ciento (1,25%) y el diámetro de las barras no será menor de doce milímetros (12 mm).

La armadura transversal tendrá una cuantía no menor de cero dos por ciento (0,2%) respecto al volumen del pilote, en toda su longitud, y su diámetro no será menor de seis milímetros (6 mm). En punta y cabeza, y en una longitud no menor de tres veces (3) el diámetro de la circunferencia que circunscribe a la sección transversal del pilote, se duplicará dicha cuantía.

La punta del pilote dispondrá de un azuche apuntado, o bien, en una longitud mínima de treinta centímetros (30 cm) estará protegida por una cazoleta o por pletina de acero.

Cada pilote se marcará, cerca de la cabeza, con un número de identificación, la fecha de su hormigonado, y en su caso la de pretensado, y su longitud.

Se tomarán las precauciones usuales para un curado conveniente; el cual se prolongará lo necesario para que los pilotes adquieran la resistencia precisa para su transporte e hinca. Si los pilotes hubieran de ser hincados en terrenos agresivos, o quedar expuestos al agua del mar, el período de curado no podrá ser inferior a veintiocho días (28 d). En este caso los pilotes habrán de protegerse con una pintura protectora adecuada, debiendo estudiarse la necesidad de utilizar un cemento resistente a la clase de exposición de que se trate.

En la fabricación de pilotes de hormigón se tendrá en cuenta que éstos deberán ser capaces de soportar las operaciones de transportes, manejo e

hinca de forma que no se produzcan roturas ni fisuras mayores de quince centésimas de milímetro (0,15 mm). No deberán tener una flecha, producida por peso propio, mayor de tres milésimas partes (0,003) de su longitud, ni pandeos locales superiores a un centímetro por metro (1 cm/m) de longitud.

Si el pilote está constituido por varios tramos, los correspondientes empalmes se harán de forma que su resistencia no sea inferior a la de la sección normal del pilote y quede garantizada la perfecta alineación de los diversos tramos.

En pilotes de hormigón pretensado las tensiones de pretensado se definirán de forma que los pilotes puedan resistir los esfuerzos de manipulación, transporte e hinca, así como los de servicio.

670.2.2 Pilotes de acero

Se estará, en especial, a lo dispuesto en los siguientes artículos del presente Pliego:

- Artículo 620, "Productos laminados para estructuras metálicas".
- Artículo 621, "Roblones".
- Artículo 622, "Tornillos ordinarios y calibrados".
- Artículo 623, "Tornillos de alta resistencia".
- Artículo 624, "Electrodos a emplear en soldadura eléctrica manual al arco".

Los pilotes de acero estarán imprimados por una o varias manos de pintura de minio, y protegidos por pinturas de tipo marítimo o bituminoso. No se admitirá el alquitrán, a menos que esté neutralizado con cal apagada, o con cualquier otra sustancia que haga que su reacción sea neutra.

Si el suelo o el agua freática contienen elementos agresivos para el acero, deberá efectuarse, a falta del mismo en el Proyecto y previa solicitud del Director de las Obras, un estudio de las medidas de protección de los pilotes que pueden consistir, entre otros procedimientos, en:

- Dimensionamiento de los pilotes con sobresección, considerando una reducción de la sección en función del carácter agresivo del medio.
- Protección catódica.
- Protección mediante galvanización o pintura, en suelos poco abrasivos.

Si el pilote está constituido por varios tramos, los correspondientes empalmes se harán de forma que su resistencia no sea inferior a la de la

sección normal del pilote, y quede garantizada la perfecta alineación de los diversos tramos.

Se autoriza el empleo de forros o platabandas para asegurar los empalmes; siendo preferible que estén situados en las zonas entrantes del pilote. La punta del pilote se podrá reforzar y adaptar para facilitar la hinca, bien con platabandas, forma apuntada, azuche, etc.

670.2.3 Pilotes de madera

Se estará especialmente a lo dispuesto en el artículo 286, "Madera" del presente Pliego.

La madera a emplear en pilotes deberá cumplir, además, las siguientes condiciones:

- Las oquedades que pueda presentar la madera tendrán un diámetro inferior a cuatro centímetros (4 cm), y una profundidad inferior a un quinto (1/5) del diámetro medio del pilote y en ningún caso superior a diez centímetros (10 cm). Las hendiduras longitudinales serán en todo caso de longitud menor de vez y media (1,5) el diámetro medio del pilote. En particular, la madera contendrá el menor número posible de nudos, los cuales tendrán un diámetro inferior a diez centímetros (10 cm), o a un tercio (1/3) del diámetro medio del pilote. No se admitirán pilotes con más de tres (3) nudos en una longitud de dos metros (2 m).
- No se admitirán pilotes que presenten un giro, en sus fibras, superior a ciento ochenta grados sexagesimales (180°) en una longitud de cinco metros (5 m).
- Los pilotes de madera deberán ser bien rectos; y la línea recta que une los centros de las secciones de punta y cabeza deberá quedar incluida, en su totalidad, dentro del pilote; el cual, por otra parte, no presentará codos que supongan una desviación mayor de seis centímetros (6 cm) en una longitud de metro y medio (1,5 m)

Salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, los pilotes irán desprovistos de su corteza en la longitud destinada a quedar hincada en el terreno y la mantendrán en las partes que permanezcan fuera, especialmente las que han de quedar sumergidas en el agua.

Los fustes de los pilotes estarán desprovistos de toda clase de salientes; a cuyo efecto deberán cortarse las ramas o nudos que posean.

A menos que el Proyecto o el Director de las Obras indiquen otra cosa, los pilotes no se someterán a ningún tratamiento preservativo contra la

putridión de la madera, excepto en la zona cerrada de la punta; la cual deberá protegerse con dos (2) manos de pintura de creosota, o cualquier otra de tipo similar, previamente aprobada por el Director de las Obras.

La punta irá protegida por un azuche con las características que indique el Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras. A su vez, la cabeza del pilote irá provista de un aro de hierro, ajustado en caliente, para evitar que se hienda por efecto de los golpes de la maza.

Las condiciones anteriormente indicadas serán de aplicación a obras definitivas. Para obras provisionales el Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras señalarán las que pueden suprimirse o suavizarse, de acuerdo con las características peculiares de cada obra.

670.3 ESTUDIO DE EJECUCION Y PROGRAMA DE TRABAJOS

670.3.1 Estudio de ejecución del pilotaje

Antes de iniciar la ejecución de los pilotes, y con una antelación suficiente, el Contratista presentará al Director de las Obras para su aprobación, un "Estudio de ejecución del pilotaje, firmado por técnico competente.

El "Estudio de ejecución del pilotaje" indicará en base a la información geológica y geotécnica del terreno, planos de la obra a ejecutar, sobrecargas a cota de cimentación, y posible presencia de edificaciones o servicios próximos que pudieran verse afectados por la obra, al menos:

- el método de hinca a emplear
- el peso de la maza o martinete, en función del peso de los pilotes
- la altura de caída de la maza
- el rechazo a obtener al final de cada hinca
- el criterio para la definición de la profundidad a la que los pilotes deben llegar
- relación ordenada de actividades a desarrollar
- distribución por tajos de la obra de pilotaje
- sistema de designación e identificación de pilotes
- métodos previstos de apoyo a hinca (rehinca, lanza de agua)

Se incluirán en este documento, si así lo prescribe el Director de las Obras, el estudio de las medidas de protección de los pilotes indicadas en el punto 670.2 de este artículo.

670.3.2 Programa de trabajos.

Este programa, que acompañará al "Estudio de ejecución del pilotaje", deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de pilotaje, de acuerdo con lo establecido en el anterior apartado.
- Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades y tajos previstos en el "Estudio de ejecución del pilotaje".
- Equipos de hinca. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales, y las máquinas de reserva de que se dispondrán en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

670.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Los equipos para la hinca de pilotes serán, por lo general, martinetes provistos de mazas que golpean las cabezas de los pilotes, y de dispositivos de guía que aseguran que los pilotes no sufrirán desviaciones ni golpes des centrados que puedan provocar una hinca defectuosa o su rotura.

Las mazas empleadas pueden ser de caída libre, o bien de simple o doble efecto. El peso de las dos primeras estará proporcionado al peso del pilote; siendo preferible que, en el caso de pilotes de madera o metálicos, el peso de la maza sea aproximadamente igual al del pilote, y no menor de la mitad (1/2) de éste. En el caso de pilotes de hormigón armado, deben emplearse mazas que pesen al menos la mitad (1/2) que el pilote; en pilotes de longitud superior a treinta metros (30 m) podrá admitirse que el peso de la maza sea igual al de una longitud de pilote de quince metros (15 m) de pilote.

En la hinca de pilotes de hormigón armado o pretensado la altura de caída de la maza no deberá exceder, en condiciones normales, de un metro veinticinco centímetros (1,25 m). Las mazas de doble efecto se emplearán siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

En todo caso el tipo de maquinaria a emplear y la forma de utilizar la misma vendrá recogida en el "Estudio de ejecución del pilotaje" que deberá haber aprobado el Director de las Obras según lo especificado en el apartado 670.3 del presente Pliego.

670.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

El Contratista adoptará un sistema lógico de designación de los pilotes que permita identificarlos en los esquemas o planos y en la obra. La identificación en la obra será mediante marcas o señales permanentes, de forma que, inequívocamente, se correspondan con el eje de su respectivo pilote.

El Contratista realizará y organizará los accesos, a los frentes de trabajo o tajos, instalaciones de maquinaria y almacenaje de materiales, así como todos los medios auxiliares necesarios para la buena ejecución de los trabajos de pilotaje, según lo indicado en el "Estudio de ejecución del pilotaje" y aprobado por el Director de las Obras.

Durante la hinca, la cabeza de los pilotes de madera no precisará protección especial, siempre que lleve el aro de hierro ajustado en caliente al que se ha hecho referencia en el apartado 670.2.3.

Los pilotes de hormigón armado o pretensado precisarán, en cambio, de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado, o cualquier otro material análogo. El espesor de esta almohadilla no deberá ser excesivo, para no rebajar demasiado la eficacia del golpe de la maza.

Los pilotes metálicos, cuando se hincen con mazas de doble efecto, no precisarán protección especial; cuando se hincen con los otros dos tipos de maza necesitarán un sombrerete, que deberá ser lo suficientemente resistente para no deformarse bajo el impacto; pero sin precisar propiamente de almohadilla.

La lanza de agua, o inyección de agua a presión inferior a un megapascal (1 MPa), durante la hinca, podrá emplearse en los casos en que sea difícil o imposible alcanzar la profundidad de hinca fijada en los Planos por tener que atravesar capas de suelos granulares densos. La lanza de agua deberá emplearse tan sólo con autorización del Director de las Obras y se aplicará con presiones y caudales no excesivos, para evitar daños en construcciones o pavimentos vecinos.

El empleo de la lanza de agua se suspenderá cuatro metros (4 m) por encima de la profundidad prevista para la terminación de la hinca, que debe siempre acabarse por el procedimiento ordinario. También se suspenderá si el pilote empieza a torcerse, por producirse una perturbación excesiva del terreno.

Los pilotes prefabricados se hincarán hasta obtener el rechazo fijado en el Proyecto o "Estudio de ejecución del pilotado" o bien la profundidad especifi-

cada en los mismos. Salvo especificación en contrario de estos elementos o del Director de las Obras, no se podrá proseguir la hinca, aunque no se hubiera llegado a la profundidad indicada, cuando el rechazo llegue a los valores prefijados, so pena de que la sollicitación producida por el impacto de la maza pueda dañar el pilote.

En el caso de hinca de grupos cerrados de pilotes, se comenzará hincando las filas centrales; siguiendo después hacia las exteriores. Se recomienda iniciar la hinca de un 5% de los pilotes repartidos de modo uniforme por toda la obra, para conocer mejor la longitud y el rechazo real de hinca de cada zona.

El Contratista confeccionará un parte de hinca de cada pilote, en el que figurará, al menos:

- Su posición.
- Número de identificación.
- Maza empleada.
- Horas de comienzo y terminación de la hinca.
- Longitud total hincada.
- Rechazo obtenido en las últimas tres (3) andanadas de diez (10) golpes cada una, con la altura de caída correspondiente; o bien, si se trata de mazas de doble efecto, el número de golpes por minuto. En la prueba de rechazo se emplearán almohadillas o sombreretes nuevos.
- Sombrero empleado.
- Cualquier incidente ocurrido durante la hinca.

Los pilotes que se hayan roto durante la hinca no serán aceptados. Serán particularmente sospechosos de haberse roto los pilotes que, habiendo llegado a dar un rechazo muy pequeño, comiencen súbitamente a dar un rechazo mucho mayor y aquellos que presenten inclinaciones anormales durante el proceso de hinca.

Los pilotes rotos podrán ser extraídos y sustituidos por otros hincados en el mismo lugar, si la extracción es completa. En otros casos, podrán ser sustituidos por uno o dos pilotes hincados en sus proximidades; variando, si conviene, la forma y armaduras del encepado. La sustitución será siempre sometida a la previa aprobación del Director de las Obras.

Los pilotes mal hincados, por falta de precisión en su posición o inclinación podrán ser sustituidos como un pilote roto; o bien podrán ser aceptados a juicio del Director de las Obras; modificando, en su caso, el encepado.

Si, por causa de una obstrucción subterránea, un pilote no pudiera hincarse hasta la profundidad especificada en Proyecto, el Contratista deberá intentar proseguir la hinca con los medios que prescriba el Director de las Obras, tales como rehinca o lanza de agua.

En el caso de que los pilotes hayan de ser recrecidos después de su hincada parcial, el hormigonado de la sección recrecida se hará con moldes que aseguren una alineación lo más perfecta posible entre las dos secciones. Las armaduras se empalmarán por solape o por soldadura a tope, debiendo emplearse esta última solución siempre que sea factible.

El período de curado de la sección recrecida no será menor de veintiocho días (28 d).

En el caso de pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmado a medida que se hincan, la resistencia del pilote no se considerará superior a la junta; la cual estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.

Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los pilotes se izarán suspendidos de forma que la carga sea estable y segura; se tendrá en cuenta el viento existente cuando se realicen estas operaciones, que se suspenderán cuando el viento alcance una velocidad superior a los cincuenta kilómetros por hora (50 km/h).

Diariamente se revisará el estado de los dispositivos de manejo e hincada de los pilotes antes de comenzar los trabajos. Las tareas de guía del pilote serán realizadas mediante elementos auxiliares que permitan el alejamiento de trabajadores del mismo, en el momento de la hincada.

Los dispositivos de hincada deberán mantenerse, cuando no estén en uso, en posición tal que no puedan ponerse en movimiento fortuitamente para que no se produzcan caídas de la maza o de otros elementos de esta maquinaria de forma accidental.

La tarea de descabezado de los pilotes se realizará de forma que no se produzcan proyecciones de trozos o partículas de hormigón sobre personas próximas, o bien, se dispondrán los apantallamientos necesarios. Los trabajadores encargados del picado irán provistos de gafas, casco, mandil y botas de seguridad.

Después de la hincada, se demolerán las cabezas de los pilotes de hormigón armado, hasta dejarlas al nivel especificado; y, en todo caso, en una longitud suficiente para sanear todo el hormigón que pueda haber quedado resentido por el golpeo de la maza; estimándose esta longitud, cuando menos, en medio metro (0,5 m). La demolición se hará con cuidado, para no dañar el hormigón restante.

La sección saneada del pilote tendrá una longitud tal que permita una entrega en su encepado de al menos cinco centímetros (5 cm). La armadura longitudinal quedará descubierta, al menos cincuenta centímetros (50 cm).

En el caso de utilizar pilotes de prueba, deberán situarse en un punto lo más próximo posible al de los pilotes de trabajo, pero a una distancia mínima de la mitad (1/2) de su longitud. Durante su hincada se registrará el rechazo obtenido en cada andanada desde el comienzo de la operación.

Igualmente el Director de las Obras podrá, ordenar la rehincada de algunos pilotes de prueba, algún tiempo después de ejecutada la hincada primitiva.

En obras con más de veinte (20) pilotes, y en las de menos cuando así lo indique el Proyecto o el Director de las Obras, se utilizarán analizadores de hincada sobre algunos de los pilotes y se efectuarán pruebas de carga y ensayos de impedancia mecánica.

Al interpretar estos ensayos debe tomarse en consideración la posible existencia de juntas de unión.

Si los resultados de los ensayos anteriores revelaran posibles anomalías, el Director de las Obras podrá ordenar, bien la comprobación del diseño teórico del pilote, bien la realización de investigaciones complementarias, de cuya interpretación puede establecer:

- La necesidad de reparación del pilote
- Su rechazo
- La necesidad de realizar una prueba de carga.

La carga de los pilotes de prueba se efectuará, en caso de existir éstos, por medio de gatos o lastre. Para determinar la aceptabilidad de la cimentación, se calculará la influencia de los asientos diferenciales probables, deducidos de las pruebas, sobre la superestructura. El proceso de carga será el definido en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Siempre que existan dudas sobre las condiciones de resistencia de algunos de los pilotes de trabajo, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de pruebas de carga sobre los mismos; no excediendo la carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125%) de la carga de trabajo. A la vista de los resultados de la prueba de carga, el Director de las Obras adoptará la solución más adecuada.

Una vez terminados los trabajos de hincada de pilotes de hormigón, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de las zonas de trabajo de los materiales, detritus, chatarra y demás desperdicios

originados por las operaciones realizadas para ejecutar la obra, siendo todos estos trabajos a su cargo.

670.6 TOLERANCIAS EN LA POSICIÓN DE LOS PILOTES

Si no se especifica otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los pilotes deberán quedar hincados en una posición que no difiera de la prevista en Proyecto en más de cinco centímetros (5 cm) o el quince por ciento (15%) del diámetro, el mayor de ambos valores, para los grupos inferiores a tres (3) pilotes conjuntamente encepados, y más de quince centímetros (15 cm) para los grupos de tres (3) o más pilotes, y con una inclinación tal que la desviación de un extremo, respecto de la prevista, no sea mayor del tres por ciento (3%) de la longitud del pilote.

Se exceptúan de las reglas anteriores los pilotes hincados desde plataformas flotantes, para los que se especificarán las tolerancias en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

En el caso de que se trate de pilotes cuya punta deba descansar sobre un estrato muy resistente, se vigilará, mediante nivelación, que la hincada de unos pilotes no produzca la elevación de los ya hincados; lo cual podría ocasionar que éstos perdieran el contacto con el mencionado estrato. Si así fuera, se procederá a rehincar los pilotes hasta asegurar el mencionado contacto.

670.7 MEDICIÓN Y ABONO

Las cimentaciones por pilotes hincados a percusión se abonarán por metros (m) de pilote realmente colocados, medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado. En este precio se deberá contemplar la parte proporcional del sobrante necesario para asegurar la correcta conexión del pilote con el encepado.

No serán de abono las pruebas de carga ni los ensayos, si su realización se produce como consecuencia de un trabajo defectuoso o por causas que le sean imputables al Contratista.

No serán de abono los pilotes hincados con desviaciones superiores a las indicadas en el presente Pliego o en el Proyecto, salvo justificación técnica de su validez mediante estudio firmado por técnico competente, aprobada por el Director de las Obras.

No serán de abono los pilotes que presenten, durante su hincada, disgregaciones en su fuste, roturas o fisuras de espesor superior a quince centésimas de milímetro (0,15 mm).

No serán de abono los pilotes que no hayan alcanzado la profundidad prevista, cuando el rechazo obtenido en las tres últimas andanadas fuera superior al especificado.

671 CIMENTACIONES POR PILOTES DE HORMIGÓN ARMADO MOLDEADOS IN SITU

671.1 DEFINICIÓN

Se definen como cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados in situ las realizadas mediante pilotes de hormigón armado, cuya ejecución se efectúa perforando previamente el terreno y rellenando la excavación con hormigón fresco y las correspondientes armaduras.

Se consideran los siguientes tipos de pilotes moldeados in situ.

- Atendiendo al modo de sostener las paredes de la perforación:
 - * Pilotes con entubación recuperable. La entubación se extrae a medida que se hormigona el pilote; y es siempre de acero.
 - * Pilotes con entubación perdida: La entubación constituye la protección exterior o forro del pilote.
 - * Pilotes perforados con lodos bentoníticos: Son los pilotes en los que se utiliza, como contención de las paredes de perforación, lodo bentonítico.
 - * Pilotes perforados sin sostenimiento: Pilotes en los que no se utiliza ningún sistema de contención de las paredes de perforación por permitirlo el terreno, sin que se prevea presencia de agua.
 - * Pilotes perforados con barrena continua: pilote perforado con una hélice continua de fuste hueco, a través del cual se procede al hormigonado a medida que se extrae la hélice.
- Atendiendo a la forma de introducir la entubación en el terreno:
 - * Pilotes de desplazamiento: La entubación se hinca con azuche inferior desplazando el terreno por percusión.
 - * Pilotes sondeados: La entubación se introduce en el terreno, extrayendo al mismo tiempo los productos de su interior mediante cuchara, sonda o cualquier otro artificio.
- Atendiendo a la forma de la entubación:
 - * Pilotes de entubación abierta: La entubación no tiene fondo, y puede ser introducida en el terreno por hinca o medios mecánicos alternativos.

- * Pilotes de entubación cerrada: La entubación tiene fondo, constituyendo una caja prácticamente impermeable que aísla al pilote del terreno. En este caso los pilotes son, necesariamente de entubación perdida y de desplazamiento.
- * Pilotes de entubación taponada: La entubación es abierta, pero se hinca con tapón de grava y hormigón, o bien con azuche perdido. Durante la hinca la entubación se comporta como cerrada, pero luego suele recuperarse, funcionando como una entubación abierta.

No deberá ejecutarse pilotes con barrena continua, salvo indicación expresa del Proyecto o del Director de las Obras, cuando:

- la inclinación de los pilotes sea mayor de 6° , salvo que se tomen medidas para controlar el direccionado de la perforación y la colocación de la armadura.
- existan capas de terreno inestable con un espesor mayor que tres (3) veces el diámetro del pilote, salvo que pueda demostrarse, mediante pilotes de prueba, que la ejecución es satisfactoria.

A efectos del presente artículo se considerarán como terrenos inestables los siguientes:

- a) Suelos uniformes no cohesivos con coeficiente de uniformidad (relación de diámetros correspondientes al sesenta y diez por ciento, en peso) inferior a dos ($d_{60}/d_{10} < 2$) por debajo del nivel de agua.
- b) Suelos flojos no cohesivos con índice de densidad inferior a cero con treinta y cinco (0.35).
- c) Suelos blandos con resistencia al corte no drenada inferior a quince kilopascas ($\tau_{fu} < 15$ kPa).

Se entiende como diámetro nominal, de un pilote de sección circular, el diámetro medio de la perforación realizada en la zona superior del pilote. Se considera como zona superior del pilote la que va desde su extremo superior hasta tres (3) diámetros por debajo del mismo.

Los diámetros nominales normalmente utilizados son los siguientes (expresado en milímetros): 450, 500, 550, 650, 750, 850, 1000, 1250, 1500, 1800, 2000, 2200 y 2500.

El presente Pliego sólo se refiere a pilotes con diámetros nominales superiores a los trescientos cincuenta milímetros (350 mm).

671.2 MATERIALES

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.

671.2.1 Hormigón

Además de lo indicado en este apartado se estará a lo dispuesto en el artículo 610 "Hormigones" del presente Pliego.

Los hormigones para pilotes hormigonados "in situ" deberán cumplir, salvo indicación en contrario del Proyecto, los siguientes requisitos:

- El tamaño máximo del árido no excederá de treinta y dos milímetros (32 mm) o de un cuarto (1/4) de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor de ambas dimensiones.
- El contenido de cemento será mayor de trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico ($> 350 \text{ Kg/m}^3$) y se recomienda utilizar al menos cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m^3).
- La relación agua cemento será la adecuada para las condiciones de puesta en obra y deberá ser aprobada explícitamente por el Director de las Obras.
- La resistencia característica mínima del hormigón será la indicada en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras y nunca inferior a dieciocho megapascuales (18 MPa).
- Los valores de consistencia para el hormigón fresco, según la metodología de colocación, estarán en los siguientes intervalos:

Cono de Abrams mm	Condiciones de puesta en obra
50 - 90	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación en perforaciones permanentemente entubadas o en perforaciones en seco no entubadas de diámetro ≥ 600 mm - Cuando la cota de hormigonado quede por debajo de un entubado provisional - Cuando la armadura existente, esté muy espaciada, de tal forma que el hormigón pueda evolucionar libremente entre las barras
100 - 150	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la armadura no esté suficientemente espaciada - Cuando la cota de descabezado se encuentre en un entubado provisional - Cuando la perforación del pilote es en seco y su diámetro sea $<$ de 600 mm
160 - 200	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando el hormigón se coloque en condiciones de inmersión mediante tubo Tremie o bombeo

- No ser atacable por el terreno circundante o por el agua.

671.2.2 Armaduras

Además de lo dispuesto en este apartado se estará a lo dispuesto en el artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado", del presente Pliego.

Los diámetros mínimos de las armaduras longitudinales serán de doce milímetros (12 mm).

La armadura longitudinal mínima será de cinco (5) barras de doce milímetros (12 mm) y en todo caso, la relación mínima del área de la armadura con relación al área nominal del pilote, será la siguiente:

Sección nominal del pilote A_c	Area refuerzo longitudinal A_s
$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,5\% A_c$
$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 25 \text{ cm}^2$
$A_c \geq 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,25\% A_c$

En el proyecto se establecerán las medidas necesarias para dotar de rigidez a las jaulas.

La separación entre las barras longitudinales deberá ser la mayor posible, para asegurar un correcto flujo del hormigón, pero no excederá los doscientos milímetros (200 mm).

Cuando los pilotes se hormigonen en condiciones sumergidas, la distancia mínima de separación entre las barras verticales, de una alineación, no deberá ser menor de cien milímetros (100 mm).

La distancia mínima de separación entre barras de una misma alineación concéntrica podrá ser reducida a tres (3) veces el diámetro de una barra (ó su equivalente) si se cumplen las siguientes condiciones:

- Se utiliza una mezcla de hormigón muy fluida y diámetro máximo del árido no superior a la cuarta parte de la separación entre barras.
- Los pilotes son hormigonados en condiciones secas

La mínima distancia entre las barras de las eventuales diferentes alineaciones concéntricas será mayor o igual que el diámetro de la barra. En ningún caso la separación entre barras longitudinales será inferior a veinte milímetros (20 mm), salvo en la zona de solape de las barras, donde podrá ser reducida.

Los diámetros de las barras transversales para cercos o armaduras helicoidales serán superiores a seis milímetros (> 6 mm) y mayores que un cuarto ($> 1/4$) del diámetro máximo de las barras longitudinales.

La armadura transversal deberá adaptarse, con precisión, alrededor de la armadura longitudinal principal, y estará unida a ella mediante medios adecuados.

Cuando el esfuerzo cortante en el pilote exceda la mitad de la resistencia a cortante del hormigón deberán disponerse los cercos de acuerdo con la normativa vigente.

En todos aquellos pilotes que se ejecuten en zonas con grado sísmico VI ó superior deberá disponerse armadura en toda la longitud del pilote (o refuerzo equivalente en el hormigón con fibras metálicas u otros dispositivos similares), con una cuantía o resistencia a flexión equivalente a la que proporciona la armadura mínima.

En aquellos casos en los que el grado sísmico fuera inferior a VI podrá disponerse la armadura en sólo parte del pilote, siempre que se justifique que esa armadura (o refuerzo equivalente, en el sentido antes citado) absorbe todos los esfuerzos de flexión procedente de acciones estáticas exteriores, derivadas de excentricidades, etc.

671.2.2.1 Recubrimiento

El recubrimiento de hormigón para la armadura no deberá ser menor que sesenta milímetros (60 mm), para pilotes con diámetro superior a cero con seis metros ($D > 0,6$ m) ó cincuenta milímetros (50 mm), en caso contrario.

El recubrimiento mínimo se incrementará a setenta y cinco milímetros (75 mm) cuando:

- El pilote se ejecute en terreno blando y se construya sin entubar.
- Se coloque el hormigón en condiciones sumergidas, con un tamaño de árido máximo de veinticinco milímetros (25 mm).
- La armadura se instala después de la colocación del hormigón.
- La perforación tenga las superficies irregulares.

El recubrimiento de hormigón se podrá reducir a cuarenta milímetros (40 mm), si se utiliza un encamisado o forro permanente.

671.2.3 Fluidos de estabilización

671.2.3.1 Suspensiones de bentonita

La bentonita usada como lodo de estabilización deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El porcentaje de partículas de tamaño mayor de ochenta micras ($80 \mu\text{m}$) no será superior a cinco (5).
- Contenido de humedad no será superior al quince por ciento (15%).
- Límite líquido (W_L) mayor de trescientos por ciento (300 %).
- Los fluidos no deberán presentar, en cantidad significativa, componentes químicos, dañinos para el hormigón o la armadura.

Las propiedades de los lodos bentoníticos deberán ser al menos los siguientes:

	Unidad	Fresco	Listo para reemplazo	Antes de hormigonar
Densidad	g/cm ³	< 1,1	< 1,2	< 1,15 (*)
Cono Marsh	seg	32 a 50	32 a 60	32 a 50
Filtrado	cm ³	< 30	< 50	-
Contenido de arena	%	-	-	< 3% (**)
Alcalinidad	pH	7 a 11	7 a 11	7 a 11

(*) Un valor de densidad de hasta uno con dos gramos por centímetro cúbico (1,2 gr/cm³) se podrá considerar válido para antes de hormigonar en casos especiales, tales como presencia de agua salada o barro espeso.

(**) El contenido definitivo de arena será fijado por el Director de las Obras, en función del tipo de terreno atravesado.

671.2.3.2 Polímeros y otras suspensiones

Otras suspensiones conteniendo polímeros, polímeros con bentonita en aditivo u otras arcillas pueden ser usadas como lodos de estabilización en base a la experiencia de:

- Casos previos, en condiciones geotécnicas similares o peores.
- Excavaciones de ensayo a escala natural "in situ".

Las suspensiones deberán ser preparadas, mantenidas y controladas de acuerdo con la normativa o prescripciones vigentes, o en caso de no ser aplicables, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los polímeros deberán cumplir la tabla de propiedades dada para los lodos bentoníticos salvo indicación en contrario del Proyecto o del Director de las Obras.

671.3 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Además de lo indicado en este apartado se estará a lo dispuesto en el artículo 630, "Obras de hormigón en masa o armado" del presente Pliego.

El equipo necesario para la ejecución de las obras ofrecerá las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Precisión en la ejecución de la perforación
- Mínima perturbación del terreno
- Continuidad de los pilotes
- Calidad del hormigón

671.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

En el hormigonado de los pilotes se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el pilote quede, en toda su longitud, con su sección completa, sin vacíos, bolsas de aire o agua, coqueas, corte, ni estrangulamientos. También se deberán evitar el deslavado y segregación del hormigón fresco.

En los pilotes de entubación cerrada, ésta se limpiará, de modo que no quede tierra, agua, ni objeto o sustancia que pueda producir disminución en la resistencia de hormigón. Lo mismo se hará con los pilotes de entubación abierta con tapón o azuche perdidos.

En los demás tipos de pilotes de entubación abierta, se procederá, inmediatamente antes del comienzo del hormigonado, a una limpieza muy cuidadosa del fondo del taladro. Sin embargo, si la sedimentación en dicho fondo rebasase los cinco centímetros (5 cm), se echará en el mismo un volumen de gravilla muy limpia y de graduación uniforme, sin nada de arena, equivalente a unos quince centímetros (15 cm) de altura dentro del taladro construido. Esta gravilla formará un apoyo firme para el pilote, absorbiendo en sus huecos la capa de fango que haya sido imposible limpiar.

Una vez que el hormigonado haya comenzado deberá estar siempre inmerso en, por lo menos, tres metros (3 m) de hormigón fresco. En caso de conocerse con precisión el nivel de hormigón la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2 m).

Las armaduras longitudinales se suspenderán a una distancia máxima de veinte centímetros (20 cm) respecto al fondo de la perforación y se dispondrán bien centradas y sujetas.

Durante el hormigonado de los pilotes de entubación recuperable, se irá elevando dicha entubación de modo que quede siempre un tapón de hormigón en el fondo de la misma, del orden de dos (2) diámetros, que impida la entrada del terreno circundante.

En los pilotes de entubación recuperable el hormigonado se hará bien en seco, o bien con el tubo inundado lleno de agua; debiendo elegir el Director de las Obras uno y otro procedimiento según la naturaleza del terreno. Si se hormigona con el tubo inundado, el hormigón se colocará en obra por medio de tubo Tremie, bomba o cualquier artificio que impida su deslavado.

El tubo-tremie deberá colocarse en el fondo del pilote al comienzo del hormigonado, y después se izará ligeramente, sin exceder un valor equivalente al diámetro del tubo.

Si el hormigonado se hace con agua en el tubo, se hormigonará la cabeza del pilote hasta una cota al menos treinta centímetros (30 cm) por encima de la indicada en Proyecto y se demolerá posteriormente este exceso por estar constituido por lechada deslavada que refluye por encima del hormigón colocado. Si al efectuar dicha demolición se observa que los treinta centímetros (30 cm) no han sido suficientes para eliminar todo el hormigón deslavado y de mala calidad, se proseguirá la demolición hasta sanear la completamente la cabeza, reemplazando el hormigón demolido por hormigón nuevo, bien adherido al anterior.

El hormigonado de un pilote se hará en todo caso, sin interrupción; de modo que, entre la introducción de dos masas sucesivas, no pase tiempo suficiente para la iniciación del fraguado. Si, por alguna avería o accidente, esta prescripción no se cumpliera, el Director de las Obras decidirá si el pilote puede considerarse válido y terminarse, o no. En el caso de que se interrumpa el hormigonado bajo agua, no se aceptará el pilote salvo que, con la aceptación explícita del Director de las Obras, se arbitren medidas para su recuperación y terminación, así como para la comprobación de su correcta ejecución y funcionamiento. El pilote que haya sido rechazado por el motivo indicado, habrá de ser rellenado, sin embargo, en toda su longitud abierta en el terreno. La parte de relleno, después de rechazado el pilote, podrá ejecutarse con hormigón H 50, pero su ejecución se hará con los mismos cuidados que si se tratara de un pilote que hubiera de ser sometido a cargas.

El Contratista confeccionará un parte de trabajo de cada pilote; en el que figurarán, al menos:

- La fecha y hora de comienzo y fin de la introducción de la entubación.
- La profundidad total alcanzada por la entubación y por el taladro.
- La profundidad hasta la que se ha introducido la armadura, y la longitud y constitución de la misma.
- La profundidad del nivel de la superficie del agua en el taladro al comienzo del hormigonado.
- La utilización o no de trépano, indicando en su caso profundidad, peso y tiempo de empleo.
- La relación volumen de hormigón-altura alcanzada.
- La fecha y hora del comienzo y terminación del mismo.

En el caso de pilotes excavados, se registrará la calidad y espesor de los estratos atravesados; y se tomarán muestras del terreno, en la forma y con la frecuencia que ordenen el Proyecto o el Director de las Obras.

Sobre alguno de los pilotes de prueba, o bien sobre cualquiera de los de trabajo, se efectuarán las pruebas de carga y los ensayos sónicos, de impedancia mecánica o cualquier otro previsto en el Proyecto u ordenado por el Director de las Obras.

En el caso de pilote aislado bajo un pilar se recomienda equipar todos los pilotes para su posible comprobación, y llevar a cabo pruebas del tipo señalado en, al menos, un pilote de cada tres.

Si los resultados de los ensayos sónicos o de impedancia mecánica revelaran posibles anomalías, el Director de las Obras podrá ordenar bien la comprobación del diseño teórico del pilote, bien la comprobación de la continuidad del pilote mediante sondeos, de cuya interpretación podrá establecer:

- La realización de prueba de carga.
- La necesidad de reparación del pilote.
- El rechazo del pilote.

En el caso de realizar pruebas de carga, si éstas produjesen asientos excesivos y se demostrase que ello se debía a defecto del pilote, por causas imputables al Contratista, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución, a cargo del Contratista, de nuevas series de control sobre tres (3) pilotes, por cada pilote defectuoso encontrado. En el caso de realizar pruebas de carga suplementarias, se aplicará sobre el pilote una carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125%) de la de trabajo. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, definirán los criterios a seguir para la aceptación o rechazo de la cimentación a la vista de los resultados de los ensayos de carga o de cualquier otra comprobación que se realice.

671.5 TOLERANCIAS

Los pilotes se construirán con los siguientes rangos de tolerancias:

- a) La excentricidad del eje del pilote respecto a la posición fijada, será inferior a diez centímetros (10 cm) para pilotes de diámetro no superior a un metro ($D \leq 1,0$ m) y a la décima (1/10) parte del diámetro en caso contrario, pero siempre inferior a quince centímetros (15 cm).
- b) Para pilotes verticales o con pendiente superior a quince (15:1) el error de inclinación no excederá el dos por ciento (2%) del valor de la pendiente.

- c) Para pilotes inclinados con pendientes comprendidas entre quince (15:1) y cuatro (4:1) el error de inclinación no excederá del cuatro por ciento (4%) del valor de la pendiente.

671.6 MEDICIÓN Y ABONO

Las cimentaciones por pilotes moldeados in situ se abonarán por metros (m) de pilote realmente ejecutados medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado.

En caso de que existan causas que lo justifiquen, el Director de las Obras podrá abonar el exceso de hormigón consumido sobre el volumen teórico correspondiente al diámetro nominal del pilote, siempre que ello se haya hecho constar expresamente en el Proyecto.

Las pruebas de carga previstas en Proyecto se abonarán a los precios unitarios establecidos en el mismo.

No se abonarán:

- Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo, si se realizan por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que sean imputables al Contratista.
- Los ensayos de nuevas series de control ordenados por el Director de las Obras como consecuencia de haber encontrado pilotes defectuosos.
- El exceso de hormigón en las cabezas de los pilotes hormigonados con agua en el tubo.
- La demolición de la cabeza del pilote, por incluirse dentro del precio del propio pilote.
- Los pilotes rechazados o defectuosos.

672 PANTALLAS CONTINUAS DE HORMIGÓN ARMADO MOLDEADAS IN SITU

672.1 DEFINICIÓN

Se definen como pantallas continuas de hormigón armado moldeadas in situ, las paredes construidas mediante la perforación en el terreno de zanjas profundas y alargadas, sin necesidad de entibaciones, y su relleno posterior de hormigón, constituyendo una estructura continua.

Normalmente, la pantalla será capaz de resistir el vaciado del terreno por uno de sus lados así como la aplicación de cargos verticales sobre ella.

Se excluye expresamente de este artículo las pantallas de impermeabilización o estanqueidad, cuyos requisitos de impermeabilidad, deformabilidad, resistencia y soporte de cargas son distintas de las aquí contempladas.

Si las características del terreno lo exigen, la perforación de la zanja se realizará empleando lodos tixotrópicos como medio para mantener estables las paredes de la perforación. La ejecución de la pantalla se efectúa por paneles independientes e incluye generalmente las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Construcción de muretes guía.
- Perforación de zanjas, con empleo eventual de lodos tixotrópicos.
- Colocación de encofrados de juntas entre paneles.
- Colocación de armaduras.
- Hormigonado de paneles.
- Extracción de encofrados de juntas.
- Demolición de cabezas de paneles.
- Ejecución de la viga de atado de paneles.
- Excavación (o vaciado) del terreno al abrigo de la pantalla.
- Regularización y limpieza superficial del paramento visto de la pantalla, de acuerdo con lo previsto en el Proyecto.

También se incluye en esta unidad la ejecución de los apoyos provisionales o definitivos, tales como apuntalamientos, anclajes, banquetas, etc, necesarios para garantizar la estabilidad de la pantalla durante y después de las excavaciones que se hayan previsto.

672.2 MATERIALES

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.

672.2.1 Hormigón

Además de lo dispuesto en este apartado se estará a lo indicado en el artículo 610. "Hormigones", del presente Pliego.

672.2.1.1 Áridos

A fin de evitar que se produzca segregación, la granulometría de los áridos deben ser continua con el adecuado contenido de finos; partículas con tamaño inferior a ochenta micras (80 μm).

El porcentaje de arena, en los áridos, debe ser superior a cuarenta por ciento (40%) en peso.

El conjunto de partículas finas en el hormigón (comprendido el cemento u otros materiales finos) deberá estar entre cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m^3) y quinientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (550 kg/m^3).

La dimensión máxima de los áridos no deberá sobrepasar el menor de los dos valores siguientes: treinta y dos milímetros (32 mm) o un cuarto (1/4) del espaciamiento entre barras de armado longitudinales.

672.2.1.2 Cemento

El contenido en cemento deberá ser igual o superior a trescientas cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m^3) y se recomienda utilizar al menos cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m^3).

La elección del cemento deberá tener en cuenta la agresividad del terreno y del agua.

La relación agua/cemento será la adecuada para las condiciones de puesta en obra.

672.2.1.3 Aditivos

Para obtener las propiedades necesarias de puesta en obra del hormigón mediante tubería sumergida se podrán utilizar aditivos con los siguientes condicionantes:

- reductores de agua y plastificantes, incluidos los superplastificantes, con el fin de evitar el rezume o segregación que podría resultar por una elevada proporción de agua.
- retardadores de fraguado que permitan prolongar la trabajabilidad necesaria del hormigonado y hormigonar los paneles sin interrupción.

672.2.1.4 Hormigón

La consistencia del hormigón fresco, justo antes de hormigonar, debe corresponder a un Cono de Abrams comprendido entre ciento sesenta milímetros (160 mm) y doscientos milímetros (200 mm).

672.2.2 Armaduras

Las barras de acero utilizadas como armadura de las pantallas deberán cumplir los requerimientos de la vigente norma de hormigón armado, para armaduras de acero.

Las jaulas de armadura deberán ser concebidas, una vez conocidos los condicionantes de la obra y las solicitudes a la que van a estar sometidas. En particular, deberán presentar una rigidez suficiente durante las fases de montaje y hormigonado. En ésta última, deberán permitir el flujo del hormigón fresco, sin que las armaduras constituyan obstáculo en el discurrir del hormigón.

672.2.2.1 Armaduras verticales

Las armaduras verticales deberán tener un diámetro igual o superior a doce milímetros 12 mm, debiendo haber un mínimo de tres (3) barras por metro lineal, en cada lado de la jaula de armadura.

El espaciamiento horizontal libre, paralelamente al plano de pantalla, entre barras o grupo de barras, deberá ser superior ó igual a cien milímetros (100 mm). Esta cifra podrá reducirse a ochenta milímetros (80 mm) en caso de paneles fuertemente armados, siempre que el tamaño máximo de árido sea de veinte milímetros (20 mm) o inferior.

Cuando la jaula de armadura esté compuesta por varios elementos verticales, la unión entre barras deberá efectuarse por solape o por acoplamiento.

En el caso de solape será necesario efectuar soldaduras por puntos, o utilizar cualquier otro procedimiento adecuado para evitar deslizamientos.

672.2.2.2 Armaduras horizontales

Las armaduras horizontales se deberán colocar de tal manera que eviten movimientos en la armadura vertical y habiliten un espacio adecuado para las columnas de hormigonado.

El espaciamiento vertical libre entre armaduras horizontales deberá ser superior o igual a doscientos milímetros (200 mm). Esta cantidad, se podrá reducir localmente a cien milímetros (100 mm) en aquellos casos en que la armadura horizontal sea elevada.

El espaciamiento horizontal libre entre armaduras transversales deberá ser superior ó igual a ciento cincuenta milímetros (150 mm). Se recomienda un espaciamiento mínimo de doscientos milímetros (200 mm) para facilitar el movimiento del hormigón.

672.2.2.3 Paneles con varias jaulas de armadura

La distancia mínima libre entre dos jaulas de un mismo panel deberá ser de doscientos milímetros (200 mm).

La distancia mínima libre entre el extremo de una jaula y una junta deberá ser de cien milímetros (100 mm).

672.2.3 Recubrimientos

El recubrimiento de proyecto se define como la distancia entre la cara exterior de la jaula de armadura y la posición nominal de la superficie de la pantalla.

El recubrimiento mínimo será de setenta y cinco milímetros (75 mm). Este valor podrá reducirse a sesenta milímetros (60 mm), en el caso de terrenos no agresivos o de obras provisionales, salvo en suelos blandos.

Se deberán colocar centradores para asegurar que el recubrimiento mínimo exigido se respeta. Estos centradores podrán estar constituidos bien por tubos verticales, bien por dispositivos puntuales, cuyo tamaño deberá adaptarse a las características del suelo.

Para las obras permanentes, los centradores deberán ser de un material diferente al acero y deberán presentar un nivel de supervivencia al menos igual al del hormigón, salvo que los mismos se retiren durante el hormigonado.

672.2.4 Anclajes estabilizadores de la pantalla

Cuando se utilice este tipo de apoyo lateral de la pantalla, se estará a lo dispuesto en el artículo 675 "Anclajes" del presente Pliego. En el Proyecto vendrán definidas las siguientes características:

- Tipo estructural de anclaje, indicando si es activo o pasivo.
- Modo de anclaje: por bulbo, inyectado, por placa terminal, por casquillo, etc.
- Si es provisional o definitivo.
- Carga de servicio y coeficiente de seguridad con respecto a la rotura.
- Variación admisible de la carga, en servicio.
- Deformación máxima admisible, en servicio.
- Protección contra la corrosión, para anclajes permanentes.
- Operaciones adicionales que debe permitir el anclaje, tales como: reinyección, retesado, recuperación de la cabeza, comprobación de tesado, etc.
- Longitud mínima libre de anclaje, entre cabeza y bulbo, por razones de proyecto.
- Longitud estimada del bulbo o zona de anclaje.
- Otras características de interés especial para la obra.

Antes de la ejecución de los anclajes, el Director de las Obras deberá aprobar las características que no hayan sido definidas en el Proyecto. Asimismo el Contratista deberá presentar la documentación técnica que acredite suficientemente el buen comportamiento del anclaje.

Una vez cumplimentado este requisito, se comprobará mediante ensayos in situ que los anclajes cumplen las condiciones de resistencia y deformabilidad requeridas.

672.2.5 Fluidos de excavación

672.2.5.1 Bentonita

La bentonita se utiliza en los fluidos de excavación como componente de los lodos bentoníticos y como aditivo de los lodos de polímeros.

La bentonita es una arcilla cuyo mineral constitutivo principal es la montmorillonita.

La bentonita utilizada como fluido de perforación deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Contenido de partículas con tamaño superior a ochenta micras (80 μm) no superior al cinco por ciento (5%).
- Contenido de humedad menor del quince por ciento (15%)
- Límite líquido (W_L) mayor del trescientos por ciento (300%)
- No debe contener cantidades significativas de productos químicos nocivos para las armaduras y el hormigón.

La composición química y mineralógica debe ser suministrada por el proveedor.

672.2.5.2 Lodos Bentoníticos

Los lodos bentoníticos deberán satisfacer los siguientes requisitos:

	Fresca	Lista para reemplazo	Antes de hormigonar
Densidad (gr/cm ³)	< 1,1	< 1,2	< 1,15
Viscosidad Marsh (seg)	32 a 50	32 a 60	32 a 50
Filtrado	< 30	< 50	Sin objeto
pH	7 a 11	7 a 11	Sin objeto
Contenido de arena en peso	Sin objeto	Sin objeto	< 3% (*)
Cake (mm)	< 3 mm	< 6 mm	Sin objeto

(*) El contenido definitivo de arena será fijado por el Director de las Obras, en función del tipo de terreno atravesado.

Se podrán variar los valores recogidos en el cuadro anterior en ciertos casos, como por ejemplo:

- Terrenos con alta permeabilidad, susceptibles de provocar pérdida de lodo.
- Terrenos muy blandos.
- Agua de mar.

672.2.5.3 Polímeros

Los polímeros podrán ser usados como fluidos de excavación, en algunas circunstancias con adición de bentonita, en función de:

- Experiencias anteriores en suelos parecidos o en condiciones geotécnicas peores.
- Ejecución de ensayos a escala natural en la propia obra.
- Adelantos técnicos futuros en estos materiales.

672.3 EJECUCIÓN

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.

672.3.1 Equipo necesario para la ejecución de las obras

El equipo necesario para la ejecución de las obras deberá ofrecer las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Fabricación, almacenamiento y regeneración de lodos.
- Precisión en la excavación de la zanja.
- Mínima perturbación del terreno.
- Continuidad geométrica de la pantalla.
- Correcta colocación de armaduras.
- Fabricación y puesta en obra del hormigón.
- Adecuada disposición y ejecución de los apoyos provisionales y definitivos.

Antes de la iniciación de los trabajos, el Contratista demostrará, a satisfacción del Director de las Obras, que el equipo propuesto es adecuado en relación con los aspectos citados.

672.3.2 Operaciones previas

Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y de anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumple, se construirá una terraplén, con la altura necesaria y un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

Antes de proceder a la perforación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al área de trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados, tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc, que interfieran directamente los trabajos, y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la perforación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha perforación pueda comprometer la estabilidad de edificaciones contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

Establecida la plataforma de trabajo, deberá efectuarse, en primer lugar, el trabajo de replanteo, situando el eje de la pantalla y puntos de nivelación para determinar las cotas de ejecución.

672.3.3 Muretes guía

Los muretes guía tienen como finalidad garantizar el alineamiento de la pantalla hormigonada, guiar los útiles de excavación, evitar cualquier desprendimiento de terreno de la zanja en la zona de fluctuación del fluido de excavación, así como servir de soporte para las jaulas de armadura, elementos prefabricados u otros a introducir en la excavación hasta que endurezca el hormigón. Los muretes guía deberán poder resistir los esfuerzos producidos por la extracción de los encofrados de juntas.

Los muretes guía deberán ser normalmente de hormigón armado y construidos "in situ". Su profundidad, normalmente comprendida entre medio metro y metro y medio (0,5 y 1,5 m), dependerá de las condiciones del terreno.

Los muretes guías deberán permitir que se respeten las tolerancias especificadas para los paneles de pantalla.

Será recomendable apuntalar los muretes guía hasta la excavación del panel correspondiente.

La distancia entre muretes guía deberá ser entre veinte y cincuenta milímetros (20 y 50 mm) superior al espesor de proyecto de la pantalla.

En caso de pantallas poligonales o de forma irregular, podrá ser necesario aumentar la distancia entre muretes guía.

Salvo indicación en contrario del Director de las Obras, la parte superior de los muretes guía será horizontal, y estará a la misma cota a cada lado de la zanja.

672.3.4 Preparación del fluido de excavación

672.3.4.1 Fórmula de trabajo

Antes de iniciarse los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras los detalle relativos a la dosificación del lodo fresco, teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 672.2.5, indicando, al menos, los siguientes datos:

- Tipo y características del material básico utilizado para la fabricación del lodo.
- Aditivos previstos y características de los mismos.
- Dosificación ponderal de los materiales.
- Filtrado y espesor del residuo o "cake" obtenido en la filtroprensa.
- Peso específico del lodo.
- Viscosidad media en el Cono Marsh.
- pH.
- Peso específico mínimo que deberá tener el lodo durante la perforación, según las características de los terrenos atravesados y la posición del nivel freático.

672.3.4.2 Fabricación

En la mezcla del material o materiales secos con el agua deberán emplearse medios energéticos adecuados para la completa dispersión de los mismos y la obtención de una mezcla uniforme. Asimismo, el lodo de perforación deberá ser almacenado veinticuatro horas (24 h) antes de su empleo, por lo menos, para su completa hidratación, salvo que el empleo de dispersantes permita reducir dicho plazo.

Para garantizar la seguridad y calidad del trabajo frente a posibles pérdidas de lodo debido a filtraciones o fugas en el terreno, se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización, igual al volumen total de las zanjas excavadas y no hormigonadas. Existirá asimismo en obra una cantidad de material y un suministro de agua suficientes para fabricar inmediatamente un volumen análogo de lodo.

672.3.5 Control del fluido de excavación

Con objeto de comprobar que se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 672.2.5. y controlar la calidad de la ejecución se efectuarán durante la obra determinaciones periódicas de las siguientes características del lodo:

- Viscosidad.
- pH.
- Peso específico.

Además, inmediatamente antes de la colocación de encofrados laterales y armaduras, se comprobará el material retenido en el tamiz 0,080 UNE.

La determinación del pH en laboratorio se realizará mediante aparato medidor. Para las determinaciones en obra bastará el empleo de papel medidor de pH.

El peso específico se determinará mediante picnómetro.

672.3.6 Excavación de la zanja

Con el fin de asegurar la estabilidad de las paredes de la zanja, ésta debe ser excavada al abrigo de un fluido de excavación.

La excavación en seco, sin ayuda de fluido, podrá ser utilizada en algunos terrenos coherentes ó en roca, si éstos presentan una resistencia suficiente para garantizar el mantenimiento de las paredes de la zanja. En los terreno en los que no se disponga de experiencia similar, se aconseja realizar una excavación de prueba.

672.3.6.1 Nivel de fluido de excavación

El nivel del fluido de excavación deberá estar, por lo menos, medio metro (0,5 m) por encima del nivel correspondiente a la estabilidad de la zanja. Deberá estar, asimismo, por lo menos un metro (1 m) por encima del nivel piezométrico más elevado, bien sea natural o rebajado mediante bombeo, de las capas interceptadas por la excavación o situadas en las proximidades. Igualmente, deberá permanecer por encima de los pies de los muretes guía, a menos que el terreno de apoyo de estos no presente riesgo de erosión.

672.3.6.2 Pérdida del fluido de excavación

Cuando durante la excavación se produzca una pérdida importante y repentina de fluido, se deberá rellenar, inmediatamente, la zanja de fluido,

añadiendo, eventualmente, materiales colmatantes. Si esto no fuera posible ó resultase insuficiente, se debería entonces rellenar la zanja con un material que posteriormente pueda ser excavado (hormigón pobre u otro material adecuado).

En las situaciones que presenten riesgo de pérdida de fluido de excavación (p.e. suelos muy permeables o cavidades) se deberá prever una reserva de fluido de excavación posiblemente superior al indicado en el punto 672.3.4.2, e incluso, eventualmente, colmatantes.

672.3.6.3 Limpieza de la excavación

Justo antes de colocar los elementos del panel (encofrados de juntas, jaulas de armaduras y paneles prefabricados) el fondo de la excavación deberá ser limpiado, y en caso necesario, el fluido de excavación deberá ser tratado (proceso de desarenado) o bien reemplazado. En caso de lodo bentonítico deberán respetarse las propiedades especificadas en el apartado 672.2.5.2 para antes de hormigonar.

La duración entre el final de la limpieza de la excavación y el comienzo del hormigonado de los paneles deberá ser inferior a cinco (5) horas. Cuando esto no pueda ser respetado (p.e. en el caso de jaulas de armaduras complejas), será necesario asegurarse, por lo menos cinco (5) horas antes de hormigonar, que se respetan las propiedades del fluido de excavación antes de hormigonar.

672.3.7 Realización de juntas

Las juntas se realizarán generalmente utilizando encofrados de acero ó de hormigón.

En los caso más sencillos (no presencia de agua, terreno fácil de excavar sin peligro de desviación, profundidad escasa etc.) las juntas se podrán hacer rascando el extremo del panel adyacente.

Los encofrados de las juntas deberán ser rígidos y rectilíneos. Las desviaciones, tanto en la dirección longitudinal como en la transversal, respecto a su posición vertical no deberán sobrepasar un valor de más menos uno por ciento ($\pm 1\%$) de la profundidad total.

Cuando las juntas se extraigan verticalmente, ésta operación deberá realizarse de acuerdo con el proceso del hormigonado.

Cuando las juntas se extraigan lateralmente, ésta operación deberá efectuarse una vez finalizada la excavación del panel adyacente.

672.3.8 Colocación de armaduras u otros elementos

Las jaulas de armadura no deberán colocarse en el fondo de la excavación sino que deberán ser suspendidas de los muretes guía.

Se recomienda dejar, entre la jaula y el fondo de la excavación, una distancia mínima de veinte centímetros (20 cm).

672.3.9 Hormigonado

Cuando se utilice un fluido de excavación, se deberá colocar el hormigón mediante el sistema Tremie.

El tubo Tremie deberá estar limpio y ser estanco.

Su diámetro interior deberá ser superior ó igual a quince centímetros (15 cm) y a seis (6) veces el tamaño máximo de los áridos. Su diámetro exterior no deberá ser superior a un medio (1/2) de la anchura de la pantalla hormigonada, no armada, y de cero con ocho (0,8) veces la anchura interior de la jaula de armadura para una pantalla de hormigón armado.

El número de tubos Tremie a utilizar en un mismo panel deberá ser determinado de tal manera que se limite el recorrido horizontal del hormigón a partir de cada tubo.

En condiciones normales, el recorrido horizontal del hormigón se deberá limitar a dos con cinco metros (2,5 m).

Asimismo, se recomienda utilizar al menos un tubo Tremie por jaula de armadura.

Para empezar el hormigonado, el tubo Tremie deberá colocarse sobre el fondo de la zanja y después levantarlo de diez a veinte centímetros (10 a 20 cm).

Una vez que el hormigonado haya comenzado, el tubo Tremie deberá estar siempre inmerso en, por lo menos, tres metros (3 m) de hormigón fresco. En caso de conocer con precisión el nivel de hormigón la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2 m).

La velocidad media de ascenso del hormigón, considerada sobre la altura total de la pantalla, no deberá ser inferior a tres metros por hora (3 m/h).

El hormigonado deberá realizarse sin interrupción, debiendo, el hormigón que circula, hacerlo dentro de un periodo de tiempo equivalente al 75% del

comienzo de fraguado. Cuando se prevea un periodo mayor deberán utilizarse retardadores de fraguado.

Al poder ser la calidad del hormigón, en su parte superior, peor, deberá colocarse una cantidad adicional, excedentaria, de hormigón en el panel de manera que se puedan garantizar las propiedades prescritas para el hormigón situado por debajo del nivel de descabezamiento previsto en proyecto.

672.3.10 Viga de atado de paneles

Una vez terminada la ejecución de los paneles se demolerá la cabeza de los mismos en una profundidad suficiente para eliminar el hormigón contaminado por el lodo tixotrópico, y se construirá la viga de atado prevista en el Proyecto. Previamente se prolongarán las armaduras verticales de la pantalla en todo el canto de la viga de atado, enlazándolas con las barras longitudinales y transversales de ésta.

672.3.11 Tolerancias

672.3.11.1 Paneles

Para las pantallas de sostenimiento, la tolerancia de implantación de los paneles hormigonados "in situ", definida al nivel de los muretes-guía, y en el lado a excavar, será de veinte milímetros (20 mm) en la dirección de la excavación principal y de cincuenta milímetros (50 mm) en la dirección opuesta.

La tolerancia de verticalidad de los paneles será de uno por ciento (1%) de la profundidad total excavada. Cuando el terreno presente bolos y obstáculos, esta tolerancia podrá ser aumentada, previa autorización del Director de las Obras.

La tolerancia, considerando el plano de la cara excavada, de los paneles hormigonados deberá ser inferior a cien milímetros (100 mm) en caso de protuberancias, e inferior a veinte milímetros (20 mm) en caso de agujeros. En el caso de protuberancias, podrá aceptarse un valor superior al indicado cuando el suelo contenga elementos de tamaño superior a dichos cien milímetros (100 mm).

El "tecleo", o deslizamiento perpendicular a la superficie vista, entre dos paneles adyacentes deberá estar comprendido en un intervalo compatible con el buen funcionamiento de la pantalla.

El "tecleo" entre superficies contiguas de la junta no deberá ser mayor de ciento cincuenta milímetros (150 mm).

La anchura y la profundidad de la excavación no deberán ser en ningún caso inferiores a los valores recogidos en proyecto.

La tolerancia en la longitud del panel no será superior a cincuenta milímetros (50 mm).

672.3.11.2 Jaulas de armadura

La longitud total de la jaula de armadura deberá ser igual a la recogida en proyecto, más menos diez milímetros (± 10 mm).

Las cotas de los elementos singulares, tales como empalmes, armaduras de espera, refuerzos para zonas de anclajes, deberán ser iguales, después del hormigonado, a los valores de proyecto más menos setenta milímetros (± 70 mm).

La cota de la parte superior de la jaula deberá ser igual, después de hormigonar, al valor de proyecto más menos cincuenta milímetros (± 50 mm).

La posición horizontal de la jaula, siguiendo el eje de pantalla, deberá ser igual, después de hormigonar, al valor de proyecto más menos setenta milímetros (± 70 mm).

672.3.12 Excavación del terreno adyacente a la pantalla

Los trabajos de excavación del terreno adyacente a la pantalla se ajustarán al plan de excavación establecido en el Proyecto o, en su defecto, fijado por el Director de las Obras, con objeto de que las solicitaciones inducidas en los diversos elementos de la obra no excedan de las admisibles.

Dicho plan incluirá los siguientes puntos:

- Dimensiones y cotas de la excavación.
- Arriostramientos provisionales y definitivos.
- Secuencia de todos los trabajos.
- Intervalos mínimos y máximos a respetar entre el final de un trabajo y el comienzo del siguiente.

Durante los trabajos de excavación del terreno adyacente, se controlará el comportamiento de la pantalla y se tomarán las medidas oportunas.

672.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las excavaciones se abonarán por metros cúbicos (m^3), deducidos de los Planos, multiplicando la superficie de pantalla afectada por el espesor teórico de

la misma. La profundidad de la pantalla se medirá desde al plano de trabajo hasta la profundidad teórica de las armaduras más veinte centímetros (20 cm). La longitud se medirá horizontalmente.

El hormigón se abonará por metros cúbicos (m^3) según volumen teórico, incluyendo los veinte centímetros (20 cm) de exceso en profundidad, sin ser causa de abono otro tipo de excesos. Podrá abonarse por metros cúbicos (m^3) de volumen real si así lo indica expresamente el Proyecto.

Las armaduras de acero se medirán y abonarán según se especifica en el artículo 600 del presente Pliego.

Las vigas de atado se medirán y abonarán según se especifica en el artículo 630 del presente Pliego.

Los anclajes se medirán y abonarán según se especifica en el artículo 675 del presente Pliego.

La limpieza superficial del paramento visto de la pantalla se abonará por metros cuadrados (m^2) de paramento visto, medidos sobre Planos, cuando este trabajo esté previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No serán abonables las operaciones de preparación de la plataforma de trabajo, ejecución de muretes-guía, demolición de cabezas de paneles, apeos provisionales de la pantalla, regularización del paramento visto de la pantalla, ni cualquier otra operación para la que no se haya establecido criterio de medición y abono.

673 TABLESTACADOS METÁLICOS

673.1 DEFINICIÓN

Se definen como tablestacados metálicos las paredes formadas por tablestacas metálicas que se hincan en el terreno, para constituir, debidamente enlazadas, pantallas de impermeabilización o resistencia, con carácter provisional o definitivo.

Se entiende por pantalla de tablestacas combinada la compuesta por elementos primarios y secundarios. Los elementos primarios están formados normalmente por pilotes metálicos, situados en el terreno a intervalos equidistantes. Los elementos secundarios son generalmente perfiles metálicos de tablestaca, que se disponen en el espacio intermedio entre los elementos primarios.

673.2 MATERIALES

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.

673.2.1 Tablestacas metálicas

673.2.1.1 Condiciones generales

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial, cuya resistencia característica a tracción será superior a trescientos cuarenta megapascales (340 MPa) u otro superior que determine el Proyecto.

El acero utilizado deberá permitir el empleo de soldadura eléctrica.

En el caso de reutilización de tablestacas deberá comprobarse que cumplen las especificaciones referentes al tipo, tamaño y calidad del acero definidas en el Proyecto.

Las tablestacas que se hubieran torcido por cualquier causa, se enderezarán, de modo que su flecha máxima, respecto a la recta definida por sus dos (2) extremos, no sea mayor que un doscientosavo (1/200) de su longitud.

El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable; y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

En caso de utilizarse materiales de sellado, para reducir la permeabilidad de las uniones entre tablestacas, éstos deberán cumplir las especificaciones definidas en Proyecto. Salvo que se disponga de experiencia previa contrastada, o de ensayos representativos sobre modelo del método a utilizar para el sellado de las uniones entre tablestacas, deberá comprobarse, mediante ensayos adecuados sobre tramos de unión sellados, que el método propuesto cumple los requisitos de impermeabilización de la pantalla de tablestacas especificados en Proyecto.

673.2.1.2 Forma y dimensiones

Los perfiles y peso de las tablestacas serán los que figuren en Proyecto, admitiéndose, para su longitud, unas tolerancias de veinte centímetros (20 cm) en más y de cinco centímetros (5 cm) en menos.

El corte de las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

673.3. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La hincada de las tablestacas podrá efectuarse por medio de mazas de golpeo (lentas o rápidas, de simple o doble efecto), a presión o mediante aparatos vibradores adecuados.

En el caso de mazas de simple efecto, el peso de la maza propiamente dicha no será inferior a la cuarta parte (1/4) del peso de la tablestaca, si se hincada de una en una, o a la mitad del peso de la misma si se hincada por parejas. La energía cinética desarrollada en cada golpe, por las mazas de doble efecto, será superior a la producida, también en cada golpe, por la de simple efecto especificada, cayendo desde una altura de sesenta centímetros (60 cm).

Las mazas deberán ser guiadas en todo su recorrido por un dispositivo de guía aprobado por el Director de las Obras.

673.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El manejo y almacenamiento de las tablestacas se realizará de tal manera que garantice la seguridad de las personas e instalaciones. Deberá asegurarse asimismo que no se provoquen daños significativos en la geometría, elementos de unión o revestimiento de las tablestacas.

Las tablestacas de dimensiones o características diferentes deberán almacenarse de forma separada e identificarse adecuadamente.

Para definir la forma de almacenamiento, número de tablestacas por apilamiento y disposición de los soportes se tendrá en cuenta la longitud y rigidez de éstas, con el fin de evitar que se produzcan daños en las mismas.

En los almacenamientos de tablestacas con tratamientos superficiales, se dispondrán separadores entre cada tablestaca.

Cualquier variación en las características de las tablestacas definidas en proyecto (variación de longitud, aumento de resistencia etc.), deberá ser aprobada por el Director de las Obras.

Se dispondrán guías para las tablestacas, que pueden consistir en una doble fila de tablones, o piezas de madera de mayor sección, colocados a poca altura del suelo, de forma que el eje de hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas a construir. Esta doble fila de tablones estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno, y la distancia entre sus caras interiores no excederá del espesor de la pared de tablestacas en más de dos centímetros (2 cm).

Las cabezas de las tablestacas hincadas por percusión deberán estar protegidas por medio de adecuados sombreretes o sufrideras, para evitar su deformación por los golpes. En su parte inferior, las ranuras de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras se protegerán, en lo posible, de la introducción de terreno en la misma (lo que dificultaría el enhebrado de las tablestacas que se hincan a continuación), tapando el extremo de la mencionada ranura con un roblón, clavo, tornillo, o cualquier pieza análoga alojada, pero no ajustada en dicho extremo de forma que permanezca en su sitio durante la hincada, pero que pueda ser fácilmente expulsada por otra tablestaca que se enhebre en la ranura y llegue a mayor profundidad. Salvo especificación del Proyecto o, en su defecto del Director de las Obras, no se tomará ninguna precaución especial para asegurar la estanqueidad de las juntas.

La hincada de las tablestacas se continuará hasta alcanzar la penetración mínima en terreno firme estipulada en Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Terminada la hincada, se cortarán, si es preciso, las tablestacas, de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en Proyecto, y se construirá, si procede, la viga de arriostramiento.

Los empalmes de tablestacas se efectuarán con trozos de longitud apropiada, que se unirán por soldadura, de forma que el ángulo de las dos partes soldadas no sea superior a tres grados sexagesimales (3°), en cualquier dirección.

Las ayudas a la hincada, tales como lanza de agua, preperforación o lubricación de juntas, serán utilizadas únicamente con el consentimiento por escrito del Director de las Obras.

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.

673.5. TOLERANCIAS

Salvo especificación del Proyecto, la posición y verticalidad de las pantallas de tablestacas, una vez colocadas deberá cumplir las tolerancias definidas a continuación:

Tipo de pantalla	Descripción	Posición de la cabeza de la tablestaca mm	Verticalidad ²⁾ del metro superior en todas las direcciones %
Pantalla de tablestacas ⁶⁾	En tierra	≤ 75 ¹⁾	≤ 1,0 % ³⁾
	Sobre agua	≤ 100 ¹⁾	≤ 1,5 % ³⁾
Pantalla combinada ⁷⁾	Pilotes primarios	≤ 20 ⁴⁾⁵⁾	≤ 0,5 % ⁵⁾

1) Perpendicular a la pantalla.

2) Si la dirección del eje de las tablestacas definida en el proyecto difiera de la vertical, las tolerancias especificadas en la tabla deberán tomarse con relación a esa dirección.

3) En suelos difíciles se considerará el límite del 2%, salvo especificación en contra del Proyecto.

4) En todas las direcciones horizontales.

5) El Proyecto o el Director de las Obras podrán modificar estos valores, en cada caso, dependiendo de la longitud, tipo y número de los elementos de tablestaca intermedios, y de las condiciones del suelo, con el fin de reducir al máximo el riesgo de desenherrado.

6) Excluidas las tablestacas planas.

7) En tierra y sobre agua

Si la cota del pie de las tablestacas o pilotes primarios difiere, una vez hincados, en más de doscientos cincuenta milímetros (250 mm) de la especificada en Proyecto, deberá informarse fehacientemente al Director de las Obras y se estará a lo que éste determine.

Si la cabeza de las tablestacas difiere, una vez hincadas, en más de cincuenta milímetros (50 mm) del nivel especificado en Proyecto, las tablestacas deben cortarse al nivel adecuado, con una precisión de veinte milímetros (20 mm).

Los sistemas de medida utilizados para controlar la posición e inclinación de las tablestacas deben estar en concordancia con la precisión buscada en cada caso y ser aprobado por el Director de las Obras.

673.6. REQUERIMIENTOS ESPECIALES

Si el Proyecto plantea condicionantes estrictos en relación con la impermeabilidad de las tablestacas, previamente a su ejecución deberá presentarse al Director de las Obras, para su aprobación, un informe con una descripción detallada de todas las actividades, materiales y procedimientos y ensayos previstos, a efectos de garantizar los mismos.

Si existen estructuras o instalaciones sensibles en el entorno de la obra, debe verificarse mediante pruebas de hinca o por experiencias previas, la seguridad de éstas.

673.7. MEDICIÓN Y ABONO

Los tablestacados metálicos se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos en el terreno después de proceder, en su caso, a la operación de enrase.

El abono de los empalmes, por soldadura, de las tablestacas se considerará incluido en el precio del tablestacado; salvo que se especifique lo contrario en el Proyecto.

Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la estipulada en Proyecto, hasta un exceso del cincuenta por ciento (50%), el Contratista no podrá reclamar variación de los precios unitarios del Contrato por este concepto.

674 CIMENTACIÓN POR CAJONES INDIOS DE HORMIGÓN ARMADO

674.1 DEFINICIÓN

Se definen como cimentaciones por cajones indios de hormigón armado las realizadas a base de cajones sin fondo, de sección rectangular o circular, que se van hincando en el terreno por su propio peso o mediante lastre, a medida que se excava en su interior, mientras se recrecen sus paredes. Este proceso continúa hasta alcanzar la profundidad deseada.

En los cajones indios se distinguen los elementos siguientes:

- Cuchillas.
- Cuerpo del cajón; compuesto de paredes exteriores y eventualmente de tabiques interiores.

Su ejecución incluirá las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Hormigonado del anillo inicial.
- Hinca del cajón.
- Recrecido del cajón por anillos sucesivos.
- Relleno del cajón.
- Enrase de cimientos.

674.2 MATERIALES

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,.

Además de lo dispuesto en este artículo se estará a lo señalado en el artículo 630, "Obras de hormigón en masa o armado", del presente Pliego

El hormigón de las cuchillas tendrá una dosificación mínima de trescientos kilogramos de cemento por metro cúbico (300 kg/m^3); el tamaño máximo del árido será de veinticinco milímetros (25 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas esté comprendido entre el cuarenta por ciento (40%) y el setenta por ciento (70%).

El hormigón de las paredes y tabiques tendrá una dosificación mínima de doscientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico (250 kg/m^3); el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas sea inferior al setenta por ciento (70%).

El hormigón de relleno del cajón tendrá una dosificación mínima de trescientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico (350 kg/m^3) en la primera tongada, y de doscientos kilogramos por metro cúbico (200 kg/m^3) en el resto; salvo en la coronación, en la que la dosificación mínima será de doscientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico (250 kg/m^3); el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas sea inferior al cuarenta por ciento (40%).

Las resistencias características de estos hormigones serán las fijadas en el Proyecto.

674.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Además de lo dispuesto en este artículo se estará a lo prescrito en el artículo 630, "Obras de hormigón en masa o armado", del presente Pliego.

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.

674.3.1 Operaciones previas

Antes de comenzar la hinca del cajón, se establecerá el "Plan de Ejecución" del mismo, propuesto por el Contratista y aprobado por el Director de las Obras adaptándose a las características del terreno y a la profundidad de hinca deseada. Se preparará asimismo una plataforma de trabajo adecuada.

674.3.2 Hormigonado del anillo inicial

Sobre la plataforma de trabajo se encofrará la parte del cajón correspondiente a la cuchilla y a la altura de paredes que la resistencia del terreno bajo las cuchillas admita con seguridad; se colocarán las armaduras correspondientes; y se hormigonará a continuación.

Se dejará fraguar, sin desencofrar ni cargar, durante veinte días (20 d); o bien hasta que se comprueba que la resistencia del hormigón sea superior al setenta por ciento (70%) de la característica.

674.3.3 Hinca del cajón

La hinca del cajón se efectuará de forma progresiva. Si un cajón queda colgado, se pararán las operaciones de excavación; y se dispondrán sobrecar-

gas prudenciales, hasta lograr el descenso del cajón hasta su apoyo. También podrá recurrirse a inyectar agua a lo largo de las paredes. En cualquier caso, la hinca proseguirá de forma que el cajón no pueda descender súbitamente más de treinta centímetros (30 cm).

La excavación del terreno se realizará en seco, mientras sea posible. En los casos en que sea necesario recurrir a bombas de agotamiento, las alcachofas de las mangueras se situarán en pequeños pozos practicados en el fondo de la excavación.

Si el agotamiento resulta impracticable, se procurará inyectar productos que disminuyan las permeabilidades de los terrenos que se atraviesan.

En caso de que no fuera posible la excavación en seco del interior del cajón, se recurrirá a su dragado; y eventualmente, si fuese necesario o mediante el trabajo de hombres rana, podrán descalzarse las cuchillas; a menos que el Director de las Obras decida preparar el cajón para su hinca con aire comprimido.

Si en los terrenos atravesados predominan las arenas finas, y son de temer sifonamientos, el Director limitará el caudal de agotamiento, a la vista del comportamiento del terreno.

Se prohibirán totalmente los agotamientos si son de temer socavaciones de cimentaciones próximas.

En el caso de que, para proseguir la excavación, sea preciso recurrir al empleo de explosivos, las operaciones requeridas para ello se realizarán con el mayor cuidado. Se emplearán cantidades muy pequeñas de explosivos en cada voladura; cargando cada taladro con un cartucho de cien gramos (100 g), como máximo; cuya potencia sea adecuada a la clase y estado de la roca a quebrantar. La explosión se provocará con explosor eléctrico, usando estopines con distintos retardos; de modo que la voladura produzca el menor quebranto posible al cajón.

Las precauciones respecto a la cantidad de explosivos se extremarán al aproximarse al nivel definitivo de cimentación, con el fin de evitar que el cajón quede descansando sobre una capa de terreno quebrantado.

Los cajones deberán descender verticalmente en todos los momentos de la operación, de forma que la pendiente no supere el cinco por ciento (5%). Las desviaciones que tiendan a producirse, se corregirán atacando la excavación por el lado conveniente, y empleando sobrecargas prudencialmente dispuestas.

674.3.4 Recrecido del cajón por anillos sucesivos.

La altura de cada recrecido será fijada por el Director de las Obras, atendiendo a la resistencia del terreno bajo las cuchillas.

Los recrecidos sucesivos se irán realizando a medida que se produzca la hinca de los cajones.

Una vez que se haya llegado a la profundidad indicada en Proyecto, se reconocerán los fondos de las excavaciones; y se arreglarán las superficies de asientos, regularizándose según planos horizontales.

El Director de las Obras dará orden, por escrito, de continuar la hinca o de comenzar el relleno de la cámara, según el resultado del reconocimiento.

674.3.5 Relleno del cajón.

Se admitirá el hormigonado en seco de una primera tongada con hormigón rico y seco, si no es de temer un deslavado de la masa por circulación de agua a través de ella, producida por los agotamientos.

Si no es así, se recurrirá al empleo de hormigón sumergido, empleando tubo tremie o cualquier otro sistema que indique el Proyecto o el Director de las Obras.

La misión de la primera tongada será la de hacer estanco en el fondo del cajón, impidiendo la posterior entrada de agua y permitiendo realizar en seco el resto del relleno. El Contratista propondrá justificadamente el espesor de esta tongada, teniendo en cuenta la subpresión a soportar que habrá de ser aprobada por el Director de las Obras.

El hormigonado del terreno posterior se realizará después de transcurridos al menos cuarenta y ocho horas (48 h), desde la eliminación del agua del interior del cajón.

Sobre las capas de hormigón ya hechas, se colocarán tablonés para que el tránsito de los operarios no se verifique directamente sobre el material empleado; limpiando adecuadamente la superficie de las capas colocadas, antes de echar las nuevas.

674.3.6 Enrase de cimientos.

Terminado el descenso del cajón, y mientras se hace el relleno del mismo, se procederá a recortar e igualar las superficies terminadas; de manera que, en

su parte superior, queden perfectamente enrasadas con el plano de cimientos fijado en Proyecto. El relleno de hormigón alcanzará así mismo dicha superficie.

Con objeto de facilitar el trabajo de enrase de cimientos y arranques de la superestructura, realizando las operaciones necesarias en seco, podrá disponerse, una ataguía en el borde la sección superior del cajón según propuesta del Contratista aprobada por el Director de las Obras. La aprobación por parte del Director de las Obras no exime al Contratista de la total responsabilidad de la solución propuesta.

674.4 MEDICIÓN Y ABONO

El hormigón, encofrados, armaduras, y perfiles laminados empleados, se abonarán de acuerdo con lo establecido para la medición y abono de dichas unidades en los artículos correspondientes del presente Pliego.

La excavación se abonará por metros cúbicos (m³), resultantes de multiplicar la superficie en planta del cajón, a nivel de los bordes de las cuchillas, por la diferencia de cotas existente entre la posición inicial y final de dicho borde, ambas medidas en el terreno. Si existen varios precios de excavación en cajones indios, en función de la naturaleza del terreno, se entenderá que la excavación en un terreno comienza cuando al menos la mitad (1/2) de la longitud de las cuchillas se apoya en dicho terreno.

675 ANCLAJES

675.1 DEFINICIÓN

Anclaje: Dispositivo capaz de transmitir una carga de tracción, aplicable sobre el mismo, a una zona del terreno capaz de soportar dicho esfuerzo.

El dispositivo se compone, básicamente, de:

- Cabeza: Parte del anclaje que transmite el esfuerzo de tracción de la armadura a la placa de reparto o a la estructura.
- Armadura: Parte longitudinal, en general barra o cable, del anclaje que, trabajando a tracción, está destinada a transmitir la carga desde la cabeza hasta el terreno. Se divide a su vez
 - Longitud libre: Longitud de la armadura comprendida entre la cabeza del anclaje y el extremo superior de la longitud fija o bulbo.
 - Bulbo o longitud fija: zona del anclaje destinada a transmitir la carga del anclaje al terreno, en general mediante una lechada.

Por su forma de trabajar, los anclajes se clasifican en:

- Anclaje pasivo: Aquel que entra en tracción por sí solo, al oponerse la cabeza al movimiento del terreno inestable o de la estructura.
- Anclaje activo: Aquel cuya armadura, una vez instalado, se pretensa hasta la carga de proyecto que puede coincidir con la carga última de trabajo o ser sólo una fracción de este.

En función de la vida útil, los anclajes se clasifican en:

- Anclajes temporales,: Aquellos cuya vida útil no es superior a dos (2) años.
- Anclajes permanentes: Aquellos cuya vida útil se considera superior a dos (2) años.

675.2 MATERIALES Y PRODUCTOS

La conexión entre el anclaje y la estructura deberá ser capaz de acoplarse a las deformaciones previstas a lo largo de la vida del anclaje.

El conjunto de materiales utilizados deberán ser compatibles entre sí. Esta condición adquiere particular importancia entre materiales que se encuentren en contacto directo. Las características de los materiales no serán susceptibles de sufrir modificación durante la vida del anclaje.

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.

675.2.1 Armadura

Todas las armaduras de acero deberán cumplir los requisitos exigidos por UNE 36-094.

Otros materiales podrán ser utilizados, únicamente si su adecuación a los anclajes está suficientemente comprobada, además de necesitar el consentimiento explícito del Proyecto o del Director de las Obras.

675.2.2 Cabeza de anclaje

La cabeza de anclaje deberá permitir la puesta en carga de la armadura, soportar la tensión de prueba, la tensión de bloqueo y, si fuera necesario, un relajamiento y una nueva puesta en carga en tensión. Deberá ser capaz de soportar el cien por cien (100%) de las características de tensión de la armadura.

Deberá estar proyectada para permitir desviaciones angulares de la armadura, con respecto a la dirección normal a la cabeza, de tres grados sexagesimales (3°) al noventa y siete por ciento (97%) de la resistencia característica (f_{pk}) de la armadura.

Deberá transmitir la carga de la armadura a la estructura principal ó al terreno a través de elementos de acero u hormigón convenientemente proyectados.

675.2.3 Manguitos para empalme de armaduras.

Los manguitos no deberán disminuir la resistencia a tracción de la armadura.

Será necesario que la armadura no lleve manguito alguno en la zona de bulbo.

No deberán modificar la protección contra la corrosión, ni el movimiento libre de la longitud de alargamiento.

675.2.4 Bulbo de anclaje.

Con el fin de anclar con la longitud de bulbo necesaria se deberán utilizar, salvo prescripción en contrario del Proyecto o del Director de las Obras, armaduras perfiladas o nervadas.

Los aceros de pretensado, que tengan una superficie lisa, sólo podrán ser utilizados, si se anclan mediante la ayuda de dispositivos de anclaje especiales. Esto deberá venir fijado en Proyecto o ser aceptado por el Director de las Obras, y se deberá comprobar su validez mediante un ensayo previo.

Cuando se utilicen longitudes de bulbo inferiores a tres metros (3 m), para transmitir tensiones de bloqueo superiores a trescientos kilonewton (300 KN), la idoneidad de la lechada de sellado deberá ser confirmada por ensayos previos.

675.2.5 Separadores y otros elementos colocados en la perforación.

Todas las vainas instaladas deberán disponer de un recubrimiento mínimo de diez milímetros (10 mm) de lechada en la pared del agujero de perforación.

A fin de garantizar, en el agujero de perforación, un posicionamiento correcto de las armaduras, de sus componentes, de los elementos de protección contra la corrosión o de cualquier otro elemento, se deberán colocar separadores o centradores de manera que se respeten las exigencias de recubrimiento mínimo de la lechada. Estos separadores no deberán interferir en la inyección de la lechada.

La concepción de los centradores deberá tener en cuenta la forma de la perforación, posibles acampanamientos en la misma, y la susceptibilidad del terreno a ser dañado durante la inserción de la armadura.

675.2.6 Lechada de cemento y aditivos.

Cuando la lechada de cemento se utilice para sellar la armadura a la vaina será conveniente que la relación agua/cemento no exceda un valor de cero con cuatro (0,4), para minimizar el agua libre.

Las relaciones agua/cemento, para las lechadas de los bulbos, se deberán elegir en concordancia a las propiedades del terreno, y su rango de variación deberá encontrarse en el intervalo de cero con cuatro a cero con seis (0,4 a 0,6).

Los cementos con alto contenido en sulfatos, resultan agresivos a los aceros pretensados y, por tanto, no podrán emplearse con este tipo de acero.

Los cementos, que no corroan ni dañen a los aceros de pretensado podrán ser utilizados en la inyección de lechada en armaduras pretensadas.

Deberá tenerse en cuenta la agresividad del medio, a la hora de elegir el tipo de cemento para las lechadas en contacto con el terreno circundante.

Podrán utilizarse aditivos para mejorar la manejabilidad, reducir el agua libre ó la retracción, y para aumentar el desarrollo de las resistencias.

El uso de aditivos con aceros de pretensado deberá realizarse de acuerdo con el Director de las Obras. Los aditivos no deberán presentar elementos susceptibles de dañar los aceros de pretensado ó la misma lechada. No deberá utilizarse ningún aditivo que contenga más de cero con uno por ciento (0,1%), en peso, de cloruros, sulfatos o nitratos.

Será conveniente realizar, ensayos de laboratorio e "in situ", con el fin de verificar el comportamiento de la mezcla.

675.2.7 Resinas.

Las resinas y morteros de resina podrán utilizarse en la ejecución de anclajes, en lugar de las lechadas de cemento.

La resina propuesta para la ejecución de anclajes deberá recibir el visto bueno del Director de las Obras.

Será conveniente realizar, ensayos de laboratorio e "in situ", con el fin de verificar el comportamiento de la mezcla.

675.2.8 Protección contra la corrosión.

Considerando que no existe ningún procedimiento exacto para definir, con una precisión suficiente, los condicionantes de corrosión, para poder predecir la evolución de esta última a lo largo del tiempo, todos los elementos de acero de un anclaje, puestos directa o indirectamente en tensión, deberán protegerse contra la corrosión durante su vida útil. Los elementos de protección deberán ser capaces de transmitir las sollicitaciones aplicadas a la armadura del anclaje, cuando sea necesario.

El tipo de protección contra la corrosión vendrá dado por la vida útil prevista para el anclaje.

675.2.8.1 Anclajes temporales.

Los elementos de acero de un anclaje provisional deberán tener una barrera de protección que impida la corrosión durante una duración mínima de dos (2) años.

En caso de prolongar temporalmente la vida de un anclaje provisional, ó bien que el anclaje se coloque en un terreno con agresividad corrosiva, se deberán tomar medidas suplementarias para proteger todos los componentes del anclaje de la corrosión, las cuales deberán tener el visto bueno del Director de las Obras.

El Proyecto especificará los sistemas concretos de protección temporal a utilizar así como los requisitos a cumplir por los mismos.

675.2.8.2 Anclajes permanentes.

Todos los elementos de acero de un anclaje permanente que sean inaccesibles deberán cumplir alguno de los siguientes requisitos:

- Dos barreras anticorrosión, a fin de que si una de ellas se daña durante la instalación la otra permanezca intacta.
- Una sola barrera anticorrosión, cuya integridad deberá ser demostrada bien mediante ensayo del sistema de ejecución del anclaje o bien mediante comprobación de cada anclaje después de su instalación.
- Todo sistema de anclaje, cuya experiencia sobre la idoneidad del mismo esté suficientemente documentada, podrá utilizarse bajo la aprobación del Director de las Obras.

El proyecto especificará los sistemas concretos de protección permanente a utilizar así como los requisitos a cumplir por los mismos.

675.2.9 Componentes y materiales utilizados comúnmente como protección contra la corrosión.

675.2.9.1 Vainas y conductos plásticos.

Las vainas y conductos plásticos deberán cumplir las prescripciones de las normas concernientes a estos materiales. En particular deberán ser continuas, estancas a la humedad y resistentes a los rayos ultravioleta durante la duración de su almacenaje. Las juntas de los elementos plásticos deberán estar selladas herméticamente por contacto directo mediante producto de estanqueidad, de tal manera que se impida el paso de la humedad.

El espesor mínimo de pared de una vaina exterior corrugada, común a una o más armaduras deberá ser de:

- Un milímetro (1 mm) para un diámetro interno inferior a ochenta milímetros (80 mm).
- Un milímetro y medio (1,5 mm) para un diámetro interno comprendido entre ochenta milímetros (80 mm) y ciento veinte milímetros (120 mm), ambos inclusive.
- Dos milímetros (2 mm) para un diámetro interno superior a ciento veinte milímetros (120 mm)

El espesor mínimo de pared de una vaina exterior lisa, deberá ser superior en un milímetro (1 mm) a la requerida para los tubos corrugados o bien deberá estar reforzada, en proporción equivalente.

El espesor mínimo de pared para una vaina interior lisa deberá ser de 1 mm, y en el caso de vaina de corrugada de 0,8 mm.

Para transferir las cargas, los conductos de plástico deberán ser nervados ó corrugados, salvo indicación justificada en contra del Proyecto o del Director de las Obras. La amplitud y la frecuencia de las corrugas deberá estar relacionada con el espesor de la pared, debiendo ser capaces de transferir las cargas sin presentar deslizamiento.

675.2.9.2 Manguitos termo-retráctiles.

Se podrán utilizar manguitos termo-retráctiles para encapsular los componentes de protección contra la corrosión que recubren la superficie de un elemento de acero.

El calentamiento de la vaina termo-retráctil deberá realizarse de tal manera que las otras vainas o tubos de plástico no resulten quemadas ni deformadas por reblandecimiento.

El porcentaje de retracción deberá ser suficiente para prevenir cualquier aparición de agujeros a largo plazo. El espesor de la pared de los manguitos, después de la retracción, no deberá ser inferior a un milímetro (1 mm).

675.2.9.3 Dispositivos de estanqueidad.

Las juntas mecánicas deberán estar selladas con juntas tóricas, juntas de estanqueidad o manguitos termo-retráctiles.

La junta, ó cualquier otro dispositivo equivalente deberá prevenir cualquier fuga del relleno ó cualquier penetración de agua desde el exterior, sea cual sea el movimiento relativo entre los elementos considerados.

675.2.9.4 Lechadas de cemento.

Se considerará como protección temporal y/o permanente la inyección de lechada de cemento en los taladros de perforación, con la condición de que el recubrimiento del anclaje no sea inferior a diez milímetros (10 mm) en toda su longitud, debiendo comprobarse que en cualquier condición de carga del anclaje el ancho de fisuras no excede de 0,1 mm.

Se podrá realizar una de las dos barreras de protección por inyección de una lechada de cemento denso, convenientemente controlado, con la condición de que el espesor de recubrimiento entre la armadura y la segunda barrera no sea inferior a cinco milímetros (5 mm) y con la condición de haber comprobado que la anchura de cualquier fisura, producida en condiciones de carga normales, no sea superior a cero con un milímetro (0,1 mm).

El reparto de fisuras y de sus anchuras puede, en ciertas condiciones, depender de la posición de las corrugas del tendón.

675.2.9.5 Resina.

Las lechadas a base de resina inyectada, o colocadas de manera controlada, se podrán utilizar como barrera de protección permanente siempre que se obtenga un recubrimiento mínimo del tendón de cinco milímetros (5 mm), estén cerradas, no sufran contracciones y no presenten fisuras.

675.2.9.6 Productos para la protección contra la corrosión.

Podrán ser utilizados, como protección contra la corrosión, productos derivados del petróleo (ceras) y de grasas. El proyecto incluirá explícitamente las condiciones y criterios de aceptación a exigir a este tipo de productos.

Estos productos deberán no ser oxidables y serán resistentes a los ataques de bacterias y microorganismos.

Los productos de protección contra la corrosión, utilizados como barreras permanentes, deberán estar encerrados en una vaina resistente, estanca a la humedad y cerrada por una caperuza no susceptible a la corrosión. En estas circunstancias, estos productos podrán utilizarse igualmente para rellenar cavidades y para servir como lubricantes e impedir la presencia de gas o agua.

675.2.9.7 Tubos y caperuzas metálicas.

Se podrán utilizar piezas metálicas como barreras permanentes contra la corrosión siempre que éstas estén convenientemente protegidas externamente. Este tipo de protección podrá obtenerse con lechadas de cemento denso, con hormigón, con galvanización en caliente o con la aplicación de varias capas de materiales de revestimiento, siempre que vengan indicadas en Proyecto o el Director de las Obras haya dado explícitamente su visto bueno.

Cuando dichas piezas, están sometidas a tensión durante el proceso de carga sólo podrán ser consideradas barreras contra la corrosión si se comprueba su validez mediante ensayos.

675.3 EJECUCIÓN

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.

675.3.1. Perforación

Los taladros para la colocación de los anclajes se perforarán de acuerdo con los diámetros, profundidades y posicionamiento indicados en los planos, salvo especificación en contra de Director de las Obras.

El diámetro de la perforación deberá asegurar el recubrimiento especificado de lechada a lo largo de la longitud del bulbo.

El método de perforación deberá ser seleccionado en función de las propiedades del suelo con el objetivo de evitar alteraciones en el mismo, salvo aquellas que puedan ser consideradas como necesarias para movilizar la resistencia del cálculo del anclaje.

Los fluidos de perforación, y los eventuales aditivos, no deberán presentar efectos adversos sobre la armadura, sobre su protección o sobre la lechada.

Los procedimientos para contrarrestar la presión de agua y de evitar surgencias, derrumbe del taladro o erosión durante las operaciones de perforación, puesta en obra e inyección deben ser determinados con antelación y aplicados cuando sean necesarios.

El proceso de perforación se deberá realizar de tal manera que cualquier variación en las características del terreno que hayan servido de base en el diseño del anclaje pueda ser detectada inmediatamente.

La perforación de cada taladro deberá reflejarse en un parte, en el cual, se recogerán los datos referentes a la clase de terreno, espesor de las capas, etc; de tal manera que si se producen variaciones con relación a lo previsto se puedan detectar y comunicar al Director de la Obra. En estos partes se incluirán, asimismo, las pérdidas de fluido de perforación y las posibles incidencias durante el avance.

675.3.2. Fabricación, transporte, almacenaje y puesta en obra

675.3.2.1. Fabricación, transporte y almacenaje

Durante el proceso de fabricación y almacenaje, los anclajes y sus componentes deberán conservarse en un ambiente seco y limpio de elementos que puedan dañar a las armaduras o las vainas de protección, como agua, aceites, grasas o efectos térmicos. Las armaduras deberán estar perfectamente libres de óxido.

Durante la manipulación del anclaje se prestará especial cuidado en no retorcerle y en evitar excesivas curvaturas que pudieran dañar o desorganizar su ensamblaje; evitando, asimismo, dañar los centradores-separadores y los medios de protección contra la corrosión.

En el caso de que la armadura tenga cables engrasados se deberá prestar especial atención a la limpieza de los mismos en la zona de adherencia.

La utilización de disolventes se deberá realizar con precaución, comprobando en cada caso que los disolventes no presentan agresividad en contacto directo con los componentes del anclaje.

Los centradores y separadores de la armadura deberán quedar sólidamente sujetos a la misma. El espaciamiento de los centradores dependerá fundamentalmente de la rigidez de la armadura y de su peso por unidad de longitud.

Las armaduras se deberán inspeccionar antes de su introducción en el taladro, con el objetivo de poder reparar, antes de su colocación, cualquier daño que pudieran presentar.

Durante la carga, transporte y puesta en obra de los anclajes se deberán tomar las precauciones necesarias para no deformarlos o dañar sus componentes y elementos de protección contra la corrosión.

Antes de proceder a la puesta en obra se considera conveniente proceder a chequear el estado de la perforación y la ausencia de posibles obstrucciones en la misma.

Los intervalos de tiempo que requieran las diferentes operaciones en la ejecución de un anclaje se deberán determinar en función de las propiedades del terreno, tendiendo, en cualquier caso, a intervalos lo más cortos posibles.

675.3.2.2. Inyección

Todas las operaciones de inyección, tales como sistema de inyección, cantidades, presiones, etc; se consignarán en un parte de trabajo.

La composición de las mezclas de inyección dependerá de la naturaleza del suelo.

En presencia de suelos agresivos se deberán utilizar cementos resistentes a los mismos.

La preinyección, en caso de ser necesaria, se realizará, en general, rellenando la perforación mediante lechada de cemento. Las lechadas de arena/cemento se utilizarán generalmente en rocas o en suelos cohesivos fuertemente consolidadas que presenten fisuras parcialmente rellenas o abiertas, y en suelos no cohesivos permeables para reducir la pérdida de lechada.

Las inyecciones químicas, cuyo uso se encuentra fuera de la práctica normal, en caso de utilizarse, deberán verificar que no contienen elementos que puedan dañar al anclaje.

675.3.2.2.1. Inyección del anclaje

Se deberá proceder a inyectar lo más pronto posible una vez colocado el anclaje en el taladro.

La boca del conjunto de inyección deberá permanecer siempre sumergida en la lechada durante todo el proceso de inyección, debiendo proseguirse la inyección hasta que la consistencia de la lechada emergente sea similar a la de la lechada inyectada.

El proceso de inyección se deberá realizar siempre desde la zona más baja a inyectar hacia arriba, y no deberá interrumpirse una vez iniciado el proceso. El método empleado deberá asegurar la eliminación del aire y del agua para conseguir rellenar íntegramente el taladro.

Cuando esté prevista una inyección repetitiva o una reinyección se deberá incorporar un sistema de tubos manguito.

Las inyecciones selectivas a alta presión podrán ser utilizadas para aumentar la resistencia del anclaje, por el efecto de mejora que la lechada induce en el terreno. Esta operación podrá realizarse antes o después de la colocación del anclaje.

El proceso de inyección deberá asegurar que no se transmita la fuerza del terreno al anclaje más que en la zona del bulbo.

Después de realizada la inyección no se manipulará el anclaje hasta que se alcance la resistencia característica necesaria estipulada en proyecto. En general se considerará suficiente, para proceder al tesado del anclaje, un intervalo de tiempo de siete (7) días desde la finalización del proceso de inyección del mismo. Este plazo se puede reducir en función del uso de acelerantes de fraguado.

675.3.2.3. Equipo y tesado de los anclajes

Los equipos de tesado deberán ser regularmente calibrados.

La operación de tesado de los anclajes se deberá hacer preferentemente en una sola operación. Los equipos que apliquen una sollicitación individual no simultánea por cada cable deberán equiparse con un dispositivo de medida permanente para poder calcular la tensión total aplicada al anclaje durante el tesado.

La secuencia del proceso de tesado de los anclajes se deberá especificar antes de la ejecución del inicio de los trabajos.

Durante los ensayos y fases de tesado de los anclajes se deberá asegurar que no se produce ningún deterioro en la integridad de los mismos.

675.4 ENSAYOS, VIGILANCIA Y CONTROL

Se consideran tres tipos de ensayos:

- Ensayos de investigación
- Ensayos de adecuación o idoneidad
- Ensayos de aceptación

Los métodos de puesta en carga serán los recogidos en NLT 257 y 258.

Durante los períodos de mantenimiento de la tensión, cuando se determine la fluencia, la precisión de las medidas deberá ser de cinco centésimas de milímetro (0,05 mm). Cuando no se mida la fluencia la precisión requerida será de cero con cinco milímetros (0,5 mm).

La sensibilidad de los aparatos de medida de la fluencia será una centésima de milímetro (0,01 mm).

La medida de tracciones en los anclajes se deberá realizar con precisión igual o superior al dos por ciento (2%) de la tensión máxima aplicada durante cada ensayo.

La sensibilidad de los dispositivos utilizados en los ensayos de relajación de tensiones será igual o superior al cinco por ciento (0,5%) de la tensión de prueba.

La tensión de referencia adoptada, con relación a la cual se miden todas las tensiones deberá ser, normalmente, un décimo de la tensión de prueba P_p ($P_a = 0,1 \cdot P_p$).

Podrá tomarse una tensión de referencia superior cuando después de algunos ciclos de carga aparezcan alargamientos no esperados o excesivos de la armadura.

Si no se sobrepasarán los límites de fluencia o de pérdida de tensión, el valor máximo de la tensión de bloqueo P_o deberá limitarse a cinco veces la tensión característica de rotura del acero ($P_o \leq 0,6 P_{tk}$).

En los ensayos de idoneidad, y en los de aceptación, cuando se sobrepase el valor límite de fluencia, o de pérdida de tensión, se deberá disminuir el valor de la tensión de bloqueo hasta alcanzar un valor que permita respetar el criterio de fluencia o de pérdida de tensión.

675.4.1 Ensayos de investigación

Los ensayos de investigación se realizarán previamente a la ejecución de los anclajes. Será recomendable realizar dichos ensayos cuando los anclajes vayan a ser realizados en terrenos cuyas propiedades no hayan sido verificadas en ensayos anteriores o cuando las tensiones, a las que van a estar sometidos, sean superiores a las adoptadas en condiciones de terreno semejantes ya conocidos.

En estas condiciones se deberá determinar:

- La resistencia del bulbo del anclaje, R_a , en el contacto terreno-lechada
- La longitud libre aparente de la armadura, L_{ap}
- La carga crítica de fluencia del anclaje, o las características de fluencia del anclaje a diferentes cargas hasta la rotura (NLT-258)

El procedimiento de aplicación de carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

675.4.2 Ensayos de adecuación o idoneidad

Antes de la ejecución de estos ensayos se deberá disponer del conjunto de resultados e interpretación de los ensayos de investigación realizados.

Los ensayos de idoneidad deberán confirmar:

- La capacidad del anclaje de soportar la tensión de prueba P_p .
- Las características de fluencia o de la pérdida de tensión del anclaje hasta la tensión de prueba P_p .
- La longitud libre aparente de la armadura.

Se realizarán al menos tres (3) ensayos de idoneidad, realizados en condiciones idénticas a los anclajes de la obra.

El procedimiento de aplicación de carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

675.4.3 Ensayos de aceptación

Este ensayo se deberá realizar sistemáticamente en el tesado de todos los anclajes.

Los objetivos de estos ensayos son:

- Comprobar la capacidad del anclaje de soportar la tensión de prueba.
- Determinar la longitud libre aparente de la armadura, L_{ap} .
- Confirmar las características de fluencia o pérdida de tensión en el estado límite de servicio P_o .

El procedimiento de aplicación de la carga se hará de acuerdo con lo establecido por el método de ensayo utilizado.

675.5 MEDICION Y ABONO

El proyecto tipificará los anclajes a utilizar en función de su longitud y carga admisible. Cada tipo de anclaje se abonará en función de los siguientes conceptos:

- Unidad de partes fijas del anclaje, que incluirá la cabeza, placa, tesado y sistemas de protección externa (caperuzas, etc.).

- Metro lineal de anclaje realmente ejecutado, incluyendo el conjunto de operaciones y suministros necesarios para su ejecución. Esta unidad se medirá siempre desde la cara de apoyo de la cabeza de anclaje.

Normas de referencia en el artículo 675

- UNE 36-094 Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- NLT-257 Ensayo de puesta en carga de un anclaje mediante ciclos incrementales para la determinación del desplazamiento por fluencia de la cabeza del anclaje
- NLT-258 **Ensayo de puesta en carga de un anclaje mediante fases incrementales para la determinación del desplazamiento por fluencia de la cabeza del anclaje**

676 INYECCIONES

676.1 DEFINICIÓN

La inyección de un terreno implica la introducción en el mismo, para reducir su grado de permeabilidad y/o mejorar sus condiciones mecánicas, de una mezcla fluida que posteriormente fragua y endurece.

En el proceso se controla indirectamente la colocación a distancia de materiales bombeables mediante el ajuste de sus propiedades reológicas y de sus parámetros de colocación (presión, volumen, caudal).

En el artículo se contemplan los siguientes tipos de inyección:

- Impregnación: Sustitución del agua y/o gas intersticial en un medio poroso, por una lechada inyectada a una presión suficientemente baja, que asegure que no se producen desplazamientos significativos de terreno.
- Relleno de fisuras: Inyección de lechada en las fisuras, diaclasas, fracturas o discontinuidades, en general, en formaciones rocosas.
- Relleno de huecos: Consiste en la colocación de una lechada, con un alto contenido de partículas, para el relleno de grandes huecos.
- Inyección por compactación: Consiste en un método de inyección con desplazamiento del terreno, en el cual se introduce un mortero de alta fricción interna en una masa de suelo.
- Fracturación hidráulica: Consiste en la inyección del terreno mediante su fracturación por lechada, con una presión por encima de su resistencia a tracción y de su presión de confinamiento. También se denomina hidrofracturación, hidrofisuración, hidrojetting o claquage.

Como procesos de inyección se contemplan los siguientes:

- Inyección desde la boca de la perforación: Consiste en introducir la lechada desde la boca del sondeo, obturando en la parte superior.
- Inyecciones por fases descendentes: consiste en un proceso en el cual se perfora e inyecta un tramo de terreno, reperforando e inyectando a continuación el tramo inmediato inferior. También se puede aplicar este método con la colocación de obturadores, iniciándose el proceso de inyección progresivamente hacia el fondo de sondeo.
- Inyecciones por fases ascendentes: se trata de un proceso de inyección por tramos sucesivos, comenzando desde la parte inferior de la zona a inyectar hasta la zona superior.

- Inyección por fases repetitivas mediante tubos manguito: se trata de un procedimiento que permite tratar repetidamente, en distintas fases, un mismo punto, sin reperfusión, para lo cual se perfora un taladro colocando en su interior un tubo, denominado "tubo manguito", que tiene una serie de agujeros periféricos, obturados exteriormente por manguitos de goma, que sirven de válvulas antirretorno, por los que sale la lechada. El espacio anular entre el tubo y el terreno se rellena, constituyendo lo que se denomina "gaine", con el objetivo de conseguir una obturación longitudinal continua.

676.2 MATERIALES Y PRODUCTOS

676.2.1 Requisitos generales

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.

Se deberá evaluar la compatibilidad de todos los componentes de la lechada. Asimismo se deberá evaluar la interacción entre la lechada y el terreno a tratar.

Una vez aprobados los materiales a utilizar no deberán modificarse, salvo autorización del Director de las Obras, previa realización de ensayos de conformidad, cuyo abono correrá a costa del contratista.

676.2.2 Materiales de inyección

676.2.2.1 Conglomerantes hidráulicos

Los conglomerantes hidráulicos incluyen los cementos y productos similares que se emplean suspendidos en el agua para la preparación de las lechadas.

En la selección del conglomerante hidráulico para la lechada se deberá considerar su granulometría en relación a las dimensiones de las fisuras o huecos existentes en el terreno a tratar.

Se podrán utilizar todos los tipos de cemento que sean compatibles con la lechada y el terreno a tratar.

El cemento a utilizar se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la humedad e intemperie.

676.2.2.2 Materiales arcillosos

Podrán utilizarse materiales arcillosos en las lechadas hechas a base de cemento, con el fin de reducir la sedimentación, y variar la viscosidad y la cohesión de la lechada, consiguiéndose, además, una mejora de la bombeabilidad.

Se podrán utilizar arcillas naturales de carácter eminentemente plástico y estructura laminar, siendo conveniente el empleo de arcillas de tipo bentonítico, activadas o modificadas, por su mejor calidad en cuanto al efecto superficie de sus partículas, así como por la mayor regularidad de sus propiedades.

En todo caso deberá conocerse la mineralogía, granulometría, humedad y límite líquido del material arcilloso que se utilice.

676.2.2.3 Arenas y fillers

Las arenas y los fillers podrán emplearse en las lechadas de cemento y en las suspensiones de arcilla como aditivos de masa o bien como productos para variar la consistencia de la lechada, mejorar su comportamiento frente a la acción del agua, su resistencia mecánica y su deformabilidad.

En general podrán utilizarse arenas naturales o gravas, fillers calcáreos o silíceos, puzolanas y cenizas volantes siempre que se asegure que no contienen elementos perjudiciales.

676.2.2.4 Agua

El agua deberá ser compatible con el cemento a emplear, debiendo realizarse ensayos del agua obtenida "in situ", para determinar el contenido de cloruros, sulfatos y materia orgánica antes de su aprobación.

676.2.2.5 Productos químicos y aditivos

Se podrán utilizar productos químicos tales como los silicatos y sus reactivos, resinas acrílicas y epoxy, materiales hechos a base de lignina y poliuretanos, siempre que cumplan la legislación ambiental vigente.

Se deberá considerar, a la hora de evaluar su utilización, el conjunto de reacciones que puedan producirse tanto entre los productos empleados y sus derivados, como con otros componentes de la lechada y con el suelo existente.

Los aditivos son productos orgánicos e inorgánicos que se añaden, en general en cantidades reducidas, a la lechada con el objetivo de modificar sus

propiedades y controlar sus parámetros, tales como viscosidad, tiempo de fraguado y estabilidad, durante el proceso de inyección, además de la resistencia, cohesión y permeabilidad una vez colocada la lechada. Como aditivos se podrán utilizar, entre otros, superplastificantes, productos para retener agua y productos para arrastrar aire.

676.2.3 Lechadas

Se denomina lechada a un material bombeable que se inyecta en el terreno modificando las características físicas del medio.

A efectos del presente artículo las lechadas se clasifican como:

- Suspensiones.

Son las lechadas que contienen agua y productos sólidos no disueltos, pudiendo incluir también aditivos. Durante el flujo presentan el comportamiento de un fluido de Bingham.

En las suspensiones se debe tener en cuenta la tendencia que presentan los sólidos en suspensión a sedimentar (por efecto de la acción de la gravedad), y a perder agua bajo presión, lo que deberá ser considerado con relación a la naturaleza y propiedades de los materiales existentes.

A estos efectos se considerará que una suspensión es estable si cuando se coloca un litro (1 l) en un cilindro graduado, al cabo de cuatro horas (4 h), el volumen superior de agua clara que sobrenada es inferior al cuatro por ciento (4%) del volumen total.

- Disoluciones.

Las disoluciones que se emplean como lechadas se caracterizan por la ausencia de partículas sólidas, al disolverse los componentes químicos en el agua.

Se caracterizan por presentar un comportamiento de fluido Newtoniano.

676.3 EJECUCIÓN

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.

676.3.1 Perforación

El procedimiento de perforación elegido y de limpieza deberán asegurar la viabilidad del proceso de inyección futuro, en especial cuando se pueda incurrir en modificaciones de la permeabilidad de los puntos de inyección.

En el caso de inyección de un macizo rocoso se deberá tener en cuenta la disposición de los planos de estratificación, diaclasas y fracturas, debiéndose ajustar las perforaciones a la orientación y espaciamiento de las principales juntas abiertas.

Las perforaciones se realizarán de acuerdo con los ángulos, orientación y espaciamiento incluidos en el proyecto.

No se permitirán desviaciones, con relación al eje de la perforación prevista, superiores a un tres por ciento ($> 3\%$) para profundidades de hasta veinte metros (20 m). En el caso de perforaciones más profundas la distancia entre perforaciones contiguas se deberá ajustar para tener en cuenta posibles desviaciones.

En el caso de que la inyección no se realice inmediatamente después de la perforación, se deberá proteger ésta para evitar su contaminación.

676.3.2 Preparación de la lechada

Los componentes de la lechada deberán almacenarse de tal manera que sus propiedades no se vean alteradas por los efectos de la climatología, en especial de la temperatura y de la humedad.

Se deberá impedir la contaminación de la lechada y de sus componentes durante el almacenaje, manipulación y entrega.

Cuando las lechadas contengan bentonita, ésta deberá hidratarse antes de su empleo en las mezclas.

La dosificación de los componentes de la lechada se deberá efectuar con dispositivos homologados, con tolerancias que no sobrepasen, en ningún caso,

el cinco por ciento (5%), debiendo respetarse, para valores inferiores, el nivel de tolerancia estipulado por los fabricantes.

Se deberán utilizar procesos de batido y/o mezclado automáticos.

Los equipos de mezclado deberán seleccionarse para garantizar la homogeneidad de la muestra.

Las bombas y los equipos de inyección se deberán seleccionar de acuerdo con la técnica de inyección elegida.

La presión de inyección se medirá lo más cerca posible del punto de tratamiento.

Los sistemas de inyección deberán eliminar aumentos bruscos de presión con el objetivo de impedir la iniciación no intencionada y no detectada de fracturas hidráulicas.

Las tuberías de suministro de lechada deberán ser capaces de soportar la presión máxima de bombeo con un margen suficiente de seguridad. Su diámetro deberá permitir caudales suficientemente elevados para impedir la separación de los componentes de la lechada mezclada (suspensiones).

Las tuberías de distribución para el suministro de lechadas de resina deberán ser resistentes y se limpiarán inmediatamente después de realizar la inyección.

Las suspensiones deberán agitarse hasta el momento en que se inyecte la lechada, para impedir su sedimentación.

Si se utilizan tubos manguito, el interior del tubo de inyección se deberá lavar al final de cada fase de inyección.

676.3.3 Colocación y secuencias de la inyección

El desarrollo de una obra de inyección es un proceso interactivo y continuo, que exige una supervisión "in situ".

El proceso de inyección se rige por:

- El volumen de lechada por fase.
- El caudal.
- La presión de inyección.
- La viscosidad de la lechada.

La elección del método de colocación de la lechada dependerá de las características del terreno, de los objetivos a conseguir con el trabajo y del tipo de lechada a emplear.

Los huecos y cavidades grandes suelen rellenarse por gravedad, bien directamente o bien mediante un tubo tremie que alcance la base del hueco o de la cavidad.

La inyección por fases descendentes es el método clásico de inyección de rocas, en especial si se trata de macizos rocosos inestables.

La inyección por fases ascendentes se aplica en macizo rocosos estables, así como en terrenos inestables si el objetivo es una inyección de compactación.

La inyección por fases repetitivas mediante tubos manguito tiene su campo de aplicación principal en suelos y en terrenos rocosos inestables. Esta técnica permite inyectar, en diferentes fases, sin reperforación, un mismo punto de tratamiento.

Los obturadores podrán ser pasivos, mecánicos o hidráulicos y deberán tener una longitud suficiente para minimizar el riesgo de fuga de lechada de la zona tratada, debiendo garantizar, asimismo, la estanqueidad entre la pared y el tubo de inyección cuando la presión alcance su valor máximo.

La longitud máxima de tramo de tratamiento, en macizos rocosos, no deberá sobrepasar el intervalo de cinco (5) a diez (10) metros, debiendo, en caso de estar la roca alterada o fisurada, ajustarse dicho intervalo.

En suelos, la longitud máxima de tramo de tratamiento no deberá ser mayor de un (1) metro de longitud.

Cuando se sepa o sospeche que la inyección se va a realizar en presencia de aguas subterráneas con circulación se deberán adoptar medidas que eviten una excesiva dilución o una pérdida total de lechada.

676.3.4 Supervisión y control

Siempre que sea posible se deberán utilizar sistemas informatizados para:

- El seguimiento de la perforación de los sondeos.
- La medición y control de la presión, del caudal y del volumen de las lechadas inyectadas en cada punto.

Las propiedades de la lechada se supervisarán mediante los ensayos de control que indique el Proyecto, o en su defecto mediante los que establezca el

Director de las Obras, para asegurar, durante el transcurso de la inyección, el cumplimiento permanente de las características exigidas.

Como control mínimo rutinario se deberán realizar los siguientes ensayos:

<u>Suspensiones</u>	<u>Morteros</u>	<u>Disoluciones</u>
Densidad	Densidad	Densidad
Viscosidad Marsh	Trabajabilidad	Tiempo de fraguado
Tiempo de fraguado		
Decantación		

Las propiedades resistentes de las lechadas se determinarán mediante la realización de ensayos de compresión simple y/o de resistencia al corte.

Se deberá colocar la instrumentación recogida en el Proyecto, o en su defecto la que establezca el Director de las Obras, para efectuar el seguimiento de los movimientos del terreno y/o de las estructuras, con un nivel de precisión suficiente para asegurar que dichos movimientos permanecen dentro de los límites de tolerancia establecidos.

Para evaluar el grado de eficacia de las inyecciones se deberán realizar los ensayos que incluya el Proyecto, o en su defecto los que establezca el Director de las Obras, con el objetivo de poder modificar el tratamiento, conforme a las directrices que adopte el Director de las Obras, frente a cualquier anomalía.

676.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las inyecciones se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente inyectados.

En los casos en los que el Proyecto lo contemple de manera específica el abono será por metro lineal de tratamiento.

En caso de considerarlo el Proyecto, se podrán considerar diferentes precios por metro cúbico (m³) o por metro lineal (m), cuando el tratamiento afecte a distintas litologías.

Las operaciones de supervisión y control se considerarán incluidas en el precio considerado en cada caso, salvo que el Proyecto las defina de manera específica, en cuyo caso se abonarán a los precios unitarios establecidos en el mismo.

677. JET GROUTING

677.1. DEFINICIÓN

El jet-grouting es un proceso que consiste en la desagregación del suelo (o roca poco compacta), mezclándolo, y parcialmente sustituyéndolo, por un agente cementante (normalmente cemento). La desagregación se consigue mediante un fluido con alta energía, que puede incluir el propio agente cementante.

A efectos del presente artículo se considerarán los siguientes sistemas de jet-grouting:

- Sistema de fluido único

Cuando la desagregación y cementación del suelo se consigue con un chorro de un único fluido a alta presión que, en general, es una lechada de cemento.

- Sistema de doble fluido (aire)

Cuando la desagregación y cementación del suelo se realiza por un fluido, normalmente lechada de cemento, asistido por un chorro de aire a presión que actúa como segundo fluido.

- Sistema de doble fluido (agua)

Cuando la desagregación del suelo se obtiene por un chorro de agua a alta presión, utilizando como segundo fluido una lechada para conseguir la cementación del suelo.

- Sistema de triple fluido

Con este sistema la desagregación del suelo se consigue por un chorro de agua a alta presión, asistido por un chorro de aire a presión, utilizando como tercer fluido una lechada para conseguir la cementación del suelo.

677.2. MATERIALES

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.

Los materiales normalmente utilizados son mezclas de agua y cemento.

En caso de contemplarlo el Proyecto, se podrán utilizar otro tipo de conglomerantes hidráulicos.

En las mezclas de agua y cemento la relación entre ambos (a/c), salvo justificación en contra, deberá estar comprendida en el intervalo entre 0.5 y 1.5.

Se podrán utilizar aditivos para reducir el contenido de agua, o para variar la viscosidad, estabilizar o aumentar la impermeabilidad de la mezcla agua/cemento adoptada.

Además se podrán utilizar otros materiales tales como bentonita, filler y cenizas volantes.

Si se va a emplear bentonita en la mezcla, la suspensión de agua y bentonita deberá prepararse e hidratarse totalmente antes de añadir el cemento.

El agua que se utilice deberá analizarse en caso de existir dudas de que pueda presentar efectos negativos sobre el fraguado, el endurecimiento, la durabilidad de la mezcla, y en su caso, en la armadura.

El cemento que se utilice deberá ajustarse a las características definidas, para el mismo, en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos.

Si se utilizan armaduras para reforzar los elementos tratados, éstas deberán cumplir lo dispuesto en el artículo 600, "Armaduras a emplear en el hormigón armado", del presente Pliego.

677.3. EJECUCIÓN

La ejecución de un procedimiento de jet-grouting requiere, como mínimo, la definición de:

- La forma del elemento a inyectar (columna, panel, etc.)
- El proceso de jet-grouting apto para las condiciones de la masa de suelo a tratar.

Los equipos que se vayan a utilizar deberán cumplir las especificaciones del Proyecto, con relación a la metodología de jet-grouting a emplear, garantizando:

- La velocidad de extracción y la velocidad de rotación del varillaje de jet-grouting establecidas como velocidades de diseño.
- La presión correcta y el caudal necesario con el que debe ser suministrada la lechada.

Los parámetros de trabajo, normalmente, utilizados para los distintos sistemas de jet-grouting se encuentran comprendidos en los siguientes intervalos:

Parámetros de trabajo	Fluido sencillo	Doble fluido (aire)	Doble fluido (agua)	Triple fluido
Presión de la lechada (MPa)	(*)30-50	(*)30-50	> 2	> 2
Caudal de la lechada (l/min)	50-450	50-450	50-200	50-200
Presión de agua (MPa)			30-60	30-60
Caudal de agua (l/min)			30-150	50-150
Presión de aire (MPa)		0.2-1.7		0.2-1.7
Caudal de aire (m ³ /min)		3-12		3-12

- (*) El valor de 30 MPa, como límite inferior de la presión de la lechada en los sistemas de fluido único y doble fluido (aire), puede disminuirse hasta 20 MPa, en casos específicos, en general asociados a columnas de diámetro reducido, en suelos flojos no cohesivos

Como elementos de limpieza durante la perforación se podrán utilizar, dependiendo de las necesidades, aire, agua, lodo o espuma, y en los casos que sea necesario se empleará revestimiento.

La máxima desviación permitida en las perforaciones, con relación a su eje teórico, será de un 2% para profundidades inferiores a 20 m. Para profundidades superiores, y en ejecuciones horizontales, la desviación permitida deberá estipularse en Proyecto.

El espacio anular entre la perforación y el varillaje de jet-grouting deberá ser suficiente para permitir la salida de los rechazos sin ningún tipo de obstrucción.

En el caso de ejecutarse paneles de jet-grouting deberá controlarse minuciosamente la orientación de las toberas de inyección.

Cuando se efectúen trabajos de recalce se deberán tomar medidas para asegurar la conexión entre la zona superior del elemento inyectado y la cuña de apoyo de la superficie inferior del cemento.

Las perforaciones, en el caso de realizarse jet-grouting horizontal, deberán obturarse al terminar su ejecución.

En el caso de que sea necesario interrumpir el proceso de jet-grouting su reinicio deberá asegurar la continuidad del elemento.

Se deberá efectuar una observación visual de los rechazos durante todo el proceso de jet-grouting.

En el caso de que durante la ejecución del jet-grouting los rechazos no sean los esperados se deberá revisar los parámetros de diseño y/o el proceso.

En caso de contemplarlo el Proyecto se podrá colocar armadura en los elementos recién inyectados, durante o inmediatamente después de finalizar la ejecución del jet-grouting, o bien podrá instalarse perforando el elemento cuando éste haya endurecido.

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.

677.4. SUPERVISIÓN Y CONTROL

El control mínimo, salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, consistirá en el registro de los parámetros de jet-grouting y en la observación del rechazo para todos los elementos.

Cuando no existan datos documentados, para condiciones de suelo comparables, se deberá ejecutar un ensayo previo "in situ" (con la ejecución de al menos tres columnas de prueba) que cubra los distintos condicionantes que puedan presentarse en la obra, con el fin de establecer la validez de los parámetros de trabajo y del proceso elegidos. En base a los resultados que se obtengan se podrá, previa autorización del Director de las Obras, modificar el proceso y los parámetros de trabajo para adoptar los más efectivos.

Cuando se realicen ensayos previos, y no sea posible excavar, la evaluación de resultados, sobre todo el tamaño de los elementos, deberá realizarse mediante la extracción de testigos y, en los casos en que lo indique el Proyecto, o a instancia del Director de las Obras, mediante la realización de ensayos geofísicos.

Antes de iniciarse las obras deberán calibrarse los equipos que vayan a utilizarse en las medidas.

En caso de que lo especifique el Proyecto, o a instancia del Director de las Obras, se podrá, en función de la duración de la obra, exigir la calibración periódica de los equipos de medida.

La inclinación de los elementos de jet-grouting, salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, se estimará en función de la inclinación del varillaje en la superficie antes y durante la perforación.

Durante la observación visual de los rechazos se deberá registrar una descripción de los mismos.

En caso de contemplarlo el Proyecto, o a instancia del Director de las Obras, deberá realizarse un control periódico de las propiedades del rechazo tales como la densidad, contenido en cemento, pH, etc.

Con relación a la mezcla de inyección se deberá determinar diariamente la densidad, la decantación, la viscosidad y el tiempo de fraguado, debiéndose, asimismo, tomar muestras con la periodicidad que establezca el Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, para la realización de ensayos de compresión simple.

En el caso de que se efectúe extracción de testigos de elementos ejecutados, ésta se deberá hacer una vez haya transcurrido un tiempo de endurecimiento suficiente. Además, se deberá prestar especial cuidado en que las muestras sean representativas. En el caso de extraer testigo para la determinación de la geometría del elemento inyectado, se deberá realizar, siempre que sea posible, mediante testigos inclinados con relación al eje del elemento, debiendo determinarse la inclinación del eje de extracción y la posición e inclinación del eje del elemento.

677.5. MEDICIÓN Y ABONO

La unidad de obra de jet-grouting se abonará por metro lineal de tratamiento realmente ejecutado, de acuerdo a la definición establecida en Proyecto. Si el jet-grouting afecta a diferentes litologías, con variación frente al comportamiento del tratamiento, podrán considerarse diferentes precios por metro lineal para cada una de ellas.

Las operaciones de supervisión y control se considerarán incluidas en el precio del metro lineal, salvo que el Proyecto las defina de manera específica, en cuyo caso se abonarán a los precios establecidos en el mismo.



MINISTERIO
DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS