

CAPÍTULO III

# **Ejecución, Control, Medición y Abono**



# Índice

<b>Capítulo III – Definición, Ejecución, Medición y Abono de las Obras</b>	<b>1</b>
3.1. Condiciones Generales	1
3.1.1. Comprobación del Replanteo	1
3.1.2. Consideraciones Previas a la Ejecución de las Obras	2
3.1.3. Acceso a las Obras	8
3.1.4. Instalaciones, Medios y Obras Auxiliares	9
3.1.5. Ejecución de las Obras	11
3.1.6. Medición y Abono de las Obras	27
3.1.7. Recepción y Liquidación de las Obras	30
3.2. Acondicionamiento del Terreno	32
3.2.1. Desbroce del Terreno	32
3.2.2. Escarificado y Compactación Superficial	32
3.2.3. Mejora del Terreno	33
3.3. Demoliciones	36
3.3.1. Demoliciones de Obra de Fábrica de Cualquier Tipo	36
3.3.2. Demolición de Firmes de Carreteras y Caminos	37
3.3.3. Eliminación de Servicios Afectados	37
3.4. Excavaciones	39
3.4.1. Excavación de tierra vegetal	39
3.4.2. Excavación a Cielo Abierto	40
3.4.3. Excavación en Zanjas y Pozos	44
3.4.4. Evacuación de Aguas. Agotamientos	47
3.4.5. Desprendimientos	48
3.4.6. Vertederos, Escombreras y Acopios Temporales de Tierras	49
3.4.7. Medios Especiales para la Reducción de los Caudales de Agua Aportados a las Excavaciones	51
3.5. Sostenimiento del Terreno	53
3.5.1. Clasificación	53
3.5.2. Proyecto de los Sistemas de Sostenimiento a Emplear en Zanjas y Pozos	59
3.5.3. Retirada del Sostenimiento	60
3.5.4. Medición y Abono de los Sistemas de Sostenimiento	60
3.6. Cimentaciones	62
3.6.1. Cimentaciones Superficiales	62
3.6.2. Cimentaciones Profundas	63
3.7. Obras Subterráneas	84

3.7.1. Excavaciones Subterráneas	84
3.7.2. Sostenimiento en Excavaciones Subterráneas	89
3.7.3. Revestimiento de Obras Subterráneas	100
3.7.4. Agotamiento en Obras Subterráneas	101
3.7.5. Desprendimientos en Obras Subterráneas	102
3.7.6. Ventilación en Túneles	104
3.7.7. Iluminación en Túneles	104
3.7.8. Control y Auscultación del Túnel	105
3.7.9. Perforaciones y Sondeos Mecánicos	107
3.7.10. Inyecciones	109
3.7.11. Jet Grouting	120
3.8. Instalación de Tuberías	133
3.8.1. Transporte de Tuberías, Carga y Descarga	133
3.8.2. Instalación de Tuberías en Zanja	133
3.8.3. Pruebas de Tuberías Instaladas	139
3.9. Rellenos	143
3.9.1. Rellenos Compactados en Zanja para la Cubrición y/o Protección de Tuberías	143
3.9.2. Rellenos Compactados en Trasdós de Obra de Fábrica	143
3.10. Terraplenes	145
3.11. Escolleras	148
3.11.1. Encachados de Piedra	148
3.11.2. Escollera de Piedras Sueltas	148
3.11.3. Escollera Colocada con Medios Mecánicos	149
3.12. Encofrados	150
3.12.1. Encofrado y Desencofrado en Estructuras de Hormigón	150
3.12.2. Encofrados y Desencofrados en Obras Subterráneas	152
3.12.4. Encofrado y Desencofrado de Revestimientos y Piezas Especiales	153
3.13. Apeos y Cimbras	154
3.14. Obras de Hormigón en Masa o Armado	157
3.14.1. General	157
3.14.2. Hormigón de Limpieza	162
3.14.3. Hormigón en Masa o Armado en Soleras y/o Apoyos de Tuberías	163
3.14.3. Hormigón Armado en Estructuras	163
3.14.5. Hormigón Armado para Revestimiento de Obras Subterráneas	164
3.14.6. Hormigón en Masa para Relleno de Desprendimientos en Obras Subterráneas	167
3.14.7. Acabados Superficiales de las Obras de Hormigón	169
3.15. Obras de Hormigón Pretensado o Postensado	173

3.15.1. Condiciones Generales	173
3.16. Aceros	174
3.16.1. Armaduras a Emplear en Obras de Hormigón	174
3.16.2. Estructuras de Acero	176
3.16.3. Anclajes, Marcos y Elementos Metálicos Embebidos en Obras de Fábrica	177
3.16.4. Acero en Entramados Metálicos	178
3.17. Fundición	179
3.17.1. Tapas de Registro	179
3.17.2. Pates	179
3.18. Elementos Prefabricados	180
3.19. Albañilería y Solados	181
3.19.1. Morteros	181
3.19.2. Fábricas de Ladrillo	181
3.19.3. Enfoscados y Guarnecidos	183
3.19.4. Solados y Alicatados	183
3.20. Cantería	186
3.20.1. Mampostería Careada	186
3.20.2. Chapados de Piedra	188
3.20.3. Sillería	189
3.21. Pavimentaciones	192
3.21.1. Consideraciones Generales	192
3.21.2. Capas Granulares	192
3.21.3. Riegos Asfálticos	193
3.21.4. Tratamientos Superficiales	194
3.21.5. Mezclas Bituminosas	195
3.21.6. Pavimentos de hormigón	196
3.21.7. Aceras	197
3.21.8. Adoquinados	197
3.21.9. Bordillos	198
3.21.10. Cunetas	198
3.21.11. Rigolas	198
3.22. Carpintería Metálica y Cerrajería	200
3.22.1. Barandillas	200
3.22.2. Cadenas de Seguridad	200
3.22.3. Escaleras	200
3.22.4. Carpintería Metálica	201
3.22.5. Carpintería de Aluminio	202

3.23. Impermeabilizaciones	203
3.23.1. Clasificación	203
3.23.2. Condiciones Generales de Ejecución	203
3.24. Pinturas y Revestimientos	205
3.25. Instalaciones Electricas	206
3.25.1. Normativa	206
3.25.2. Condiciones Generales	206
3.26. Red de Tierras Primaria para Estaciones	207
3.27. Alumbrado Túneles	209
3.27.1. Descripción General Alumbrado Túneles	209
3.27.2. Descripción Circuitos Alumbrado	209
3.27.3. Pruebas de la Instalación	210
3.27.4. Mantenimiento de la Instalación	210
3.28. Instalaciones Provisionales de Obra	211
3.28.1. Alcance Suministros y Servicios	211
3.28.2. Normas y Reglamentos	212
3.28.3. Criterios Generales	213
3.28.4. Descripción de la Instalación	213
3.28.5. Descripción Materiales	214
3.28.6. Pruebas	218
3.28.7. Documentación	219
3.28.8. Mantenimiento de las instalaciones	219
3.28.90. Control de calidad	219
3.29. Vidrio en Carpintería, Balaustradas Y Barandillas	220
3.30. Drenaje a Túnel. Bandas Drenantes de Polietileno	221

## **CAPÍTULO III – DEFINICIÓN, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

### **3.1. CONDICIONES GENERALES**

#### 3.1.1. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

##### 3.1.1.1. ELEMENTOS QUE SE ENTREGARÁN AL CONTRATISTA

Como acto inicial de los trabajos, la Dirección de Obra y el Contratista comprobarán e inventariarán las bases que han servido de soporte para la realización de la Topografía del Proyecto y para el Replanteo de las obras definidas en el mismo, bases que se encuentran reseñadas con sus correspondientes croquis de localización en el anejo de la Memoria referente a Topografía. Solamente se considerarán como inicialmente válidas aquellas marcadas sobre señales permanentes que no muestren señales de alteración.

Mediante un Acta de Recepción, el Contratista dará por recibidas las Bases de Replanteo que haya encontrado en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de este momento será responsabilidad del Contratista la conservación y mantenimiento de las Bases, debidamente referenciadas y su reposición con los correspondientes levantamientos complementarios.

##### 3.1.1.2. PLAN DE REPLANTEO

El Contratista, en base a la información del Proyecto e hitos de replanteo conservados, elaborará un Plan de Replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

Este programa será entregado a la Dirección de Obra para su aprobación e inspección y comprobación de los trabajos de replanteo.

##### 3.1.1.3. REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE PUNTOS DE ALINEACIONES PRINCIPALES

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales, partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obras como válidas para la ejecución de los trabajos.

Asimismo, ejecutará los trabajos de nivelación necesarios para asignar la correspondiente cota de elevación a los puntos característicos.

La ubicación de los puntos característicos se realizará de forma que pueda conservarse dentro de lo posible en situación segura durante el desarrollo de los trabajos.

#### 3.1.1.4. REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LOS RESTANTES EJES Y OBRAS DE FÁBRICA

El Contratista situará y construirá los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle de los restantes ejes y obras de fábrica.

La situación y cota quedará debidamente referenciada respecto a las bases principales de replanteo.

#### 3.1.1.5. ACTA DE COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO. AUTORIZACIÓN PARA INICIAR LAS OBRAS

Salvo prescripción en contra del P.C.A.P., la Dirección de Obra, en presencia del Contratista, procederá a efectuar la comprobación del replanteo, previo a la iniciación de las obras, en el plazo de un mes contado a partir de la formalización del Contrato correspondiente, o contado a partir de la notificación de la adjudicación definitiva cuando el expediente de contratación sea objeto de tramitación urgente (Arts. 142 y 71 TrLCAP). Del resultado se extenderá el correspondiente Acta de Comprobación del Replanteo Previo.

Cuando el resultado de la comprobación del replanteo demuestre la posición y disposición real de los terrenos, su idoneidad y la viabilidad del proyecto, a juicio del facultativo Director de las Obras, se dará por éste la autorización para iniciar las correspondientes obras, haciéndose constar este extremo explícitamente en el Acta de Comprobación de Replanteo extendida, de cuya autorización quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla.

#### 3.1.1.6. RESPONSABILIDAD DE LA COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

En cuanto que forman parte de las labores de comprobación del Replanteo, será responsabilidad del Contratista la realización de los trabajos incluidos en el Plan de Replanteo, además de todos los trabajos de Topografía precisos para la posterior ejecución de las obras, así como la conservación y reposición de los hitos recibidos de la Administración.

Los trabajos responsabilidad del Contratista anteriormente mencionados, serán a su costa y por lo tanto se considerarán repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

Está obligado el Contratista a poner en conocimiento del Director de la Obra cualquier error o insuficiencia que observase en las Bases del Replanteo, entregadas por la Dirección de Obra, aún cuando ello no hubiese sido advertido al hacerse la Comprobación del Replanteo. En tal caso, el Contratista podrá exigir que se levante acta complementaria, en la que consten las diferencias observadas y la forma de subsanarlas.

### 3.1.2. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.1.2.1. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. COMIENZO DEL PLAZO

Las obras a que se aplica el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales deberán quedar terminadas en el plazo que se señala en las condiciones de la licitación, o en el plazo que el Contratista hubiese ofrecido con ocasión de dicha licitación y fuese aceptado en el contrato

subsiguiente. Lo anteriormente indicado es asimismo aplicable para los plazos parciales, si así se hubieran hecho constar.

Todo plazo comprometido comienza al principio del día siguiente al de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo y así se hará constar en el Pliego de Bases de la Licitación. Cuando el plazo se fija en días, estos serán naturales, y el último se computará por entero. Cuando el plazo se fija en meses, se contará de fecha a fecha. Si no existe fecha correspondiente, en el mes en el que se da por finalizado el plazo, éste termina el último día de ese mes.

### 3.1.2.2. PROGRAMA DE TRABAJOS

El Contratista está obligado a presentar un Programa de Trabajos de acuerdo con lo que se indique respecto al plazo y forma en los Pliegos de Licitación, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, en el plazo de 30 días desde la firma del Acta de Comprobación del Replanteo.

Este programa habrá de estar ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta los plazos de llegada a obra de materiales y medios auxiliares y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables, según cálculos estadísticos de probabilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

Dicho programa se reflejará en dos diagramas. Uno de ellos especificará los espacios-tiempos de la obra a realizar, y el otro será de barras, donde se ordenarán las diferentes partes de obra que integran el proyecto, estimando en día-calendario los plazos de ejecución de la misma, con indicación de la valoración mensual y acumulada.

Una vez aprobado este programa por la Dirección de Obra, servirá de base, en su caso, para la aplicación de los artículos 95 a 97, ambos inclusive, del TrLCAP, y de los artículos 98 y 99 del RCAP.

La maquinaria y medios auxiliares de toda clase que figuran en el Programa de trabajo, lo serán a efectos indicativos, pero el Contratista estará obligado a mantener en obra y en servicio cuantos sean precisos para el cumplimiento de los objetivos intermedios y finales o para la corrección de los desajustes que pudieran producirse respecto a las previsiones, todo ello en orden al exacto cumplimiento del plazo total y de los parciales contratados para la realización de las obras.

La Dirección de Obra y el Contratista revisarán conjuntamente y con una frecuencia mínima mensual, la progresión real de los trabajos contratados y los programas parciales a realizar en el período siguiente, sin que estas revisiones eximan al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en la adjudicación.

Las demoras que en la corrección de los defectos que pudiera tener el Programa de Trabajos propuesto por el Contratista, se produjeran respecto al plazo legal para su presentación, no serán tenidas en cuenta como aumento del concedido para realizar las obras, por lo que el Contratista queda obligado siempre a hacer sus previsiones y el consiguiente empleo de medios de manera que no se altere el cumplimiento de aquél.

#### 3.1.2.3. EXAMEN DE LAS PROPIEDADES AFECTADAS POR LAS OBRAS

El Contratista realizará a su cargo la recopilación de información adecuada sobre el estado de las propiedades existentes en las proximidades de las obras, antes del comienzo de éstas, si dichas propiedades pueden ser afectadas por las mismas o si pueden ser causa de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra establecerá el método de recopilación de información sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras y las necesidades del empleo de fotografías, actas notariales o métodos similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista entregará al Director de la Obra, un informe completo sobre el estado actual de las propiedades y terrenos, de acuerdo con los párrafos anteriores.

El contratista realizará una revisión de la situación aparente y de las patologías presentes en los edificios situados sobre la traza, así como de aquellos que total o parcialmente se encuentren a menos de dos diámetros del eje del túnel. Esta revisión será recogida en un informe escrito, completado con croquis y fotografías y será entregado al Director de las obras con antelación al inicio de los trabajos.

El costo de esos informes, actas notariales, fotografías, etc.. se considera incluido dentro de los precios ofertados por el Contratista.

#### 3.1.2.4. LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS, ESTRUCTURAS E INSTALACIONES

La situación de los servicios y propiedades que se indica en los planos, ha sido definida con la información disponible, pero no hay garantía, ni la Administración se responsabiliza, de la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios o instalaciones no reflejados en el Proyecto.

El Contratista consultará, antes del comienzo de los trabajos, a los afectados sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños. Asimismo, con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, deberá efectuar las catas convenientes

para la localización exacta de los servicios afectados. Estas catas se abonarán a los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el Contratista lo notificará inmediatamente, por escrito, al Director de la Obra.

El Programa de Trabajos aprobado y en vigor, ha de suministrar al Director de Obra la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto, que sean de su competencia en el momento adecuado para la realización de las obras.

#### 3.1.2.5. TERRENOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para la ejecución de la obra, el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar en las propiedades.

El Contratista deberá justificar con documentación gráfica la situación original de los terrenos ocupados con objeto de reponerlos de igual manera. Si ocupase terrenos adicionales no previstos en el proyecto el Contratista deberá entregar al Director de Obra copia del acuerdo realizado con los propietarios, en el que deberán hacerse constar el estado en el que el Contratista se compromete a dejar los terrenos al finalizar las obras.

Será también de cuenta del Contratista la provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras.

#### 3.1.2.6. OCUPACIÓN Y VALLADO PROVISIONAL DE TERRENOS

El Contratista notificará al Director de Obra, para cada tajo de obra, su intención de iniciar los trabajos, con quince (15) días de anticipación, siempre y cuando ello requiera la ocupación de terreno y se ajuste al programa de trabajos en vigor. Si la ocupación supone una modificación del programa de trabajos vigente, la notificación se realizará con una anticipación de 45 días y quedará condicionada a la aceptación por el Director de Obra.

El Contratista archivará la información y documentación sobre las fechas de entrada y salida de cada propiedad, pública o privada, así como los datos sobre las fechas de montaje y desmontaje de vallas. El Contratista suministrará copias de estos documentos al Director de Obra cuando sea requerido.

El Contratista confinará sus trabajos al terreno disponible, siendo de su responsabilidad la utilización por él o sus empleados de otros terrenos.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos, procederá a su vallado, con una valla de cerramiento tipo.

El coste de instalación, mantenimiento y retirada del vallado de las instalaciones de obra será por cuenta del Contratista y su precio se encuentra repercutido en el resto de precios del contrato.

Se abonarán al precio del Cuadro de Precios nº 1 los ml de cerramiento de las zonas en las que se realicen obras.

El precio incluye las operaciones de ejecución y posterior demolición de cimentación, suministro, montaje, desmontaje y traslado del cierre así como el mantenimiento del mismo y la repercusión de las puertas de acceso que hayan de instalarse.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados, y proveerá un acceso alternativo. Estos accesos provisionales alternativos no serán objeto de abono independiente.

El vallado de zanjas y pozos se realizará mediante barreras metálicas portátiles enganchables o similar, de acuerdo con el Plan de Seguridad presentado por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra. Su costo será de cuenta del Contratista.

El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros a su costa y con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que sea sustituido por un cierre permanente o hasta que se terminen los trabajos de la zona afectada.

#### 3.1.2.7. VERTEDEROS Y PRODUCTOS DE PRÉSTAMO

A excepción de los casos de canteras y/o escombreras previstas y definidas en el Proyecto, el Contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción y vertido de materiales naturales que requiera la ejecución de las obras, y se hará cargo de los gastos por canon de vertido o alquiler de préstamos y canteras y de la obtención de todos los permisos necesarios para su utilización y acceso.

El Contratista deberá presentar previamente a su utilización la documentación necesaria para confirmar que todas las áreas de vertido propuestas cumplen todos los requisitos legales exigidos para recibir los productos procedentes de las obras.

El Contratista deberá elaborar un estudio detallado de la cantidad de sobrantes, con sus características físico-químicas, humedad prevista y posible presencia de suelos contaminados, para elaborar un plan de gestión de excedentes de rocas y tierras. Este Plan deberá incorporar un estudio específico de las posibles afecciones ambientales generales durante la extracción, transporte y vertido, con definición clara y concisa de las unidades correctoras propuestas en cada fase de los trabajos.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para aceptar o rehusar los lugares de extracción y vertido propuestos por el Contratista. Este plazo contará a partir del momento en que el Contratista notifique los vertederos, préstamos y/o canteras que se propone utilizar, o una vez que, por su cuenta y riesgo, haya entregado las muestras del material solicitadas por el Director de Obra para apreciar la calidad de los materiales propuestos por el Contratista para el caso de canteras y préstamos.

La aceptación por parte del Director de Obra del lugar de extracción o vertido no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales, como al volumen explotable del yacimiento y a la obtención de las correspondientes licencias y permisos.

El Contratista viene obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de la cantera, gravera o depósito previamente autorizado.

Si durante el curso de la explotación los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultara insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista, a su cargo, deberá procurarse otro lugar de extracción, siguiendo las normas dadas en los párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

La Dirección de Obra podrá proporcionar a los Concursantes o Contratista cualquier dato o estudio previo que conozca con motivo de la redacción del proyecto, pero siempre a título informativo y sin que ello anule o contradiga lo establecido en este apartado.

#### 3.1.2.8. RECLAMACIONES DE TERCEROS

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros, atenderá a la mayor brevedad las reclamaciones de propietarios y afectados, y lo notificará por escrito y sin demora a la Dirección de Obra.

El Contratista deberá recibir y documentar todas las reclamaciones que pudieran presentarse por terceros, dándoles trámite ante el Seguro de las Obras. De la carta de envío de cada reclamación a la Compañía de Seguros entregará copia al Director de Obra y la hará llegar al reclamante.

Con periodicidad trimestral el Contratista presentará al Director de las Obras un estadillo con el listado de reclamaciones recibidas (a origen) y la situación del expediente con la decisión de la Compañía de Seguros, así como nota de las actuaciones realizadas por el Contratista para estimar la solución de las reclamaciones pendientes.

El Contratista notificará al Director de Obra, por escrito y sin demora, de cualquier accidente o daño que se produzca en la ejecución de los trabajos.

En el caso de que se produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ello al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

#### 3.1.2.9. OFICINAS DE LA ADMINISTRACIÓN A PIE DE OBRA

El Contratista suministrará una oficina en obra para uso exclusivo de la Dirección de Obra, con una superficie útil que se fijará en el P.P.T.P.

Estas instalaciones estarán amuebladas y equipadas con los servicios de agua, luz, teléfono, fax (ambos con líneas independientes) y aire acondicionado, conectados de forma que estén disponibles para su ocupación y uso a los 30 días de la fecha de comienzo de las obras.

El Contratista suministrará -y abonará los recibos correspondientes en su caso- luz, calefacción, teléfono agua y limpieza diaria de esta oficina hasta la terminación de las obras.

El teléfono de estas oficinas será totalmente independiente, de forma que asegure totalmente su privacidad.

El Contratista asegurará la vigilancia tanto de las obras como de las oficinas de la Administración a pie de obra.

La vigilancia de las obras corresponde al Contratista, quién designará una persona con dedicación permanente a esta tarea durante las 24 horas del día. Además de la vigilancia general, será responsable del control de acceso de personas y materiales a las zonas de obra, control que entregará debidamente registrado al Director de las Obras.

La vigilancia de las ocupaciones a nivel de calle con motivo de las obras de cañones de acceso y/o pases será también responsabilidad del Contratista, si bien no se exige la presencia permanente de un vigilante aunque si la nominación de un responsable en cada tajo que se encargará de la apertura y cierre seguro del recinto correspondiente.

El costo de todos estos conceptos será a cargo del Contratista y se entenderá repercutido en los precios del contrato.

#### 3.1.3. ACCESO A LAS OBRAS

##### 3.1.3.1. CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad y por su cuenta. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc.,

que se vean afectados por la construcción de los caminos, aceras y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

#### 3.1.3.2. CONSERVACIÓN Y USO

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación, que se hará en proporción al tráfico generado por cada Contratista. La Dirección de Obra, en caso de discrepancia, realizará reparto de los citados gastos, abonando o descontando las cantidades resultantes, si fuese necesario, de los pagos correspondientes a cada Contratista.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta, si así lo exigieran los propietarios o las administraciones encargadas de su conservación.

La Administración se reserva para sí y para los Contratistas a quienes encomiende trabajos de reconocimientos, sondeos e inyecciones, suministros y montajes especiales, etc., el uso de todos los caminos de acceso construidos por el Contratista, sin colaborar en los gastos de conservación.

#### 3.1.3.3. OCUPACIÓN TEMPORAL DE TERRENOS PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO A LAS OBRAS

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista, quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

#### 3.1.4. INSTALACIONES, MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES

##### 3.1.4.1. PROYECTO DE INSTALACIONES Y OBRAS AUXILIARES

El Contratista queda obligado a proyectar y construir por su cuenta todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, instalaciones sanitarias y demás de tipo provisional.

Será asimismo de cuenta del Contratista el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, las cuales deberán quedar realizadas de acuerdo con los Reglamentos vigentes, y las Normas de las Compañías Suministradoras.

Los proyectos deberán justificar que las instalaciones y obras auxiliares previstas son adecuadas para realizar las obras definitivas en las condiciones técnicas requeridas y en los plazos previstos en el Programa de Trabajos, y que están ubicadas en lugares donde no interfieren la ejecución de las obras principales.

El aspecto y acabado exterior de las edificaciones auxiliares estará supeditado a la aprobación de la Dirección de Obra.

Estos Proyectos deberán ser presentados por el Contratista al Director de Obras con la antelación que fije el P.P.T.P. respecto del comienzo de las obras y en cualquier caso con la suficiente para que dicho Director de Obra pueda decidir sobre su idoneidad.

La conformidad del Director de Obra al proyecto de instalaciones, obras auxiliares y servicios generales en nada disminuirá la responsabilidad del Contratista, tanto en la calidad como en los plazos de ejecución de las obras definitivas.

#### 3.1.4.2. RETIRADA DE INSTALACIONES Y OBRAS AUXILIARES

La retirada de las instalaciones y demolición de obras auxiliares al finalizar los tajos correspondientes, deberá ser anunciada al Director de Obra quien lo autorizará si está realmente terminada la parte de obra principal correspondiente, quedando éste facultado para obligar esta retirada cuando a su juicio, las circunstancias de la obra lo requieran.

Los gastos provocados por la retirada de instalaciones y demolición de obras auxiliares y acondicionamiento y limpieza de las superficies ocupadas, para que puedan recuperar su aspecto original, serán de cuenta del Contratista, debiendo obtener la conformidad del Director de Obra para que pueda considerarse terminado el conjunto de la obra.

Transcurridos 10 días de la terminación de las obras y si el Contratista no hubiese cumplido lo preceptuado en los párrafos anteriores, la Dirección de Obra podrá realizar por terceros la limpieza del terreno y retirada de elementos sobrantes, pasándole al Contratista el correspondiente cargo.

#### 3.1.4.3. INSTALACIÓN DE ACOPIOS

Las ubicaciones de las áreas para instalación de los acopios serán propuestas por el Contratista a la aprobación de la Dirección de Obra. Será de aplicación, asimismo, lo indicado en el apartado 3.1.4.3.

### 3.1.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.1.5.1. EQUIPOS, MAQUINARIAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Los equipos, maquinaria y métodos constructivos necesarios para la ejecución de todas las unidades de obra, deberán ser justificados previamente por el Contratista, de acuerdo con el volumen de obra a realizar y con el programa de trabajos de las obras, y presentados a la Dirección de Obra para su aprobación.

Dicha aprobación cautelar de la Dirección de Obra no eximirá en absoluto al Contratista de ser el único responsable de la calidad, y del plazo de ejecución de las obras.

El Contratista no tendrá derecho a compensación económica adicional alguna por cualesquiera que sean las particularidades de los métodos constructivos, equipos, materiales, etc., que puedan ser necesarios para la ejecución de las obras, a no ser que esté claramente demostrado, a juicio del Director de la Obra, que tales métodos, materiales, equipos, etc., caen fuera del ámbito y espíritu de lo definido en Planos y Pliegos.

El equipo habrá de mantenerse, en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias y exclusivamente dedicado a las obras del Contrato, no pudiendo ser retirado sin autorización escrita de la Dirección de Obra, previa justificación de que se han terminado las unidades de obra para cuya ejecución se había previsto.

#### 3.1.5.2. PROYECTO DE SEGURIDAD DE LA OBRA

En aplicación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el Contratista deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud, en el que se analicen, estudien, desarrollen, complementen y valoren los riesgos previsible en obra para los trabajadores, así como las medidas y equipos necesarios para su minimización, en función de su propio sistema de ejecución de obra, tomando como base el Estudio de Seguridad y Salud incluido en el Proyecto de Construcción.

El Plan de Seguridad e Higiene deberá ser presentado, antes del inicio de la obra, a la aprobación expresa de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, la ejecución de las obras se ajustará a las siguientes normas de buena práctica:

a) Señalización y balizamiento de obras e instalaciones

El Contratista, sin perjuicio de lo que sobre el particular ordene el Director de Obra, será responsable del estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia.

El Contratista estará además obligado a lo que sobre el particular establezcan las normas de los organismos públicos afectados por las obras, siendo de cuenta del Contratista, además de los gastos

de señalización, los de los organismos citados en ejercicio de las facultades inspectoras que sean de su competencia.

b) Excavación de zanjas y pozos

- 1) En zona urbana las zanjas estarán completamente circundadas por vallas. Se colocarán sobre las zanjas pasarelas a distancias no superiores a 50 m.
- 2) En zona rural las zanjas estarán acotadas, vallando la zona de paso o en la que se presuma riesgo para peatones o vehículos.
- 3) Las zonas de construcción de obras singulares, como pozos, bocas de acceso, etc., estarán completamente valladas.
- 4) Las vallas de protección distarán no menos de 1 m del borde de la excavación cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.
- 5) Cuando los vehículos circulen en sentido normal al eje de una zanja, la zona acotada se ampliará a dos veces la profundidad de la zanja en ese punto, siendo la anchura mínima de 4 m y limitándose la velocidad de los vehículos en cualquier caso.
- 6) El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,25 m, se dispondrán de una distancia no menor de 1,5 m del borde.
- 7) En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,25 m siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de retén en el exterior.
- 8) Las zanjas o pozos de pared vertical y profundidad mayor de 1,25 m deberán ser entibadas. El método de sostenimiento a utilizar, será tal que permita su puesta en obra, sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que ésta esté suficientemente soportada.
- 9) Las zanjas de profundidad mayor de 1,25 m estarán provistas de escaleras que alcancen hasta 1 m. de altura sobre la arista superior de la excavación.
- 10) Al finalizar la jornada de trabajo o en interrupciones largas, se cubrirán las zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,25 m, con un tablero resistente, red o elemento equivalente.
- 11) Durante la ejecución de las obras de excavación de zanjas en zona urbana, la longitud mínima de tramos abierto no será en ningún caso mayor de setenta (70) metros.
- 12) Las zonas de construcción de obras singulares estarán completamente valladas.
- 13) Como complemento a los cierres de zanjas y pozos se dispondrá la señalización de tráfico pertinente y se colocarán señales luminosas en número suficiente.

14) Al comenzar la jornada se revisarán las entibaciones y la estabilidad de las excavaciones.

c) Obras Subterráneas

El Contratista deberá adjuntar un análisis detallado de los riesgos derivados del empleo de los diferentes sistemas de excavación de las obras subterráneas, carga, evacuación de escombros, métodos de sostenimiento del terreno, ventilación, etc., proponiendo en consecuencia las medidas de prevención y/o protección que sean necesarias en cada caso.

d) Trabajos en colectores en funcionamiento

El Contratista dispondrá del equipo de seguridad necesario para acceder con garantías a colectores y pozos de registro. El Contratista dispondrá de tres equipos de detección de gases, uno de los cuales estará a disposición del personal de la Dirección de Obra.

Se comprobará la ausencia de gases y vapores tóxicos o peligrosos y, en su caso, se ventilarán colectores y pozos hasta eliminarlos.

### 3.1.5.3. CARTELES Y ANUNCIOS

Inscripciones en las obras. Podrán ponerse en las obras las inscripciones que acrediten su ejecución por el Contratista. A tales efectos, éste cumplirá las instrucciones que tenga establecidas la Administración y en su defecto las que dé el Director de Obra.

El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por la Administración para la ejecución de la misma, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

Por otra parte, el Contratista estará obligado a colocar carteles informativos de la obra a realizar, en los lugares indicados por la Dirección de Obra, de acuerdo con las siguientes características:

#### TIPO I

Nº de carteles: Según indique el P.P.T.P.

Dimensiones: 3.200 x 2.450 mm

Material: Perfiles estrusionados de aluminio modulable esmaltados, y rotulados en Euskera y Castellano.

Soportes IPN-140 de 13,50 ml de longitud, placas base y anclajes galvanizados.

#### TIPO II

Nº de carteles: Según indique el P.P.T.P.

Dimensiones: 2.000 x 1.500 mm.

Material: Chapa de acero laminado en frío de 1,8 mm. de espesor, esmaltada y rotulada en Euskera y Castellano.

Soportes: tubo rectangular galvanizado de 100 x 50 x 3 de 3,00 ml. de longitud. Tornillería de acero inoxidable.

El texto y diseño de los carteles será el que se defina en el Proyecto o en su defecto de acuerdo a las instrucciones del Director de Obra.

El coste de los carteles y accesorios, así como las instalaciones de los mismos, será por cuenta del Contratista.

#### 3.1.5.4. CRUCES DE CARRETERAS Y FERROCARRILES

Antes del comienzo de los trabajos que afecten al uso de carreteras, viales, o vías ferroviarias, el Contratista propondrá el sistema constructivo, que deberá ser aprobado por escrito por el Director de Obra y el Organismo responsable de la vía de tráfico afectada.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista seguirá las instrucciones, previa notificación y aceptación del Director de Obra, hechas por el Organismo competente.

Las instrucciones que los Organismos competentes pudieran dar al Contratista, deberán ser notificadas al Director de Obra para su aprobación por escrito.

Serán objeto de abono, a los precios unitarios ordinarios del Cuadro de Precios nº 1 para excavación, relleno, etc., las obras de desvío provisional expresamente recogidas en el Proyecto u ordenadas por el Director de Obra, al objeto de posibilitar la realización de los cruces.

No serán objeto de abono los desvíos provisionales promovidos o realizados por el Contratista, al objeto de facilitar, en interés propio, la ejecución de los trabajos de cruce.

La ejecución de trabajos nocturnos, en días festivos o conforme a un determinado programa de trabajos, ya sea en cumplimiento de las condiciones exigidas por el Organismo competente o por interés del propio Contratista, o la adopción de cualesquiera precauciones especiales que fuera necesario adoptar, no dará derecho a abono adicional alguno, ni tampoco lo dará la disminución de los ritmos de ejecución que pudiere producirse en estos puntos singulares de la obra.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen las zonas de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles adyacentes. En particular se instalará un sistema fijo de rejillas para el lavado de ruedas de los camiones. En todo caso eliminará rápidamente estos depósitos, si se llegaran a producir.

### 3.1.5.5. OBRAS QUE AFECTAN A CAUCES DE RÍOS O ARROYOS

Serán de aplicación los mismos criterios indicados en el apartado anterior para cruces de carreteras y/o ferrocarriles, debiendo además el Contratista adoptar las medidas adecuadas para evitar la polución de ríos, arroyos, etc., durante los trabajos.

### 3.1.5.6. REPOSICIÓN DE SERVICIOS , ESTRUCTURAS E INSTALACIONES AFECTADAS

Todos los árboles, torres de tendido eléctrico, vallas, pavimentos, conducciones, de agua, gas o alcantarillado, cables eléctricos o telefónicos, cunetas, drenajes, túneles, edificios y otras estructuras, servicios o propiedades existentes a lo largo del trazado de las obras a realizar y fuera de los perfiles transversales de excavación, serán sostenidos y protegidos de todo daño o desperfecto por el Contratista por su cuenta y riesgo, hasta que las obras queden finalizadas y recibidas.

Será pues de su competencia el gestionar con los organismos, entidades o particulares afectados, la protección, desvío, reubicación o derribo y posterior reposición, de aquellos servicios o propiedades afectados, según convenga más a su forma de trabajo, y serán a su cargo los gastos ocasionados, aún cuando los mencionados servicios o propiedades estén dentro de los terrenos disponibles para la ejecución de las obras (sean estos proporcionados por la Administración u obtenidos por el Contratista), siempre que queden fuera de los perfiles transversales de excavación.

La reposición de servicios, estructuras o propiedades afectadas se hará a medida que se vayan completando las obras en los distintos tramos. Si transcurridos 30 días desde la terminación de las obras correspondientes el Contratista no ha iniciado la reposición de los servicios o propiedades afectadas, la Dirección de Obra podrá realizarlo por terceros, pasándole al Contratista el cargo correspondiente.

En construcciones a cielo abierto, en las que cualquier conducción de agua, gas, cables, etc., cruce la excavación sin cortar la sección de proyecto, el Contratista soportará tales conducciones sin daño alguno ni interrumpir el servicio correspondiente. Tales operaciones no serán objeto de abono alguno y correrán de cuenta del Contratista. Por ello éste deberá tomar las debidas precauciones, tanto en ejecución de las obras objeto del Contrato como en la localización previa de los servicios afectados (ver 3.1.3.4.).

Únicamente, y por sus características peculiares, serán de abono los trabajos de sostenimiento y/o reposición de los alcantarillados que crucen la excavación en construcción, de acuerdo con los criterios siguientes:

- Cuando las características del colector o alcantarilla (materiales, sección, estado de conservación, etc..) lo permita, se procederá a su sostenimiento mediante vigas y abrazaderas de sustentación que serán retiradas una vez cubierta la excavación y ejecutado el relleno hasta la base de la alcantarilla apeada. Si son de temer daños posteriores en ésta, debido a asentos, se reforzará adicionalmente con anterioridad a la retirada de los elementos de sustentación. Estas obras se

abonarán por m de soportes y refuerzo, en su caso, del colector o alcantarilla existente de acuerdo con los precios del Cuadro de Precios nº 1.

- Cuando el estado de la alcantarilla o colector existente afectado por las obras no permita la ejecución de las operaciones anteriormente descritas, se procederá a su reposición, sustituyéndolo por un nuevo conducto que se conectará al anterior, una vez demolido éste último en la longitud necesaria, y tras haber interrumpido el flujo de caudales mediante su retención aguas arriba del tramo a sustituir, incluyendo un eventual bombeo temporal de dichos caudales. Estas obras se abonarán de acuerdo con los precios incluidos en el Cuadro de Precios nº 1 del Proyecto.
- En el caso que, a juicio de la Dirección de Obra, las características de la alcantarilla o colector (profundidad, sección, caudal, etc..), impidan el soporte, refuerzo o reposición "in situ" se ejecutará un desvío según un plan que requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Cuando el desvío tuviera carácter provisional y una vez que las obras proyectadas rebasen la posición original de la alcantarilla desviada, se repondrá ésta sobre su antiguo trazado, reintegrándola a su función tras cegar y abandonar el desvío provisional.

Estas obras serán de abono según medición real y a los precios unitarios del Cuadro de Precios nº 1 que le fueran aplicable.

En todos los casos donde las conducciones, alcantarillas, tuberías o servicios corten la sección de la obra proyectada el Contratista lo notificará a sus propietarios (Compañía de servicios, Municipios, particulares, etc..) estableciendo conjuntamente con ellos el desvío y reposiciones de los mencionados servicios, que deberá contar con la autorización previa de la Dirección de Obra. Estos trabajos de desvío y reposición sí serán objeto de abono, de acuerdo a los precios unitarios de proyecto (materiales, excavación, relleno, etc..).

También serán de abono aquellas reposiciones de servicios, estructuras, instalaciones, etc., expresamente recogidas en el Proyecto.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar cantidad alguna en concepto de indemnización por bajo rendimiento en la ejecución de los trabajos, especialmente en lo que se refiere a operaciones de apertura, sostenimiento, ejecución de obras y cierre de zanjas, como consecuencia de la existencia de propiedades y servicios que afecten al desarrollo de las obras, bien sea por las dificultades físicas añadidas, por los tiempos muertos a que den lugar (gestiones, autorizaciones y permisos, refuerzos, desvíos, etc..), o por la inmovilización temporal de los medios constructivos implicados.

### 3.1.5.7. CONEXIÓN DE COLECTORES REPUESTOS A LOS TRAMOS EXISTENTES

Operaciones preliminares

Antes de iniciar las obras de conexión de los colectores existentes y en servicio a la nueva red construida , el Contratista comprobará la alineación real de dichos colectores y verificará conjuntamente con la Dirección de Obra, la idoneidad de los puntos de acometida previstos en proyecto, una vez fijada la exacta ubicación de los mismos sobre el terreno.

Estos puntos de conexión o acometida, desde un punto de vista funcional, responden a dos tipos básicos: una de trasvase de caudales a la nueva red (puntos de derivación) y un segundo de incorporación de caudales excedentes del aliviadero al colector interceptado (punto de reenvío).

En el aspecto constructivo ambos puntos de conexión se materializan en sendos pozos de registro, de similares características y ubicados sobre la directriz del colector existente, denominados pozos de derivación y reenvío respectivamente.

Decidida la posición de los pozos de conexión el Contratista confeccionará planos de detalle de los mismos, conforme a la tipología y criterios que para dichos pozos figura en los diseños-tipo del Proyecto.

El Contratista requerirá a la Dirección de Obra la aprobación de los citados planos de detalle, así como del sistema constructivo que prevé utilizar en su ejecución, sistema que deberá asegurar en todo momento la continuidad del servicio que presta el colector existente.

#### Ejecución

Por lo que respecta a este último aspecto se consideran como adecuados, en función de las características del colector en servicio, los dos métodos siguientes:

a) Ejecución manteniendo el paso del caudal. En este caso, apropiado para grandes conductos (galerías y tubulares con diámetros mayores de 600 mm) se demolerá la mitad superior del colector existente, ubicando en su interior una vaina provisional construida en chapa de acero conformada o lámina de PVC, destinada a mantener el flujo del caudal, tras cuyo rejuntado se termina de demoler el conducto original en toda su sección y en la longitud necesaria para ejecutar la base del pozo de conexión en torno al conducto sustitutivo.

En los canales de la base del pozo se dejan previstas guías para la colocación de tapaderas provisionales que permitan desviar los caudales en uno u otro sentido durante la fase de puesta en marcha y/o explotación de la nueva red.

Construida la base del pozo de conexión se coloca la tapadera provisional, extrayendo la vaina sustitutiva y se continúa la construcción en alzado del pozo hasta su total terminación.

b) Ejecución con desvío previo. En este caso, adecuado para colectores de pequeño diámetro, se deja en seco el colector existente, en el tramo en que se situarán los pozos de conexión, desviando el

caudal en un punto aguas arriba del mismo mediante la ejecución previa de un desvío provisional o bien mediante bombeo.

En este caso para construir los pozos de conexión se efectúa la demolición del colector, ahora fuera de servicio, en la zona requerida para situar los pozos de conexión. Una vez ejecutada la base de éstos últimos se colocan las compuertas provisionales y se reintegra el paso del caudal, por anulación del desvío provisional y/o bombeo, continuando la construcción de los pozos de conexión.

El Contratista será especialmente cuidadoso en la ejecución de las obras que afecten a colectores existentes, extremando la seguridad de su personal frente al posible desprendimiento de emanaciones nocivas. Dispondrá del equipo de seguridad necesario para acceder con garantías a colectores y pozos de registro, y en particular de tres equipos de detección de gas, uno de los cuales estará a disposición del personal del Director de la Obra.

#### Medición y abono

Los pozos de conexión a la red existente se abonarán por unidades deducidas de los planos de detalle aprobados por la Dirección de Obra, a los precios que correspondan del Cuadro de Precios nº 1.

Adicionalmente serán de abono los siguientes conceptos:

- El desvío provisional, en su caso, sobre medición real y a los precios unitarios del Proyecto que le sean aplicables.
- La conexión de dicho desvío a pozos de registro del colector existente mediante la unidad de obra del Cuadro de precios correspondiente, estando incluido en la misma las obras de taponado del conducto existente y su posterior limpieza y restitución, así como el cierre de los puntos por los que se efectuó el desvío.
- La preparación del punto de conexión, derivación o reenvío, cuando el pozo se ejecuta sobre el colector existente sin desviar el caudal, mediante partida alzada de abono íntegro por ud. de pozo, estando incluida en la misma todas las operaciones necesarias (demolición de conducto en dos fases, ejecución y montaje de vaina, retirada de ésta, etc.), para su correcta ejecución.

No serán de abono los sobrecostos debido a posibles dificultades derivadas de la propia naturaleza de estas obras, tales como escaso volumen de medición, dificultades geométricas, condiciones rigurosas de trabajo (insalubridad), etc..

#### 3.1.5.8. CONTROL DEL RUIDO Y DE LAS VIBRACIONES DEL TERRENO

##### 3.1.5.8.1. Normativa Aplicable

A nivel estatal:

- Real Decreto 1038/2012 de 6 de julio Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- REAL DECRETO 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental

A nivel autonómico:

- DECRETO 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

#### 3.1.5.8.2. Criterio de Medida de Nivel de Ruido y Vibración

El Contratista adoptará las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones.

Las mediciones de nivel de ruido en las zonas urbanas permanecerán por debajo de los límites que se indican en este Apartado.

Toda la maquinaria situada al aire libre se organizará de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

En general el Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas Vigentes, sean de ámbito nacional ("Reglamento de Seguridad e Higiene") o de uso municipal. En caso de contradicción se aplicará la más restrictiva.

Se considerarán, en lo que sigue, de forma explícita o implícita, tres tipos de vibraciones y ruidos:

- a) Pulsatorios: con subida rápida hasta un valor punta seguida por una caída amortiguada que puede incluir uno o varios ciclos de vibración. Por ejemplo: voladuras, demoliciones, etc..
- b) Continuos: vibración continua e ininterrumpida durante largos períodos, por ejemplo: vibrohincadores, compresores estáticos pesados, vibroflotación, etc..

c) Intermitentes: conjunto de vibraciones o episodios vibratorios, cada una de ellas de corta duración, separadas por intervalos sin vibración o con vibración mucho menor, por ejemplo: martillos rompedores neumáticos pesados, hinca de pilotes o tablestacas por percusión, etc..

Se adoptan los siguientes parámetros de medida:

Para vibración, con objeto de proteger los edificios contra daños originados por vibraciones: máxima velocidad pico de partículas, medida en el rango de frecuencia de 1 Hz a 300 Hz.

Los niveles de vibración especificados se referirán a un edificio, grupo de edificios, o elemento considerado, y no se establecen para aplicar en cualquier lugar de forma global y generalizada.

Para vibración con objeto de no originar molestias excesivas a las personas en los edificios: aceleración r.m.s. de acuerdo con el Anexo A de ISO 2631.

Para ruido: máximo nivel sonoro admisible expresado en nivel continuo equivalente en decibelios de escala "A" dB(A), LAeq.

#### 3.1.5.8.3. Acciones Previas a Realizar

Antes del comienzo de los trabajos en cada lugar y con la antelación que después se especifica, el Contratista, según el tipo de maquinaria que tenga previsto utilizar, realizará un inventario de las propiedades adyacentes afectadas, respecto a su estado y a la existencia de posibles defectos, acompañado de fotografías. En casos especiales que puedan presentar especial conflictividad a juicio del Ingeniero Director, se levantará acta notarial de la situación previa de dichas propiedades antes del comienzo de los trabajos. (Ver artículo 3.1.3.3.).

Se prestará especial atención al estado de todos aquellos elementos, susceptibles de sufrir daños como consecuencia de las vibraciones, tales como:

- Cornisas
- Ventanas
- Muros y tabiques
- Tejas
- Chimeneas
- Canalones e imbornales
- Reproducciones en muros exteriores
- Piscinas
- Cubiertas y muros acristalados

Donde se evidencien daños en alguna propiedad con anterioridad al comienzo de las obras, se registrarán los posibles movimientos al menos desde un mes antes de dicho comienzo y mientras duren éstas. Esto incluirá la determinación de asentamientos, fisuración, etc., mediante el empleo de marcas testigo.

Todas las actuaciones especificadas en este artículo 3.1.6.8. las efectuará el Contratista bajo la supervisión y dirección del Ingeniero Director de las Obras y no serán objeto de abono independiente, sino que están incluidas en la ejecución de los trabajos a realizar, objeto del Proyecto.

#### 3.1.5.8.4. Vibraciones

La medida de vibraciones será realizada por el Contratista bajo la supervisión de la Dirección de Obra, a la que proporcionará copias de los registros de vibraciones.

- Control de vibraciones para la protección de edificios:

El equipo de medida registrará la velocidad pico de partícula en tres direcciones perpendiculares, en el rango de frecuencia de 1 a 300 Hz. El equipo de medida debe ser calibrado y controlado regularmente para asegurar la precisión necesaria.

Se tomará un conjunto de medidas cada vez que se sitúen los equipos de obra en un nuevo emplazamiento o avancen una distancia significativa en la ejecución de los trabajos. Además, cuando los niveles de vibración estén próximos a los especificados como máximos admisibles, se efectuarán medidas adicionales de acuerdo con las indicaciones del Director de Obra.

La velocidad de partícula máxima admisible es la que se indica para cada caso en la tabla adjunta.

VELOCIDAD PUNTA DE PARTIDA MÁXIMA ADMISIBLE (mm/s)				
NIVEL	CIRCUNSTANCIAS AMBIENTALES	Fuente y tipo de vibración		
		Pulsatoria por ejemplo Voladuras	Intermitente por ejemplo Hincas de Tablestacas por golpeo	Continuo por ejemplo Hincas de tablestacas por Vibración
I	Espacios abiertos, sin edificios ni servicios enterrados, en zona urbana (no hay límite en zona rural) *Medido en la proximidad del foco vibratorio por ejemplo a 5 m)	50*		
II	Viviendas, edificios industriales o comerciales en buen estado, de estructura porticada metálica o de hormigón armado. No se admite daño alguno a edificios o perjuicios al normal desenvolvimiento de la actividad industrial o comercial. Molestias menores ocupantes de inmuebles, que deberán ser avisados previamente.	12	9	6
III	Edificios o monumentos antiguos o deficientemente conservados.	8	6	4

VELOCIDAD PUNTA DE PARTIDA MÁXIMA ADMISIBLE (mm/s)				
		Fuente y tipo de vibración		
NIVEL	CIRCUNSTANCIAS AMBIENTALES	Pulsatoria por ejemplo Voladuras	Intermitente por ejemplo Hinca de Tablestacas por golpeo	Continuo por ejemplo Hinca tablestacas por Vibración
IV	Casos especiales tales como cubiertas de cristal y piscinas. Deberán ser expresamente identificados en el P.P.T.P. o planos del proyecto. Para construir bajo este nivel de tolerancias, deben ser desalojadas las instalaciones durante la construcción e inspeccionadas diariamente.	6	6	4
V	Hospitales y residencias de ancianos. Deberán ser identificados expresamente en los planos o P.P.T.P. del Proyecto.	4	4	4

En el caso de viviendas, edificios industriales o comerciales en buen estado, de estructura porticada metálica o de hormigón armado, podrá el Contratista optar por construir con niveles de vibración superiores al II, mediante negociación con los afectados, de las indemnizaciones por daños, molestias y alteraciones del normal desenvolvimiento de la actividad industrial o comercial, que puedan producirse.

En todo caso deberá someterse a la aprobación de la Dirección de Obra la alteración de los límites de vibración correspondientes al nivel II (12,9 y 6 mm/s, respectivamente, para los tres tipos de vibración), mediante informe de un especialista. Tal aprobación, de producirse, no eximirá en absoluto al Contratista de su total responsabilidad sobre posibles daños ocasionados.

En ningún caso los límites más arriba mencionados superarán los siguientes: treinta y cinco (35) mm/s (vibración pulsatoria), veinticinco (25) mm/s (vibración intermitente) y doce (12) mm/s (vibración continua).

#### 3.1.5.8.4.1. Hinca de Tablestacas y Pilotes

##### Propuesta de solicitud

Al menos tres semanas antes de comenzar cualquier etapa de los trabajos de hinca, el Contratista comunicará su propuesta por escrito al Director de Obra. Esta propuesta, que tendrá el carácter de solicitud previa, incluirá detalles del tipo de maquinaria a utilizar, método de hinca y extracción, secuencia de operaciones y períodos de trabajo.

El incumplimiento por parte del Contratista de estos requisitos facultará al Ingeniero Director para paralizar los trabajos hasta que se subsanen las omisiones, sin derecho del Contratista a recibir ninguna compensación o indemnización económica ni de ningún otro tipo, por ello.

##### Limitaciones

Las operaciones de hinca se limitarán estrictamente a las horas y duraciones especificadas o permitidas.

#### Pruebas "in situ"

Para cada tipo de terreno comprendido en el Proyecto se efectuará una prueba real de las posibilidades de hinca y extracción con los equipos que se hayan previsto utilizar. Se acompañará además con medición de vibraciones y ruidos, tanto en la hinca como en la extracción.

#### Instrumentación y control

Las vibraciones del terreno y los ruidos no excederán de los límites especificados y el Contratista será responsable de efectuar mediciones con la periodicidad determinada para verificar su cumplimiento.

Las vibraciones del terreno se controlarán mediante medidas de la velocidad máxima pico de partícula en el rango de frecuencia de 1 a 300 Hz realizada a nivel del terreno e inmediatamente adyacentes al edificio o servicio especificado o más próximo. Dichas medidas se realizarán mediante instrumentos aprobados, capaces de medir la vibración según tres ejes ortogonales, uno de los cuales se alineará paralelamente al eje de la excavación y otro será vertical. Los instrumentos tendrán el correspondiente certificado de calibración recientemente expedido. Los apoyos de hormigón y soportes necesarios para los instrumentos de medida será proporcionados por el Contratista a su cargo, según se indica en 3.1.6.8.2., y serán eliminados por él, igualmente a su cargo, cuando ya no se necesiten.

#### Maquinaria

De entre los equipos disponibles se escogerán aquellos que permitan trabajar dentro de los límites establecidos para cada zona de obra. A este respecto se sustituirán los martillos vibratorios eléctricos por otros hidráulicos de frecuencia variable, si ello permite acoplarse mejor, a juicio del Ingeniero Director, a las condiciones de algún tajo o zona de obra.

También podrán emplearse martillos de percusión de simple o doble efecto en cuyo caso se estará, además, a lo especificado respecto a los límites para el ruido, pudiendo ser preciso colocar fundas amortiguadoras de éste.

#### Hinca

Se pondrá especial cuidado en los arranques y paradas del equipo vibrohincador por el fenómeno de resonancia, limitando, si fuera necesario, la amplitud de la vibración para reducir sus efectos. A este respecto se tendrá en cuenta el período fundamental translacional de las edificaciones próximas, que se vean afectadas por la vibración.

#### Extracción

En la extracción de tablestacas se extremarán las medidas de precaución, especialmente si ha transcurrido mucho tiempo desde su hinca y especialmente en terrenos arcillosos y/o limosos. En casos especiales el Ingeniero Director de Obra podrá exigir que la extracción se efectúe por medio de grúas estáticas (sin vibración). En este caso el Contratista podrá optar por renunciar a extraer las tablestacas estando obligado entonces a cortarlas como mínimo, a un (1) m por debajo de la superficie del terreno. En cualquier caso, no se devengará ningún abono suplementario por estas operaciones.

#### 3.1.5.8.5. Ruidos

Además de lo ya especificado respecto a los ruidos en apartados anteriores, se tendrán en cuenta las limitaciones siguientes:

##### Niveles

Se utilizarán los medios adecuados a fin de limitar a setenta y cinco (75) dB (A) el nivel sonoro continuo equivalente, medido a un (1) m de distancia de la edificación más sensible al ruido y durante un periodo habitual de trabajo (12 horas, desde las 8 a las 20 horas)

$L_{eqb-20} = 75$  dBA

En las mediciones el micrófono se colocará a 1,5 m de altura sobre el suelo, excepto cuando existan obstáculos que atenúen los niveles a esta altura; en estos casos el micrófono se colocará en las ventanas o balcones del último piso, efectuando las correcciones oportunas en cada caso para obtener el nivel a 1 m de la fachada.

En casos especiales, el Director de Obra podrá autorizar otros niveles continuos equivalentes.

##### Ruidos mayores durante cortos períodos de tiempo

El uso de la escala  $L_{eq}$  posibilita contemplar el trabajo con mayor rapidez, sin aumentar la energía sonora total recibida, ya que puede respetarse el límite para la jornada completa aún cuando los niveles generados realmente durante alguna pequeña parte de dicha jornada excedan del valor del límite global, siempre que los niveles de ruido en el resto de la jornada sean mucho más bajos que el límite.

Se pueden permitir aumentos de tres (3) dB (A) durante el período más ruidoso siempre que el período anteriormente considerado se reduzca a la mitad para cada incremento de tres (3) dB (A). Así por ejemplo, si se ha impuesto una limitación para un período de 12 horas, se puede aceptar un aumento de 3 dB (A) durante 6 horas como máximo; un aumento de 6 dB (A) durante 3 horas como máximo; un aumento de 9 dB (A) durante 1,5 horas como máximo, etc.. Todo esto en el entendimiento de que, como el límite para el período total debe mantenerse, sólo pueden admitirse mayores niveles durante cortos períodos de tiempo si en el resto de la jornada los niveles son progresivamente menores que el límite total impuesto.

### Horarios de trabajo no habituales

Entre las 20 y las 22 horas, los niveles anteriores se reducirán en diez (10) dB (A) fijándose como límite de ruido un  $Leq_{20-22} = 65$  dBA. Se requerirá autorización expresa del Director de Obra para trabajar entre las 22 horas y las 8 horas del día siguiente.

### Funcionamiento

Como norma general a observar, la maquinaria situada al aire libre se organizará de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

La maquinaria de utilización al aire libre para la que exista Directiva Europea que regule su potencia sonora, deberá estar en posesión del etiquetado de la CEE correspondiente.

Las Directivas Comunitarias actualmente existentes respecto a la emisión sonora de la maquinaria de construcción se refieren a:

- Motocompresores.
- Grupos electrógenos de soldadura.
- Grupos electrógenos de potencia.
- Trituradores de hormigón y martillos picadores de mano.
- Grúas torre.

Maquinaria de explanación: palas hidráulicas, palas de cables, topadores frontales, cargadoras y palas cargadoras.

Se permitirá la utilización de la maquinaria incluida en la relación anterior que no posea el etiquetado CEE, siempre que su potencia acústica no supere el nivel indicado en las Directivas Europeas.

La maquinaria no incluida en esta relación deberá ubicarse y utilizarse de forma que no se superen por el conjunto total de las actividades desarrolladas en la obra los límites de ruido en nivel continuo equivalente en dBA establecido para la zona de obras.

El Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas vigentes, sean de ámbito estatal ("Reglamento de Seguridad e Higiene") o de uso municipal. En caso de discrepancias se aplicará la más restrictiva.

El Director de Obra podrá ordenar la paralización de la maquinaria o actividades que incumplan las limitaciones respecto al ruido hasta que se subsanen las deficiencias observadas, sin que ello dé derecho al Contratista a percibir cantidad alguna por merma de rendimiento ni por ningún otro concepto.

### 3.1.5.9. COMPRESORES MÓVILES Y HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS

En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá de los valores especificados en la siguiente tabla:

Caudal de aire m <sup>3</sup> /min	Máximo nivel en dB (A)	Máximo nivel a 7 m en dB (A)
Hasta 10	100	75
10-30	104	79
Más de 30	106	81

Los compresores, que a una distancia de 7 m, produzcan niveles de sonido superiores a setenta y cinco (75) dB (A) o más, no serán situados a menos de ocho (8) m de viviendas o locales ocupados.

### 3.1.5.10. TRABAJOS NOCTURNOS O EN TURNO EXTRAORDINARIO

Si el Contratista considera necesario establecer varios turnos de trabajo deberá proponerlo previamente, para su autorización, al Director de Obra.

Igualmente, cualquier trabajo nocturno de carácter excepcional deberá ser previamente autorizado por el Director de Obra y realizarse solamente en las unidades de obra que él indique.

Los gastos adicionales que puede conllevar el trabajo en turnos extra del horario normal de otra - iluminación, señalización complementaria, etc.- serán de cuenta del Contratista, que someterá a la aprobación del Director de obra las medidas complementarias necesarias a disponer.

El Contratista dispondrá siempre a pie de obra una persona responsable, cuyas características, en función del trabajo que se esté desarrollando, serán fijados por el Director de Obra.

### 3.1.5.11. EMERGENCIAS

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para solucionar emergencias relacionadas con las obras del Contrato, aún cuando aquellas se produzcan fuera de las horas de trabajo.

El Director de Obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y números de teléfono del personal del Contratista responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.

### 3.1.5.12. MODIFICACIONES DE OBRA

En todo lo referente a modificaciones de obra, además de lo prescrito en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, será de aplicación lo dispuesto en el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en el Reglamento de la ley de Contratos de las Administraciones Públicas y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de Obras del Estado, de forma particular en los artículos: 101,102,y 146 TrLCAP; 102, 103 y 158 a 162 RCAP y 59, 62, 63, PCAG.

### 3.1.5.13. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 43 y 44 del PCAG.

### 3.1.6. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

Salvo indicación en contrario de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación las obras contratadas se pagarán como "Trabajos a precios unitarios" aplicando los precios unitarios a las unidades de obra resultantes.

Asimismo podrán liquidarse en su totalidad, o en parte, por medio de partidas alzadas.

En todos los casos de liquidación por aplicación de precios unitarios, las cantidades a tener en cuenta se establecerán en base a las cubicaciones deducidas de las mediciones.

#### 3.1.6.1. MEDICIONES

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados o los suministros efectuados, y se realizarán de acuerdo con lo estipulado en el PPTP del Proyecto y el presente PPTG.

El Contratista está obligado a pedir (a su debido tiempo) la presencia de la Dirección de Obra, para la toma contradictoria de mediciones en los trabajos, prestaciones y suministros que no fueran susceptibles de comprobaciones o de verificaciones ulteriores, a falta de lo cual, salvo pruebas contrarias que debe proporcionar a su costa, prevalecerán las decisiones de la Dirección de Obra con todas sus consecuencias.

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 45 del PCAG.

#### 3.1.6.2. CERTIFICACIONES

En la expedición de certificaciones regirá lo dispuesto en los Artículos 99 y 145 del TrLCAP, y en los artículos 149 a 157 del RCAP.

Los pagos se realizarán contra certificaciones mensuales de obra ejecutada.

Se aplicarán los precios de Adjudicación, o bien los contradictorios que hayan sido aprobados por la Administración.

El abono del importe de una certificación se efectuará siempre a buena cuenta y pendiente de la liquidación definitiva; se considerarán además las deducciones y abonos complementarios a los que el Contratista tenga derecho en virtud del Contrato de Adjudicación.

En todos los casos los pagos se efectuarán de la forma que se especifique en el Contrato de Adjudicación, Pliegos de Licitación y/o fórmula acordada en la adjudicación con el Contratista.

### 3.1.6.3. PRECIOS UNITARIOS

Será de aplicación lo dispuesto en el artículo 153 del RCAP.

De acuerdo con lo dispuesto en dicha cláusula, los precios unitarios de "ejecución material", comprenden, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del Contrato y por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Estos precios de ejecución material comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados, y en particular, sin pretender una relación exhaustiva, los siguientes:

- Los gastos de mano de obra, de materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios, aún cuando no se hayan descrito expresamente en la descripción de los precios unitarios.
- Los seguros de toda clase.
- Los gastos de planificación y organización de obra.
- Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción y archivo actualizado de planos de obra.
- Los gastos de construcción, mantenimiento, remoción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección y acopios de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de construcción y conservación de los caminos auxiliares de acceso y de obra provisionales.
- Los gastos derivados del cumplimiento de los apartados referentes a las Oficinas de la Administración y Carteles y anuncios del presente PPTG.
- Los gastos derivados de la Garantía y Control de Calidad de la obra, conforme se especifica en el presente PPTG.

En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Bases para la Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluidos además:

- Los gastos generales y el beneficio.
- Los impuestos y tasas de toda clase, incluso el IVA.

Los precios cubren igualmente:

- a) Los gastos no recuperables relativos al estudio y establecimiento de todas las instalaciones auxiliares, salvo indicación expresa de que se pagarán separadamente.
- b) Los gastos no recuperables relativos al desmontaje y retirada de todas las instalaciones auxiliares, incluyendo el arreglo de los terrenos correspondientes, a excepción de que se indique expresamente que serán pagados separadamente.

Salvo los casos previstos en el presente Pliego, el Contratista no puede, bajo ningún pretexto, pedir la modificación de los precios de adjudicación.

#### 3.1.6.4. PARTIDAS ALZADAS

Será de aplicación lo dispuesto en el artículo 154 del RCAP.

Son partidas del presupuesto correspondientes a la ejecución de una obra o de una de sus partes en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (Partida alzada de abono íntegro).
- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados existentes a mediciones reales cuya definición resultara imprecisa en la fase de proyecto (Partida alzada a justificar).

En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas, mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real.

Las partidas alzadas tienen el mismo tratamiento en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata), conceptos que comprenden repercusión del coeficiente de baja de adjudicación respecto del tipo de licitación y fórmulas de revisión de los precios unitarios.

#### 3.1.6.5. ABONO DE OBRAS NO PREVISTAS. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Será de aplicación lo dispuesto en los artículos 146.2 del TrLCAP y 158 del RCAP.

#### 3.1.6.6. TRABAJOS NO AUTORIZADOS Y TRABAJOS DEFECTUOSOS

Será de aplicación lo dispuesto en los artículos 43 y 44 del P.C.A.G.

#### 3.1.6.7. ABONOS A CUENTA DE MATERIALES ACOPIADOS, EQUIPOS E INSTALACIONES

Serán de aplicación los artículos 145.2 del TrLCAP y 155, 156 y 157 del RCAP.

### 3.1.6.8. REVISIÓN DE PRECIOS

Regirá lo establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación (P.C.A.P.), artículos 103 a 108 del TrLCAP y 104, 105 y 106 del RCAP.

### 3.1.6.9. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

De forma general son los especificados como tales en los diferentes Capítulos de este Pliego y que se entienden repercutidos por el Contratista en los diferentes precios unitarios, elementales y/o alzados.

### 3.1.6.10. ABONO DE DESVÍO Y/O REPOSICIÓN DE SERVICIOS REALIZADOS POR LAS COMPAÑÍAS SUMINISTRADORAS

El abono de la reposición o desvío de servicios realizados por la compañía suministradora se efectuará contra factura emitida por dicha compañía, factura que tendrá el carácter de costo de ejecución material y al que habrá que añadir un 22% de gastos generales, financieros, cargos fiscales, etc.. y beneficio industrial, y un 16% en concepto de IVA.

## 3.1.7. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS

### 3.1.7.1. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Al término de la ejecución de las obras objeto de este Pliego se hará, si procede, la recepción de las mismas.

Para proceder a la recepción de las obras será condición indispensable que el Contratista entregue una copia de los planos "as built". Para ello el Contratista presentará con periodicidad semestral los planos "as built" de las obras que vaya ejecutando con objeto de que el Director de las Obras pueda indicar las correcciones o comentarios que considere necesario introducir en los mismos.

En el acta de recepción, se harán constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra deben ser subsanadas por el Contratista, estipulándose igualmente el plazo máximo (inferior al plazo de garantía), en que deberán ser ejecutadas.

### 3.1.7.2. PROYECTO DE LIQUIDACIÓN

Conforme se prescribe en el capítulo 1, el Contratista deberá presentar una colección completa de planos de la obra realmente construida o planos "as built". Estos planos, comprobados y corregidos en su caso, servirán de base para el Proyecto de Liquidación de las Obras.

### 3.1.7.3. PERÍODO DE GARANTÍA. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El plazo de garantía, a contar desde la recepción de las obras, será el señalado en el Pliego de Condiciones de la Licitación. Durante el mismo el contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquéllas, cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no

fueran motivados por causas de fuerza mayor. Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción de las obras.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales complementarias que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción de las obras.

Los gastos de explotación o los daños que por uso inadecuado se produjeran durante el período de garantía, no serán imputables al Contratista, teniendo éste en todo momento derecho a vigilar dicha explotación y a exponer cuantas circunstancias de ella pudieran afectarle.

## 3.2. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

### 3.2.1. DESBROCE DEL TERRENO

#### Definición

Consistirá en extraer y retirar de las zonas afectadas por las obras todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable.

#### Ejecución de las obras

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficiente y evitar daños en las construcciones existentes. La Dirección de Obra designará y marcará los elementos que hayan de conservarse intactos.

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

Todos los subproductos no susceptibles de aprovechamiento, serán retirados a vertedero. Los restantes materiales, podrán ser utilizados por el Contratista, previa aceptación por la Dirección de Obra de la forma y en los lugares que aquél proponga.

#### Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio correspondiente a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de terreno realmente desbrozado medido sobre el terreno e incluye aquellas operaciones de detalle manuales para su total realización.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.2.2. ESCARIFICADO Y COMPACTACIÓN SUPERFICIAL

#### Definición

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno, efectuada por medios mecánicos, y su posterior compactación. Estas operaciones se realizarán una vez efectuadas las de desbroce y/o retirada de la tierra vegetal.

#### Ejecución de las obras

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipulen en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o que, en su defecto, señale el Director de Obra, hasta un límite máximo de veinticinco centímetros (25 cm).

La densidad a obtener en la compactación será igual a la exigible en la zona de terraplén en que se trate.

Control de calidad

Por cada mil metros cuadrados (1.000) m<sup>2</sup> o fracción se realizarán como mínimo y a una profundidad de un (1) m los siguientes ensayos, según se indica en las normas N.L.T.:

1 Granulométrico (N.L.T.-104/72)

1 Límite de Atterberg (N.L.T.-105/72)

3 CBR (N.L.T.-111/78)

Cada doscientos metros cuadrados (200) m<sup>2</sup> o fracción y a una profundidad de un (1) m.:

1 Densidad in situ (N.L.T.-109/72)

Por cada día de trabajo y tajo:

1 Ensayo Proctor Modificado (N.L.T.-107 o 108/76)

### **Medición y abono**

La escarificación y compactación del terreno se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados medidos sobre el terreno.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### **3.2.3. MEJORA DEL TERRENO**

#### **Definición**

Se define como mejora del terreno el conjunto de operaciones destinadas a modificar las propiedades geotécnicas del terreno natural, mejorando su estructura, y con ella, su aptitud para soportar las condiciones de trabajo que las obras le impondrán durante y/o posteriormente a su ejecución.

La mejora del terreno tiene como principales objetivos:

a) Aumento de la capacidad portante

b) Disminución de la deformabilidad

c) Disminución de la permeabilidad

Los dos primeros objetivos están íntimamente relacionados y suelen buscarse conjuntamente, mientras el tercero de ellos (impermeabilización) puede ser objeto de tratamiento independiente.

Clasificación

Los métodos usualmente utilizados para conseguir la mejora del terreno se relacionan seguidamente:

- Mejora del terreno en su superficie.

Sobrecompactación del terreno natural (con o sin escarificación)

Aporte de nuevo material sobre aquél

Remoción y sustitución del terreno original por otro material adecuado

Estabilización por mezcla (cemento, cal, etc..)

- Mejora del terreno en profundidad:

Consolidación por drenaje y precarga

Consolidación por vibroflotación

Compactación dinámica

Compactación por pilotes

Congelación

- Impermeabilización:

Inyecciones

En lo que sigue se hace referencia sólo a la mejora del terreno en superficie mediante su compactación o sustitución por otro material adecuado para los fines perseguidos. El resto de los procedimientos de mejora del terreno mencionados se tratarán en otros apartados del presente Pliego, o en su caso en el P.P.T.P.

## Ejecución

En las zanjas y pozos excavados para la colocación de tuberías y construcción de obras de fábrica, se procederá inmediatamente antes de extender el hormigón de limpieza, a la compactación del

fondo de la excavación mediante los medios adecuados para conseguir una superficie de apoyo firme y regular. Igualmente se procederá, extremando el cuidado en conseguir una compactación uniforme, en el fondo de zanjas en las que el apoyo de la tubería a instalar posteriormente sea de materia granular.

En las zonas previstas en el proyecto y/o las que prescriba la Dirección de Obra, se sobreexcavará bajo la rasante teórica de las zanjas y pozos en la profundidad definida, rellenando el volumen creado con material adecuado y compactado éste seguidamente.

Las operaciones mencionadas deberán ejecutarse en seco, por lo que los medios de agotamiento se situarán a nivel necesario para garantizar este extremo.

Cuando las características del terreno natural y las condiciones de flujo del agua hagan temer la migración de finos, se interpondrá un material geotextil adecuado entre la superficie del terreno original y el material de mejora del mismo.

La colocación de las láminas de geotextil, cuando sea necesaria, se llevará a cabo normalmente sobre la superficie del terreno, con un solape comprendido entre treinta (30) y ciento cincuenta (150) cm dependiendo de la capacidad portante del terreno. Dicho solape será el definido en los planos de Proyecto o el que, en su caso, decida la Dirección de Obra dentro de los límites fijados anteriormente.

### **Medición y abono**

La compactación del fondo de excavaciones, cuando no se sustituye el terreno natural, no serán de abono diferenciado, por entenderse incluidas en los precios de excavación junto con las operaciones de perfilado y regularización.

El material de sustitución se abonará por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos de las secciones tipo del proyecto a los precios del Cuadro de Precios nº 1 que correspondan a su naturaleza, estando incluidas todas las operaciones necesarias: aporte, vertido, extendido y compactación del material.

Los materiales geotextiles se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente puestos en obra a los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, que incluyen todas las operaciones necesarias para su correcta ejecución (aporte del material, corte, solapes, sujetión, etc.).

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.3. DEMOLICIONES

#### 3.3.1. DEMOLICIONES DE OBRA DE FÁBRICA DE CUALQUIER TIPO

##### Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras todas las obras de hormigón en masa o armado, empedrados, adoquinados, aceras, obras de fábrica, elementos prefabricados y edificaciones en general.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo o demolición de las construcciones
- Retirada de los materiales de derribo

##### Ejecución de las obras

- Derribo o demolición

Las operaciones de derribo se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de Obra, quién designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos y las precauciones a adoptar en los casos en que deban desmontarse los elementos constructivos para su posterior utilización.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

- Retirada de los materiales de derribo.

Los materiales que resulten de los derribos y que no hayan de ser utilizados en obra serán retirados a un lado y transportados posteriormente a vertedero.

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 Obra.

##### Medición y abono

Estas unidades se abonarán por aplicación de los precios del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m<sup>3</sup>), metros cuadrados (m<sup>2</sup>) o metros lineales (m), correspondientes a la unidad de obra realmente ejecutada e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización, incluso la carga, transporte, descarga en vertedero y canon de vertido de los productos procedentes de las demoliciones.

### 3.3.2. DEMOLICIÓN DE FIRMES DE CARRETERAS Y CAMINOS

#### Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras los firmes de carreteras y caminos existentes.

#### Ejecución de las obras

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

Con anterioridad a la realización de tales operaciones se realizará un precorte de la superficie de pavimento a demoler, utilizando los medios adecuados, a fin de que quede una línea de fractura rectilínea y uniforme.

#### Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de firme de carretera o camino deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización, incluso la carga, transporte, descarga en vertedero, y canon de vertido de los productos procedentes de las demoliciones.

Se incluye asimismo la señalización necesaria y la ayuda del personal al tráfico con motivo de los desvíos creados.

### 3.3.3. ELIMINACIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

#### Definición

Consiste en el seccionamiento o corte de servicios existentes (tubos, colectores, cables y conducciones en general), en el tramo afectado por las obras de nueva ejecución, así como la remoción y extracción de los productos resultantes y su carga, transporte, descarga en vertedero y canon de vertido.

#### Ejecución de las obras

Previamente a la eliminación de cualquier tramo de un servicio existente, se habrán adoptado las medidas adecuadas para dejarlo fuera de uso, disponiendo un desvío alternativo, provisional o no, que asegure el mantenimiento del servicio.

Efectuadas las operaciones anteriores se procederá al corte de los dos extremos del tramo a eliminar, de forma que se cause el menor daño posible al resto del servicio, para continuar con la remoción del tramo incluido entre ambos cortes extremos.

Si el desvío efectuado tuviera carácter definitivo puede eliminarse el servicio antiguo sin las precauciones anteriormente mencionadas, siempre que no se dañe a los tramos adyacentes del tubo, colector, cable, conducción, etc., que tienen que seguir en servicio.

En el caso de tubos o colectores se taponarán los extremos de la conducción que quede fuera de servicio en toda que sección y con una longitud mínima de medio metro (0,5) hacia el interior del conducto abandonado.

### **Medición y abono**

La eliminación de servicios existentes se medirá y abonará a los precios correspondientes excavación general del Cuadro de Precios nº 1, entendiéndose incluidos en éstos todas las operaciones de corte, demolición, taponado de bocas (en su caso), etc., necesarias para su correcta ejecución.

La demolición de galerías se abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de demolición de obra de fábrica a los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1. Si en este caso la Dirección de Obra estima necesario el taponado de las bocas extremas, éste se abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón, medido con la sección teórica del conducto, y el espesor requerido, al precio unitario que corresponda. Los desmontajes de elementos puntuales se abonará por unidades (u), el levante o desmontaje de materiales lineales se abonará en metros (m) o kilómetros (km) según corresponda en el Cuadro de Precios nº1.

### 3.4. EXCAVACIONES

#### 3.4.1. EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL

##### Definición

Consiste en la excavación y apilado junto a la zona de obras o retirada a lugar de empleo o vertedero, de la capa o manto de terreno vegetal o de cultivo, que se encuentra en el área de construcción.

##### Ejecución de las obras

- Excavación
- Descarga y apilado, o retirada

Todo ello realizado conforme a las presentes especificaciones y a las instrucciones complementarias dadas por el Director de Obra.

##### Ejecución de las obras

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra un plan de trabajo en el que figuren las zonas en que se va a extraer la tierra vegetal y las zonas elegidas para acopio o vertedero. Una vez aprobado dicho plan se empezarán los trabajos.

El espesor a excavar será el fijado en el P.P.T.P. o el ordenado por el Director de Obra.

Al excavar la tierra vegetal se pondrá cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso, si la tierra está seca, se podrán emplear motoniveladoras para su remoción. La tierra vegetal que haya de ser acopiada en caballones para ulterior empleo se mantendrá separada de piedras, escombros, basuras o restos de troncos y ramas.

El acopio de la tierra vegetal se hará en lugares apropiados y de tal forma que no interfiera al tráfico ni a la ejecución de las obras o perturbe los desagües y drenajes provisionales o definitivos, en lugares de fácil acceso para su conservación y posterior transporte a lugar de empleo.

El acopio de tierra vegetal se hará en caballones de uno coma cinco (1,5) m de altura, con la superficie ligeramente ahondada y taludes laterales lisos e inclinados para evitar su erosión.

La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que fuese rechazada se transportará a vertedero.

##### Medición y abono

Esta unidad se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de excavación deducidos de las secciones tipo que figuran en los Planos del Proyecto, e incluye todas las operaciones necesarias para tal fin.

### 3.4.2. EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO

#### Definición

Comprenderá el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas de emplazamiento de obras de fábrica, asentamiento de caminos, caja de ferrocarril, etc.. hasta la cota de explanación general, así como la excavación previa en desmonte con taludes (prezanja) hasta la plataforma de trabajo definida en los planos de Proyecto.

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y descarga de los productos resultantes de la excavación en el lugar de acopio, empleo o vertedero, incluso, en este caso, el canon de vertido.

#### Clasificación

En cuanto al material a excavar, las excavaciones a cielo abierto se clasifican en:

- Excavación en terreno suelto.
- Excavación en terreno de tránsito o roca ripable.
- Excavación en roca no ripable.

A continuación se describen los distintos tipos de terrenos:

#### Excavación en terreno suelto

Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados posteriores.

#### Excavación en terreno de tránsito o roca ripable

Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactadas, etc., que cumplan, al menos, dos de las condiciones siguientes:

- a) Materiales formados por rocas descompuestas o tierras muy compactadas, que para su excavación no precisen el empleo de martillos rompe-rocas, pero que no pueden ser removidas con excavadoras o palas cargadoras sin un tratamiento previo de ripado.
- b) Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños comprendidos entre treinta (30) y setenta y cinco (75) cm de d, en proporciones superiores al cincuenta (50)% e inferiores al noventa (90)%.
- c) Materiales sueltos que poseen en su masa bolos o cantos de tamaños superiores a setenta y cinco (75) cm de d, en proporciones superiores al veinticinco (25)% e inferiores al cincuenta (50)%.
- d) Materiales que sometidos a un ensayo de compresión simple den una resistencia superior a cinco (5) Kg/cm<sup>2</sup>.

### Excavación en roca

Comprenderá las excavaciones de materiales que cumplan, al menos, una de las condiciones siguientes.

- a) Masa de roca y materiales que presenten las características de roca maciza cementados tan sólidamente, que no son ripables, siendo necesario para su remoción el uso de martillos rompe-rocas.
- b) Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños comprendidos entre treinta (30) y setenta y cinco (75)cm de d, en proporciones superiores al noventa (90)%.
- c) Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños superiores a sesenta y cinco (75) cm de d, en proporciones superiores al cincuenta (50)%.
- d) Materiales que sometidos a un ensayo de compresión simple den una resistencia superior a veinte (20) Kg/cm<sup>2</sup>.

A efectos de abono los precios de excavación a cielo abierto en roca no ripable se aplicarán exclusivamente a aquel terreno en que un tractor de orugas de trescientos cincuenta (350) C.V. de potencia, como mínimo, trabajando con un ripper monodiente angulable en paralelogramos con un uso inferior a cuatro mil (4.000) horas y dando el motor su máxima potencia, obtenga una producción inferior a ciento cincuenta (150) m<sup>3</sup>/hora.

A los efectos de abono, se considera roca en la excavación en zanja cuando una retroexcavadora de cien (100) C.V. de potencia como mínimo con un uso inferior a cuatro mil (4.000) horas y dando el motor su máxima potencia obtenga una producción inferior a dos (2) m<sup>3</sup>/hora.

### Sobreexcavaciones a cielo abierto

Se entiende como tales, aquellos sobreanchos de la excavación inevitables para la ejecución de la obra y que no hayan sido originados por causa y culpa del Contratista al realizar la obra con métodos inadecuados y sin adoptar las debidas precauciones.

El coste de las sobreexcavaciones está repercutido en el precio del m<sup>3</sup> de excavación correspondiente.

### **Ejecución de las obras**

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones, según Planos y/o Replanteo o que se indiquen por la Dirección de Obra.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación para poder realizar las mediciones necesarias sobre el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debido a excavaciones inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, etc..

Durante las diversas etapas de la realización de la explanación de las obras, éstas se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación podrán ser utilizados, si cumplen las condiciones requeridas en este Pliego, en la formación de rellenos y demás usos fijados en los planos.

El Contratista está obligado a la retirada y transporte a vertedero del material que se obtenga de la excavación y cuya utilización en rellenos y otros usos no esté prevista, siendo su abono de la forma que se expresa más adelante.

Los taludes de los desmontes serán los que, según la naturaleza del terreno, permitan la excavación y posterior continuidad de las obras con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitación de daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que correspondan en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones y protecciones frente a excavaciones, en especial en núcleos habitados, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales en su caso, aún cuando no fuese expresamente requerido para ello por el personal encargado de la inspección o vigilancia de las obras por parte de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, los límites máximos de estos taludes a efectos de abono serán los que se expresan en los planos.

Todo exceso de excavación que el Contratista realice, ya sea por error o defecto en la técnica de ejecución, deberá rellenarse con terraplén o tipo de fábrica que considere conveniente la Dirección de Obra y en la forma que ésta prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito.

En el caso de que los taludes de las excavaciones en explanación realizados de acuerdo con los datos de los planos fuesen inestables en una longitud superior a quince (15) metros, el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra la definición del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan en el párrafo anterior, tanto previamente como posteriormente a la aprobación.

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 necesarias. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución

inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones de la Dirección de Obra, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Cuando las excavaciones presenten cavidades que puedan retener el agua, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias.

### Tolerancias

Las tolerancias de ejecución de las excavaciones a cielo abierto serán las siguientes:

- En las explanaciones excavadas en roca se admitirá una diferencia máxima de veinticinco (25) centímetros entre cotas extremas de la explanación resultante y en cuyo intervalo ha de estar comprendida la correspondiente cota del proyecto o Replanteo. En las excavaciones en tierra la diferencia anterior será de diez (10) centímetros. En cualquier caso la superficie resultante debe ser tal que no haya posibilidades de formación de charcos de agua, debiendo, para evitarlo, el Contratista realizar a su costa el arreglo de la superficie, terminando la excavación correspondiente de manera que las aguas queden conducidas a las cunetas.
- En las superficies de los taludes de excavación se admitirán salientes de hasta diez (10) centímetros y entrantes de hasta veinticinco (25), para las excavaciones en roca. Para las excavaciones realizadas en tierra se admitirá una tolerancia de diez (10) centímetros en más o en menos.
- En las explanaciones excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias en cota de hasta diez (10) centímetros en más y quince (15) en menos para excavaciones realizadas en roca y de cinco (5) centímetros en más o en menos para las realizadas en tierra, debiendo en ambos casos quedar la superficie perfectamente saneada.

### Medición y abono

El volumen de abono se determinará por la cubicación sobre perfiles transversales tomados antes de la explanación y los teóricos de proyecto cada quince (15) metros como máximo, entendiéndose como de abono entre cada dos perfiles consecutivos el producto de la semisuma de las áreas obtenidas por la distancia entre ellos. No serán de abono las tolerancias que en este Pliego se expresan.

La excavación a cielo abierto se abonará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1, según el tipo de material a extraer, al volumen de abono en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes que ocasionen un menor rendimiento.

Asimismo, se encuentran incluidos en el precio de esta unidad de obra, el refino de taludes y soleras de la excavación, y la carga, transporte y descarga de los materiales excavados en acopio, lugar de empleo o vertedero, incluyendo, en este caso, el canon de vertido.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.4.3. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

#### **Definición**

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas para instalación de tuberías, canalizaciones y pozos para emplazamiento de obras de fábrica.

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y descarga de los productos resultantes de la excavación en el lugar de empleo o vertedero, incluyendo, en este caso, el canon de vertido.

#### **Clasificación**

Se consideran los siguientes tipos:

- Excavación en terreno suelto.
- Excavación en terreno de tránsito o roca ripable.
- Excavación en roca no ripable.

Las definiciones, alcance y limitaciones de estos tipos son iguales a las indicadas al comienzo de este artículo y en el correspondiente a las excavaciones a cielo abierto.

#### **Ejecución de las obras**

En general en la ejecución de estas obras se seguirá la Norma NTE-ADZ.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, en pozo o zanja, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie uniforme. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar un apoyo o cimentación satisfactorio.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación del material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, y a la retirada y transporte a vertedero del material que se obtenga de la excavación y que no tenga prevista su utilización en otros usos.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se estén excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, estando esta operación incluida en el precio de la excavación, salvo que por su intensidad, corresponda, según el pliego, la aplicación de un procedimiento especial de agotamiento.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas. Cuando los cimientos apoyen sobre material meteorizable, la excavación de los últimos treinta (30) centímetros, no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos.

El material excavado susceptible de posterior utilización no será retirado de la zona de obras sin permiso del Director de Obra. Si se careciese de espacio para su apilado en la zona de trabajo se apilará en acopios situados en otras zonas, de acuerdo con las instrucciones del Director de Obra.

Si el material excavado se apila junto a la zanja, el pie del talud estará separado uno coma cinco (1,5) m del borde de la zanja si las paredes de ésta están sostenidas con entibaciones o tablestacas. Esta separación será igual a la altura de excavación en el caso de zanja sin entibación y paredes verticales.

La separación de uno coma cinco (1,5) m también regirá para el acopio de tierras junto a excavaciones de desmonte y zanjas de paredes no verticales.

### **Tolerancias**

Las dimensiones de las zanjas y pozos serán las definidas en las secciones tipo de los planos del Proyecto.

La tolerancia en la rasante de excavación será como máximo de cinco (5) centímetros en terreno suelto o de tránsito y de diez (10) cm en roca, siempre por debajo de la rasante teórica.

Las tolerancias para el caso de excavaciones en zanja con taludes no verticales, serán las definidas en el apartado correspondiente a excavaciones a cielo abierto.

### **Medición y abono**

La excavación de zanjas y pozos se abonará por aplicación de los precios correspondientes según sus respectivas definiciones en el Cuadro de Precios nº 1, a los volúmenes en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos de los perfiles de abono definidos en las secciones tipo de los planos del Proyecto y con la rasante determinada en los mismos o en el Acta de Replanteo, no abonándose ningún exceso sobre éstos, aún cuando estén dentro de las tolerancias admisibles, a no ser que a la vista del terreno, la

Dirección de Obra apruebe los nuevos taludes, en cuyo caso los volúmenes serán los teóricos que se dedujesen de aquellos.

Una vez terminadas las excavaciones en tierra y/o roca ripable y antes de empezar la excavación de terreno duro o roca ripable y roca no ripable, el Contratista está obligado a solicitar de la Dirección de Obra la aceptación del cambio del terreno, así como las profundidades relativas correspondientes a cada tipo, con objeto de deducir el volumen de abono correspondiente. Para la comprobación de las dimensiones de la excavación, así como de los cambios del tipo de terreno, se tomarán sobre el terreno los perfiles transversales de los Planos del Proyecto y aquellos adicionales que indicase la Dirección de Obra para una más correcta interpretación.

Todos los trabajos y gastos que correspondan a las operaciones descritas anteriormente están comprendidas en los precios unitarios, incluyendo todas aquéllas que sean necesarias para la permanencia de las unidades de obra realizadas, como el refino de taludes y soleras de excavación, excepto la entibación, que en caso de ser necesaria, se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, establecidos independientemente.

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes que ocasionen un menor rendimiento.

Para la completa identificación del precio unitario a aplicar a las excavaciones realizadas en zanja o pozo, en cuanto al tipo de material excavado, se deberá ajustar éste a la clasificación establecida al principio de este artículo en terreno suelto, terreno de tránsito y roca. En cuanto a la determinación de profundidades se contarán a partir de la rasante de las excavaciones previas realizadas a cielo abierto (prezanjas) o, en zonas urbanas, desde la superficie del firme existente, según se define en las secciones tipo de los Planos del Proyecto.

No serán de abono los excesos de medición de otras unidades de obra (terreno mejorado, hormigón de limpieza y/o en cunas de apoyo, etc.) derivados de sobreexcavaciones, aún cuando éstas cumplan las tolerancias permitidas. Igualmente serán de cuenta del Contratista los sobrecostos debidos a refuerzos y/o aumento de la calidad de las conducciones a colocar inducidos por sobreanchos de excavación que excedan las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

Asimismo, no será objeto de abono cualquier incremento de excavación producido como consecuencia del procedimiento constructivo utilizado por el Contratista, ni el transporte a vertedero o lugar de empleo de los materiales procedentes de la excavación.

La aplicación de los precios de excavación en zanja o pozo con entibación cuajada solamente serán de aplicación en aquellos casos en que el proceso de entibación se vaya realizando simultáneamente con la excavación. Por lo tanto, cuando la entibación de la zanja o pozo se realice con posterioridad a la apertura de la misma, se aplicarán los precios de excavación correspondientes a zanja o pozo sin entibación.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

#### 3.4.4. EVACUACIÓN DE AGUAS. AGOTAMIENTOS

##### 3.4.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS AGOTAMIENTOS EN FUNCIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS

Los agotamientos se consideran según los medios empleados en 2 grupos:

Convencionales

Especiales

##### 3.4.4.2. CONVENCIONALES

Se entienden como medios convencionales los que emplean un sistema de canalización, recogida y bombeo de las aguas infiltradas en las excavaciones.

En estos casos se realizarán las cunetas correspondientes en los laterales de la excavación para conducir las aguas hasta los pozos de bombeo.

Estos pozos podrán funcionar de forma concatenada pero con el condicionante de que el pozo desde el que se evacuan las aguas al exterior debe asegurar que éstas van con un estado suficiente de limpieza a juicio de la Dirección de Obra.

Así, el Contratista se comprometerá a la limpieza semanal de estos pozos, garantizará que las bombas no se ubiquen en el fondo de los mismos y tomará todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la máxima limpieza en el caudal de aguas vertido al exterior.

Cuando los pozos de bombeo definitivos se encuentren construidos el contratista deberá ubicar en ellos la bombas de evacuación de agua pero siempre que éstas utilicen el sistema definitivo de evacuación de aguas al exterior. Es decir se deberá tener instalada la tubería de salida al exterior, así como la arqueta de rotura y la conexión al saneamiento definitivas antes de proceder a instalar las bombas provisionales de obra en los pozos definitivos.

#### **Medición y abono**

Los medios convencionales de agotamiento en las excavaciones no serán en ningún caso objeto de abono independiente, encontrándose su precio repercutido en el precio del m<sup>3</sup> de excavación.

##### 3.4.4.3. ESPECIALES

Se entienden por medios especiales de evacuación de aguas a aquellos procedimientos que tratan de minimizar la cantidad de agua aportada por el terreno a las excavaciones.

Estos procedimientos pueden ser muy variados como ejemplo citaremos:

La creación de recintos estancos, por ejemplo, mediante el empleo de pantallas de bentonita-cemento, pantallas de hormigón, columnas de jet-grouting, etc..

El rebajamiento del nivel freático mediante el uso de well-point o agujas drenantes, la utilización de pozos drenantes profundos.

Mejora del terreno mediante las inyecciones químicas, tratamiento de jet-grouting o inyecciones convencionales.

En el caso de que el Contratista considere necesaria la utilización de medios especiales para la realización de las excavaciones, éste lo propondrá a la D.O. sin cuya autorización escrita nos podrán llevarse a efecto.

### **Medición y abono**

El empleo de los medios especiales no supondrá en ningún caso un precio diferente del precio del m<sup>3</sup> de excavación y el agotamiento de los caudales de agua aportados se considera incluido en el precio del m<sup>3</sup> de excavación al igual que en el apartado anterior.

Sí serán de abono independiente los medios especiales utilizados, según se detalla en el capítulo correspondiente.

### **3.4.5. DESPRENDIMIENTOS**

#### **Definición**

Se considerarán como tales a aquellos desprendimientos inevitables producidos fuera de los perfiles teóricos definidos en los Planos.

La Dirección de Obra definirá qué desprendimientos podrán ser conceptuados como inevitables.

Podrán ser desprendimientos abonables los que se produzcan sin provocación directa, siempre que el Contratista haya observado todas las prescripciones relativas a excavaciones y entibaciones, y haya hecho un saneo completo de las superficies resultantes.

#### **Medición y Abono**

La medición se realizará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos como diferencia de perfiles, comparando el teórico de los planos, con los tomados sobre el terreno, una vez realizado el saneo.

Se aplicará tanto a las excavaciones realizadas en desmonte, como a las efectuadas en zanja o en las implantaciones de cimientos o apoyos de obra.

Los precios del Cuadro de Precios nº 1 incluyen la retirada, carga, transporte y descarga en lugar de empleo o vertedero de los materiales desprendidos y de los procedentes del saneo, así como la ejecución de los trabajos correspondientes a este último.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.4.6. VERTEDEROS, ESCOMBRERAS Y ACOPIOS TEMPORALES DE TIERRAS

#### Definiciones

- Se definen como vertederos aquellas áreas, situadas normalmente fuera de la zona de obras, localizadas y gestionadas por el Contratista, en las que éste verterá los productos procedentes de demoliciones, excavaciones o deshechos de la obra en general.

Los materiales destinados a vertedero tienen el carácter de no reutilizables.

- Se consideran escombreras aquellas áreas, previstas en el proyecto para tal fin, en las que el Contratista apilará los productos procedentes de las excavaciones con arreglo a los criterios fijados por el proyecto, las instrucciones de la Dirección de Obra y las limitaciones que en este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se definen.
- Se definen como acopios temporales de tierras aquellos realizados en áreas propuestas por el Contratista y aprobadas por la Dirección de Obra o definidas por ésta última, en las que se depositan los materiales procedentes de las excavaciones aptos para su posterior utilización en la obra.

Los acopios temporales estarán situados dentro de la zona de obra, entendiéndose que se cumple tal condición cuando el centro geométrico del área ocupada por los materiales acopiados diste menos de quinientos (500) metros medidos en línea recta, del elemento o unidad de obra más cercano.

#### Ejecución

El Contratista, con autorización de la Dirección de Obra, podrá utilizar vertederos buscados por él, siendo de su cuenta la obtención de todos los permisos, preparación y mantenimiento de los accesos, así como el abono del canon de vertido.

Las condiciones de descarga en vertederos no son objeto de este Pliego, toda vez que las mismas serán impuestas por el propietario de los terrenos destinados a tal fin. El Contratista cuidará de mantener en adecuadas condiciones de limpieza los caminos, carreteras y zonas de tránsito, tanto pertenecientes a la obra como de dominio público, que utilice durante las operaciones de transporte a vertedero.

La formación de escombreras se hará conforme a las prescripciones, además de las que figuren en proyecto, que a continuación se señalan:

- Los taludes de las escombreras quedarán con una pendiente media de 1 (V):2 (H) de modo continuo o escalonado, sin que la altura de cada escalón sea superior a diez metros (10 m).
- Se procederá a la formación de banquetas, retallos, dientes o plataformas que sean necesarios según la Dirección de Obra, para estabilizar las escombreras.
- La ejecución de las obras de desagüe podrá hacerse por tramos según lo exija el volumen de escombreras que se está constituyendo.
- El Director de Obra podrá, a su criterio, ordenar la compactación oportuna en determinadas zonas de la escombrera.

Las condiciones de constitución de acopios temporales de tierras en cuanto a sus características físicas (taludes, banquetas, etc.), serán los señalados más arriba para la formación de escombreras.

### **Medición y abono**

Todos los volúmenes de materiales a transportar para su descarga en vertedero, escombrera y acopio temporal, llevan repercutidos en sus respectivos precios la carga, transporte y descarga, estando incluidos asimismo todos los gastos necesarios para la utilización de vertederos y escombreras (permisos, acceso, etc.), así como el canon de vertido. Por consiguiente no habrá lugar a abono independiente por este concepto.

Tampoco serán de abono los gastos de extendido, constitución y conservación de la escombrera en las condiciones mencionadas.

El Contratista está obligado a restituir a su estado original, sin que proceda abono por dicho concepto, todas las áreas utilizadas como acopios temporales una vez se haya dispuesto del material depositado en ellas. Si por necesidades de obra parte del material existente en un acopio fuera considerado excedente, el Contratista lo llevará a vertedero o escombrera, según lo prescriba el Director de Obra, sin que haya lugar a un abono independiente por este concepto.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.4.7. MEDIOS ESPECIALES PARA LA REDUCCIÓN DE LOS CAUDALES DE AGUA APORTADOS A LAS EXCAVACIONES

Como ya se ha comentado, se entienden por medios especiales de evacuación de aguas a aquellos procedimientos que tratan de minimizar la cantidad de agua aportada por el terreno a las excavaciones.

Estos procedimientos pueden ser muy variados como ejemplo citaremos:

La creación de recintos estancos, por ejemplo, mediante el empleo de pantallas de bentonita-cemento, pantallas de hormigón, columnas de jet-grouting, etc..

El rebajamiento del nivel freático mediante el uso de well-point o agujas drenantes, la utilización de pozos drenantes profundos.

Mejora del terreno mediante las inyecciones químicas, tratamiento de jet-grouting o inyecciones convencionales.

#### **Medición y abono**

En el caso de los recintos estancos se medirán los m<sup>2</sup> de elementos (pantallas, paramento de jet-grouting, etc..), realmente ejecutados a los precios del cuadro de precios nº 1.

En el caso de rebajamiento del nivel freático se medirá por ml de traza con empleo de well-point independientemente de la superficie tratada y del rebaje efectuado, incluyendo en el ml todas las operaciones de instalación y retirada de equipos, consumo de los mismos, sistema de evacuación de aguas, prezanjas si fueran necesarias para la instalación, así como la instalación de piezómetros para conocer la posición del nivel freático.

Estos piezómetros estarán situados en secciones que no distarán más de 30 m entre ellos se dispondrán 2 unidades de cada sección cuya posición será aprobada por la Dirección de Obra.

El costo de la instalación de los tubos piezométricos, así como de los aparatos de lectura se encuentran repercutidos en el precio de ml de rebajamiento del N.F. mediante el uso de agujas drenantes o well-point.

En el caso de mejora del terreno mediante la utilización de jet-grouting como tratamiento del fondo de la excavación, ésta se medirá como m<sup>2</sup> de terreno realmente tratado independientemente del espesor del tratamiento que en general será del orden de 2 m, de la malla utilizada que podrá oscilar entre 0,8 m a 1,20 m de lado, de la presión de inyección que será del orden de 400 kg/cm<sup>2</sup>, de la densidad de lechada que será del orden de 1,9 Tn/m<sup>3</sup> así como de la velocidad de ascenso en el tratamiento que será del orden de 8 min/ml, entendiéndose como precio único el de m<sup>2</sup> de terreno tratado con jet-grouting, mediante el empleo de Jet-II o Jet-III (corte con agua e inyección de lechada o bien corte con agua y aire e inyección de lechada).

En el precio del m<sup>2</sup> se encuentran repercutidos los sondeos de reconocimiento del tratamiento, con recuperación de testigo y posterior ensayo de rotura a compresión de los mismos que como norma general serán de un (1) sondeo por cada 80 m<sup>2</sup> de tratamiento.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.5. SOSTENIMIENTO DEL TERRENO

#### Definición

Se define como sostenimiento el conjunto de elementos destinados a contener el empuje de tierras en las excavaciones en zanjas o pozos, con objeto de evitar desprendimientos, proteger a los operarios que trabajan en el interior y limitar los movimientos del terreno colindante.

#### 3.5.1. CLASIFICACIÓN

Dentro de los métodos de sostenimiento se pueden distinguir los siguientes grupos:

- a) Entibaciones
- b) Tablestacados metálicos
- c) Sistemas especiales

##### 3.5.1.1. ENTIBACIONES

#### Definición

Se definen como entibaciones los métodos de sostenimiento que se van colocando en las zanjas o pozos, simultánea o posteriormente a la realización de la excavación.

#### Clasificación de las Entibaciones

En función del porcentaje de superficie revestida las entibaciones pueden ser de tipo ligera, semicuajada y cuajada.

La entibación ligera contempla el revestimiento de hasta un veinticinco (25)% inclusive, de las paredes de la excavación.

En la entibación semicuajada se reviste solamente el cincuenta (50)% de la superficie total y en el caso de entibación cuajada se reviste la totalidad de las paredes de la excavación.

#### Sistemas de Entibación

Entre todos los sistemas existentes se pueden distinguir los siguientes:

- a) Entibación convencional, en la que normalmente se hace distinción entre:
  - a.1. Entibación horizontal, en la cual los elementos del revestimiento se orientan en este sentido, siendo transmitidos los empujes del terreno a través de elementos dispuestos verticalmente (pies derechos) los cuales, a su vez, se aseguran mediante codales.

- a.2. Entibación vertical en la que los elementos de revestimiento se orientan verticalmente, siendo transmitidos los empujes del terreno a carreras horizontales debidamente acodaladas.
- b) Entibación berlinesa, entendiéndose como tal el conjunto de tablas dispuestas horizontalmente, a medida que aumenta la profundidad de la excavación, que transmiten el empuje de las tierras a perfiles metálicos introducidos previamente en el terreno a intervalos regulares.
- c) Paños constituidos por perfiles metálicos, con una o más guías, entre los que se colocan elementos de forro (paneles). Sobre los perfiles se acomodan uno o varios niveles de acodalamiento.
- d) Módulos o cajas blindadas, entendiéndose como tales aquellos conjuntos especiales autorresistentes que se colocan en la zanja como una unidad completa, a medida que se va profundizando la excavación.
- e) Escudos de arrastre que consisten en un conjunto de elementos de forro permanente arrastrados entre sí, que debidamente apoyados sobre el fondo de la zanja proporcionan un lugar de trabajo seguro. Estos escudos son arriestrados a lo largo de la zanja según se va avanzando la excavación. La utilización de estos escudos no está permitida, salvo que expresamente se admita en el P.P.T.P.
- f) Otros sistemas de entibación sancionados por la práctica como satisfactorios.

### Condiciones Generales de las Entibaciones

Los sistemas de entibación a emplear en obra deberán cumplir, entre otras, las siguientes condiciones:

- a) Deberán soportar las acciones descritas anteriormente y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de la misma estén adecuadamente soportadas.
- b) Deberán eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en edificios próximos.
- c) Deberán eliminar el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.
- d) No deberán existir niveles de acodalamiento por debajo de los treinta (30) centímetros superiores a la generatriz exterior de la obra a construir en la excavación o zanja o deberán ser retirados antes de su ejecución.

Se dejarán perdidos los apuntalamientos que no se puedan retirar antes del relleno o cuando su retirada pueda causar el colapso de la zanja antes de la ejecución de aquél.

### Ejecución

El Contratista dispondrá en obra del material (paneles, puntales, vigas, madera, etc.), necesario para sostener adecuadamente las paredes de las excavaciones, con objeto de evitar los movimientos del

terreno, pavimentos, servicios y/o edificios situados fuera de la zanja o excavación proyectada. El sistema de entibación permitirá ejecutar la obra de acuerdo con las alineaciones y rasantes previstas en el Proyecto.

Toda entibación en contacto con el hormigón de la obra de fábrica definitiva deberá ser cortada según las instrucciones del Director de Obra y dejada "in situ". En este caso solamente será objeto de abono como entibación perdida si está considerada como tal en el Proyecto o si la Dirección de Obra lo acepta por escrito.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a uno coma veinticinco (1,25) metros podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación. Para profundidades superiores será obligatorio entibar la totalidad de las paredes de la excavación, excepto en aquellos casos en los cuales aparezca el sustrato rocoso antes de llegar a las profundidades de Proyecto, en cuyo caso se procederá a entibar el terreno situado por encima de dicho sustrato. Por debajo del nivel de la roca se podrá prescindir, en general, del empleo de entibaciones si las características de aquella (fracturación, grado de alteración, etc..), lo permiten.

Para zanjas y pozos de profundidades superiores a cuatro (4) metros no se admitirán entibaciones de tipo ligera y semicuajada.

Las prescripciones anteriores podrán ser modificadas a juicio de la Dirección de Obra, en los casos en que la estabilidad de las paredes de la excavación disminuya debido a causas tales como:

- a) Presencia de fisuras o planos de deslizamiento en el terreno.
- b) Planos de estratificación inclinados hacia el fondo de la zanja o pozo.
- c) Zonas insuficientemente compactadas.
- d) Presencia de agua.
- e) Capas de arena no drenadas.
- f) Vibraciones debidas al tráfico, trabajos de compactación, voladuras, etc..

El montaje de la entibación comenzará, como mínimo, al alcanzarse una profundidad de excavación de uno coma veinticinco (1,25) metros, de manera que durante la ejecución de la excavación el ritmo de montaje de las entibaciones sea tal que quede sin revestir por encima del fondo de la excavación, como máximo los siguientes valores:

- Un (1) metro en el caso de suelos cohesivos duros.
- Cero coma cinco (0,5) metros en el caso de suelos cohesivos no duros o no cohesivos, pero temporalmente estables.

En suelos menos estables, por ejemplo en arenas limpias o gravas flojas de tamaño uniforme, será necesario utilizar sistemas de avance continuo que garanticen que la entibación esté apoyada en todo momento en el fondo de la excavación.

### 3.5.1.2. PANTALLA DE CARRILES

#### **Definición**

Se trata de la entibación provisional a colocar según el perímetro de la excavación para permitir descender hasta el nivel rocoso con una ocupación moderada de espacio. Está formada por un paramento vertical de carriles hincados con la separación indicada en los Planos y unos elementos de anclaje (anclajes y bulones) aplicados a distintos niveles sobre vigas de reparto.

#### **Materiales**

Los carriles tendrán un peso superior a 45 kg/m, pudiendo tratarse de material usado siempre que el uso haya debilitado su sección en más de un 10%. No se aceptarán carriles curvados o revirados con los cuales no pueda garantizarse un guiado correcto en la hinca. El límite elástico del acero no será inferior a 2.100 kp/cm<sup>2</sup>.

Los anclajes y bulones se ajustarán a lo indicado en el presente Pliego.

#### **Ejecución**

Una vez replanteada la alineación de la pantalla se procederá a la hinca de los carriles, uno al lado de otro y con distancia máxima de separación entre ellas de 0,50 m, si bien es conveniente realizar una hinca previa dispersa para confirmar los niveles de roca y preparar los carriles con las longitudes necesarias. Salvo en casos excepcionales, se evitará embridar carriles cortos, agotando las máximas longitudes comerciales disponibles.

La maquinaria de hinca deberá garantizar la correcta separación y alineación vertical de los carriles (con desviaciones no superiores al 1,5%) y disponer de energía suficiente para conseguir un empotramiento adecuado en la roca. Eventualmente podrá ordenarse aguzar la punta de los carriles para facilitar la penetración.

Una vez completado un tramo de entibación de suficiente longitud se procederá a excavar hasta la cota de colocación de los anclajes, colocando la viga de reparto y procedimiento a la ejecución de aquéllos. No se proseguirá la excavación hasta que los anclajes hayan desarrollado totalmente su capacidad resistente y hayan sido tesados a su carga de cálculo.

Al continuar la excavación se prestará la máxima atención a cualquier fenómeno de inestabilidad, flujos de arcilla entre carriles, etc., deteniendo entonces las excavaciones y procedimiento a medidas correctoras como nuevos anclajes o bulones, blindajes con chapa o tablas, etc..

En las proximidades del final de la entibación se procederá a colocar los bulones a pie, así como de la viga de reparto previstos en los Planos.

### **Medición y abono**

La entibación de carriles se medirá y abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de pantalla construida, no incluyendo los excesos de carriles no hincados, a recortar.

La viga de reparto se medirá y abonará por metros lineales.

Los anclajes y bulones se medirán y abonarán en la forma indicada en los correspondientes artículos de este Pliego.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

#### **3.5.1.3. TABLESTACADOS METÁLICOS**

##### **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 resistentes con carácter provisional o definitivo.

##### **Condiciones Generales de los Tablestacados**

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial, cuya resistencia característica a tracción será superior a tres mil quinientos kilopondios por centímetro cuadrado (3.500 Kp/cm<sup>2</sup>).

Las tablestacas que se hubieran torcido por cualquier causa, se enderezarán, de modo que su flecha máxima, respecto a la 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.

Las tablestacas podrán hincarse de una en una o por parejas previamente enhebradas.

Se dispondrán guías para la hincada de las tablestacas, consistentes en una doble fila de perfiles metálicos o piezas de madera de mayor sección, colocados sobre la superficie de hincada, de forma que el eje del hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas a construir.

Esta doble fila estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno, y la distancia entre sus caras interiores no excederá del canto de las 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 (que dificultaría el enhebrado de las tablestacas que se hinquen 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 hinca, pero que pueda ser fácilmente expulsada por otra tablestaca que se enhebre en la ranura y llegue a mayor profundidad. No se tomará ninguna precaución especial para asegurar la estanqueidad de las juntas.

La hinca de las tablestacas se continuará hasta alcanzar la penetración mínima en el terreno firme establecida para cada tramo en el proyecto de los sistemas de sostenimiento.

Terminada la hinca, se cortarán, si es preciso, las tablestacas, de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los Planos.

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 ( $3^\circ$ ), en cualquier dirección.

Las tablestacas que se deformen perjudicando la impermeabilización del tablestacado, se retirarán y sustituirán por otras. Si esto no fuera posible, se hincarán otras tablestacas delante de las deformadas. Estas operaciones no serán de abono.

Si el Director de Obra lo exige, el Contratista llevará un registro de hinca para las distintas tablestacas en la forma previamente acordada.

## **Ejecución**

Las tablestacas situadas en las cercanías de edificios serán hincadas por medio de equipos hidráulicos o vibratorios. No se emplearán sistemas de impacto salvo que los métodos hidráulicos no permitan alcanzar las profundidades necesarias. En este caso, el empleo de sistemas de impacto requerirá la aprobación por escrito del Director de Obra, quien podrá establecer limitaciones horarias a su uso, de acuerdo con los afectados.

La máxima velocidad de las partículas del terreno medida junto al edificio más cercano, durante la hinca de las tablestacas, no superará las limitaciones establecidas en el presente Pliego.

El Contratista suministrará todos los medios necesarios, incluso arriostramientos y elementos de guía para la hinca de las tablestacas.

La tolerancia en la posición de las tablestacas será de cincuenta (50) mm en planta y una inclinación máxima de un ciento veinteavo ( $1/120$ ).

Antes de que sea hincada, cada tablestaca tendrá claramente marcada su altura a intervalos de veinticinco (25) cm en los tres (3) m superiores.

Si en la línea de una tablestaca se encuentra un obstáculo que impida alcanzar la cota prevista, el Contratista podrá pasar a hincar otros paneles de tablestacas contiguas para, posteriormente, hincar la tablestaca que opuso resistencia.

#### 3.5.1.4. SISTEMAS ESPECIALES DE SOSTENIMIENTO DEL TERRENO

Se agrupan bajo esta denominación los siguientes sistemas:

- Pantallas de hormigón armado "in situ" con o sin anclajes.
- Pantallas de pilotes, prefabricados, hincados u hormigonados "in situ". Pantallas de micropilotes.
- Congelación del terreno.
- Estabilización del terreno con inyecciones.
- Otros sistemas.

Los dos primeros métodos de esta relación son desarrollados en los apartados correspondientes del presente Pliego.

En el caso de que se decidiese utilizar cualquiera de los métodos restantes se seguirán las indicaciones que al efecto se establezcan en el P.P.T.P.

#### 3.5.2. PROYECTO DE LOS SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO A EMPLEAR EN ZANJAS Y POZOS

El Contratista estará obligado a presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, si procede, un proyecto de los sistemas de sostenimiento a utilizar en los diferentes tramos o partes de la obra, el cual deberá ir suscrito por un técnico especialista en la materia. En dicho Proyecto deberá quedar debidamente justificada la elección y dimensionamiento de dichos sistemas en función de las profundidades de las excavaciones, localización del nivel freático, empujes del terreno, sobrecargas estáticas y de tráfico, condicionamientos de espacio, ya sea en zona rural o urbana, transmisión de vibraciones, ruidos, asientos admisibles en la propiedad y/o servicios colindantes, facilidad de cruce con otros servicios, etc..

La aprobación por parte del Director de Obra de los métodos de sostenimiento adoptados no exime al Contratista de las responsabilidades derivadas de posibles daños imputables a dichos métodos (asientos, colapsos, etc.).

Si, en cualquier momento, la Dirección de Obra considera que el sistema de sostenimiento que está usando el Contratista es inseguro, el Director de Obra podrá exigirle su refuerzo o sustitución. Estas medidas no supondrán modificación alguna en los precios aplicables.

### 3.5.3. RETIRADA DEL SOSTENIMIENTO

#### Entibaciones

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte el material de relleno de la excavación hasta treinta (30) cm por encima de la generatriz superior de la obra construida de forma que se garantice que la retirada de la entibación no disminuya el grado de compactación del terreno adyacente. A partir de este punto, la entibación se irá retirando de forma que las operaciones de relleno no comprometan la estabilidad de la zanja.

Si no se puede obtener un relleno y compactación del hueco dejado por la entibación de acuerdo con las estipulaciones de este Pliego, se deberá dejar perdida la entibación hasta una altura de 45 cm por encima de la generatriz superior de la obra construida.

#### Tablestacados Metálicos

Las tablestacas se retirarán después de completado el relleno de la excavación, si bien se han de tomar las medidas adecuadas para garantizar la eliminación de movimientos de la obra construida y evitar la reducción del grado de compactación del relleno.

La retirada de tablestacas se realizará al tresbolillo, alternando elementos de un lado y otro de la línea de tablestacas.

Asimismo, en las zonas en las cuales se prevean efectos perjudiciales ocasionados por las vibraciones, a juicio del Director de Obra, se realizará la extracción de las tablestacas mediante el empleo de sistemas hidráulicos, de elevación, grúas, etc..

Si se dejan tablestacas perdidas en el terreno, se deberán cortar a la mayor profundidad posible y en ningún caso a menos de un (1) metro por debajo de la superficie de terreno terminada.

### 3.5.4. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO

Los métodos de sostenimiento empleados en excavaciones zanjas o pozos, en sus distintos sistemas, se abonarán aplicando a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie útil revestida, los precios del Cuadro de Precios nº 1 aplicables a cada tipo de entibación (ligera, semicujada, o cujada) y/o tablestacado, según corresponda.

A efectos de abono de superficies entibadas y/o tablestacados se adoptará como plano de referencia para la medición de las profundidades, el definido por la solera de las excavaciones previas (prezanjas), si las hubiere, no teniendo derecho el Contratista a reclamar cantidad alguna en concepto de entibaciones realizadas por encima de dicho plano. En el caso de excavaciones en zonas urbanizadas se considerará la superficie del pavimento existente como plano de referencia para la medición de entibaciones, si no se han realizado excavaciones previas.

La medición de la entibación se realizará superficiando los paramentos vistos de la zanja realmente entibados, con las salvedades anteriormente indicadas, entendiéndose repercutida en los correspondientes precios unitarios la parte de entibación hincada por debajo del fondo de las excavaciones, zanjas y/o pozos, así como todos los accesorios y medios auxiliares, incluso su retirada durante el relleno.

Los tablestacados se medirán y abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de paramento útil, entendiéndose repercutida en los correspondientes precios unitarios la longitud de tablestaca hincada por debajo de la solera de la excavación y la parte que pueda quedar por encima del terreno natural o superficie de referencia.

Solamente se considerará como tablestacado, a efectos de abono, el caso en el cual las tablestacas hayan sido totalmente hincadas con anterioridad a la excavación de las zanjas o pozos. En otros casos, se abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes de entibación, en función de la superficie total de pared revestida.

Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la establecida en el Proyecto para los sistemas de sostenimiento, el Contratista no podrá reclamar variación de los precios del contrato por este concepto.

Dentro de los precios de entibaciones y/o tablestacados se entenderán incluidas todas las operaciones de arriostamiento y colocación de los niveles de apuntalamiento que sean necesarios, así como todas las operaciones necesarias para la ejecución de la unidad de obra, incluso empalmes y soldaduras, incluso la parte de tablestacas o elemento de entibación que quede por encima del terreno natural o superficie de referencia, por lo que no son motivo de abono diferenciado.

Si la Dirección de Obra aprobara la utilización de sistemas especiales, como pantallas de hormigón, pilotes, etc., éstos se medirán de acuerdo con los criterios descritos en el P.P.T.P. para cada uno de ellos y se abonarán a los correspondientes precios unitarios incluidos en el Cuadro de Precios nº 1.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

## 3.6. CIMENTACIONES

### Definición

Se define como cimentación el elemento o grupo de elementos cuya misión consiste en transmitir al terreno resistente las cargas de una estructura.

### Clasificación

En función de la posición donde se encuentre el terreno resistente las cimentaciones pueden clasificarse en superficiales y profundas.

#### 3.6.1. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

### Definición

Se considera que una estructura tiene cimentación superficial cuando sus cargas son transmitidas directamente al terreno resistente, situado inmediatamente debajo de aquélla.

Este tipo de cimentaciones se utiliza cuando debajo de la estructura a construir existe una capa de terreno resistente de suficiente espesor.

### Clasificación

Según la capacidad portante del terreno, la forma de la estructura y la magnitud de las solicitaciones a las que ésta va a ser sometida, las cimentaciones superficiales se pueden clasificar en zapatas aisladas, zapatas corridas y losas de cimentación.

### Condiciones generales

La solera de las cimentaciones superficiales deberá quedar, en cualquier caso, libre del efecto de las heladas, exigiéndose a este respecto que tengan una profundidad mínima de 1 metro bajo la superficie del terreno.

Asimismo, en el caso de la existencia del nivel freático, marea, etc., las cimentaciones superficiales deberán emplazarse a una profundidad tal que la solera de cimentación quede alejada de la zona de oscilaciones de dicho nivel freático.

### Ejecución

Los elementos de cimentación tendrá la forma y dimensiones definidas en los Planos del Proyecto y/o en el P.P.T.P.

Una vez realizada la excavación correspondiente a los elementos de cimentación a construir se verterá una capa de hormigón de limpieza y regularización, H-150, de diez (10) cm de espesor mínimo.

Sobre dicha capa se encofrará y se colocarán las armaduras del elemento en cuestión, distanciadas del hormigón de limpieza con los correspondientes separadores a la distancia definida en los Planos.

Cuando el terreno de cimentación sea inestable, previamente a la colocación del hormigón de limpieza se realizará un saneo del fondo de la excavación, colocándose posteriormente una capa de material granular (encachado de piedra) que será debidamente compactada.

### **Medición y abono**

Estas unidades se medirán y abonarán mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a las unidades de obra que comprenden.

## **3.6.2. CIMENTACIONES PROFUNDAS**

### **3.6.2.1. PANTALLAS CONTINUAS DE HORMIGÓN ARMADO**

#### **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 capaz de resistir empujes y cargas verticales.

Si las características del terreno lo exigen, la perforación de la zanja se realizará empleando lodos tixotrópicos. La ejecución de la pantalla se efectúa por paneles independientes e incluye las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Ejecución de muretes guía.
- Perforación de zanjas, con empleo, si es preciso, 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 y de muretes guía.
- Ejecución de la viga de atado de paneles.
- Regulación 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 previstas en sus proximidades.

## **Materiales**

Hormigón (Ver Artículo "Hormigones" del P.P.T.G.).

El hormigón para la pantalla propiamente dicha tendrá al menos las características exigidas al tipo H-200. Su consistencia, medida según la norma UNE 7183, estará comprendida entre catorce a dieciocho centímetros (14 a 18 cm). La dosificación de cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 Kg/m<sup>3</sup>) y el tamaño máximo de árido será de treinta milímetros (40 mm) si es rodado, y veinte milímetros (20 mm) si es de machaqueo.

Deberá estudiarse el tiempo de comienzo de fraguado del hormigón, de forma que el tiempo necesario para su transporte y puesta en obra no supere el setenta por ciento (70%) de aquél.

Si hiciera falta utilizar algún aditivo para que el hormigón cumpla las condiciones anteriores se comprobará su compatibilidad con el cemento y los efectos que produce, según la dosificación.

El hormigón para los muretes-guías tendrá, al menos, las características exigidas al tipo H-150. Su consistencia, medida según la Norma UNE 7183, será plástica. La dosificación del cemento no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250 Kg/m<sup>3</sup>) y el tamaño máximo de árido será de cincuenta milímetros (50 mm).

## Armaduras

Las armaduras deberán estar constituidas por redondos de acero especial corrugado.

## Lodo tixotrópico

Si se emplea lodo tixotrópico en la perforación, éste deberá cumplir las siguientes características:

A las veinticuatro horas (24 h) de la fabricación (lodo fresco):

- Viscosidad medida en el Cono Marsh: entre treinta y dos (32) y treinta y cinco (35) segundos.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11)
- Peso específico: el indicado posteriormente.

Durante la perforación de la zanja:

- Viscosidad medida en el Cono Marsh: no deberá ser inferior a la del lodo fresco.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Peso específico: el necesario para asegurar la estabilidad de la pared.

El peso específico mínimo deberá ser fijado por el Director a propuesta del Contratista atendiendo a las características del terreno atravesado.

Durante el homigonado:

- Viscosidad medida en el Cono Marsh: inferior a cuarenta y cinco (45) y superior a la del lodo fresco.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Material retenido en el tamiz 0,080 UNE: inferior al tres por ciento (3%) en peso.

Las prescripciones anteriores son esenciales para garantizar la calidad del hormigonado de la pantalla. En consecuencia, si el lodo no cumple estas condiciones, antes de las operaciones previas al hormigonado, colocación de encofrados laterales y de armaduras, se deberá proceder a su regeneración.

### Ejecución

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.
- Mínima perturbación del terreno.
- Precisión en la perforación de la zanja.
- 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, que el equipo propuesto es adecuado en relación con los aspectos citados.

### 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 de la superficie del terreno. Si esta condición no se cumple, se construirá un terraplén, con 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.

### **Muretes-guía**

A partir del eje del replanteo, se fijarán los límites de la pantalla y se construirán, en primer lugar, unos muretes con separación igual al espesor de la pantalla más cinco centímetros (5 cm). Estos muretes, que no sólo sirven de guía a la maquinaria de perforación, sino que también colaboran a la estabilidad del terreno, tendrán una anchura mínima de veinte centímetros (20 cm) y una altura no inferior a setenta centímetros (70 cm), e irán convenientemente armados. Sobre los muretes guía se acotará la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la perforación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

### **Preparación del lodo tixotrópico**

Antes de iniciarse los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director los detalles relativos a la dosificación del lodo fresco, con arreglo a lo que se indica a continuación.

Se darán 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 filtro prensa.
- Peso específico del lodo.
- Viscosidad medida en el Cono Marsh.

Asimismo se propondrá al Director el peso específico mínimo que deberá tener el lodo durante la perforación, según las características de los terrenos atravesados y la posición del nivel freático.

### **Fabricación**

En la mezcla del material o materiales secos con el agua deberán emplearse medios enérgicos 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 perforadas 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.

### **Control del lodo tixotrópico**

Con objeto de comprobar que se cumplen los requisitos establecidos 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 porcentaje de 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 del papel medidor de pH. El peso específico se determinará mediante picnómetro.

El Contratista tomará las medidas adecuadas de acuerdo con la legislación vigente para el tratamiento en plantas adecuadas de los lodos utilizados en la obra, presentando a la Dirección de Obra los certificados correspondientes.

### **Perforación de zanjas**

La perforación correspondiente a cada panel se efectuará con los medios mecánicos apropiados, según el plan de ejecución dado en el Proyecto o, en su defecto, el establecido por el Contratista y aprobado por el Director.

Si las características del terreno lo requieren, el material extraído se irá reemplazando por lodo tixotrópico que, durante el proceso, deberán permanecer por encima de la cota inferior del murete-guía.

La profundidad de perforación superará al menos en veinte centímetros (20 cm) a la que vayan a alcanzar las armaduras. Este exceso de excavación tiene por objeto evitar que las armaduras apoyen sobre el terreno en las esquinas del panel, donde la excavación y la limpieza de detritus es más difícil.

Desde el comienzo de la perforación de la zanja hasta el final del período de endurecimiento del hormigón, no se permitirá apilar, en las proximidades de la pantalla, materiales cuyo peso ponga en peligro la estabilidad del terreno.

Previamente a la colocación de encofrados laterales y armaduras, se efectuará una limpieza del fondo de la perforación, extrayendo los elementos sueltos que hayan podido desprenderse de las paredes de la zanja, así como el detritus sedimentado.

### **Colocación de los encofrados de las juntas laterales**

Antes de proceder al hormigonado, se colocarán en la zanja los elementos que vayan a moldear las juntas laterales, cuya misión es asegurar la continuidad geométrica de la excavación y de la futura pantalla y servir de guía al útil empleado en la perforación de la zanja. Los elementos se colocarán en posición vertical y debidamente fijados o empotrados en el fondo, y tendrán una anchura igual al espesor de la pantalla.

### **Preparación y colocación de las armaduras**

Las armaduras se construirán en taller formando un conjunto solidario, llamado jaula, de la misma longitud en horizontal que el panel.

Si la zanja fuese muy profunda, se podrán descomponer las armaduras verticalmente en dos o más tramos, los cuales se soldarán en obra para formar un conjunto continuo. Dicho conjunto deberá tener las dimensiones y disposición indicadas en los planos, con independencia de la profundidad real alcanzada en la perforación de la zanja.

Las jaulas deberán llevar rigidizadores y estar soldadas en los puntos precisos para evitar su deformación durante el transporte, izado y colocación en la zanja.

En la soldadura de acero especial se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero. Los ganchos de suspensión de las jaulas serán de acero ordinario.

La separación mínima entre barras verticales u horizontales será de diez centímetros (10 cm), y el recubrimiento de siete centímetros (7 cm). Las formas cerradas o nudos de armaduras deberán evitarse en lo posible, de manera que no impidan la buena circulación del hormigón y pueda garantizarse el perfecto recubrimiento de las barras.

Para garantizar el centrado de las jaulas en la zanja y conseguir el recubrimiento de las barras, deberán disponerse separadores o calas de mortero en ambas caras de las jaulas, a razón de un separador cada dos metros cuadrados ( $2 \text{ m}^2$ ) de pantalla, por lo menos.

Deben preverse armaduras de espera para su hormigonado posterior con la viga de atado.

Las jaulas de armaduras se colocarán en el panel introduciendo y soldando sucesivamente sus diversos tramos y dejándolas bien centradas, mediante los separadores mencionados anteriormente. La jaula deberá quedar suspendida de forma estable a una distancia mínima de veinte centímetros (20 cm) del fondo de la perforación. Durante el izado y la colocación de las jaulas deberá disponerse una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos de elevación.

### **Hormigonado de paneles**

El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería. Esta deberá tener un diámetro comprendido entre quince y treinta centímetros (15 y 30 cm), estará centrada en el panel y se introducirá a través del lodo hasta el fondo de la excavación. Llevarán en cabeza una tolva para la recepción del hormigón.

El hormigonado se hará de forma continua. Si durante el proceso hiciera falta levantar la tubería de hormigón, ésta se mantendrá dentro de la masa de hormigón en una longitud mínima de cinco metros (5 m), para hormigonado bajo lodo, o de tres metros (3 m), para hormigonado en seco.

Cuando la longitud del panel sea superior a seis metros (6 m), se utilizarán dos tuberías de hormigonado, vertiendo el hormigón por ambas simultáneamente.

Los lodos se irán evacuando a medida que progresa el hormigonado.

La cota final de hormigonado rebasará a la teórica al menos en treinta centímetros (30 cm). Este exceso de hormigón, en su mayor parte contaminado por el lodo, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles. Si la cota teórica coincide con la coronación de muretes, se deberá hacer rebosar el hormigón hasta comprobar que no está contaminado.

Después del hormigonado se procederá a la extracción de los elementos laterales dispuestos para moldear las juntas, pero nunca antes de que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que la pared vertical se mantenga.

### **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.

### **Tolerancias de ejecución**

Las tolerancias de ejecución serán las siguientes:

- Desvío en planta, o separación de los muretes-guía: + cinco (5) cm.
- Anchura de la herramienta de perforación: + dos (2) cm sobre el ancho teórico.
- Longitud del panel: + cinco (5) cm sobre la longitud teórica.
- Profundidad de la armadura del panel: + cinco (5) cm sobre la profundidad teórica.
- Verticalidad: desviación de la vertical inferior al uno coma cinco (1,5)%.
- Sobre-espesores: inferiores a diez (10) cm. Cuando se trate de una zona de relleno en el terreno o cuando hubiera que demoler previamente una construcción existente, el Director fijará la tolerancia admisible.

### **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, 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 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.

### **Medición y abono**

La pantalla continua se abonará por aplicación de los precios correspondientes incluidos en el Cuadro de Precios nº 1, según los espesores, a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de pantalla realmente ejecutados, con la limitación a efectos de abono, de las dimensiones máximas señaladas en los Planos. La profundidad de las pantallas se medirá entre la cota inferior de la viga de atado de las cabezas de las pantallas y la de su extremo inferior.

Dentro de estos precios se entenderán incluidas todas las operaciones de formación y preparación de la plataforma de trabajo, ejecución de muretes-guía, demolición de cabezas de paneles, empleo de lodos tixotrópicos, apeos provisionales de la pantalla, regularización del paramento visto de la pantalla, así como cualquier otra operación para la que no se haya establecido criterio de medición y abono independiente.

### 3.6.2.2. PILOTES

#### Definición

Se define como cimentación por pilotes prefabricados, la realizada a base de pilotes de madera, hormigón armado, hormigón pretensado o acero, provistos de una punta y destinados a ser hincados en el terreno por percusión sobre su cabeza, sin rotación.

Se define como cimentaciones por pilotes de hormigón "in situ" las realizadas a base de pilotes de hormigón armado cuya ejecución se efectúa introduciendo previamente en el terreno una tubería que sirve en entubación u encofrado al hormigón que lo constituye.

Si el Contratista quiere emplear otros diámetros u otro sistema que el previsto en el Proyecto, deberá proponerlo con la debida antelación, acompañando todos los detalles, cálculos, planos, etc., a la aprobación del Director de Obra.

Se define como diámetro del pilote construido "in situ", el diámetro interior de la entubación, ya sea perdida o recuperable. El posible ensanchamiento del fuste del pilote, por apisonado o compresión del hormigón, no se tendrá en cuenta para admitir un aumento de la carga admisible del mismo, considerado como elemento estructural, aunque en algún caso, previas las oportunas comprobaciones, puede tomarse como efecto favorable sobre el rozamiento, adherencia o área de apoyo del pilote sobre el terreno.

En general, deberá existir un encepado que reciba las cargas de la estructura y las transmita a los pilotes, todo ello realizado de acuerdo con los datos que sobre el particular incluyan los Planos.

#### 1. Pilotes hormigonados "in situ"

#### Materiales

Los pilotes estarán constituidos por hormigón tipo H-250, salvo prescripción en contrario. En el caso de hormigonado bajo el agua, la primera mezcla colocada en el pilote deberá contener cuatrocientos kilogramos de cemento por metro cúbico (400 Kg/m<sup>3</sup>) de hormigón. No obstante, el Director de Obra podrá modificar el tipo o dosificación del hormigón cuando las circunstancias lo aconsejen.

El hormigón del pilote tendrá una docilidad suficiente para garantizar una continuidad absoluta, aún extrayendo la entubación. No será atacable por el terreno circundante y tendrá una resistencia suficiente para transmitir las cargas de trabajo con el adecuado coeficiente de seguridad.

El pilote tendrá armaduras longitudinales cuya sección será por lo menos de seis décimas por ciento (0,6%) de la sección nominal del pilote, las cuales se prolongarán en el encepado correspondiente en setenta centímetros (0,70 m) por lo menos. Llevará también estribos circulares o espirales. Las armaduras se unirán entre sí mediante soldadura, pudiendo utilizar ataduras únicamente en los pilotes de menos de diez metros (10 m) de longitud.

El tipo y distribución de armaduras vendrá definido en los Planos.

### **Ejecución de las obras**

Equipo necesario. El equipo necesario para la ejecución de los pilotes ofrecerá garantías suficientes en relación a la calidad del hormigón, precisión en la hincada de la entubación, mínima perturbación del terreno y, sobre todo, continuidad de los pilotes.

El Contratista someterá al Director de Obra, con la antelación suficiente, el tipo de pilotaje, equipo y plan de trabajo que tenga previsto aplicar, modificando lo que el Director de Obra ordene hasta conseguir su aprobación.

Entubación. En grupos cerrados de pilotes no se introducirá ninguna entubación a menos de tres diámetros (3 d) de distancia del centro de otro pilote que lleve menos de cuarenta y ocho horas (48 h) hormigonado.

Se tratará de conseguir una bajada de la entubación tan continua como sea posible y llevada a la par con la extracción de la tierra de su interior; en ningún caso, la extracción debe adelantarse sobre la bajada del tubo.

En caso de penetrar por debajo de la capa freática, no se admitirá bombeo del agua del interior durante la ejecución del pilote.

En caso de encontrar afluencias de agua, se puede admitir un bombeo previo para limpiar el tubo, siempre que la afluencia de agua sea menor que una décima de litro por segundo (0,10 l/s); en caso contrario, se proscribire la aplicación de bombeo durante la ejecución del pilote.

En los casos en que el pilote atravesara corrientes de agua subálveas de alguna importancia, será indispensable utilizar entubación no recuperable.

Antes de empezar el hormigonado del pilote se limpiará debidamente el fondo de la entubación prestando especial atención a no dejar restos de la perforación (fango, detritus, etc.) en el fondo del pilote.

La entubación debe llegar hasta el final del pilote, a no ser que éste se empotre en roca sana, en cuyo caso la entubación llegará hasta el techo de roca sana. La superficie interior de los tubos debe ser completamente lisa. Las juntas serán roscadas o soldadas y habrán de ser impermeables. En el caso de pilotes sondeados, la excavación en el interior de la entubación no profundizará más allá de cincuenta últimos centímetros (0,50 m) por encima del extremo interior del tubo.

Si se emplean pilotes hincados la entubación irá profundizándose a golpe de hincadora dado sobre un tapón de hormigón colocado en el fondo de la entubación. El avance de la entubación se llevará a cabo de tal forma que el suelo por el que ésta atraviesa vaya desplazándose hacia sus lados, compactándolo al mismo tiempo, sin que se produzca ninguna extracción de material. Si se encontraran obstáculos durante la hincadora o perforación, se eliminarían éstos a golpe de cincel. Los explosivos no están permitidos dentro de la perforación. No está permitida tampoco la operación de lavado dentro de la entubación. Las perforaciones realizadas que no vayan a utilizarse habrán de ser rellenadas con hormigón.

Hormigonado. Después de realizarse la hincadora o perforación de la entubación ésta se revisará y aprobará por el Director de Obra antes de verter el hormigón. Las armaduras longitudinales se asentarán sobre una ligera torta de hormigón y se dispondrán bien centradas y sujetas. 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 ni cortes o estrangulamientos. Tampoco se olvidará reducir al máximo el deslavado por segregación de los áridos. En ningún caso se admitirá la caída libre del hormigón.

Las armaduras y la fabricación, transporte y puesta en obra del hormigón, se ajustarán a lo prescrito en los correspondientes artículos del presente Pliego.

Inmediatamente antes del comienzo del hormigonado se procederá a una limpieza muy cuidadosa del fondo de la entubación. 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, que impida la entrada del terreno circundante. Este tapón no deberá ser demasiado alto, pues podría adherirse, por abovedamiento, a la entubación, ocasionando el corte del pilote, por lo que su altura estará comprendida entre vez y media (1,5) y tres veces y media (3,5) el diámetro del pilote.

Dicha altura deberá comprobarse, continuamente por medida directa y por comparación entre el volumen del hormigón colocado y el calculado para la altura hormigonada.

En los pilotes de entubación recuperable el hormigonado se hará en seco o bien con el tubo lleno de agua, debiendo elegirse uno u otro procedimiento según la naturaleza del terreno. Será preferible el hormigonado con tubo lleno de agua en caso de que haya capas de terreno socavable, siendo necesario en este caso colocar el hormigón en obra por medio de una cuchara, tubo, bomba o cualquier artificio que dificulte su deslavado. Cuando no haya terreno socavable será aconsejable el

hormigonado en seco, que podrá conseguirse, aún en terreno de cierta permeabilidad, sellando inicialmente el fondo de la excavación con un hormigón muy seco.

También puede recurrirse al empleo del aire comprimido, en cuyo caso será aceptable el hormigonado en seco en terrenos socavables. Si se emplea este procedimiento deberá procurarse que la presión de aire dentro del tubo no exceda sensiblemente a la presión hidrostática del agua contenida en el terreno, para evitar un escape grande de aire a través del hormigón, lo que originaría el arrastre de la lechada.

Se hormigonarán las cabezas de los pilotes hasta una altura superior en treinta centímetros (0,30 m) a la marcada en Proyecto, que se demolerán después. El Contratista no percibirá ninguna compensación por este exceso de hormigonado ni por su demolición posterior.

Si al efectuar la demolición se observa que los treinta centímetros (0,30 m) no han sido suficientes para eliminar todo el hormigón deslavado y de mala calidad, se proseguirá la demolición reemplazando el hormigón demolido por hormigón nuevo bien adherido al anterior. Todas estas operaciones serán de cuenta del Contratista.

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 Obra decidirá si el pilote puede terminarse y considerarse válido o no. El pilote que haya sido rechazado por el motivo indicado habrá de ser rellenado, sin embargo, en toda su longitud abierta en el terreno, sin que el Contratista perciba pago alguno por ello. La parte de relleno, después de rechazado el pilote, podrá ejecutarse con hormigón pobre, pero su ejecución se hará con los mismos cuidados que si se tratara de un pilote que hubiera de ser sometido a cargas. Alternativamente, el Contratista podrá demoler, mediante trépano u otro medio similar y a su cargo, todo el hormigón fraguado en el interior del pilote, limpiar de nuevo su fondo y volverlo a hormigonar.

La posición de los pilotes en planta, después de construidos, no deberá diferir en más de un cinco por ciento (5%) de su diámetro de la indicada en los Planos. El error, en alzado, no será mayor del tres por ciento (3%) de la longitud del pilote indicada en los Planos.

El Contratista confeccionará un parte de trabajo de cada pilote en el que figurará, al menos: la fecha y hora de comienzo y fin de la introducción de la tubería; la profundidad total alcanzada por la entubación y si se trata de entubación introducida por sondeo, la descripción de los terrenos atravesados y el espesor de las distintas capas; la profundidad hasta la que se ha introducido la armadura y la longitud y construcción de la misma; la profundidad del nivel de la superficie del agua en el taladro al comienzo del hormigonado; y la fecha y la hora del comienzo y terminación del hormigonado.

En el caso de pilotes sondeados se registrará la calidad y espesor de los estratos atravesados y se tomarán muestras del terreno en la forma y frecuencia que marque el Director de Obra.

Pruebas de carga. Al efectuar las pruebas de carga se seguirán las instrucciones del Director de Obra, que habrá de indicar el número y la forma en que aquéllas se han de realizar, tanto en los pilotes de prueba como en los pilotes de trabajo.

Como el ensayo de carga originará en el pilote de prueba su rotura o asentamiento, dicho pilote no podrá ejecutarse en la misma zona de cimentación, pero sí en sus proximidades, debiendo estar en iguales condiciones en lo que se refiere a características del suelo y de profundidad que los pilotes definitivos.

En obras de fábrica importantes habrán de llevarse a cabo, en lo posible, dos pruebas de carga sobre pilotes de prueba. En este caso, la distancia que debe existir entre ambos pilotes probados no deberá ser inferior a tres metros (3 m). Durante el tiempo que duren las pruebas de carga no podrá haber ninguna clase de trepidaciones ni las producidas por el tráfico, maquinaria o trabajos de hinca. No se realizará más de una prueba a la vez.

En la prueba habrá de tenerse muy en cuenta el que la sobrecarga coincida con el eje del pilote y que durante el asentamiento no oscile dicha carga para evitar que bascule.

La realización de pruebas de carga y el estudio de los resultados se harán según DIN 1054. El importe de los pilotes de prueba y de los ensayos sobre ambos tipos de pilotes, se consideran incluidos en los gastos de ensayo.

En el caso de que las pruebas de carga sobre pilotes de trabajo fuese defectuosa por negligencia del Contratista, el Director de Obra podrá ordenar la ejecución de tres pruebas de carga suplementarias sobre pilotes de trabajo, por cada pilote defectuoso que se haya encontrado o se vaya encontrando, debiendo limitarse en estas pruebas suplementarias la carga a aplicar sobre el pilote al ciento treinta por ciento (130%) de la de trabajo. El coste de estas pruebas suplementarias, realizadas sobre pilotes de trabajo no serán abonados al Contratista, ni serán deducidos de la partida de gastos de ensayo.

## 2. Pilotes prefabricados

### **Materiales**

Pilotes de hormigón armado o pretensado. El tipo de hormigón a emplear será el determinado en el P.P.T.P. y, en cualquier caso, la dosificación del cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 Kg/m<sup>3</sup>), ni el tamaño máximo del árido grueso superior a veinticinco milímetros (25 mm), salvo prescripción contraria. Para la fabricación y moldeo del hormigón necesario para estos pilotes, se estará a lo prescrito en los correspondientes artículos del P.P.T.P.

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, en todo caso, el especificado en los Planos. La compactación se hará por vibración.

La playa o plataforma sobre la cual se hormigonan 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 tenerse especialmente en cuenta cuando se hormigonan varias capas de pilotes sobrepuestas 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 playa, tales como las de la cara inferior de los pilotes, se pintarán con sustancias separadoras o se interpondrá una capa de papel, de modo que no sean precisos esfuerzos apreciables para arrancar los pilotes de su lugar de hormigonado.

Cada pilote se marcará con un número de identificación, la fecha de su hormigonado 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 hincada. Si los pilotes hubieran de ser hincados en terrenos agresivos, 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.

Si es necesario empalmar barras de la armadura longitudinal, no deberán coincidir varios empalmes en la misma sección transversal del pilote. La punta del pilote, en una longitud mínima de treinta centímetros (0,30 m) estará protegida por un azuche de hierro o acero moldeado, el cual estará soldado a las armaduras longitudinales y suplementarias de refuerzo.

### **Ejecución de las obras**

Equipo necesario. Las mazas empleadas para la hincada pueden ser de caída libre o bien de simple o doble efecto. En el caso de pilotes de hormigón armado, pueden emplearse mazas que pesen aproximadamente la mitad (1/2) que el pilote, pero no conviene, para evitar excesivos daños en la cabeza del pilote, que el peso de la maza sea menor que el de una longitud de pilote igual a diez metros (10 m). Para evitar los mencionados daños, será preferible emplear una maza pesada, limitando en cambio la altura de caída, la cual no deberá exceder nunca, en la hincada de pilotes de hormigón armado, de un metro con veinticinco centímetros (1,25 m). Las mazas de doble efecto no se usarán, en general, para la hincada de pilotes de hormigón armado.

Los pilotes de hormigón armado precisarán de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad (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.

La lanza de agua o inyección de agua a presión 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 terreno firme. La lanza de agua deberá emplearse tan sólo con permiso escrito del Director de Obra 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 antes de 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 la profundidad especificada en los Planos. Si no se especifica otra cosa en el P.P.T.P., no se podrá proseguir la hinca, aunque no se hubiera llegado a la indicada profundidad, cuando el rechazo llegue a ser tan pequeño que la sollicitación producida por el impacto de la maza sea capaz de dañar el pilote. Este rechazo mínimo será el correspondiente a una carga sobre el pilote, igual a vez y media (1,5) la que podría resistir como columna, sin contar el pandeo, con los coeficientes de seguridad normalmente aceptados. El cálculo de este rechazo se hará por una fórmula de hinca escogida entre las normalmente aceptadas y, si fuera posible, con alguna que haya sido comprobada mediante ensayos de carga en el lugar de la obra.

En el caso de hinca de grupos cerrados de pilotes se comenzará hincando las filas centrales, siguiendo después hacia las exteriores.

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 dos 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.

Se especificará también el sombrerete usado y 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, comienzan súbitamente a dar un rechazo mucho mayor.

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 otro u otros 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 Obra.

Los pilotes mal hincados, por falta de precisión en su posición o inclinación, podrá ser sustituidos como un pilote roto, o bien podrán ser aceptados, a juicio del Director de Obra, modificando, en su caso, el encepado.

Si por causa de una obstrucción subterránea un pilote no pudiera hincarse hasta la profundidad especificada en los Planos, el Contratista deberá intentar proseguir la hinca con los medios que prescriba el Director de Obra, tales como rehinca o lanza de agua; si a pesar de ello el pilote no pudiera hincarse, se le abonará como si lo hubiera hincado.

En el caso de que los pilotes hayan de ser recrecidos después de su hinca parcial, el hormigonado de la sección recrecida se hará con moldes que aseguren una alineación lo más perfecta posible entre las dos secciones. La armaduras se empalmarán por solape, siendo preferible, en los casos en que así pueda hacerse, la soldadura a tope.

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 empalmando a medida que se hincen, la resistencia a compresión del pilote no se considerará superior a la resistencia de la mencionada junta, la cual estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.

Después de la hinca 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 golpe 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.

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 ( $\frac{1}{2}$ ) de la longitud del pilote de aquéllos. Durante su hinca se registrará el rechazo obtenido en cada andanada desde el comienzo de la operación.

Igualmente, el Director de Obra podrá ordenar la rehinca de algunos pilotes de prueba, algún tiempo después de ejecutada la hinca primitiva.

La prueba de carga hasta el hundimiento se efectuará cargando el pilote por medio de gatos o lastre.

Para determinar la aceptabilidad de la cimentación, se calculará la influencia de los asientos probables, deducidos de las pruebas, en la superestructura.

Siempre que existan dudas sobre las condiciones de resistencia de alguno de los pilotes de trabajo, el Director de Obra 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.

Tolerancias en la posición de los pilotes. Si no se especifica otra cosa en el P.P.T.P., los pilotes deberán quedar hincados de una posición que no difieran en más de cinco centímetros (0,05 m) para los grupos de dos (2) pilotes conjuntamente encepados y más de quince centímetros (0,15 m) para los grupos de más de dos (2) pilotes, de la señalada en los Planos, y con una inclinación tal que la desviación de un extremo respecto a la prevista no sea mayor del tres por ciento (3%) de la longitud del pilote.

En el caso de que se trate de pilotes cuya punta deba descansar sobre un estrato muy resistente (por ejemplo roca), se vigilará, mediante una cuidadosa 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.

### **Mediciones y abono**

#### a) Pilotes hormigonados "in situ"

Se abonarán por metros (m) de pilote útil, incluyendo la armadura necesaria, y medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado. El diámetro de abono será el diámetro interior de la entubación. No obstante, la armadura podrá ser de abono independiente, cuando así figure expresamente en el Cuadro de Precios nº 1. El precio incluye la perforación en cualquier clase de terreno, incluso en roca si es necesario, si no se especifica otra cosa en el P.P.T.P.

No será de abono directo, por considerarse incluido en el precio unitario, la demolición de las cabezas ni el hormigonado de la parte demolida. Tampoco serán de abono los elementos o trabajos auxiliares, tales como sombreretes, azuches, plataformas o islas de trabajo, etc..

#### b) Pilotes prefabricados

Las cimentaciones por pilotes prefabricados se abonarán por metros (m) de pilote útil medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado. No será de abono directo, por considerarse incluido en el precio unitario, el posible exceso de altura, la demolición de las cabezas ni el hormigonado de la parte demolida.

Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo serán a cargo del Contratista si su realización se produce por dudas en su validez, como consecuencia de su trabajo defectuoso o por causa que le sean imputables. En caso contrario su abono se contabilizará en el 1% de la partida de gastos de ensayo.

### 3.6.2.3. CIMENTACIONES POR CAJONES INDIOS

#### 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 y eventualmente de tabiques interiores.

Su ejecución incluirá las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Hormigonado del anillo inicial.
- Hinca del cajón.
- Recreido del cajón por anillos sucesivos.
- Relleno del cajón.
- Enrase de cimientos.

#### Materiales.

El hormigón de las cuchillas tendrá una dosificación mínima de trescientos kilogramos de cemento por metro cúbico (300 Kg/m<sup>3</sup>), 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<sup>3</sup>), 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<sup>3</sup>) en la primera tongada y de doscientos kilogramos por metro cúbico (200 Kg/m<sup>3</sup>) en el resto, salvo en la coronación, en la que la dosificación mínima será de doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250 Kg/m<sup>3</sup>); 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 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## **Ejecución de las obras**

### Operaciones previas

Antes de comenzar la hinca del cajón, se establecerá el plan de ejecución del mismo, adaptándolo a las características del terreno y a la profundidad de hinca deseada. Se preparará asimismo una plataforma de trabajo adecuada.

### 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 dicho anillo, sin desencofrar ni cargar, durante veinte días (20 d) o bien hasta que se compruebe que la resistencia del hormigón sea superior al setenta por ciento (70%) de la característica.

### 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 sobrecargas prudenciales, hasta lograr el descenso del cajón. 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.

Caso de que no fuera posible la excavación en seco del interior del cajón, se recurrirá a su dragado, y eventualmente, 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.

Por medio de referencias a puntos fijos, se comprobarán las condiciones de verticalidad.

Los cajones deberán descender verticalmente en todos los momentos de la operación, y las desviaciones que tiendan a producirse, se corregirán atacando la excavación por el lado conveniente y empleado sobrecargas prudencialmente dispuestas.

#### Recrecido del cajón por anillos sucesivos

La altura de cada recrecido será fijada por el Director, atendiendo a la resistencia del terreno bajo las cuchillas.

Los recrecidos sucesivos se irán realizando a medida que se produzca la hincada de los cajones.

Una vez que se haya llegado a la profundidad indicada en los Planos del Proyecto, se reconocerán los fondos de las excavaciones, y se arreglarán las superficies de asiento, regularizándolas según planos horizontales.

El Director dará orden, por escrito, de continuar la hincada o comenzar el relleno de la cámara, según el resultado del reconocimiento.

#### 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, debiendo el Director de Obra disponer el sistema a emplear.

La misión de la primera tongada será la de retacar los bordes de las cuchillas y el fondo del cajón, impidiendo la posterior entrada de agua. El Director determinará el espesor de esta tongada, según la subpresión.

El hormigonado del relleno posterior se realizará después de transcurridas cuarenta y ocho horas (48 h) por lo menos, una vez que se haya eliminado el agua del interior del cajón.

Sobre las capas de hormigón ya colocadas se dispondrán tablonas para que el tránsito de los operarios no se realice sobre el hormigón fresco, limpiando adecuadamente la superficie de las capas colocadas, antes de echar las nuevas.

#### Enrase de cimientas

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 que se fija en los Planos. El relleno de hormigón acabará al alcanzar esa 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 de la sección superior del cajón la cual deberá ser aprobada por el Director, atendiendo a su resistencia e impermeabilidad.

### **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 ( $m^3$ ), 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 ha comenzado, cuando un tercio ( $1/3$ ) de la longitud de las cuchillas se apoya en dicho terreno.

## 3.7. OBRAS SUBTERRÁNEAS

### Definición

Se define como obras subterráneas aquellas que se ejecutan en el interior de suelos o macizos rocosos, con puntos aislados de comunicación con el exterior.

Comprenden una serie de actividades fundamentales como son la excavación, sostenimiento y revestimiento y otras complementarias o auxiliares como inyecciones, agotamientos, ventilación, iluminación, auscultación, etc..

### 3.7.1. EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS

#### 3.7.1.1. CONCEPTOS GENERALES

### Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarios para la ejecución y acabado de excavaciones en los interiores de suelos o macizos rocosos con los ensanches y nichos que, de acuerdo con los planos del Proyecto y las modificaciones impuestas o decididas durante la construcción por la Dirección de Obra sean necesarias para la ejecución del drenaje, sostenimiento provisional, revestimientos y alojamiento de instalaciones y conductos necesarios.

### Generalidades

El replanteo general de pozos, túneles y galerías consistirá en la señalización de las alineaciones marcando éstas y las bocas mediante hitos de hormigón situados fuera de las zonas de excavación y con indicaciones precisas de altimetría. El resto del replanteo se considerará de detalle. Los perfiles tipo de excavación serán los definidos en los planos correspondientes del Proyecto.

En el transcurso de los trabajos la Dirección de Obra, podrá, si lo exige la naturaleza del terreno a atravesar, ordenar la ejecución de perfiles tipo distintos de los definidos en los Planos del Proyecto.

Se entenderá por perfil de gálibo aquel contorno dentro del cual no penetrará ninguna punta de roca, una vez terminada la excavación, quedando comprendido dentro de él el espesor íntegro del revestimiento.

La excavación de túneles o galerías en general, podrá hacerse en rampa o pendiente y a partir de las bocas de galerías de ataque coincidentes con los accesos indicados en el Proyecto.

Las excavaciones en las embocaduras de los túneles o galerías se efectuarán siguiendo las indicaciones de los Planos.

La excavación en túnel, galería o pozo se efectuará de forma que en ningún punto el espesor real de revestimiento sea inferior al teórico dado en los Planos del Proyecto para cada sección tipo.

El Contratista debe presentar a la Dirección de Obra, para su aprobación, si procede, un programa de trabajo pormenorizado, indicando el método y equipo de excavación, el sistema de drenaje, ventilación, iluminación, rendimientos previstos, etc..

En el momento de la iniciación de las obras de excavación subterráneas el Contratista está obligado a tener dispuestas todas las instalaciones y acopiados los materiales necesarios para poder realizar con rapidez el sostenimiento provisional o definitivo que exija la seguridad y la conservación de la excavación.

De las excavaciones subterráneas se realizarán partes diarios en los que se indiquen todas las variables interesantes de la misma: longitud excavada hasta la fecha, longitud excavada en el día, volumen de terreno excavado, sostenimiento tipo y unidades colocadas, tiempos efectivos de excavación, tiempos muertos por sostenimiento, agotamiento, averías y operaciones especiales, etc..

El Contratista está obligado a disponer de un geólogo o ingeniero con dedicación exclusiva a las labores de estudio de la geología existente y su evolución con la excavación, así como al análisis de los resultados de la auscultación. Este técnico debe tener experiencia probada en la metodología NATM, y elaborará diariamente un informe valorando las condiciones del frente de la excavación, aportando los registros geológicos y geotécnicos correspondientes.

Los productos procedentes de la excavación se verterán en las escombreras indicadas en el Proyecto, o en las localizadas por el Contratista, pudiendo en este caso proponer para su aprobación a la Dirección de Obra el uso de dichas escombreras, indicando si el vertedero es de nueva creación las operaciones para la apertura de la escombrera y las necesarias para mantener el medio ambiente, como son taludes y nivelaciones de dichos rellenos, obras de fábrica como tajeas, tuberías, o cunetas para desviar o encauzar las aguas de escorrentía, y las de cierre o clausura de escombrera como replantaciones, etc., así como los accesos, señalizaciones pertinentes y normas de seguridad a aplicar en la escombrera.

### **Procedimientos de Excavación**

Los trabajos pueden ejecutarse por tres procedimientos esencialmente distintos:

- Convencionales: Excavación con martillo o herramientas similares, martillos hidráulicos potentes o con perforación.
- Mecánicas: Máquina de ataque puntual, máquinas de ataque a plena sección, Raise-Boring, etc..
- Especiales: Congelación, inyección, escudos, etc..

#### **3.7.1.2. EXCAVACIÓN POR MEDIOS MECÁNICOS**

##### **Plan de trabajos**

En el caso de excavación con medios mecánicos por máquina de ataque puntual (rozadora), martillos hidráulicos o mediante el empleo de Raise-boring, el Contratista deberá presentar un informe de la máquina a emplear, detallando el estado, características e idoneidad de la misma. Si de acuerdo con el informe, la máquina supera durante la ejecución de los túneles del proyecto su media vida probable, o si su estado no es satisfactorio, la Dirección de Obra rechazará su uso o exigirá que los retrasos respecto al final de obra sean penalizados sin ninguna excepción, salvo los casos de fuerza mayor.

El procedimiento a seguir en los trabajos de excavación deberá ser sometido antes de su iniciación a la aprobación de la Dirección de la Obra. La aprobación del plan y procedimiento de trabajo no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista durante la ejecución de las obras, hasta que éstas hayan sido recibidas definitivamente.

El Contratista puede organizar el trabajo de excavación en la forma que considere más conveniente, de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las normas y prescripciones sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias que puedan derivarse de la ignorancia de tales normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

En el plan de trabajos se incluirá la testificación semanal del frente de la excavación mediante la realización de taladros en avance, con una longitud 5 m superior al avance semanal previsto.

Estos trabajos se realizarán previamente al inicio de los trabajos, durante la parada correspondiente (paradas semanales u otras).

### **Modificación de Sección Transversal del Túnel o Pozo**

Si la excavación se efectúa con Raise-boring o perforadora de realce para pozos, se admitirá una variación de dimensiones en la sección del túnel o pozo con las siguientes condiciones:

- a) El Contratista podrá fijar las dimensiones de la excavación, que no superará en un 10% el diámetro del túnel o pozo de Proyecto. Después de hormigonado el revestimiento, sus dimensiones interiores se deberán ajustar a las previstas en el Proyecto. Las nuevas dimensiones de perforación deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.
- b) No se efectuará ningún abono suplementario por el incremento de volumen realizado por fuera de las secciones de abono tipo definidas en el proyecto, para ninguna unidad de obra definida por dichas secciones tipo.

En consecuencia no se aplicarán nuevos abonos suplementarios por excesos de volumen con excavación mecanizada en las siguientes unidades de obra:

- Excavación en túnel o pozo en cualquier tipo de terreno.

- Excavación en caverna practicada o ensanchamiento de las secciones tipo del túnel o pozo.
- Suplemento por agotamiento.
- Hormigón de revestimiento en túnel o pozo, ensanchamientos y cavernas practicadas.
- Armadura de acero del revestimiento de hormigón.

Se cubicarán por medición según planos y se abonarán al precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 las siguientes unidades:

- Cerchas, perfiles, chapas de enfilaje, mallazo, chapas tipo Bernold o de blindaje, dovelas de hormigón para entibación.
- Bulones para cosido de rocas.
- Hormigón proyectado para entibación especial.
- Inyecciones en todas sus operaciones.

Se abonarán además según cubicación real medida por fuera de la sección de excavación, y con los precios del Cuadro de Precios nº 1, las siguientes unidades:

- Extracción de desprendimientos inevitables.
- Relleno de desprendimientos inevitables.

c) Las armaduras se colocarán a las mismas distancias de sus paramentos respectivos que tienen en las secciones tipo, sin que sean de abono los incrementos de acero respecto al de dichas secciones.

### Técnicas Especiales

Cuando en los terrenos que se vayan a excavar no sea posible el avance con medios normales de perforación y sostenimiento, se utilizarán técnicas especiales como inyecciones, congelación, jet grouting, etc., que permitan la excavación de aquellos.

En aquellos casos en que el Proyecto no defina la técnica a emplear, el Contratista propondrá el procedimiento a seguir, el cual, si es aceptado por la Dirección de Obra, será llevado a la práctica bajo la responsabilidad única del Contratista, quien tomará cuantas medidas de seguridad para el personal sean necesarias, (especialmente cuando sean de temer irrupciones de agua, fangos u otros materiales en cantidades masivas) tales como realizar taladros profundos para reconocer la presencia de bolsas de agua o fango por delante del frente de avance, galerías laterales de reconocimiento y demás procedimientos sancionados por la práctica de la excavación subterránea en terrenos inconsistentes.

Cuando el procedimiento venga definido por el Proyecto, las especificaciones que deberán tenerse en cuenta se recogerán en el P.P.T.P. de aquél, salvo las referentes a inyecciones de cemento que aparecerán en el presente artículo.

## Tolerancias

Todos los puntos del perfil real de excavación deberán ser exteriores al perfil "G" de gálibo, que es el que resulta de añadir a la sección libre interior de túneles, cavernas o pozos los espesores del sostenimiento y revestimiento señalados en los Planos o autorizados por la Dirección de Obra.

## Medición y Abono

El límite entre las excavaciones a cielo abierto, en zanja o pozo y las excavaciones subterráneas vendrá definido por el plano de la pared del pozo o de la boquilla de la que arranque el túnel y que estará reflejada en los Planos.

En cualquier caso el límite será fijado por escrito por la Dirección de Obra.

El cálculo de los volúmenes de abono se realizará de la manera siguiente:

Los planos de ejecución definirán dos perfiles o secciones transversales tipo: "G" de gálibo y "A" de abono. El contorno "A" envuelve al "G".

Salvo modificación expresa en el P.P.T.P., en el caso de ejecutar la excavación por medios convencionales la sección de abono (A) estará separada de la del gálibo (G) diez centímetros (10 cm) y en el caso de excavación en túnel o pozo por medios mecánicos la sección de abono (A) coincidirá con la de gálibo, si la perforación se realiza con máquina de ataque a plena sección, Raise Boring, o máquina perforadora de realce en pozos, y estará separada cinco centímetros (5 cm) si se perfora con máquina de ataque puntual (rozadora).

El volumen a abonar, será definido por el perfil "A" y por la longitud de la excavación en túnel o pozo realmente ejecutada.

No se aplicará suplementos por distancias a las bocas de ataque.

Los precios de excavación en túnel o pozo indicados en el Cuadro de Precios nº 1 incluyen todas las operaciones siguientes:

- Todas las labores de arranque, ya sea por medios mecánicos o con excavación convencional, y el saneo y refino de las paredes de la excavación subterráneas.
- La carga de escombros, su transporte a boca, extracción al exterior de ésta última y el acopio temporal en sus cercanías, incluyendo las operaciones de acondicionamiento y cuidados de dichos acopios mediante las operaciones necesarias para asegurar su estabilidad y evitar deterioros en la zona, así como la posterior carga, transporte y descarga en vertedero de los productos de excavación y la limpieza y restitución del área afectada a sus condiciones originales.

También están incluidos en los precios de excavación subterránea, toda la excavación fuera del perfil de abono, que el Contratista necesite realizar para ejecutar las obras. Asimismo están incluidos en los

precios, los agotamientos hasta un caudal de diez litros por segundo (10 l/seg.) y tajo, la iluminación, captación de polvo, ventilación, telefonía, labores de auscultación, así como la limpieza de las paredes de la roca con chorro de agua a presión, cuantas veces lo requiera la Dirección de la Obra.

Las mermas de rendimiento que, en las excavaciones subterráneas, pudieran ocasionarse como consecuencia de variaciones en las condiciones de trabajo, frecuentes en este tipo de obras, tales como: cambios en la estructura y características de la roca (grado de diaclasado, resistencia, abrasividad, etc..), irrupciones en el frente (agua y fango), necesidad de intensificar o variar el tipo de sostenimiento, labores de reconocimiento del frente de excavación (sondeo), etc., están incluidos en los precios de excavación y no podrán ser reclamadas por el Contratista para abono suplementario en ningún caso.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.7.2. SOSTENIMIENTO EN EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS

#### **Definición**

Se entenderá por sostenimiento el conjunto de elementos a colocar en la sección excavada para garantizar su estabilidad. Podrán ser metálicos, metálicos con placas de hormigón o de enfilaje, hormigón proyectado, pernos de anclaje, chapa tipo Bernold, o de otros materiales que admita la Dirección de Obra.

Si se emplean cerchas metálicas el espesor mínimo de hormigón será de quince centímetros (15 cm).

#### 3.7.2.1. SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO

##### **Madera**

Sólo podrá utilizarse la madera como material de sostenimiento, cuando exista la autorización escrita de la Dirección de Obra y en caso de urgencia. Se colocará siempre de forma que sea posible el total relleno de los huecos del revestimiento de madera mediante inyecciones, salvo que sea posible su retirada.

##### **Pernos de Anclaje**

Si el terreno lo permite, el sostenimiento podrá ser realizado mediante pernos de acero u otro material aprobado por la Dirección de Obra anclados en roca sana a suficiente distancia de las paredes del túnel, galería o pozo, tesado o no, en función del empuje del terreno, con placas de anclaje.

##### **Materiales**

El conjunto de los pernos de anclaje corresponderá al producto standard de una fábrica de reconocido prestigio.

Se podrán emplear pernos formados por redondos de acero corrugado, pernos de fibra de vidrio, pernos tipo "Swellex" o similar, o cualquier otro aprobado por la Dirección de Obra.

Los pernos que deban ser inyectados estarán provistos de medios adecuados para la inyección de la lechada de cemento y para la salida del aire.

Todos los pernos deberán ser roscados en una longitud mínima de veinte centímetros (20 cm) en un extremo.

Los materiales para los pernos de anclaje deben cumplir con los siguientes requisitos.

- Pernos de acero AEH-500, UNE/36.088.
- Placas de apoyo: A410 Grado B, UNE/36080-78 (I).
- Tuercas: A-S t MV 106-1968.
- Fijación:

Mortero de cemento (pernos sin tensión). Se recomienda el empleo de cartuchos preparados.

Resina Polyester: Tiempo de endurecimiento (antes de la puesta en tensión del perno) de cero coma cinco a cuatro minutos (0,5 a 4 min).

Todo perno deberá ser suministrado con una placa de apoyo, una arandela de acero, una o dos arandelas biseladas y una o dos tuercas según se requiera. Las placas de apoyo para los pernos de anclaje tendrán las dimensiones indicadas en los Planos. En el caso de que no existan estos planos, las placas serán de 20 cm de lado, de acero, de 8 mm de espesor y estarán provistos de rótula semiesférica.

Las roscas de los pernos de anclaje y toda la superficie de las tuercas y arandelas deberán ser revestidas en fábrica, con una grasa plástica aprobada, del tipo usado para protección de barriles y que contenga sustancias que eviten su oxidación. Antes de su instalación los pernos serán limpiados de todo resto de grasa.

## Ejecución

Para la instalación se seguirán las instrucciones del fabricante de los pernos, a menos que la Dirección de la Obra lo indique de otro modo. Su instalación deberá ser aprobada por la Dirección de la Obra.

Los pernos se instalarán tan cerca como sea posible del frente de trabajo, con una distancia máxima de tres (3) metros, si bien en casos de inestabilidad de la excavación, deberán situarse a distancias inferiores.

En los pernos con fijación mediante resina una cápsula de resina de Polyester de fraguado rápido se insertará y empujará con el perno hasta el fondo de la perforación. Sólo entonces comenzará la rotación del perno que deberá continuar durante cinco a quince (5 a 15) segundos después de llegar al fondo, para asegurar la mezcla completa de la resina.

Después que los pernos se hayan sujetado en las perforaciones, y se haya esperado el tiempo apropiado para el fraguado, se colocarán en ellos las placas de apoyo, las arandelas y las tuercas hexagonales. Las arandelas biseladas serán colocadas entre la placa de apoyo y la arandela de acero y luego ajustadas para proporcionar una superficie de apoyo para la tuerca, perpendicular al perno. Una arandela de acero deberá ir inmediatamente antes de la tuerca, poniéndose un lubricante aprobado entre ellas. Las roscas estarán libres de polvo, rebabas o cualquier materia extraña y serán bien lubricadas con un lubricante plástico aprobado, que evite la oxidación antes de la colocación de la tuerca.

La tuerca deberá enroscarse y girar libremente en el perno hasta ser ajustada cuando se haya alcanzado la tensión prefijada en el perno; la tensión en el perno no deberá disminuir con la inyección ni por cualquier otro motivo. Después de la instalación inicial, la Dirección de Obra podrá realizar inspecciones periódicas y chequeos del valor de la tensión, pues en caso necesario los pernos deberán tensarse nuevamente al valor prescrito.

Si algún perno no resiste la tensión especificada y desliza, deberá ser reemplazado. Se hará un chequeo final, inmediatamente antes de la colocación del revestimiento de hormigón o de la inyección de la lechada de cemento de protección.

### **Ensayos de control**

La Dirección de Obra requerirá la realización de ensayos de comprobación de rutina de pernos no inyectados. Después de la colocación de cincuenta (50) pernos de anclaje, la Dirección de Obra escogerá uno al azar, para su ensayo. El Contratista comprobará la tensión en el perno seleccionado para verificar que éste no es menor del noventa por ciento (90%) de la tensión inicial aplicada. Si el valor de la tensión fuera menor al tolerado, el Contratista deberá comprobar (y completar si fuera necesario) la tensión en otros cinco (5) pernos escogidos por la Dirección de Obra, repitiéndose los ensayos en cinco (5) pernos por cada uno que no alcance la tensión antes indicada.

### **Inyección**

En donde los Planos o la Dirección de Obra ordene la instalación de pernos de anclaje inyectados, el Contratista deberá proporcionar todos los accesorios y equipos necesarios para efectuar dicha inyección después de instalados los pernos. La placa de apoyo estará provista de los huecos

necesarios para la inyección de la lechada de cemento, para el tubo de salida de aire y para el perno. El programa de inyecciones se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra y deberá ser coordinado por el Contratista, según el progreso de la excavación.

Después de la colocación del perno de anclaje, los huecos del perno deberán ser empacados o sellados en la superficie de la roca, para mantener la presión de la inyección. La lechada de cemento será inyectada a una presión no mayor que la requerida para rellenar el hueco adecuadamente.

Se considerará que el perno ha sido inyectado completamente cuando se produzca el retorno de la lechada a través del orificio (o válvula) de purga.

La lechada consistirá en cemento mezclado con agua, en una relación aproximada de cero coma cuatro (0,4) en peso. La lechada deberá ser mezclada durante un tiempo mínimo de tres (3) minutos, en una batidora de alta velocidad, y luego tamizada en forma húmeda, a través del tamiz nº 14, antes de su aplicación en el hueco del perno de anclaje.

### **Protección del personal**

El método de protección que elija el Contratista para sus trabajadores, antes o durante la instalación de los pernos de anclaje, deberá ser tal, que no comprometa o estorbe la instalación y eficacia de los mismos pernos. El Contratista presentará a la Dirección de Obra los planes de protección concernientes para su aprobación. Esta aprobación estará de acuerdo con la intención de estas especificaciones y no relevará al Contratista de su responsabilidad en la buena ejecución de estos trabajos.

### **Medición y abono**

Los pernos de anclaje se medirán por metros lineales realmente colocados, de acuerdo con los Planos o con las instrucciones de la Dirección de Obra y se abonarán por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1. En estos precios se consideran incluidas todas las operaciones de perforación y limpieza de taladros, colocación y anclaje de los pernos, puesta en tensión, inyección de protección, etc., así como todos los materiales necesarios (pernos, placas, arandelas, material de anclaje e inyección, etc.).

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### **Cerchas Metálicas**

#### **Materiales**

Si se realiza el sostenimiento con cerchas metálicas, éstas irán unidas entre sí y acuñadas contra el terreno.

Las cerchas metálicas consistirán en perfiles de acero THN, HEB o similares, curvadas en forma apropiada, con sus elementos de amarre, miembros de compresión, láminas y cualquier otro elemento estructural de acero, completados por tornillos, tuercas, cuñas y demás accesorios requeridos para ensamblar los soportes de acero y mantenerlos en su sitio. El material de estas cerchas y elementos estructurales de acero será el contemplado en la normativa vigente.

### **Ejecución**

El tipo de cerchas o el espaciamiento entre las mismas estará reflejado en los planos del Proyecto a título indicativo, y podrá ser modificado a la vista de los resultados de la excavación, a propuesta del Contratista y previa aprobación por la Dirección de Obra.

Cualquier cercha metálica que sea colocada inadecuadamente, o que sufra daño durante los trabajos ejecutados por el Contratista, deberá ser reparada o reemplazada en un máximo de cuarenta y ocho horas (48 h) y previa notificación a la Dirección de Obra. La sujeción de los pies (bases) de la cercha será hecha con planchas de acero o bloques de hormigón de dimensiones suficientes para evitar asentamientos y movimientos laterales de la misma. Se podrán utilizar pernos de anclaje para fijar los pies de la cercha en la pared de la roca, según los planos del Proyecto o instrucciones de la Dirección de Obra.

La unión longitudinal entre cerchas se hará con perfiles metálicos atornillados o soldados a la cercha.

Las cerchas serán fijadas, sólidamente bloqueadas y aseguradas contra la superficie excavada, y estará sujetas a permanentes revisiones (y reparaciones si es el caso) para mantenerlas en condiciones seguras.

### **Rellenos e inyecciones**

Las cavidades que quedan entre las cerchas y el terreno deberá rellenarse con hormigón o mortero, para asegurar el contacto continuo entre las cerchas y el perfil de la excavación.

El programa de inyecciones previsto en el proyecto deberá ejecutarse de modo que se garantice el relleno de las cavidades del sostenimiento.

### **Medición y abono**

Las cerchas se medirán por kg de cercha realmente colocada, de acuerdo con los Planos y las Instrucciones de la Dirección de Obra. Este kilogramo se obtendrá como el producto de los metros lineales del perfil de la excavación, ya sea túnel, cañón o caverna, multiplicado por el peso por metro lineal de la sección THN, IPN o HEB, según catálogo.

En este precio se incluyen todas las operaciones, materiales y elementos auxiliares para la colocación de las cerchas, así como los solapes, grapas, tresillones, sujeción, etc..., que no serán en ningún caso objeto de abono independiente.

Su abono será hecho por aplicación de los precios que se incluyen en el cuadro de precios nº 1.

### **Anillos de Hormigón**

En caso de temerse fuertes empujes del terreno, difíciles de contrarrestar con entibaciones metálicas, y previa aprobación por escrito de la Dirección de Obra, se podrán construir anillos de hormigón. La Dirección de Obra podrá autorizar la ejecución como sostenimiento provisional de tramos de revestimiento definitivos, siempre que no se mengüe la calidad exigida de la obra de fábrica. Para su ejecución, control, medición y abono se estará a lo indicado en el artículo de este Pliego referente a revestimiento definitivo de túneles.

### **Hormigón Proyectado**

Se empleará hormigón proyectado que endurezca rápidamente mediante la inclusión de un acelerador de fraguado con el fin de obtener un sostenimiento rápido del terreno. Este sostenimiento puede reforzarse colocando previamente una malla metálica sujeta con pernos de anclaje a la roca o mediante la adicción de fibras de acero.

### **Generalidades**

El hormigón estará constituido por una mezcla de cemento, árido, agua y aditivos (y fibras de acero en su caso) que será lanzada a presión sobre la superficie a cubrir. La capa proyectada se acomodará uniformemente a la roca, evitándose escurrimientos o desprendimientos y/o excesivo rebote. En donde no se indique en los planos, el espesor del hormigón proyectado será determinado por la Dirección de Obra.

El equipo y método a utilizarse estará de acuerdo con estas especificaciones y con la normativa vigente.

El hormigón proyectado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El Contratista previamente, deberá obtener la aprobación de la Dirección de Obra sobre el método, equipo y dosificación que se propone utilizar.

### **Ensayos previos**

Los ensayos previos de la dosificación propuesta por el Contratista deberán realizarse con anticipación mínima de un (1) mes a la aplicación del hormigón proyectado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán sobre paneles cuadrados de 75 cm de lado, con o sin armadura de refuerzo, similar a la que se empleará en obra. El número de paneles será por lo menos dos por cada tipo de dosificación y serán preparados y ejecutados en idéntica forma, espesor y posición del hormigón a colocarse en la obra, y con proyección del hormigón horizontal y vertical hacia arriba, sobre paneles verticales y horizontales respectivamente.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión que determinen la calidad del hormigón proyectado, la capacidad y calidad del equipo de mezcla y proyección, y los tiempos necesarios de mezclado.

En el caso de que el hormigón proyectado incluye fibras de acero se realizarán ensayos adicionales de flexotracción y de contenido de fibras de los testeros extraíbles.

### **Dosificación**

El diseño de la dosificación será propuesto por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra. Las resistencias mínimas a alcanzarse en ensayos de compresión simple o equivalentes serán las siguientes:

A las veinticuatro (24) horas de la colocación: Cincuenta (50) kg/cm<sup>2</sup>

A los tres (3) días de la colocación: Cien (100) kg/cm<sup>2</sup>

A los veintiocho (28) días de la colocación: Doscientos cincuenta (250) kg/cm<sup>2</sup>

El contenido de conglomerante será de por lo menos de trescientos veinticinco (325) kg/m<sup>3</sup>.

La dosificación del conglomerante y de los aditivos se hará por peso y con una precisión de más menos uno (1) por ciento. La precisión del equipo de pesaje será de más menos cero con cinco (0,5) por ciento. El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente durante un tiempo mínimo de uno coma cinco (1,5) minutos, en forma completa y uniforme y en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido. Cuando se emplee el método de proyección de mezclas secas, el contenido de humedad de los áridos antes de la mezcla será del dos al seis (2 a 6) por ciento.

Toda mezcla que no haya sido utilizada dentro de cuarenta y cinco (45) minutos después de iniciado su mezclado será rechazada, y no abonada al Contratista.

### **Ejecución**

- Limpieza. Antes de la colocación del hormigón proyectado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas por medio de chorros alternados de aire y agua a presión. Se retirará de ellas todo material suelto, residuos o fragmentos de rocas, lodos, agua de escurrimientos, etc..

No se colocará el hormigón proyectado sobre superficies secas o polvorientas; éstas, una vez limpiadas, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante dos (2) horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón proyectado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas que, en caso de existir, deberán ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con nuevo hormigón proyectado.

Si se utilizan mallas de refuerzo, se tendrán los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

- Dosificación del agua. Cuando se utilice el proceso de mezcla seca para el hormigón proyectado, la dosificación del agua en la boquilla del equipo de proyección deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo rebote posible, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos debidos a exceso de agua.

La presión del agua en la boquilla de salida de las mangueras de proyección, deberá ser por lo menos de un (1) Kg/cm<sup>2</sup> mayor que la presión de aire comprimido empleado en el sistema y deberá mantenerse constante, uniforme y adecuada, para garantizar un eficiente mezclado del agua con el cemento y los áridos.

Tanto la presión del agua como la presión del aire comprimido del sistema, serán controlados mediante manómetros.

- Aplicación. El hormigón proyectado se aplicará de modo continuo, no intermitente. En las zonas en que sean necesarias más de una capa, la siguiente se aplicará por lo menos 8 horas después de la colocación de la primera.

La distancia de aplicación dependerá del método a utilizar pero será alrededor de un (1) metro, perpendicularmente a la superficie a revestir. Todo el material de rebote será retirado, a costa del Contratista. Este lo empleará en la formación de aceras laterales provisionales para el paso de personal, conducciones, etc.. retirando el sobrante, si lo hubiese, a vertedero.

Cuando se suspenda la ejecución del hormigón proyectado se conformarán juntas de construcción verticales y horizontales achaflanadas, de por lo menos treinta (30) cm de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

### **Curado**

El hormigón proyectado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante un tiempo mínimo de siete (7) días después de colocado, por la aplicación de uno de los siguientes métodos:

- a) Rociándolo continuamente con agua o cubriéndolo con agua.
- b) Cubriéndolo con una membrana de material sellante aprobado, que retenga por lo menos el noventa (90) por ciento de agua original de la mezcla.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón proyectado fuera superior al noventa (90) por ciento durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de métodos especiales de curado.

### **Control de Calidad**

El Contratista proporcionará todas las facilidades para que la Dirección de Obra efectúe el control de calidad que creyere conveniente, especialmente, se hará un panel de ensayo en cada frente de

trabajo y se extraerán testigos de aproximadamente 7,5 cm de diámetro para efectuar controles de espesor, resistencia y contenido de fibras si las hubiera. Se efectuarán ensayos con la frecuencia indicada en el P.P.T.P. o cuando lo señale la Dirección de Obra.

A fin de garantizar la calidad de trabajo, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, el equipo de personal encargado de la ejecución del hormigón proyectado.

Todo hormigón proyectado que no cumpliera con lo especificado, o que sufre daño después de colocado, deberá ser reemplazado o corregido a expensas del Contratista.

### **Protección del personal**

Los lugares de trabajo deberán ventilarse adecuadamente.

Se tendrá que combatir, de manera eficiente, la formación de polvo, seleccionando las máquinas y los métodos de ejecución apropiados, así como disponiendo ventiladores y cortinas de rocío, si es preciso, a juicio de la Dirección de Obra.

Será obligatoria la utilización de mascarilla para todo el personal que se encuentre en el área de trabajo.

### **Medición y abono**

El hormigón proyectado se medirá por m<sup>3</sup> de volumen teórico proyectado de acuerdo con los Planos. Su abono se realizará por aplicación de los precios incluidos en el Cuadro de Precios nº 1. Estos precios incluirán el costo de todos los materiales, cemento, áridos, agua, aditivos, equipos, herramientas y mano de obra necesaria para realizar la preparación, mezcla y colocación del hormigón, así como las pruebas y ensayos necesarios y el suministro y la aplicación de los compuestos químicos o agua para su curado. El hormigón proyectado que rebote no será ni medido ni abonado de forma separada. Su costo estará incluido dentro del precio del m<sup>3</sup> de hormigón proyectado correctamente ejecutado. También está incluida su retirada, su empleo para la formación de aceras laterales provisionales y la carga, transporte y descarga en vertedero del sobrante, si lo hubiera.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### **Malla de Acero**

### **Materiales**

La superficie excavada deberá recubrirse en los sitios indicados en los Planos o señalados por la Dirección de Obra con malla metálica cuyas características serán las señaladas en dichos documentos o instrucciones.

## Ejecución

Los distintos paneles de malla se colocarán con un solape de al menos veinte (20) cm.

La malla podrá ser colocada sobre los pernos de anclaje, entre la superficie de la roca y la placa de apoyo o bajo la tuerca. Si la malla fuera a colocarse después de la instalación inicial de los pernos, deberá sostenerse en los pernos previamente instalados, mediante el uso de placas adicionales de acero y tuercas o con puntos de soldadura. Inmediatamente antes de su sujeción, por medio de cualquier perno previamente instalado, se comprobará que la tensión en éstos se corresponde con la especificada, sin que posteriormente sea necesario ninguna comprobación adicional. Aquellos pernos que en esta operación de sujeción de la malla quedasen flojos, deberán ser sustituidos. Toda malla que se utilice deberá quedar asegurada firmemente contra la superficie a la que recubre.

Para sujetar la malla directamente contra la roca cuando no haya pernos de anclaje, se utilizarán redondos de sujeción de acero de ocho (8) mm de diámetro, y sesenta (60) cm de longitud, doblados en forma de lazo, de modo que penetren y queden introducidos aproximadamente treinta (30) cm en una perforación realizada en la roca. Las perforaciones en la roca serán de veinte (20) mm de diámetro y treinta (30) cm de profundidad, normales a la superficie de la roca y localizadas en donde indique la Dirección de Obra. Antes de insertar la varilla sujetadora, la perforación deberá ser limpiada de todo residuo o material indeseable. Los redondos de sujeción se introducirán con un mortero epoxi y se sujetarán a la malla con un doblez.

Si el terreno lo permite se podrán colocar clavos "Spit" o similar, para la sujeción de la malla.

## Medición y abono

La malla se medirá por kg de malla colocada y se abonará por aplicación de los precios señalados en el Cuadro de Precios nº 1, en los cuales está incluida la parte proporcional de elementos de anclaje y atado, solapes y pérdidas por recorte, así como todos los elementos auxiliares necesarios para su correcta ejecución.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

## Chapas Estampadas y Perforadas (Tipo Bernold)

### Definición

Son chapas estampadas y perforadas que son utilizadas a la vez como encofrado perdido y como armadura pasiva ubicada en el sostenimiento en su cara interior.

Su sección en sentido longitudinal presenta nervios en forma de V, continuos en el sentido transversal del túnel, y alternando con ellos, ondulaciones alternadas hacia afuera y hacia adentro del plano de franjas de chapa, que permiten el solape de las mismas por yuxtaposición, sin dejar que se escape más que una pequeña parte del hormigón colocado en el trasdós.

El espesor mínimo de esta chapa será de dos (2) mm.

La resistencia mínima a la tracción de sus nervios será de tres mil setecientos (3.700) kg/cm<sup>2</sup>.

El límite elástico mínimo del material terminado será de dos mil doscientos (2.200) kg/cm<sup>2</sup>.

Su forma se adaptará a la exigida en los Planos.

### Ejecución

Tan pronto como la excavación y la retirada del material excavado hayan sido concluidos, se colocarán una o dos cimbras metálicas de montaje, suficientemente resistentes, que servirán de apoyo a las chapas estampadas y perforadas, las cuales a su vez han de sostener el hormigón fresco del trasdós. Estas cimbras irán unidas entre sí mediante elementos metálicos que las arriostren y sirvan de apoyo a las mencionadas chapas. Estas irán unidas, mediante solape y pernos, a las chapas del anillo precedente. Asimismo, las chapas del anillo irán unidas entre sí mediante solape de dieciocho (18) cm y pernos.

Inmediatamente después de la colocación de las chapas, se colocará el hormigón entre la roca y la chapa por medio de bomba de hormigonar.

Hormigón del trasdós de las chapas estampadas y perforadas

- Definición: este hormigón tendrá las siguientes características:
  - Granulometría: entre cero (0) y veinte (20) mm.
  - Contenido de cemento: Trescientos cincuenta (350) kg/m<sup>3</sup>.
  - Resistencia a compresión simple a veintiocho días: Doscientos setenta y cinco (275) kg/cm<sup>2</sup>.
  - Resistencia a compresión simple a veinticuatro (24) horas: Ochenta (80) kg/cm<sup>2</sup>.
  - Relación agua/cemento: cero coma cinco (0,5).
  - Consistencia: Plástica/dura.
- Ejecución. Una vez vertido el hormigón en el trasdós de la chapa, se vibrará hasta que aquél se deslice por las ranuras de las chapas.

Seguidamente se progresará hacia el frente colocando la siguiente chapa y se hormigonará su trasdós a continuación.

En los cien (100) o ciento veinte (120) grados superiores del revestimiento el hormigón se verterá desde arriba y se vibrará inmediatamente.

El llenado de la clave se realizará por la parte frontal. En esta zona se rellenará todo el espacio vacío del hormigón, por medio de una bomba y se vibrará cuidadosamente. Después de un segundo llenado a tres (3) kg/cm<sup>2</sup> de presión, se vibrará intensamente. Si quedan huecos se rellenarán mediante inyección.

Para facilitar la inyección, se podrán dejar colocadas tuberías metálicas rectas que lleguen hasta el contacto con la roca, que serán protegidas con tela de saco en su final para que no entre hormigón en ellas. Estas tuberías, atravesarán las chapas metálicas.

A fin de que el hormigón no pueda fluir entre la roca y la chapa, se colocará un encofrado frontal metálico. Se cuidará que la última pestaña de la chapa quede por fuera de este encofrado frontal y metálico para poder garantizar el solape con el siguiente anillo de chapa.

El descimbrado no se hará hasta pasadas setenta y dos (72) horas desde la terminación del hormigonado en clave.

### **Medición y abono**

Las chapas estampadas y perforadas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente colocados, incluyendo los pernos de unión entre chapas, así como los solapes que en ningún caso serán objeto de abono independiente.

El precio de abono que figura en el Cuadro de Precios nº 1, incluye todas las operaciones, montaje y unión de las chapas, mano de obra, medios auxiliares y valor intrínseco de las mismas.

El hormigón del trasdós se medirá por m<sup>3</sup> sobre Planos hasta la línea de abono, al precio de hormigón de revestimiento del Cuadro de Precios nº 1.

El precio de abono incluye todas las operaciones de colocación de cimbras metálicas, y de los elementos mecánicos entre las mismas, colocación y vibrado del hormigón, descimbrado y encofrado y desencofrado de la parte frontal. Asimismo, están incluidos en el precio los gastos de personal, medios auxiliares y el costo intrínseco del hormigón, incluido el que pueda escaparse por las ranuras de las chapas.

### **3.7.3. REVESTIMIENTO DE OBRAS SUBTERRÁNEAS**

#### **Definición**

Se define como revestimiento de obras subterráneas el forro interior que forma el contorno de la sección tipo.

No se considera revestimiento los recubrimientos ornamentales de acabado.

### **Revestimiento de Hormigón Armado**

Las características del hormigón para revestimiento de los túneles serán las fijadas en el P.P.T.P. y en los Planos.

Igualmente la ejecución del revestimiento se ajustará a las prescripciones del presente Pliego y a las del P.P.T.P.

### **3.7.4. AGOTAMIENTO EN OBRAS SUBTERRÁNEAS**

#### **EJECUCIÓN**

En los túneles perforados en sentido ascendente se dará salida a las aguas de filtraciones y de perforación directamente o por medio de cunetas.

En los túneles perforados en sentido descendente y ascendente con pendiente menor de una milésima (0,001) se dispondrán cada cien (100) metros aproximadamente pocillos de recogida de aguas que se llevarán a ellos por cunetas en contrapendiente y bombas para su elevación.

En estos casos se realizarán las cunetas correspondientes en los laterales de la excavación para conducir las aguas hasta los pozos de bombeo.

Estos pozos podrán funcionar de forma concatenada pero con el condicionante de que el pozo desde el que se evacuan las aguas al exterior debe asegurar que éstas van con un estado suficiente de limpieza a juicio de la Dirección de Obra.

Así, el Contratista se comprometerá a la limpieza semanal de estos pozos, garantizará que las bombas no se ubiquen en el fondo de los mismos y tomará todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la máxima limpieza en el caudal de aguas vertido al exterior.

Cuando los pozos de bombeo definitivos se encuentren construidos el contratista deberá ubicar en ellos la bombas de evacuación de agua pero siempre que éstas utilicen el sistema definitivo de evacuación de aguas al exterior. Es decir se deberá tener instalada la tubería de salida al exterior, así como la arqueta de rotura y la conexión al saneamiento definitivas antes de proceder a instalar las bombas provisionales de obra en los pozos definitivos.

#### **Medición y Abono**

El agotamiento hasta un caudal de diez (10) l/segundo por frente de excavación se considerará incluido en el precio de excavación, con todas las labores de captación, pozos, cunetas, medios

auxiliares, mangueras, codos, llaves, etc., y en general todas las operaciones necesarias para la evacuación de las aguas, incluso, si es preciso, su decantación antes de verterlas en cauces públicos o colectores.

Si el caudal supera los diez (10) l/segundo, se abonará a partir de dicho caudal el suplemento correspondientes por m<sup>3</sup> de excavación, no considerándose a efecto de abono el incremento de caudal, cuando se origina de forma ocasional, como consecuencia de la aparición de bolsas de agua que posteriormente van remitiendo hasta su desaparición.

La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de las obras de captación e impermeabilización que juzgue oportunas para mejorar las condiciones de trabajo.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.7.5. DESPRENDIMIENTOS EN OBRAS SUBTERRÁNEAS

#### **Definición**

Se consideran desprendimientos abonables los que se produzcan sin provocación directa y siempre que el Contratista haya observado todas las prescripciones relativas a la excavación, sostenimiento y secuencia de hormigonado, y haya efectuado un saneo completo de las superficies resultantes de la excavación.

En ningún caso será de abono cualquier desprendimiento procedente de una corona de deslinde concéntrica con la sección tipo y formada por la línea de abono como perímetro interior y con un espesor hacia el exterior de treinta centímetros (30 cm) medido radialmente.

Cuando el desprendimiento se considere abonable el volumen se contabilizará a partir de la sección de abono y no a partir de la corona de deslinde.

En las excavaciones, la distancia máxima entre el frente de excavación y el de hormigón de revestimiento definitivo, del que puede exceptuarse la solera en el caso de hormigonado en dos fases, será de ciento veinte metros (120 m) y el tiempo que transcurra en cada lugar entre ambas operaciones no será superior a sesenta (60) días naturales, salvo modificación en el P.P.T.P. o por parte del Director de Obra.

En los tramos en que se incumpla alguno de dichos intervalos de tiempo y distancia, será por cuenta del Contratista, y por lo tanto no serán de abono, las entibaciones, la extracción de desprendimientos, la construcción de revestimientos o manguitos cobertores, la colocación de bulones de cosido del terreno y cualquier otra operación o estructura de sostenimiento del terreno que el Contratista se vea

obligado a efectuar por su cuenta o por orden de la Dirección de Obra, de acuerdo con las prescripciones del presente Pliego.

El Contratista tendrá derecho al abono de todas estas operaciones, en las condiciones reseñadas en los apartados respectivos, en el tramo en el que aún no se hayan agotado la distancia o el plazo preceptivo, aunque hayan sido incumplidos en el tramo precedente.

Se exceptuará de la limitación anterior el caso de acaecimiento de desprendimientos masivos, entendiéndose como tales los que se produzcan por encima de ciento cincuenta metros cúbicos (150 m<sup>3</sup>) en un tramo inferior a cinco metros (5 m) o de treinta metros cúbicos por metro lineal (30 m<sup>3</sup>/ml) de túnel, en cualquier tramo.

El abono de los desprendimientos masivos en los tramos de incumplimiento de intervalos preceptivos se efectuará cuando haya acaecido de modo imprevisto y hayan sido cumplidas las instrucciones de la Dirección de Obra. El volumen abonable será todo el que supere las cifras antedichas, tanto en extracción de desprendimientos como en materiales de relleno.

No serán abonables en este caso las operaciones especiales que haya de efectuar distintas de las anteriores ni las estructuras que haya que construir para defensa y protección del túnel o para continuar su ejecución.

En los casos que sean de abono, el Contratista está obligado a efectuar las operaciones de sujeción del terreno que le ordene la Dirección de Obra.

En los casos en que sean de abono, el Contratista tendrá la misma obligación en casos de emergencia, cuando quede peligrosamente afectada la seguridad en el trabajo o cuando sea manifiesta la incompetencia o negligencia del Contratista en esta labor específica, en cuyos términos deberá constar la correspondiente orden escrita de la Dirección de Obra.

El Contratista estará siempre en el derecho de sustituir las operaciones y estructuras de sujeción que se le ordenen por el revestimiento de hormigón de túnel, excepto en caso de emergencia.

El Contratista está obligado a la extracción, transporte y vertido en escombrera de todos los desprendimientos que se produzcan, sean o no de abono.

### **Medición y Abono**

El volumen abonable será el obtenido por medición directa sobre el terreno por fuera de la sección de abono. Si no fuera posible la medición sobre el terreno, se estimará el volumen abonable reduciendo a su setenta por ciento (70%) el que se extraiga.

Se abonarán por m<sup>3</sup>, al precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1, estando incluido en el mismo todas las operaciones descritas para las excavaciones.

### 3.7.6. VENTILACIÓN EN TÚNELES

El Contratista asegurará una ventilación constante y suficiente para garantizar un nivel suficiente de oxígeno y eliminar los gases tóxicos e inflamables y partículas de polvo.

La ventilación del túnel deberá garantizar, como mínimo, las siguientes condiciones:

- a) El contenido de dióxido de carbono en el aire no superará el cinco coma cinco (0,5) por ciento en volumen.
- b) El contenido de monóxido de carbono en el aire no será mayor de una centésima (0,01) por ciento en volumen.
- c) El contenido de oxígeno en el aire no será menor que el veinte (20) por ciento en volumen.
- d) La proporción de partículas de polvo, susceptibles de inhalar por respiración, será menor que cuatro (4) miligramos por metro cúbico.
- e) El contenido de sílice respirable no será mayor de cinco coma veinticinco (0,25) miligramos por metro cúbico.
- f) El contenido de cualquier gas inflamable no superará la cuarta parte del límite más bajo de mezcla explosiva en el aire.
- g) Se asegurará un número de renovaciones totales por hora superior a diez (10), con una velocidad de circulación del aire inferior a un (1) m/sg.
- h) Se cumplirá en todo caso con lo que disponga la normativa vigente en el municipio donde se ubique la obra, si aquella fuera más restrictiva que la correspondiente de ámbito supramunicipal.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista cálculos justificativos del cumplimiento de estas condiciones; también podrá exigir la instalación en los túneles de aparatos de medición para comprobar el cumplimiento de las limitaciones previstas en este Pliego y las que pudiese imponer la Dirección de Obra.

La ventilación no será de abono independiente y su costo se considera incluido en el precio de excavación del túnel.

### 3.7.7. ILUMINACIÓN EN TÚNELES

En todos los túneles y pozos se instalará iluminación eléctrica, que, como mínimo, asegurará un nivel lumínico de dieciséis (16) lux.

Igualmente, la iluminación no será de abono independiente y su costo se considera incluido en el precio de excavación del túnel.

### 3.7.8. CONTROL Y AUSCULTACIÓN DEL TÚNEL

Salvo indicación contraria por parte del P.P.T.P. o condiciones del Contrato de Adjudicación, el control y auscultación de túneles se realizará de acuerdo con los criterios y condicionantes reflejados en este artículo.

Para realizar un correcto control de carácter geológico-geotécnico, será necesario que toda la información recogida, tanto de tipo numérico (buzamiento, valores de índice, etc.) como observaciones sobre características e incidencias, queden archivadas, para que en cualquier momento, se pueda reconstruir con toda precisión las particularidades geológicas en cualquier punto del trazado, aunque está ya colocado el revestimiento y por tanto, no pueda efectuarse una observación directa.

El archivo constará de fichas codificadas y gráficos de seguimiento, en los que deberá quedar reflejada toda la información obtenida.

Para un mismo punto deberán controlarse por lo menos los siguientes parámetros o características:

- P.K. y fecha en que se realiza la observación.
- Litología del material perforado. Toma de muestra.
- Datos estructurales. Dirección y buzamiento de las litoclasas.
- Fallas: dirección, buzamiento y características de las mismas (sentido, brechas, agua, etc.).
- Discontinuidades: dirección, buzamiento y sistema preferente.
- Presencia de agua en el terreno: seco, goteo, etc..
- Grado de alteración del material.
- Resistencia de la matriz: índice de carga puntual.
- Índice de fracturación: m<sup>2</sup> de superficie de diaclasa por m<sup>3</sup> de roca.
- Tipo de revestimiento colocado.
- Avance del frente: m/día.

El control geológico-geotécnico del túnel correrá a cargo del Contratista, quien estará obligado a suministrar toda la información que posea y que sea de interés para el control geológico-geotécnico a la Dirección de Obra.

Esta información, así como cualquier otra de interés general, será entregada por el Contratista mediante partes diarios y mensuales.

En cuanto a la auscultación del túnel o control de la estabilidad de la excavación, se llevará a cabo mediante la medida de las deformaciones por convergencia, es decir, medición de las variaciones de

la longitud existente entre puntos solidarios al terreno y dispuestos en un plano perpendicular al eje del túnel. En este sentido, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Cada sección de convergencia estará constituida por cinco puntos, uno en clave, dos en riñones, y dos en hastiales.
- Se efectuarán medidas con precisión de una décima (0,1) mm.
- Inicialmente, y con carácter orientativo, se instalarán perfiles cada veinticinco (25) m de túnel. Posteriormente la Dirección de Obra podrá estimar necesaria la colocación de perfiles de medición en todos aquellos puntos donde lo considere oportuno.
- Deberán ser instalados y medidos, por primera vez, inmediatamente tras el paso del frente de excavación.
- La frecuencia de medida será diaria durante la primera semana, disminuyendo paulatinamente en función de su evolución.
- Podrá dejarse de medir una determinada sección cuando su estabilización definitiva se prolongue durante un mes.
- Se ejecutará, para cada perfil, la correspondiente gráfica, en la que se reflejará la evolución de las deformaciones.

Si para la determinación de la competencia del sostenimiento para la estabilización de la excavación se han dispuesto las medidas de convergencia, para averiguar y cuantificar el comportamiento e interacción del terreno sobre el sostenimiento, se dispondrán los siguientes aparatos de medida:

- Células de presión radial: dos (2) colocadas en los riñones de la sección transversal.
- Extensómetros de varilla: dos (2) colocados en los riñones de la sección transversal. Medirán los desplazamientos a uno (1), dos (2) y cinco (5) m de distancia del túnel. Estos perfiles estarán lo más próximos posibles a los perfiles de las células de presión radial.
- Extensómetros de superficie: tres (3) colocados en clave y en hastiales. Se dispondrán sobre los mismos perfiles de las células de presión radial.
- Piezómetros para el control del nivel freático a determinar en cada caso.

La Dirección de Obra podrá ordenar los perfiles de medida en los lugares que considere más idóneos y asimismo podrá incrementar o disminuir su número según su criterio.

El control geológico-geotécnico y la auscultación del túnel serán realizados por los facultativos del Contratista, que, además, será quién proporcione el soporte material necesario para que aquéllos lleven a cabo su misión.

Será responsabilidad del Contratista la realización de las mediciones de los aparatos de control instalados, con la periodicidad indicada por la Dirección de Obra, y su posterior entrega a la misma de los datos recogidos.

El Contratista tendrá especial cuidado en respetar los puntos de medida, siendo el único responsable de su correcta conservación y los repondrá a su cargo si resultan dañados por operaciones incorrectas o negligentes.

### 3.7.9. PERFORACIONES Y SONDEOS MECÁNICOS

#### 3.7.9.1. PERFORACIÓN PARA INYECCIONES

##### **Definición**

Son taladros realizados en el terreno para inyectar a través de ellos lechadas, morteros o aditivos químicos para rellenos, consolidaciones, impermeabilización y/o mejoras del mismo.

##### **Ejecución**

Salvo autorización de la Dirección de Obra o especificación concreta del proyecto de ejecución de las inyecciones, la perforación se realizará por percusión o roto-percusión. El empleo de sondas se autorizará únicamente en los taladros de gran profundidad, más de veinte metros (20 m) y en las rocas muy abrasivas en las que se haya comprobado la ineficacia de la perforación a roto-percusión.

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

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

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

##### **Tolerancias**

La desviación máxima admitida en los taladros a percusión será el diez por ciento (10%) de su longitud. En los taladros con sonda la desviación máxima no sobrepasará el cinco por ciento (5%) de su longitud.

Los errores en la inclinación de los taladros, medida en sus dos primeros metros (2 m) no será superior a dos grados sexagesimales (2°).

La tolerancia en la situación del emboquille del taladro será la siguiente:

- En paramentos de hormigón: cinco centímetros (0,05 m).
- En el terreno: quince centímetros (0,15 m).

### **Medición y Abono**

Las perforaciones para inyecciones se abonarán según los criterios indicados en el presente pliego.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

#### **3.7.9.2. PERFORACIONES PARA DRENAJE**

##### **Definición**

Son taladros realizados en el terreno para evacuar el agua contenida en el mismo o disminuir la presión del agua.

##### **Ejecución**

La ejecución será análoga a la de los taladros para inyecciones excepto su diámetro, que no será inferior a cincuenta (50) mm para facilitar la limpieza y no se obturen. En estos taladros no será necesario el lavado con agua.

##### **Tolerancias**

Análogas a las de los taladros para inyección.

##### **Medición y Abono**

La ejecución de estos taladros no será objeto de abono independiente y su precio se encuentra incluido en el precio del m3 de excavación.

#### **3.7.9.3. PROSPECCIÓN MECÁNICA PARA RECONOCIMIENTO DEL FRENTA DE LA EXCAVACIÓN EN TÚNELES**

En los tramos indicados en el Proyecto o cuando lo disponga la Dirección de Obra se efectuará una prospección de perforación mecánica en cualquier dirección en el frente de ataque de la excavación.

##### **Ejecución**

La prospección se hará con extracción de testigo con una sonda de diámetro no menor de cincuenta milímetros (50 mm). Podrá emplearse, como alternativa, la perforación de taladros sin testigo siempre

que se mida, de forma automática y continua, mediante equipos electrónicos, los diferentes parámetros de la perforación (velocidad, presión de la herramienta de perforación sobre el terreno, energía de rebote, presión del agua, etc..).

La perforación se llevará adelantada del frente de excavación una distancia que en ningún momento bajará de cinco metros (5 m).

El Contratista podrá efectuar dicha perforación en cualquier momento, incluso fuera de la jornada laboral, siempre que se disponga de las oportunas autorizaciones reglamentarias.

Los testigos extraídos se ordenarán en cajas adecuadas que se pondrán a disposición de la Dirección de Obra.

### **Tolerancias**

Serán análogas a las de los sondeos de reconocimiento.

### **Medición y Abono**

La ejecución de estos sondeos se abonarán a los precios indicados en el cuadro de precios nº 1.

Su no ejecución por causas achacables al Contratista implicará una penalización del 10% en los precios de excavación y sostenimiento de túneles y cavernas.

## **3.7.10. INYECCIONES**

### **Definición y Finalidad de las Inyecciones**

Las inyecciones, como procedimiento auxiliar de construcción, consisten en el relleno de huecos no accesibles, situados en el interior del terreno, o de las obras de fábrica, mediante la introducción, a través de conductos o taladros, de un producto fluido, soluciones acuosas, generalmente, de materias naturales y artificiales, productos químicos o resinas, que fraguan, gelifican o polimerizan en el interior de los huecos, solidificando en mayor o menor grado el terreno.

La finalidad de las inyecciones pueden ser:

- a) Relleno.
- b) La mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- c) La disminución de la permeabilidad.

### **Clasificación General de las Inyecciones**

Según los materiales a inyectar:

- A) Inyecciones de cemento.
- B) Inyecciones de suspensiones de materiales térreos.
- C) Inyecciones químicas.
- D) Inyecciones de resina.
- E) Inyecciones de espumantes.

Por la finalidad primordial que se pretende:

- I) Inyecciones de relleno.
- II) Inyecciones de consolidación.
- III) Inyecciones de impermeabilización.

Por el medio a tratar:

- X) Inyecciones del terreno.
  - a) En macizos rocosos.
  - b) En terreno suelto.
- Y) Inyecciones de juntas de las obras de fábrica.
- Z) Obras de fábrica.

### **Estudio de Ejecución de las Inyecciones del Terreno**

El Contratista presentará a la Dirección de Obra, con una antelación mínima de quince (15) días respecto del comienzo de los trabajos de inyección (salvo en casos de reconocida urgencia) un estudio de la ejecución de los tratamientos del terreno, que constará de los siguientes capítulos.

#### **Datos del terreno**

Planos geológicos de detalle, descripción de la estructura geológica, catalogación de accidentes, litoclasas principales, roturas, fallas, cavernas. Resultados de los reconocimientos por sondeos, galerías, calicatas y pozos. Ensayos de permeabilidad. Niveles freáticos.

#### **Esquema de taladros**

- a) Distribución de los taladros o conductos para la inyección, situación, inclinación, profundidad y diámetro de los taladros de inyección. Determinación, en su caso, del procedimiento de perforación, a percusión o rotación.
- b) Fases previstas para la ejecución e inyección de los taladros. Criterios para delimitar la profundidad real de los taladros y la realización de las distintas fases sucesivas, en función de los resultados obtenidos en las fases anteriores.

c) Lavado de los taladros y lavado del terreno.

Procedimientos y posible utilización de dispersantes de la arcilla en las litoclasas.

d) Pruebas de permeabilidad. Ensayos tipo Lugeon o tipo Lefranc.

Materiales a mezclar e inyectar

a) Material básico: lechada de cemento, mortero de cemento y arena, productos químicos.

b) Productos minerales de adición: Puzolanas, Kieselguhr, bentonita.

c) Materiales térreos: arcillas y limos.

d) Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de fraguado.

#### **Procedimiento de inyección**

a) Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente.

b) Sistema de circulación de las mezclas entre la bomba y los taladros: por simple línea, o con retorno.

c) Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del terreno, manómetros ordinarios y registradores.

#### **Presiones de inyección**

a) Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento.

b) Procedimientos de control de las presiones. Manómetros simples, manómetros registradores.

c) Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones, en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación) y de auscultación en profundidad (extensómetros, péndulos, clinómetros, dilatómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.

d) Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

#### **Medidas de protección respecto de la obra realizada y limpieza de los tajos**

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

## **Ejecución de los Tratamientos de Inyecciones**

### **Taladros para Inyecciones**

Será de aplicación lo indicado anteriormente en el presente artículo.

### **Pruebas de Permeabilidad**

El estudio de ejecución de las inyecciones, fijará la frecuencia de los ensayos tipo Lugeon que tendrán escalones de presiones ascendentes de cinco y diez kilogramos por centímetro cuadrado (5 y 10 kg/cm<sup>2</sup>), y un escalón a presión de cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 kg/cm<sup>2</sup>) en la fase descendente de la prueba. Cada uno de estos escalones se mantendrá durante diez (10) minutos, una vez estabilizados, y se medirá entonces el caudal de agua que penetra en el taladro.

Los ensayos tipo Lugeon se realizarán por tramos de cinco metros (5 m) de longitud en cada uno de los taladros elegidos para realizar estas pruebas.

En terrenos sueltos, el proyecto de ejecución determinará los ensayos de permeabilidad tipo Lefranc o similares que será preciso realizar para determinar el coeficiente de permeabilidad del terreno antes y después de realizadas las inyecciones.

### **Materiales para Inyectar**

Cemento

En las inyecciones del terreno y en el relleno de juntas de contracción de las obras de fábrica, el cemento cumplirá las siguientes condiciones:

- Finura de molido. Residuo acumulado sobre el tamiz de novecientas (900) mallas por centímetro cuadrado.
- Máximacero coma tres (0,3)%

Residuo acumulado sobre tamiz de cuatro mil novecientas mallas por centímetro cuadrado (4.900 mallas/cm<sup>2</sup>).

- Máximacincos (5)%
- Tiempo de fraguado. Principio, no antes de tres horas (3 h)
- Estabilidad de volumen. Galleta de pasta pura en agua hirviendo: inalterada.
- Expansión en la prueba del autoclave: Menor de cero coma cinco (0,5)%.
- Productos de adición minerales

En las inyecciones podrán emplearse los productos de adición minerales que a continuación se indican, con el fin de mejorar la penetrabilidad de las mezclas, evitar la decantación prematura del cemento, o abaratar el material a inyectar, pero en cualquier caso será precisa la autorización de la Dirección de Obra después de realizados repetidos ensayos de laboratorio y pruebas de inyectabilidad del terreno.

Para el relleno de oquedades, cavernas, trasdoses de revestimientos de obras subterráneas, etc., se podrán utilizar los siguientes materiales:

- a) Arena fina (menor de 2 mm)
- b) Harina mineral o filler calizo
- c) Limo natural
- d) Arcilla (sólo en relleno de cavernas a efectos de impermeabilización)

Para el tratamiento de diaclasas, fisuras y consolidación de terrenos sueltos se podrán emplear:

- a) Puzolanas naturales finamente divididas
- b) Cenizas volantes
- c) Tierra de diatomeas (kieselguhr)
- d) Bentonita

Aditivos químicos en las lechadas de cemento

En la preparación de las lechadas de cemento podrán emplearse los aditivos químicos clasificados como plastificantes retardadores de fraguado, modificados con la adición de alguna sustancia que, sin perjudicar el endurecimiento de la lechada de cemento, produzca efecto expansivo de la misma en la fase de fraguado.

No se permitirá el uso de aireantes puros.

### Lechada de cemento activada

Se definen como "lechadas de cemento activadas" las lechadas de cemento que han sido tratadas por algún procedimiento para conseguir una dispersión de las partículas del cemento a fin de obtener una lechada no miscible con el agua durante algún tiempo y que no presente apenas decantación.

La dispersión puede obtenerse:

- a) Por procedimientos mecánicos (tipo colgrout)
- b) Por aditivos químicos (tipo Prepakt)

Lechadas estables

Se denomina "lechada estable" la que no presenta decantación apreciable durante las operaciones de la inyección.

Las lechadas de cemento son tanto menos estables cuanto mayor es su relación agua-cemento.

En el proyecto de ejecución de las inyecciones se indicarán los casos en que es admisible u obligado el empleo de lechadas de cemento cuya estabilidad se obtiene con la adición de silicato de sodio para compensar la disminución de rigidez provocada por la bentonita.

Asimismo, en el proyecto de ejecución de las inyecciones se especificará el empleo de suspensión de arcilla tratada químicamente, mezclas arcilla-cemento, o de arcilla-cemento-arena.

### Mezclas de Inyección de Cemento

Antes de iniciar los trabajos de inyección se realizarán ensayos de laboratorio para determinar los distintos tipos de mezcla a inyectar, de acuerdo con las características del medio a tratar, la finalidad del tratamiento de inyecciones, el tamaño de los huecos a rellenar y su volumen, y todas las condiciones de resistencia de la lechada a mortero endurecido.

Las mezclas estudiadas en laboratorio se ajustarán a las exigencias de los trabajos de inyección, pudiendo modificarse durante la ejecución de éstos en una fase inicial de puesta a punto.

En el estudio de las lechadas se fijarán las dosificaciones más convenientes de los distintos ingredientes (cemento, aditivos, agua). La relación agua-cemento será, en todo caso, la menor compatible con la penetrabilidad adecuada al medio a inyectar.

Por lo general estará comprendida entre 3/1 y 1/1 aunque podrán alcanzarse relaciones agua-cemento mayores.

Una vez montada en obra la instalación y antes de comenzar la inyección del mortero o lechada el Contratista ensayará la misma, realizando varias dosificaciones y amasadas para asegurarse del correcto funcionamiento de la misma.

En el caso de usarse una planta automática, ésta registrará sobre un papel, para cada amasada, el tipo y peso de cada material, el número de mezcla, la fecha y la hora de descarga.

El Contratista está obligado asimismo a realizar ensayos de inyección de agua a presión en los taladros que se vayan a inyectar que designe la Dirección de Obra, realizándose de acuerdo con las especificaciones que ésta dicte.

La densidad de la lechada irá aumentando gradualmente durante la inyección de un taladro o compartimento hasta alcanzar la consistencia óptima fijada en las pruebas de inyectabilidad para la puesta a punto de los procedimientos y mezclas en cada caso particular. No obstante se deberá empezar a inyectar lechadas de suficiente densidad para impedir un excesivo recorrido inicial de la inyección a lo largo de fisuras, diaclasas y huecos en general.

### **Presión de Inyección**

Se establece que la presión máxima admisible en la inyección del terreno es la que puede aplicarse al fluido que se inyecta sin dislocar la estructura de aquél. Depende más de la estructura del terreno que de la naturaleza de la roca.

Para determinar el valor de las presiones máximas admisibles se tendrá en cuenta la experiencia obtenida en tratamientos similares de otras obras, pero en todo caso, los trabajos de inyección se iniciarán con presiones bajas (no superiores a las presiones geostáticas del terreno), que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.

### **Precauciones, Vigilancia y Control en los Trabajos de Inyección**

La vigilancia durante las operaciones de inyección deberá ser minuciosa y permanente, debiendo abarcar los siguientes aspectos:

#### **a) Fugas de lechada**

La vigilancia de fugas de lechada abarcará a zonas suficientemente alejadas del punto de inyección. Si la fuga no es importante, puede continuarse la inyección e intentar taponarla, pero si es grande y no es posible el taponamiento, deberá paralizarse la inyección. En estos casos es aconsejable aumentar la densidad de la lechada antes de paralizar la inyección.

En la inyección de macizos rocosos no kársticos, una admisión de cemento superior a quinientos kilogramos (500 kg) por metro lineal de taladro es sospechosa de fugas ocultas o de extensión excesiva de la lechada.

**b) Comunicación de lechada entre taladros**

Debe tomarse nota de todas las comunicaciones de lechada que se observen entre taladros durante la inyección, anotándose el número del taladro por el que se inyecta, el de los taladros comunicados y la presión de inyección en el momento de producirse la comunicación.

**c) Datos de la inyección**

De cada uno de los taladros y de los tramos en que se hayan inyectado, además de la fecha, hora y localización del taladro y tramo del mismo, se registrarán los datos siguientes:

Dosificaciones y densidades iniciales y finales. Cantidad de cemento y demás materiales secos consumidos en total y la cantidad neta realmente inyectada en el terreno, deducidos los volúmenes correspondientes al llenado del propio taladro, de las tuberías de circulación de la lechada, así como las pérdidas por fugas y escapes en el cambio de inyección de uno a otro punto.

Se calcularán y se registrarán las admisiones específicas de cemento por metro de taladro y por metro cúbico de terreno tratado.

**Maquinaria y Equipos para las Inyecciones**

Previamente a la instalación en obra de los equipos de inyección el Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de Obra, la cantidad y características de los equipos que el Contratista propone para la realización del trabajo. La información suministrada deberá incluir la descripción detallada de la maquinaria a emplear, rendimientos prácticos, ubicación de la instalación y dotación humana de los equipos. La Dirección de Obra dará, en su caso, la conformidad por escrito.

Todo equipo usado en la mezcla, e inyección del mortero o lechada de cemento, será de cuenta del Contratista, quien lo mantendrá en todo momento en perfectas condiciones para su uso.

El equipo mínimo puesto en obra por cada grupo de inyección deberá constar de:

-Bomba de inyección capaz de operar a las presiones exigidas y adecuadas al caudal máximo a inyectar por equipo. Las bombas de inyección de tipo pistón serán de doble cilindro como mínimo. Podrán ser accionadas por aire comprimido, o por motores eléctricos o de combustión. Para la inyección a alta presión y con escaso caudal de admisión del taladro, son adecuadas las bombas de tornillo sin fin, o de rotores. Para la inyección a baja presión y grandes caudales, podrán utilizarse las bombas centrífugas. Las máquinas de inyectar tipo gunitadora o de cañón de aire comprimido, sólo se emplearán para el relleno de mortero o de lechada de cemento a muy baja presión, en huecos de tamaño grande (por lo menos de varios centímetros de abertura).

-Mezcladora de alta turbulencia situada junto a la bomba de inyección. En el caso de que se empleen bombas intermedias para el transporte deberá colocarse el agitador de alta turbulencia al final de la tubería de transporte, junto a la bomba de inyección.

-Tolvas de alimentación de cemento, y de arena, en su caso, provistas de rejillas finas para impedir la entrada en la mezcladora de cuerpos extraños, grumos o materiales de grueso tamaño.

-Dosificadores o contenedores de agua para controlar la relación agua/cemento de las mezclas con error menor del dos por ciento (2%). En el caso de utilizar contadores éstos serán del tipo integrador para conocer el consumo total de agua.

Se recomienda que la dosificación de los materiales que constituyen la lechada o mortero de cemento se realice mediante una planta automática capaz de determinar y controlar las cantidades de materiales que entren en cada amasada. Esta se mezcla en la planta y se bombea a los distintos equipos de inyección donde se agita de nuevo antes de inyectarla.

Todos los materiales constituyentes de la lechada o mortero se medirán en básculas distintas y siempre por peso.

Las tolerancias en peso serán las siguientes:

-Cemento:  $\pm 1\%$  (uno por ciento)

-Árido:  $\pm 2\%$  (dos por ciento)

En la cantidad de agua considerada en la dosificación de la lechada o mortero, se tendrá en cuenta el agua añadida directamente a la mezcla, el agua de los aditivos líquidos y el agua que acompaña a los áridos.

-Manómetros para controlar la presión de inyección, de calidad reconocida y que se comprobarán y tararán periódicamente. Los manómetros dispondrán de una membrana de protección que impida el contacto directo con la lechada o mortero de cemento.

Por lo menos se colocarán dos manómetros, uno a la salida de la bomba y otro en la boca del taladro que se inyecta.

El Contratista dispondrá de manómetros de reserva en la obra para sustituir los averiados y los que ofrezcan dudas en cuanto a su exactitud.

-Dispositivos obturadores de taladros, cabezales y demás accesorios para realizar las inyecciones. Serán de tipos y calidades sancionados por la práctica, y sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

El Contratista deberá disponer los medios necesarios para evacuar los residuos de la lechada procedentes de fugas, escapes, limpiezas de conducciones y el detritus de perforación, debiendo evitar que estos residuos se decanten en el suelo del tajo de trabajo, en cuyo caso habrán de ser eliminados a su costa.

Los detritus de perforación, lavado del terreno o de taladros y los residuos de lechada serán canalizados hasta lugares donde puedan ser vertidos, previamente autorizados por la Dirección de Obra.

### **Inyecciones en Túnel o Galería**

Las inyección en túnel o galería se efectuarán en dos fases generalizadas, con una tercera en puntos localizados, si fuese necesario.

En las inyecciones de la primera fase, las perforaciones atravesarán todo el espesor del revestimiento de hormigón y del sostenimiento, profundizando cinco (5) cm en el terreno.

Para esta primera fase se efectuarán series de taladros cada quince metros (15 m) de túnel. Cada serie se aplicará a una sección transversal del túnel y constará de tres taladros, situados uno de ellos en clave y los otros dos a noventa grados sexagesimales (90°) de aquél.

Se inyectarán en los taladros inferiores morteros de seiscientos (600) kg de cemento por m<sup>3</sup> de arena hasta alcanzar y mantener durante diez minutos (10 min) seguidos una presión de cero coma setenta y cinco (0,75) kilopondios por cm<sup>2</sup>. Si a juicio de la Dirección de Obra las presiones previstas se alcanzasen rápidamente, se efectuará una segunda inyección de lechada hasta alcanzar, y mantener durante diez minutos (10 min) seguidos, una presión de uno coma cinco (1,5) kilopondios por cm<sup>2</sup>.

Después de inyectados los taladros inferiores se inyectará el taladro de clave, con mortero de cuatrocientos kilogramos (400 kg) de cemento por m<sup>3</sup> de arena, hasta alcanzar y mantener durante diez minutos (10 min) seguidos una presión de cero coma setenta y cinco (0,75) kilopondios por cm<sup>2</sup>.

Si a juicio de la Dirección de obra las presiones previstas se alcanzasen rápidamente, se efectuará una segunda inyección de lechada hasta alcanzar, y mantener durante diez minutos (10 min) seguidos, una presión de un (1) kilopondios por cm<sup>2</sup>.

En las inyecciones de la segunda fase las perforaciones atravesarán todo el espesor del revestimiento de hormigón y del sostenimiento y profundizarán en el terreno un (1) metro.

Para esta segunda fase se efectuarán series de taladros cada quince metros (15 m) de túnel. Cada serie se aplicará a una sección transversal del túnel, que constará de cinco taladros, situando uno de ellos en clave y los otros cuatro formarán ángulos de cuarenta y cinco (45) y ciento treinta y cinco (135) grados sexagesimales con la alineación del primer taladro.

Estas secciones de inyección se intercalarán entre las de primera fase, a distancias equidistantes entre ellas.

Se empezará inyectando lechada por los taladros inferiores con una dosificación de partida, de una parte de agua por dos de cemento ( $A/C = 1/2$ ), hasta alcanzar y mantener durante diez (10) minutos

seguidos, una presión de dos coma cinco (2,5) kilopondios por  $\text{cm}^2$ . A continuación se inyectará el taladro de clave en las mismas condiciones que las anteriores.

La dosificación de partida podrá dosificarse según la capacidad de absorción de material en cada taladro, siguiendo las instrucciones de la Dirección de Obra.

En los puntos en que existan filtraciones de agua, se efectuará una tercera fase de inyecciones de impermeabilización. En estos puntos se efectuará un mínimo de dos taladros, que atravesarán todo el revestimiento de hormigón sin llegar a profundizar en el terreno. Uno de los taladros se situará en el centro estimado del área de filtración, y el otro en el punto superior estimado de dicha área y a distancia no menor de treinta centímetros (30 cm) del primero. Se aplicará el proceso de inyección prescrito para los taladros verticales de la primera fase.

En los tramos del túnel en los que exista sostenimiento previo estructural continuo de hormigón o metálico, las inyecciones de la segunda fase se iniciarán en cada perforación con una lechada fluida (una parte de cemento por una de agua), que se mantendrá durante quince minutos (15 min) seguidos, una vez que se haya alcanzado una presión de dos (2) kilopondios por  $\text{cm}^2$ . En esta primera operación la boca del tubo o lanza de inyección no alcanzará la zona de contacto entre los dos revestimientos. Seguidamente continuará el proceso generalizado establecido para la inyección de segunda fase.

Completada la campaña de inyecciones, se rellenarán totalmente los taladros.

Para todas las fases, la relación agua-cemento se regulará de manera que no se comuniquen taladros separados entre sí más de treinta metros (30 m). Cuando en dos secciones consecutivas de inyección no se registre ninguna comunicación, se intercalará otra sección intermedia.

Las inyecciones en cada taladro se efectuarán de modo continuo hasta su conclusión. En otro caso se efectuará otro taladro a una distancia de treinta centímetros (30 cm) del primero, retrocediendo en la dirección del eje del túnel hacia el origen de la campaña de inyecciones.

El procedimiento de inyección incluirá la disposición de circuito de retorno, que deberá estar perfectamente montado antes de empezar las inyecciones.

Las presiones se medirán en boca de taladro.

La inyección de 1ª Fase se ejecutará después de pasados, como mínimo, quince días desde la ejecución del hormigonado de revestimiento definitivo en la sección a inyectar.

Igual o superior plazo existirá entre la ejecución de las inyecciones de 1ª y 2ª Fase.

La separación entre secciones de taladros, disposición y longitud de los mismos, los materiales y presiones de inyección para la 1ª y 2ª Fase especificadas en este punto, será de aplicación salvo modificación expresa en el P.P.T.P. Asimismo, la Dirección de Obra podrá modificar cualquiera de los

anteriores conceptos durante la ejecución de los trabajos a la vista de las características particulares del terreno.

### **Medición y Abono**

Estas inyecciones generalizadas en túneles, cavernas y cañones no serán objeto de abono independiente encontrándose su precio repercutido en el precio del hormigón del revestimiento.

Las inyecciones de consolidación del terreno se abonarán por toneladas de cemento inyectado en forma de lechada o mortero. En dicho precio se encuentran incluidos todas las operaciones necesarias (taladros, mezcla e inyección, limpieza de taladros, tubos, equipos y tajo, etc.), así como todos los materiales (incluyendo aditivos), mano de obra y equipos necesarios para la correcta ejecución de ésta unidad.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### **3.7.11. JET GROUTING**

#### **3.7.11.1. JET GROUTING TIPO I**

#### **Descripción y Alcance**

Se denomina Jet Grouting tipo I al tratamiento del terreno, vertical, horizontal o inclinado, consistente en una perforación del mismo con un varillaje hasta alcanzar una cota determinada, iniciándose a continuación una operación combinada de extracción y rotación del citado varillaje, inyectando simultáneamente lechada de cemento a alta presión por toberas ubicadas muy próximas al elemento de corte utilizado para la perforación.

El varillaje de perforación tiene un único circuito de conducción, para la lechada.

La aplicación de este tratamiento ha de ser autorizada expresamente por Dirección de Obra.

La aplicación de este tratamiento ha de contrastarse previamente en el terreno en el que va a ser ejecutado, siendo obligatoria la realización de un campo de pruebas en las condiciones previstas de aplicación del Jet Grouting, con anterioridad al inicio de los trabajos.

Una vez testificados los resultados del tratamiento, Dirección de Obra podrá autorizar el inicio de las perforaciones, fijándose los parámetros específicos del proceso de ejecución:

- Velocidad ascendente
- Velocidad de rotación
- Volumen de lechada a inyectar por metro lineal de columna

- Presión de la lechada
- Presión de la bomba de impulsión
- Separación entre puntos de tratamiento
- Cotas del tratamiento
- Inclinación
- Relación agua - cemento

Los tratamientos previos de prueba y los ensayos correspondientes no serán de abono en ningún caso.

### **Materiales**

En la fabricación de la lechada de cemento se utilizarán: cemento, agua y aditivos que cumplirán lo especificado en la norma EHE-98 y en el Pliego de Recepción de Cementos RC-03.

### **Ejecución**

En este apartado se describen las características tipo del tratamiento de Jet Grouting tipo I.

Cualquier modificación de estas características ha de estar autorizada previamente por la Dirección de Obra, siendo obligatoria la realización de pruebas previas y los ensayos correspondientes que garanticen los resultados del tratamiento aplicado.

Las pruebas previas no serán de abono en ningún caso.

### **Equipos y Maquinaria a Utilizar**

El equipo utilizado para la ejecución de la inyección mediante el sistema Jet Grouting tipo I constará de al menos los siguientes elementos:

-Dosificador de cemento que permita el control del conglomerante hidráulico mezclado, alimentado por un silo de capacidad suficiente para garantizar un ritmo de trabajo normal sin interrupciones ( $W > 30 \text{ Tm}$ ).

-Central de fabricación de lechada compuesta por un grupo turbo mezclador alimentado por uno o dos tornillos sin fin y velocidad de giro de 2.800 r.p.m. y un agitador con capacidad mínima de 1.000 litros y con una velocidad de giro mayor que 25 r.p.m., siendo aconsejable que todas las labores de mezcla y agitación estén automatizadas para garantizar que en todo momento se produce la mezcla agua cemento en las proporciones adecuadas.

-Una bomba de alta presión con la potencia suficiente para garantizar la posibilidad de inyectar un volumen de lechada de una presión de hasta 90 kg/cm<sup>2</sup>. Irá dotada de las bombas de sobrealimentación que sea necesario.

-Equipo de perforación e inyección dotado de los elementos necesarios para asegurar la perforación hasta la cota adecuada con un varillaje capaz de conducir en su interior el flujo de la lechada a inyectar, con su presión correspondiente. Este varillaje estará rematado por un monitor que dotado de las válvulas de inyección adecuadas permitirá al girar que la lechada realice la misión que le corresponde. Podrá estar dotado de una centralita electrónica para la programación de la inyección.

### **Perforación**

No se iniciará la perforación de ninguna columna de Jet Grouting tipo I contigua a otra que lleve menos de 24 horas inyectada. Si a pesar de guardar ésta precaución se observase que una columna terminada se ve afectada, se interrumpirá dicha perforación hasta que la afectada esté suficientemente endurecida.

La perforación se realizará a rotación, (eventualmente a rotopercusión).

La tolerancia permisible en el emplazamiento de la columna respecto al punto de replanteo fijado será de 2 cm. Así mismo la tolerancia respecto a la inclinación del mástil con la vertical en dos planos verticales perpendiculares será del 2%. No deberá realizarse ninguna columna que no cumpla las dos restricciones anteriores.

### **.Fabricación de la Lechada**

En la fabricación de la lechada tipo se fijarán las dosificaciones y tiempos de amasado más convenientes de los distintos componentes (cemento, aditivos y agua). La relación agua cemento será en todo caso la menor compatible con la penetrabilidad adecuada al medio a inyectar, y que por lo general estará comprendida entre 1:3 a 1:1.

La dosificación de los materiales que constituyen la lechada de cemento se realizará mediante una planta capaz de determinar y controlar las cantidades de materiales que entran en cada amasada.

En la cantidad de agua considerada en la dosificación de la lechada se tendrá en cuenta el agua añadida directamente a la mezcla y el agua de los aditivos líquidos.

Se determinará periódicamente la densidad de la lechada utilizada en la ejecución de los trabajos, que servirá como método de control de la dosificación de la mezcla. Esta densidad será del orden de 1,9 Tn/m<sup>3</sup>. Deberá rechazarse cualquier lechada que por haber permanecido demasiado tiempo en el agitador de muestras de principio de fraguado (entre otras razones porque sería difícilmente inyectable por las toberas de salida).

### **Inyección**

Una vez alcanzada la máxima profundidad de perforación y sin retirar el varillaje utilizado se procederá a realizar la inyección de abajo hacia arriba manteniendo los parámetros prefijados de inyección:

- Velocidad ascendente del monitor: Durante la inyección se mantendrá el tiempo prefijado para cada escalón.
- Velocidad de rotación del monitor: Será el número prefijado de giros por cada escalón..
- Volumen de lechada a inyectar: Se debe garantizar un volumen medio de lechada inyectada, a prefijar en los ensayos previos por metro lineal de columna tratada.
- Presión de la lechada: Será la determinada en las pruebas previas  $\pm 10\%$
- Presión de inyección: La presión de inyección medida en la bomba de impulsión será constante para la lechada. Deberá colocarse la presión a la salida del monitor para tener controladas la pérdida de carga. Si la longitud de manguera provoca pérdidas de carga mayores del 10% deberá escogerse entre acercar el emplazamiento de la parte fija del equipo al punto de tratamiento, disminuyendo las pérdidas de carga, o bien aumentar la presión de inyección si el equipo lo permite.
- La presión del compresor y su volumen inyectado se consideran más fiables (variables dentro de los márgenes facilitados por el fabricante) pero más difíciles de controlar, por lo que se rechazará cualquier compresor en el momento que se dude de su perfecto funcionamiento.
- Solo se considerará tratado aquel tramo de suelo que reciba el efecto de la lechada. Esto deberá tenerse en cuenta en las maniobras de inicio y fin de la perforación, así como en posibles averías.

Si durante el proceso de inyección ocurriese por cualquier causa una interrupción de esta presión, deberá repetirse la inyección en un tramo de solape de 50 cm. En el caso de que la interrupción durase tiempo suficiente como para que el tramo de columna ya realizado se hubiera endurecido ( $t > 4$  horas) y no se hubiese movido la máquina de su emplazamiento se procedería a reperfilar la longitud de solape, y si la máquina se hubiese movido se repetirá la columna completa. En este caso deberá considerarse la situación existente y decidir si se acepta mantener la columna inicial y en el caso de que no sea aceptable sustituir dos columnas por una.

### Medición y Abono

A efectos de medición y abono se considerarán únicamente los metros lineales de columna tratados con la acción de la lechada de cemento de acuerdo con las cotas de tratamiento indicadas en los planos, incluyéndose en el precio los trabajos de perforación hasta la cota a tratar, posicionamiento de la maquinaria, plataformas y artefactos para trabajos fluviales o especiales, el mantenimiento de los equipos, transporte de los mismos, pruebas previas y de comprobación del tratamiento.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.7.11.2. JET GROUTING TIPO II (A Y B)

#### Descripción y Alcance

Se denomina Jet Grouting tipo II-A al tratamiento del terreno, vertical, horizontal o inclinado, consistente en una perforación del terreno con un varillaje hasta alcanzar una cota determinada, iniciándose a continuación una operación combinada de extracción y rotación del citado varillaje, inyectando simultáneamente lechada de cemento a media presión y agua a alta presión por dos planos de toberas próximas al extremo inferior del varillaje. A través de las toberas superiores se inyecta agua a alta presión que realiza un corte del terreno, disgregándolo y haciéndolo circular en forma centrífuga. Por las toberas inferiores se realiza la inyección de lechada de cemento a baja presión. El varillaje de perforación dispone de dos circuitos independientes para el agua y para la lechada de cemento.

Se denomina Jet Grouting tipo II-B al tratamiento del terreno, vertical, horizontal o inclinado, consistente en una perforación del terreno con un varillaje hasta alcanzar una cota determinada, iniciándose a continuación una operación combinada de extracción y rotación del citado varillaje, inyectando simultáneamente lechada de cemento y aire a alta presión por un plano de toberas próximas al extremo inferior del varillaje. A través de las toberas se inyecta mortero a alta presión que realiza un corte del terreno, disgregándolo y haciéndolo circular en forma centrífuga. Por unas toberas adicionales se realiza la inyección de aire a alta presión focalizando la acción de corte de la lechada. El varillaje de perforación dispone de dos circuitos independientes para el agua y para la lechada de cemento.

La aplicación de estos tratamientos ha de ser autorizada expresamente por Dirección de Obra.

La aplicación de estos tratamientos ha de contrastarse previamente en el terreno en el que va a ser ejecutado, siendo obligatoria la realización de un campo de pruebas en las condiciones previstas de aplicación del Jet Grouting, previamente al inicio de los trabajos.

Una vez testificados los resultados del tratamiento Dirección de Obra podrá autorizar el inicio de las perforaciones, fijándose los parámetros específicos del proceso de ejecución:

- Velocidad ascendente
- Velocidad de rotación
- Volumen de lechada a inyectar por metro lineal de columna
- Presión de la lechada
- Presión de agua (tipo A) o de aire (tipo B)
- Presión de la bomba de impulsión
- Separación entre puntos de tratamiento

- Cotas del tratamiento
- Inclinación
- Relación agua - cemento

Los tratamientos previos de prueba y los ensayos correspondientes no serán de abono en ningún caso.

### **Materiales**

En la fabricación de la lechada de cemento se utilizarán: cementos, agua y aditivos que cumplan lo especificado en la norma EHE-98 y en el Pliego de Recepción de Cementos RC-03.

### **Ejecución**

En este apartado se describen las características tipo del tratamiento de Jet Grouting tipo II.

Cualquier modificación de estas características ha de estar autorizada previamente por la Dirección de Obra, siendo obligatoria la realización de pruebas previas y los ensayos correspondientes que garanticen los resultados del tratamiento aplicado.

Las pruebas previas no serán de abono en ningún caso.

### **Equipos y Maquinaria a Utilizar**

El equipo utilizado para la ejecución de la inyección mediante el sistema Jet Grouting tipo II constará de al menos los siguientes elementos:

- Dosificador de cemento que permita el control del conglomerante hidráulico mezclado, alimentado por un silo de capacidad suficiente para garantizar un ritmo de trabajo normal sin interrupciones ( $W > 30 \text{ Tm}$ ).
- Central de fabricación de lechada compuesta por un grupo turbo mezclador alimentado por uno o dos tornillos sin fin y velocidad de giro de 2.800 r.p.m. y un agitador con capacidad mínima de 1.000 litros y con una velocidad de giro mayor que 25 r.p.m., siendo aconsejable que todas las labores de mezcla y agitación estén automatizadas para garantizar que en todo momento se produce la mezcla agua cemento en las proporciones adecuadas.
- Una bomba de alta presión con la potencia suficiente para garantizar la posibilidad de inyectar simultáneamente un volumen de lechada a una presión de hasta 90 kg/cm<sup>2</sup> y una presión de agua de hasta 500 kg/cm<sup>2</sup>. Irá dotada de las bombas de sobrealimentación que sea necesario.
- Un compresor de aire capaz de inyectar un caudal igual o superior a 7 m<sup>3</sup>/min a una presión entre 7 y 12 bares (tipo B).

- Equipo de perforación e inyección dotado de los elementos necesarios para asegurar la perforación hasta la cota adecuada con un varillaje capaz de conducir en su interior los flujos separados de los dos materiales a inyectar, cada uno con su presión correspondiente. Deberá poderse realizar la inyección de cualquiera de los componentes independientemente del resto. Este varillaje estará rematado por un monitor que dotado de las válvulas de inyección adecuadas permitirá al girar que cada fase realice la misión que le corresponde. Podrá estar dotado de una centralita electrónica para la programación de la inyección.

### **Perforación**

No se iniciará la perforación de ninguna columna de Jet Grouting tipo II contigua a otra que lleve menos de 24 horas inyectada. Si a pesar de guardar ésta precaución se observase que una columna terminada se ve afectada, se interrumpirá dicha perforación hasta que la afectada esté suficientemente endurecida.

La perforación se realizará a rotación, (eventualmente a rotopercusión).

La tolerancia permisible en el emplazamiento de la columna respecto al punto de replanteo fijado será de 2 cm. Así mismo la tolerancia respecto a la inclinación del mástil con la vertical en dos planos verticales perpendiculares será del 2%. No deberá realizarse ninguna columna que no cumpla las dos restricciones anteriores.

### **Fabricación de la Lechada**

En la fabricación de la lechada tipo se fijarán las dosificaciones y tiempos de amasado más convenientes de los distintos componentes (cementos, aditivos y agua). La relación agua cemento será en todo caso la menor compatible con la penetrabilidad adecuada al medio a inyectar, y que por lo general estará comprendida entre 1:1.5 y 1:1.

La dosificación de los materiales que constituyen la lechada de cemento se realizará mediante una planta capaz de determinar y controlar las cantidades de materiales que entran en cada amasada.

En la cantidad de agua considerada en la dosificación de la lechada se tendrá en cuenta el agua añadida directamente a la mezcla y el agua de los aditivos líquidos.

Se determinará periódicamente la densidad de la lechada utilizada en la ejecución de los trabajos, que servirá como método de control de la dosificación de la mezcla. Esta densidad será 1,65 g/l del orden de 1,9 Tn/m<sup>3</sup>. Deberá rechazarse cualquier lechada que por haber permanecido demasiado tiempo en el agitador de muestras de principio de fraguado (entre otras razones porque sería difícilmente inyectable por las toberas de salida).

### **Inyección**

Una vez alcanzada la máxima profundidad de perforación y sin retirar el varillaje utilizado se procederá a realizar la inyección de abajo hacia arriba manteniendo los parámetros prefijados de inyección:

- Velocidad ascendente del monitor: Durante la inyección se mantendrá el tiempo prefijado para cada escalón.
- Velocidad de rotación del monitor: Será el número de giros prefijados por cada escalón (sin tolerancia).
- Volumen de lechada a inyectar: Se debe garantizar un volumen medio de lechada inyectada, a prefijar en los ensayos previos por metro lineal de columna tratada.
- Presión del agua (tipo A): Igual a la determinada en las pruebas previas  $\pm 10\%$  o presión del aire en su caso (tipo B).
- Presión de la lechada: Será la determinada en las pruebas previas  $\pm 10\%$
- Presión de inyección: La presión de inyección medida en la bomba de impulsión será constante para la lechada. Deberá colocarse la presión a la salida del monitor para tener controladas la pérdida de carga. Si la longitud de manguera provoca pérdidas de carga mayores del 10% deberá escogerse entre acercar el emplazamiento de la parte fija del equipo al punto de tratamiento, disminuyendo las pérdidas de carga, o bien aumentar la presión de inyección si el equipo lo permite.
- La presión del compresor y su volumen inyectado se consideran más fiables (variables dentro de los márgenes facilitados por el fabricante) pero más difíciles de controlar, por lo que se rechazará cualquier compresor en el momento que se dude de su perfecto funcionamiento.
- Solo se considerará tratado aquel tramo de suelo que reciba el efecto de los dos materiales. Esto deberá tenerse en cuenta en las maniobras de inicio y fin de la perforación, así como en posibles averías.

Si durante el proceso de inyección ocurriese por cualquier causa una interrupción de esta presión deberá repetirse la inyección en un tramo de solape de 50 cm. En el caso de que la interrupción durase tiempo suficiente como para que el tramo de columna ya realizado se hubiera endurecido ( $t > 4$  horas) y no se hubiese movido la máquina de su emplazamiento se procedería a reperfilar la longitud de solape, y si la máquina se hubiese movido se repetirá la columna completa. En este caso deberá considerarse la situación existente y decidir si se acepta mantener la columna inicial y en el caso de que no sea aceptable sustituir dos columnas por una.

### Medición y Abono

A efectos de medición y abono se considerarán únicamente los metros lineales de columna tratados con la acción de los dos materiales de acuerdo con las cotas de tratamiento indicadas en los planos, incluyéndose en el precio los trabajos de perforación hasta la cota a tratar, posicionamiento de la

maquinaria, plataformas y artefactos para trabajos fluviales o especiales, el mantenimiento de los equipos, transporte de los mismos, pruebas previas y de comprobación del tratamiento.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.7.11.3. JET GROUTING TIPO III

#### **Descripción y alcance**

Se denomina Jet Grouting tipo III al tratamiento del terreno, vertical, horizontal o inclinado, consistente en una perforación del mismo con un varillaje hasta alcanzar una cota determinada, iniciándose a continuación una operación combinada de extracción y rotación del citado varillaje, inyectando simultáneamente lechada de cemento, agua y aire a altas presiones por dos planos de toberas próximos al extremo inferior de la perforación. A través de las toberas superiores se inyecta agua a alta presión que realiza un corte del terreno, dispersándolo y haciéndolo circular en forma centrífuga. Por el exterior de las toberas de agua y concéntricas con éstas se inyecta aire a presión de tal forma que focaliza el chorro de agua interior, impidiendo su pronta dispersión, añadiéndole capacidad y alcance de corte. Por las toberas inferiores se realiza la inyección de lechada de cemento a presión. El varillaje de perforación dispone de tres circuitos independientes para el agua, la lechada y el aire.

La aplicación de este tratamiento ha de ser autorizada expresamente por Dirección de Obra.

La aplicación de este tratamiento ha de contrastarse previamente en el terreno en el que va a ser ejecutado, siendo obligatoria la realización de un campo de pruebas en las condiciones previstas de aplicación del Jet Grouting, previamente al inicio de los trabajos.

Una vez testificados los resultados del tratamiento Dirección de Obra podrá autorizar el inicio de las perforaciones, fijándose los parámetros específicos del proceso de ejecución:

- Velocidad ascendente
- Velocidad de rotación
- Volumen de lechada a inyectar por metro lineal de columna
- Presión de la lechada
- Presión de agua
- Presión de aire
- Presión de la bomba de impulsión
- Separación entre puntos de tratamiento
- Cotas del tratamiento

- Inclinación
- Relación agua - cemento

Los tratamientos previos de prueba y los ensayos correspondientes no serán de abono en ningún caso.

### **Materiales**

En la fabricación de la lechada de cemento se utilizarán: cementos, agua y aditivos que cumplan lo especificado en la norma EHE-98 y en el Pliego de Recepción de Cementos RC-03.

### **Ejecución**

En este apartado se describen las características tipo del tratamiento de Jet Grouting tipo III.

Cualquier modificación de estas características ha de estar autorizada previamente por la Dirección de Obra, siendo obligatoria la realización de pruebas previas y los ensayos correspondientes que garanticen los resultados del tratamiento aplicado.

Las pruebas previas no serán de abono en ningún caso.

### **Equipos y Maquinaria a Utilizar**

El equipo utilizado para la ejecución de la inyección mediante el sistema Jet Grouting tipo III constará de al menos los siguientes elementos:

- Dosificador de cemento que permita el control del conglomerante hidráulico mezclado, alimentado por un silo de capacidad suficiente para garantizar un ritmo de trabajo normal sin interrupciones ( $W > 30 \text{ Tm}$ ).
- Central de fabricación de lechada compuesta por un grupo turbo mezclador alimentado por uno o dos tornillos sin fin y velocidad de giro de 2.800 r.p.m. y un agitador con capacidad mínima de 1.000 litros y con una velocidad de giro mayor que 25 r.p.m., siendo aconsejable que todas las labores de mezcla y agitación estén automatizadas para garantizar que en todo momento se produce la mezcla agua cemento en las proporciones adecuadas.
- Una bomba de alta presión con la potencia suficiente para garantizar la posibilidad de inyectar un volumen de lechada a una presión de hasta 90 kg/cm<sup>2</sup>. Irá dotada de las bombas de sobrealimentación que sea necesario.
- Un compresor de aire capaz de inyectar un caudal igual o superior a 7 m<sup>3</sup>/mn a una presión entre 7 y 12 bares.
- Equipo de perforación e inyección dotado de los elementos necesarios para asegurar la perforación hasta la cota adecuada con un varillaje capaz de conducir en su interior el flujo de la lechada a inyectar, con su presión correspondiente. Deberá poderse realizar la inyección de

cualquiera de los componentes independientemente dotado de las válvulas de inyección adecuadas permitirá al girar que cada fase realice la misión que le corresponde. Podrá estar dotado de una centralita electrónica para la programación de la inyección.

### **Perforación**

No se iniciará la perforación de ninguna columna de Jet Grouting tipo I contigua a otra que lleve menos de 24 horas inyectada. Si a pesar de guardar ésta precaución se observase que una columna terminada se ve afectada, se interrumpirá dicha perforación hasta que la afectada esté suficientemente endurecida.

La perforación se realizará a rotación, (eventualmente a rotopercusión).

La tolerancia permisible en el emplazamiento de la columna respecto al punto de replanteo fijado será de 2 cm. Así mismo la tolerancia respecto a la inclinación del mástil con la vertical en dos planos verticales perpendiculares será del 2%. No deberá realizarse ninguna columna que no cumpla las dos restricciones anteriores.

### **Fabricación de la Lechada**

En la fabricación de la lechada tipo se fijarán las dosificaciones y tiempos de amasado más convenientes de los distintos componentes (cemento, aditivos y agua). La relación agua cemento será en todo caso la menor compatible con la penetrabilidad adecuada al medio a inyectar, y que por lo general estará comprendida entre 1:1.5 y 1:1.

La dosificación de los materiales que constituyen la lechada de cemento se realizará mediante una planta capaz de determinar y controlar las cantidades de materiales que entran en cada amasada.

En la cantidad de agua considerada en la dosificación de la lechada se tendrá en cuenta el agua añadida directamente a la mezcla y el agua de los aditivos líquidos.

Se determinará periódicamente la densidad de la lechada utilizada en la ejecución de los trabajos, que servirá como método de control de la dosificación de la mezcla. Esta densidad será 1,65 g/l del orden de 1,9 Tn/m<sup>3</sup>. Deberá rechazarse cualquier lechada que por haber permanecido demasiado tiempo en el agitador de muestras de principio de fraguado (entre otras razones porque sería difícilmente inyectable por las toberas de salida).

### **Inyección**

Una vez alcanzada la máxima profundidad de perforación y sin retirar el varillaje utilizado se procederá a realizar la inyección de abajo hacia arriba manteniendo los parámetros prefijados de inyección:

- Velocidad ascendente del monitor: Durante la inyección se mantendrá el tiempo prefijado para cada escalón.
- Velocidad de rotación del monitor: Será el número de giros prefijados por cada escalón (sin tolerancia).
- Volumen de lechada a inyectar: Se debe garantizar un volumen medio de lechada inyectada, a prefijar en los ensayos previos por metro lineal de columna tratada.
- Presión del agua: Igual a la determinada en las pruebas  $\pm 10\%$
- Presión del aire: Igual a la determinada en las pruebas  $\pm 10\%$
- Presión de la lechada: La determinada en las pruebas  $\pm 10\%$
- Presión de inyección: La presión de inyección medida en la bomba de impulsión será igual o mayor que 35 atmósferas para la lechada. Deberá colocarse la presión a la salida del monitor para tener controladas la pérdida de carga. Si la longitud de manguera provoca pérdidas de carga mayores del 10% deberá escogerse entre acercar el emplazamiento de la parte fija del equipo al punto de tratamiento, disminuyendo las pérdidas de carga, o bien aumentar la presión de inyección si el equipo lo permite.
- La presión del compresor y su volumen inyectado se consideran más fiables (variables dentro de los márgenes facilitados por el fabricante) pero más difíciles de controlar, por lo que se rechazará cualquier compresor en el momento que se dude de su perfecto funcionamiento.
- Solo se considerará tratado aquel tramo de suelo que reciba el efecto de los tres materiales. Esto deberá tenerse en cuenta en las maniobras de inicio y fin de la perforación, así como en posibles averías.

Si durante el proceso de inyección ocurriese por cualquier causa una interrupción de esta presión, deberá repetirse la inyección en un tramo de solape de 50 cm. En el caso de que la interrupción durase el tiempo suficiente como para que el tramo de columna ya realizado se hubiera endurecido ( $t > 4$  horas) y no se hubiese movido la máquina de su emplazamiento se procederá a reperfilar la longitud de solape, y si la máquina se hubiese movido se repetirá la columna completa. En este caso deberá considerarse la situación existente y decidir si se acepta continuar la columna inicial y en el caso de que no sea aceptable sustituir dos columnas por una.

### Medición y Abono

A efectos de medición y abono se considerarán únicamente los metros lineales de columna tratados con la acción de los tres materiales de acuerdo con las cotas de tratamiento indicadas en los planos, incluyéndose en el precio los trabajos de perforación hasta la cota a tratar, posicionamiento de la maquinaria, plataformas y artefactos para trabajos fluviales o especiales, el mantenimiento de los equipos, transporte de los mismos, pruebas previas y de comprobación del tratamiento.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.8. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

#### 3.8.1. TRANSPORTE DE TUBERÍAS, CARGA Y DESCARGA

Las tuberías, accesorios y materiales de juntas deberán ser inspeccionados en origen para asegurar que corresponden a las solicitadas en los planos.

Para el transporte, carga y descarga sólo se permitirán soportes, equipos y/o dispositivos que no produzcan daños a las tuberías, ni su manejo con brusquedad o provocando impactos.

Con bajas temperaturas y heladas se adoptarán precauciones especiales para el manejo de aquellas fabricadas con materiales termoplásticos.

Si las tuberías estuvieran protegidas exterior o interiormente (por ejemplo, con revestimientos bituminosos o plásticos) se tomarán las medidas necesarias para no dañar la protección. Cadenas o eslingas de acero sin protección no serán admisibles.

#### **Almacenamiento**

Las tuberías y sus partes o accesorios que deben ser instalados en las zanjas se almacenarán a una distancia de éstas, de forma tal que no resulten cargas inaceptables para la estabilidad de las paredes de las zanjas.

Los apoyos, soportes, cunas y altura de apilado deberán ser tales que no se produzcan daños en las tuberías y sus revestimientos o deformaciones permanentes.

Las tuberías con revestimiento protector bituminoso no podrán ser depositadas directamente sobre el terreno.

Las tuberías y sus accesorios cuyas características pudieran verse directa y negativamente afectadas por la temperatura, insolación o heladas deberán almacenarse debidamente protegidas.

Las tuberías de PVC y PE rígidos para colectores deberán ser soportadas prácticamente en su longitud total y en pilas de altura no superior a un metro y medio (1,5 m). Asimismo, durante el tiempo transcurrido entre la llegada a obra de los tubos y su instalación, estarán debidamente protegidas de las radiaciones solares.

#### 3.8.2. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS EN ZANJA

##### **Definición de Zonas de la Zanja**

Dentro de las zanjas para alojamiento de tuberías de saneamiento se diferencian las siguientes zonas:

a) Zona de apoyo de la tubería

Se entiende por zona de apoyo a la parte de la zanja comprendida entre el plano formado por el fondo de la propia excavación y un plano paralelo a este último situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

Dentro de esta zona a su vez se diferencian dos sub-zonas.

a-1.Cuna de apoyo. Se designa como cuna de apoyo a la zona de la zanja comprendida entre el fondo de la excavación y el plano paralelo al mismo que interseca a la tubería según el ángulo de apoyo proyectado.

a-2.Recubrimiento de protección. Se entiende por recubrimiento de protección la zona de la zanja comprendida entre la cuna de apoyo descrita anteriormente y el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

b) Zona de cubrición

Se define como zona de cubrición aquella parte de la zanja comprendida entre el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la tubería y la superficie del terreno, terraplén, o parte inferior del firme en caso de zonas pavimentadas.

### **Preparación del Terreno de Cimentación**

El fondo de la zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería.

Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que el fondo de la excavación no se esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera evitable, se recompactará con medios adecuados hasta la densidad original.

Si la capacidad portante del fondo es baja, y como tal se entenderá aquella cuya carga admisible sea inferior a  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ , deberá mejorarse el terreno mediante sustitución o modificación.

La modificación o mejora del terreno se efectuará mediante la adición de material seleccionado al suelo original y compactación. Se podrán emplear zahorras, arenas u otros materiales inertes con un tamaño máximo de 7,5 cm y asimismo, si lo juzga oportuno el Director de Obra, adiciones de cemento o productos químicos.

En el caso de que el suelo "in situ" fuera cohesivo, meteorizable o pudiera reblandecerse durante el período de tiempo que vaya a mantener abierta la zanja, deberá ser protegido, incluso con una capa adicional que fuera retirada inmediatamente antes de la instalación de la tubería.

Asimismo, se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las cunas.

## Apoyos de Tubería

El sistema de apoyo de la tubería en zanja vendrá especificado en los planos del Proyecto y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cualquier caso y como mínimo deberán cumplirse las prescripciones del presente capítulo.

Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual, o a lo largo de una línea de soporte. La realización de la cuna de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones de contacto que no afecten a la integridad de la conducción.

Para tuberías con protección exterior, el material de la cuna de apoyo y la ejecución de ésta deberá ser tal que el recubrimiento protector no sufra daños.

Si la tubería estuviera colocada en zonas de agua circulante deberá adoptarse un sistema tal que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cuna.

En el primer tipo de cuna de hormigón no lleva armadura de refuerzo. En el segundo y tercer tipo las cunas de hormigón llevarán la armadura prevista en el siguiente cuadro:

Diámetro interior tubería en mm	AS en (%)		
	0,00	0,4	1,00
600	--	∅ 10 a 0,25	∅ 16 a 0,25
700 - 1.500	--	∅ 10 a 0,20	∅ 16 a 0,25
1.500	--	∅ 10 a 0,125	∅ 16 a 0,125

Como ya se ha indicado, para la instalación y alineamiento si se emplea cuna de hormigón, la tubería se apoyará provisionalmente en bloques prefabricados de hormigón cuyas características serán las que se especifican en el presente Pliego.

Estos bloques no son de abono independiente y su costo se incluye en el de la tubería.

Estos bloques no se emplearán si la tubería va apoyada sobre un material granular.

La zanja se mantendrá drenada durante la fase de fraguado del hormigón y en determinados casos si el agua freática fuera potencialmente agresiva hasta que el hormigón haya endurecido.

Las cunas de hormigón no son adecuadas para las tuberías flexibles y caso de que por otras razones estructurales se hubiera dispuesto una losa de apoyo de hormigón, se colocará entre ésta y la tubería una capa intermedia de arena y grava fina con el espesor que se especifique en el Proyecto.

En las clases B y C las tuberías se apoyarán sobre una cama de material granular colocada en el fondo plano de la zanja. La cama de material granular tendrá el espesor mínimo indicado en los planos.

En la clase B el material granular se extenderá hasta una altura igual a la mitad del diámetro exterior de la tubería.

En la clase C el material granular sólo se extenderá hasta una altura igual a un cuarto (1/4) del diámetro exterior de la tubería.

En las clases B y C se empleará el material granular tipo A de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego.

Las clases B y C sólo se aceptarán para apoyo de tuberías que tengan pendientes iguales o superiores al 1%.

### **Condiciones Generales para el Montaje de Tuberías**

Las tuberías, sus accesorios y material de juntas y, cuando sea aplicable, los revestimientos de protección interior o exterior, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

Los defectos, si existieran, deberán ser corregidos o rechazados los correspondientes elementos.

El descenso a la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados y accesorios como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni sus revestimientos.

Las partes de la tubería correspondiente a las juntas se mantendrán limpias y protegidas.

El empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos deberá ser controlado, pudiendo utilizarse gatos mecánicos o hidráulicos, palancas manuales u otros dispositivos cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños y que éste se realice en la dirección del eje y concéntricamente con los tubos.

Se marcarán y medirán las longitudes de penetración en el enchufe para garantizar que las holgaduras especificadas se mantengan a efectos de dilatación y evitación de daños.

Cada tramo de tubería se medirá y comprobará en cuanto a su alineación, cotas de nivel de extremos y pendiente.

Se adoptarán precauciones para evitar que las tierras puedan penetrar en la tubería por sus extremos libres. En el caso que alguno de dichos extremos o ramales vaya a quedar durante algún tiempo expuesto, pendiente de alguna conexión, se dispondrá un cierre provisional estanco al agua y asegurado para que no pueda ser retirado inadvertidamente.

Se seguirán también las instrucciones complementarias del fabricante de la tubería para su instalación.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado.

Las conexiones de las tuberías a las estructuras, como pozos de registro, etc., deberán realizarse de forma articulada. La articulación se dispondrá si fuera posible, en la pared de la estructura. En el caso de que esto no fuera posible, se realizará una doble articulación en cada lado de la obra de fábrica, mediante dos tuberías de pequeña longitud (1 m).

Las conexiones de tuberías de materiales plásticos a estructuras de otro tipo de material, se realizarán mediante pasamuros.

La conexión directa de una tubería en otra deberá garantizar que:

- La capacidad resistente de la tubería existente sigue siendo satisfactoria.
- La tubería conectada no se proyecta más allá de la cara interior de la tubería a la que se conecta.
- La conexión es estanca al agua.

Si alguno de estos requisitos no pudiera cumplirse, la tubería deberá ser reforzada en dicho tramo, o sustituido éste por una pieza especial, o se dispondrá una arqueta o pozo de registro.

El Contratista deberá facilitar todos los medios materiales y humanos, para el control y seguimiento de los posibles asentamientos diferenciales sufridos, tanto por las tuberías como por las obras de fábrica, considerándose incluidos dentro de los precios de proyecto los costos de tales operaciones.

### **Colocación de Tuberías**

Si las tuberías se apoyan sobre material granular, éste se extenderá y compactará en toda la anchura de la zanja hasta alcanzar la densidad prevista en el Pliego de Condiciones Generales.

Seguidamente, se ejecutarán hoyos bajo las juntas de las tuberías para garantizar que cada tubería apoye uniformemente en toda su longitud, si estas juntas son de enchufe y campana.

Caso de que las tuberías vayan apoyadas sobre cunas de hormigón, se verterá, en primer lugar, sobre el fondo de la excavación una capa de hormigón de limpieza sobre la que posteriormente irán colocados y debidamente nivelados los bloques prefabricados de hormigón.

Una vez ejecutada la solera de material granular o colocados los bloques de hormigón para apoyo provisional de la tubería, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, cuidado su perfecta alineación y pendiente.

Si el proyecto prevé la ejecución de cuna de hormigón, las tuberías, durante el montaje, se apoyarán únicamente en los bloques de hormigón de apoyo provisional de tubería, intercalando en la superficie de contacto una capa de tela asfáltica o material compresible.

En el caso de que la excavación en roca pueda dar lugar a vibraciones, la solera de apoyo de las tuberías se apoyará sobre una capa de material granular con el fin de aminorar la transmisión de las vibraciones producidas.

Los elementos de protección de las juntas de tuberías y complementos no serán retirados hasta que se hayan completado las operaciones de unión. Se comprobará muy especialmente, el perfecto estado de la superficie de las juntas. Asimismo se tomará especial cuidado en asegurar que el enchufe y campana de las tuberías que se unen estén limpios y libres de elementos extraños.

Después de colocada la tubería y ejecutada la cuna, se continuará el relleno de la zanja envolviendo a la tubería con material granular, el cual será extendido y compactado en toda la anchura de la zanja en capas que no superen los quince centímetros (15 cm) hasta una altura que no sea menor de 30 cm por encima de la generatriz exterior superior de la tubería.

Este relleno se ejecutará de acuerdo con las especificaciones del presente pliego.

El material a emplear será tal que permita su compactación con medios ligeros.

El material de esta zona no se podrá colocar con bulldozer o similar ni se podrá dejar caer directamente sobre la tubería.

Una vez ejecutado el relleno con material granular, se ejecutará el resto del relleno de la zanja de acuerdo con lo previsto en este Pliego.

La retirada de la entibación se ajustará a la ejecución del relleno de la zanja.

No se permitirá el empleo de medios pesados de extendido y compactado en una altura de 1,30 m por encima de la tubería de acuerdo con lo previsto en los planos.

### **Recubrimiento de Tuberías con Hormigón**

Las conducciones podrán reforzarse con recubrimientos de hormigón si tuvieran que soportar cargas superiores a las de diseño de la propia tubería, evitar erosiones y/o descalces, si hubiera que proteger la tubería de agresividades externas o añadir peso para evitar su flotabilidad bajo el nivel freático.

Las características del hormigón y dimensiones de las secciones reforzadas vendrán indicadas en los planos del Proyecto y/o P.P.T.P.

Si el diámetro de la tubería es menor de 300 mm el recubrimiento mínimo de tierras sobre la misma será de 0,80 m.

Si el diámetro de la tubería es mayor o igual a 300 mm la altura de tierras mínima, medida sobre la clave de la tubería, deberá ser 1 m.

Caso de que no pudieran cumplirse tales condiciones, se deberá reforzar la tubería con un revestimiento de hormigón H-200, de acuerdo con lo previsto en los planos.

En tuberías de diámetro interior superior a 600 mm, si la altura de tierras sobre el tubo está comprendida entre 0,50 m y 1,00 m se deberán tener en cuenta los efectos de impacto en su dimensionamiento y no se podrá considerar la compensación debida a la compactación de los rellenos laterales de la zanja.

No se podrán utilizar cemento de fraguado rápido para revestimiento de tuberías de P.V.C.

### **Juntas de Hormigonado en Apoyos o Dados de Hormigón para Protección de Tuberías**

Se dispondrán juntas de hormigonado en toda la sección de la cuna de apoyo o revestimiento, a distancias regulares, normales a la conducción y coincidentes con las uniones de tuberías, según lo indicado en los Planos del Proyecto e irán rellenas de una material compresible, cuyo espesor se define en el Capítulo II de este Pliego, en función de los diámetros del tubo.

### **3.8.3. PRUEBAS DE TUBERÍAS INSTALADAS**

#### **3.8.3.1. TIPOS DE PRUEBAS**

Una vez instalada la tubería se realizarán las siguientes comprobaciones y pruebas:

- Inspección visual o por T.V. (sí así lo ordena la Dirección de Obra).
- Comprobación de alineaciones y rasantes.
- Control dimensional de los elementos ejecutados "in situ": pozos de registro, conexiones a estas incorporaciones, clausura de ramales y aliviaderos.
- Comprobación de la estanqueidad de tuberías y elementos complementarios (juntas, pozos de registro, aliviaderos, etc.).

Antes de iniciar las pruebas, el Contratista tomará las medidas adecuadas para garantizar la inmovilidad de la tubería.

Los equipos necesarios para la realización de las pruebas deberán estar a disposición del Contratista desde el mismo momento en que se inicie la instalación de la tubería, a fin de evitar retrasos en la ejecución de las referidas pruebas. Todos los equipos deberán estar convenientemente probados y tarados sus medidores, manómetros, etc..

El Contratistas proporcionará todos los elementos necesarios para efectuar éstas así como el personal necesario. La Dirección de Obra podrá suministrar manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente o comprobar los suministrados por el Contratista.

Las prestaciones del Contratista descritas en el párrafo anterior comprenderán todas las operaciones necesarias para que la Dirección de Obra pueda llevar a cabo las medidas de presión o de caudal correspondientes.

Los trabajos y prestaciones que realice el Contratista para la realización de las pruebas, no serán objeto de abono independiente, ya que se consideran incluidos en el precio de la tubería.

Asimismo, el Contratista deberá suministrar todos los medios humanos y materiales para el control y seguimiento de los posibles asentamientos diferenciales que pueda experimentar la tubería y obras de fábrica después de su ejecución.

b) Después de rellenar la zanja

La prueba se efectuará:

- Una vez montada y limpia la tubería hormigonada la cama de apoyo y rellenada la zanja.
- La longitud del tramo a probar será menor de 300 m.
- La inspección comprenderá los siguientes apartados:
  1. Inspección visual o por T.V.
  2. Infiltración.

#### Especificación de las pruebas

##### **Generales**

1. El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con al menos tres (3) días de antelación, la fecha de la realización de las pruebas.
2. En caso de efectuar las pruebas con aire o agua a presión, una vez montada la tubería, se dejará ésta sin hormigonar (en caso necesario) y la zanja sin rellenar.
3. Antes de realizar las pruebas con presión de aire o agua se verificará la adecuada colocación de los tubos y se realizarán todos los anclajes necesarios.
4. Las pruebas de tubería en obra se ejecutarán de acuerdo con la norma ASTM C497 (Standard Methods of Testing Concrete Pipe, Section or Tile).

##### 3.8.3.2. COMPROBACIÓN DE ALINEACIÓN Y RASANTES

Una vez colocada la tubería y la cuna de apoyo de la misma, se realizará un control previo para asegurar que se encuentra en la posición correcta, mediante el empleo de niveles o aparatos láser.

Si las alineaciones o rasantes de las tuberías no estuvieran dentro de las tolerancias admisibles se procederá a su corrección.

### 3.8.3.3. CONTROL DE ESTANQUEIDAD

La estanqueidad de las tuberías prefabricadas y los elementos ejecutados "in situ" (pozos de registro, aliviaderos y colectores) será inspeccionada mediante los ensayos que se describen en la norma ASTM C-497.

### 3.8.3.4. CONTROL DE ADECUACIÓN AL PROYECTO

Antes de iniciarse el relleno y después de la finalización de las obras de la tubería debe procederse a la realización de las pruebas que garanticen la adecuación de lo dispuesto a lo proyectado.

### 3.8.3.5. PRUEBA DE DEFORMACIÓN

La variación vertical del diámetro de tubos flexibles no puede superar el valor de la deformación a corto plazo justificado en el cálculo mecánico (valor máximo del 4% para PVC rígido, según DIN 19534, partes 1 y 2, y para polietileno rígido según DIN 19537, partes 1 y 2), pudiéndose superar el límite ligeramente en puntos localizados.

El acortamiento vertical del diámetro de la tubería es una medida de la calidad de la ejecución de la cuna de apoyo y del recubrimiento. El valor admisible a corto plazo, tiene en cuenta las condiciones particulares de la instalación, así como el valor límite del 6% para la deformación admisible a largo plazo, después de 50 años, y en tubos de PVC rígido según DIN 19534, partes 1 y 2 y polietileno rígido según DIN 19537, partes 1 y 2; éste tiene en cuenta además un margen de seguridad suficiente frente a rotura por agotamiento.

### 3.8.3.6. NOTAS COMPLEMENTARIAS

La Dirección de Obra podrá cambiar las clases de tubería previstas en el Proyecto en cuyo caso se abonarán de acuerdo con la clase realmente colocada en obra.

## **Medición y Abono de Tubería Instalada**

Tubería en zanja

Las tuberías se medirán por los metros de longitud (m) de su generatriz inferior, descontando las longitudes debidas a arquetas, pozos de registro, aliviaderos, etc..

A dicha medición se le aplicará el precio unitario correspondiente incluido en el Cuadro de Precios nº 1 según el tipo y diámetro del tubo.

El importe resultante comprende el suministro de los tubos, preparación de las superficies de asiento, colocación de los tubos, ejecución de las juntas, piezas especiales y empalmes con arquetas, pozos de registro u otras tuberías, junto con los ensayos y pruebas de la tubería.

Las piezas especiales, excepcionalmente y si así constara en el P.P.T.P. y Cuadros de Precios nº 1, se medirán por unidades (ud) y se abonarán a su correspondiente precio. Las piezas rectas cortas no se considerarán como piezas especiales.

El material de asiento o solera de hormigón, la excavación, el relleno y el recubrimiento de hormigón, de ejecutarse, serán de abono independiente, sólo en el caso de figurar así en el P.P.T.P. y el presupuesto.

### 3.9. RELLENOS

#### 3.9.1. RELLENOS COMPACTADOS EN ZANJA PARA LA CUBRICIÓN Y/O PROTECCIÓN DE TUBERÍAS

##### Definición y Fases para el Relleno de la Zanja

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos apropiados en las zanjas una vez instalada las tuberías.

Se distinguirán en principio tres fases en el relleno:

- a) Relleno de recubrimiento hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.
- b) Relleno de cubrición sobre el anterior hasta la cota de zanja en que se vaya a colocar el relleno de acabado, el firme o la tierra vegetal.
- c) Relleno de acabado, de colocación eventual si se fuera a reponer tierra vegetal o un firme para circulación rodada.

El relleno de protección reunirá las mismas características especificadas para los materiales de apoyo de las tuberías que se encuentran indicadas en el apartado 2.5. del presente Pliego.

El relleno de cubrición se ejecutará con materiales adecuados.

El relleno de acabado se ejecutará asimismo con materiales adecuados, pero con un grado de compactación superior para evitar el deterioro de la superficie ante el paso eventual de cargas sobre ella.

#### 3.9.2. RELLENOS COMPACTADOS EN TRASDÓS DE OBRA DE FÁBRICA

##### Definición

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos adecuados o seleccionados, alrededor de las obras de fábrica o en su trasdós, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

##### Ejecución de las obras en general

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un pozo en el que existan corrientes de agua superficiales o subálveas, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del pozo donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

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 del agua 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, tales como cal viva.

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, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Cuando la Dirección de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d) desde la terminación de la fábrica contigua salvo en el caso de que la Dirección de Obra lo autorice, previa comprobación mediante los ensayos que estime pertinentes realizar del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

Para terrenos arenosos el pisón será del tipo vibratorio.

### **Medición y Abono**

Los rellenos de zanjas se medirán por m<sup>3</sup> según la sección tipo teórica de la zanja deducida de los planos a los precios que figuran en el cuadro de precios nº 1, no siendo de abono los excesos de relleno consecuencia de un exceso en la excavación sobre la sección tipo deducida de los planos.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.10. TERRAPLENES

#### Definición

Consiste en la extensión y compactación de los suelos tolerables, adecuados o seleccionados, para dar al terreno la rasante de explanación requerida.

#### Ejecución de las obras

Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar se efectuará el desbroce del citado terreno y la excavación, extracción y vertido a escombrera o lugar de acopio de la tierra vegetal (No se considerará terreno vegetal cuando el contenido en material orgánica sea inferior al 10%) y del material inadecuado (blandones, etc.), si los hubiera, en toda la profundidad necesaria y en cualquier caso no menor de 15 cm. A continuación, para conseguir la debida trabazón en el terraplén y el terreno, se escarificará éste, disgregándole en su superficie mediante medios mecánicos y compactándolo, en las mismas condiciones que las exigidas para el cimiento del terraplén.

Cuando el terraplén haya de asentarse sobre el 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 terraplén, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se realizarán con el visto bueno o instrucciones de la Dirección de la Obra.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Cuando el terreno natural presente inclinación superior a 1:5 se excavará realizando bermas de 50-80 cm de altura y ancho no menor de 150 cm, con pendiente de meseta del 4% hacia dentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Una vez preparado el cimiento del terraplén, se procederá a la construcción del núcleo del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada y hasta 50 cm por debajo de la misma. Con los 50 cm superiores de terraplén de coronación se seguirá en su ejecución el mismo criterio que en el núcleo. 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. Los materiales de cada tongada serán 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 adyacente cumple las condiciones exigidas.

Cuando la tongada subyacente se encuentra reblandecida por una humedad excesiva, no se extenderá la siguiente hasta que la citada tongada no esté en condiciones.

Los terraplenes 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 para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad para cada tipo de terreno se determinará según las Normas de ensayo NLT.

En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que el humedecimiento de los materiales sea uniforme, sin producir encharcamientos.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas pudiéndose proceder a la desecación por oreo, a la adición y mezcla de materiales secos o substanciales apropiadas, tales como cal viva, previa autorización de la Dirección de Obra.

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

En la coronación de los terraplenes, la densidad seca a alcanzar no será inferior al ciento por ciento (100%) de la máxima obtenida en el ensayo Próctor normal ni inferior a uno coma setenta y cinco (1,75) kg/dm<sup>3</sup>. Esta determinación se hará según las normas de ensayo NLT. En los cimientos y núcleos de terraplenes la densidad seca que se alcance no será inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en dicho ensayo, ni inferior a uno coma cuarenta y cinco (1,45) kg/dm<sup>3</sup> según NLT.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén.

Si se utilizan para compactar rodillos vibrantes deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiera podido causar la vibración y sellar la superficie.

### **Limitaciones de la ejecución**

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2<sup>o</sup>), debiendo suspender 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 factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

### **Medición y abono**

Los terraplenes se abonarán por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, a los volúmenes obtenidos por aplicación como máximo de las secciones tipo, no abonándose los que se deriven de excesos en la excavación, estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su cargo y en las condiciones establecidas. En los precios citados están incluidas todas las operaciones necesarias para la buena realización de estas unidades de obra, incluso el refino de la explanación y taludes.

### 3.11. ESCOLLERAS

#### 3.11.1. ENCACHADOS DE PIEDRA

##### Definición

Se definen como encachados el forrado de superficies con piedras naturales colocadas a mano, sobre solera de hormigón o arena, si procede.

##### Materiales

Las piedras serán naturales o de cantera, de la mayor dimensión posible, con una cara sensiblemente plana y resistentes a los agentes atmosféricos.

##### Ejecución de las obras

Se colocará cada piedra individualmente a mano y ajustándola de forma que quede bien trabada. Si fuera necesario, se colocarán ripios de tamaño adecuado en los huecos entre las piedras de mayor tamaño. El espesor medio será de veinte centímetros (20 cm).

##### Medición y abono

Se medirán por los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie encachada, dentro de los límites señalados en los Planos u ordenados por el Director de Obra y se abonarán al precio unitario correspondiente. No será de abono directo la preparación de la superficie, por considerarse incluido en el precio unitario.

#### 3.11.2. ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS

##### Definición

Se definen como escollera de piedras sueltas al conjunto de piedras, relativamente grandes, vertidas unas sobre otras.

##### Materiales

El material a emplear como escollera será el procedente de machaqueo de piedra caliza u ofita y de una calidad tal, que no se desintegre por la exposición al agua o a la intemperie.

##### Peso y dimensiones

A menos que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señale otra cosa, el peso de cada una de las piedras variará entre diez kilogramos (10 kg) y doscientos kilogramos (200 kg); y no menos de un veinticinco por ciento (25%) deberá pesar más de 100 kilogramos (100 kg).

##### Calidad

El coeficiente de calidad, medido por el ensayo de Los Ángeles, determinado según la norma NLT 149/72, será inferior a cincuenta (50).

### **Ejecución de las obras**

Las zanjas de cimentación y demás excavaciones necesarias deberán realizarse por el Contratista de acuerdo con los planos y las prescripciones del Director de las Obras.

La piedra se colocará de forma que se obtengan las secciones transversales indicadas en los Planos.

El frente de las piedras será uniforme; y carecerá de lomos y depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto a la superficie general.

### **Medición y abono**

Las obras de escollera se medirán y abonarán mediante la aplicación del precio correspondiente a las toneladas de material colocado, según quede establecido, en cada caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### **3.11.3. ESCOLLERA COLOCADA CON MEDIOS MECÁNICOS**

Es la escollera formada por bloques cuyos pesos estarán comprendidos entre cien (100) y quinientos (500) kilogramos e irán colocados unidad a unidad por medios mecánicos, de manera que los bloques queden perfectamente encajados entre sí, formando un paramento más o menos uniforme.

### **Ejecución de las obras**

Las zanjas necesarias para la colocación de los bloques que vayan a formar parte del pie del paramento de escollera, deberán realizarse de acuerdo con los planos y/o prescripciones del Director de las Obras.

En cuanto a todo lo demás es plenamente válido lo expuesto en el apartado anterior.

### **Medición y abono**

Las obras de escollera se medirán y abonarán mediante la aplicación del precio correspondiente a las toneladas (t) de material colocado, según quede establecido, en cada caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## 3.12. ENCOFRADOS

### 3.12.1. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

#### Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

#### Ejecución de obra

Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas, y/o acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, las debidas a la compactación de la masa.

Los límites máximos de los movimientos de los encofrados serán de cinco milímetros (5 mm) para los movimientos locales y la milésima de la luz (1:1000) para los de conjunto.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los seis metros (6 m), se dispondrá el encofrado de manera que, una vez desencofrado y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden del milésimo de la luz), para conseguir un aspecto agradable.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas; colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. La Dirección de Obra podrá autorizar, sin embargo la utilización de berenjenos para achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán a una distancia vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m) y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los separadores a utilizar en encofrados estarán formados por elementos de PVC (circulares u otros) que estarán diseñados de tal forma que no quede ningún elemento metálico embebido dentro del hormigón, en una distancia menor de veinticinco (25) mm de la superficie del paramento.

En ningún caso se permitirá el empleo de separadores de madera, ni de productos de obra como ladrillos, etc..

En el caso de encofrados para estructuras estancas, el Contratista se responsabilizará de que las medidas adoptadas no perjudicarán la estanqueidad de aquéllas.

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrá hacerse uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes, ya que los mismos, fundamentalmente, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

A título de orientación se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo.

#### Desencofrado y descimbramiento

Tanto los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.) como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos y otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información (véase Instrucción EHE-98) para conocer la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento del desencofrado o descimbramiento.

Se pondrá especial atención en retirar todo elemento de encofrado que pueda impedir el juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

A título orientativo pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE-98.

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabrica

dos con cemento Portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.

En la operación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros

del mismo, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

Igualmente útil resulta a menudo la medición de flechas durante el descimbramiento de ciertos elementos, como índice para decidir si debe o no continuarse la operación e incluso si conviene o no disponer ensayos de carga de la estructura.

Se llama la atención sobre el hecho de que, en hormigones jóvenes, no sólo su resistencia, sino también su módulo de deformación, presenta un valor reducido, lo que tienen una gran influencia en las posibles deformaciones resultantes.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

### **Medición y abono**

Los encofrados se medirán por metros cuadrados ( $m^2$ ) de superficie de hormigón medidos sobre Planos, abonándose mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1.

### **3.12.2. ENCOFRADOS Y DESENCOFRADOS EN OBRAS SUBTERRÁNEAS**

Los moldes y encofrados serán metálicos o de otro material que reúna análogas condiciones de eficacia a juicio de la Dirección de la Obra.

Tanto las uniones como las piezas que constituyan los encofrados, cimbras y apeos, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la puesta del hormigón prevista no se produzcan movimientos locales de más de cinco (5) milímetros.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de hormigón no presenten defectos, bombeos, resaltos, o rebabas de más de cinco milímetros de altura y no permitir las fugas de lechada. La chapa que forma la superficie interior del encofrado debe tener al menos 2 mm de espesor.

Si los encofrados tienen un dispositivo de fijación en el interior del hormigón, éste dispositivo se proyectará de manera que ningún elemento del mismo sobresalga del paramento. Los agujeros que puedan quedar se rellenarán con mortero inmediatamente después de realizar el desencofrado.

En los encofrados se dejarán ventanas para poder introducir los vibradores.

Los encofrados no se colocarán hasta que se haya terminado completamente el refino, de acuerdo con los perfiles o secciones tipo correspondientes, el saneo y la limpieza de la excavación.

El encofrado se mantendrá el tiempo necesario para que la resistencia del hormigón alcance un valor superior a dos veces el necesario para soportar los esfuerzos que aparezcan al desencofrar.

Los productos que se apliquen para facilitar el desencofrado no contendrán sustancias agresivas para el hormigón.

### **Medición y Abono**

Los encofrados se medirán por metros cuadrados calculados por aplicación de las superficies teóricas a encofrar, de acuerdo con los Planos, a las longitudes de la galería o túnel hormigonado.

Su abono se realizará a los precios incluidos en el Cuadro de Precios nº 1, en los cuales se consideran incluidos los materiales y mano de obra necesarios para la fabricación de la correspondiente cimbra y del encofrado, el transporte, la colocación, alineación y nivelación de la cimbra y del encofrado, así como el desencofrado y la limpieza del propio encofrado, y en general, todas las operaciones, materiales, equipo y mano de obra necesaria para la correcta realización de esta unidad de obra.

#### **3.12.4. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE REVESTIMIENTOS Y PIEZAS ESPECIALES**

En el P.P.T.P. se fijarán las condiciones a cumplir por estos encofrados.

### 3.13. APEOS Y CIMBRAS

#### Definiciones

Se definen como apeos y cimbras los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

#### Ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje
- Descimbrado

Construcción y montaje. Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas.

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm), ni los de conjunto, la milésima (1/1000) de la luz.

Las cimbras se construirán sobre los planos de detalle que prepare el Contratista, quien deberá presentarlos, con sus cálculos justificativos detallados, a examen y aprobación del Director de Obras.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica estará constituida por perfiles laminados, palastrados roblonados, tubos, etc.. sujetos con tornillos, o soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa del Director.

En todo caso, se comprobará que el apeo o cimbra posee carrera suficiente para el descimbrado, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asientos perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

Una vez montada la cimbra, si el Director lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba, se observará el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h) con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20%) o más, si el Director lo considera preciso. Después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique el Director, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio, y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha se dará por buena la posición de la cimbra y se podrá pasar a la realización de la obra definitiva. Si fuese preciso alguna rectificación, el Director notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.

Si la cimbra situada sobre un cauce de agua pudiera verse afectada por posibles avenidas durante el plazo de ejecución, se tomarán las precauciones necesarias para que no afecten a ninguno de los elementos de aquélla.

En el caso de obras de hormigón pretensado, es importante una disposición de las cimbras tal que permitan las deformaciones que aparecen al tesar las armaduras activas, y que resistan la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado. En especial, las cimbras deberán permitir, sin coartarlos, los acortamientos del hormigón bajo la aplicación del esfuerzo de pretensado.

Por lo dicho anteriormente, se preferirán las cimbras realizadas con puntuales en abanico. Los arriostramientos tendrán la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra y se retirarán los que se puedan antes del tesado de las armaduras.

Cuando se utilice el método de construcción por voladizos sucesivos mediante carro de avance, se deberán reglar cuidadosamente sus cotas antes del hormigonado de cada dovela, siguiendo las indicaciones del Director. El carro deberá tener la suficiente rigidez para evitar el giro de la dovela que se está hormigonando con respecto a la zona ya construida, y la consiguiente fisuración en la junta.

Descimbrado. El descimbrado podrá realizarse cuando a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar.

El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cuñas, gatos, cajas de arena, u otros dispositivos, cuando el elemento descimbrado sea de cierta importancia. Cuando el Director lo estime conveniente, las cimbras se mantendrán despegadas dos o tres centímetros (2 o 3 cm) durante doce horas (12 h), antes de ser retiradas por completo, debiendo comprobarse, además, que la sobrecarga total actuante sobre el elemento que se descimbra, no supera el valor previsto como máximo en el Proyecto.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán, además las siguientes prescripciones:

- El descimbrado se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto en el Proyecto. Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesado, a fin de evitar que la estructura quede sometida, aunque sólo sea temporalmente, durante el proceso de ejecución, a tensiones no previstas en el Proyecto, que puedan resultar perjudiciales.

- Tanto los elementos que constituyen el encofrado, como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni golpes al hormigón, para lo cual, cuando los elementos sean de cierta importancia, se emplearán cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

De no quedar contraindicado por el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se comenzará por el centro del vano, y continuará hacia los extremos, siguiendo una ley triangular o parabólica.

### **Medición y abono**

Solamente se considerarán de abono las cimbras para elementos planos cuyo paso propio sea superior a 750 kg/m<sup>2</sup> considerándose en los demás casos su precio incluido en el precio del m<sup>2</sup> de encofrado.

En estos casos los apeos y cimbras, se medirán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos entre el paramento inferior de la obra y el terreno situado en la proyección en planta de la misma sin excederse de los límites de dicha obra y se abonarán por aplicación de los correspondientes precios del Cuadro de Precios nº 1.

No serán de abono las cimbras necesarias para los encofrados de túneles, galerías, cañones de acceso, corredores y cavernas subterráneas, pues su costo se encuentra repercutido en los precios de los correspondientes encofrados.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.14. OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

#### 3.14.1. GENERAL

##### Definición

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

##### Transporte del hormigón

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para que las masas lleguen al lugar de su colocación sin experimentar variación sensible de las características que poseían recién amasadas, es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc.. Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación.

Cuando se empleen hormigones de diferentes tipos de cemento, se limpiará cuidadosamente el material de transporte antes de hacer el cambio de conglomerante.

##### Ejecución de las obras

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye, entre otras, las operaciones siguientes.

Preparación del tajo. Antes de verter el hormigón fresco, sobre la roca o suelo de cimentación, o sobre la tongada inferior de hormigón endurecido, se limpiarán las superficies, incluso con chorro de agua y aire a presión, y se eliminarán los charcos de agua que hayan quedado.

Previamente al hormigonado de un tajo, la Dirección de la Obra, podrá comprobar la calidad de los encofrados, pudiendo originar la rectificación o refuerzo de éstos si a su juicio no tienen la suficiente calidad de terminación o resistencia.

También se podrá comprobar que las barras de las armaduras se fijan entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose la distancia al encofrado, de modo que queda impedido todo movimiento de aquéllas durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiéndose a éste envolverlas sin dejar coqueras. Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras de las placas, losas o voladizos, para evitar su movimiento.

No obstante, estas comprobaciones no disminuyen en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de la obra resultante.

Previamente a la colocación, en zapatas y fondos de cimientos, se recubrirá el terreno con una capa de hormigón H-100 de diez (10) cm de espesor mínimo para limpieza e igualación, y se evitará que caiga tierra sobre ella, o durante el subsiguiente hormigonado.

Para iniciar el hormigonado de un tajo se saturará de agua la capa superficial de la tongada anterior y se mantendrán húmedos los encofrados.

Dosificación y fabricación del hormigón. Deberá cumplirse lo que sobre el particular señala la Instrucción EHE-98, tanto en lo relativo a este aspecto como a la fabricación y suministro de hormigón preparado.

Puesta en obra del hormigón. Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá modificarse este plazo si se emplean conglomerados o aditivos especiales, pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurren favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros y medio (2,5 m), quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados, o colocarlo en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.

Compactación del hormigón. Salvo en los casos especiales, la compactación del hormigón se realizará siempre por vibración, de manera tal que se eliminen los huecos y posibles coqueas, sobre todo en los fondos y paramentos de los encofrados, especialmente en los vértices y aristas y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

La frecuencia de trabajo de los vibradores internos a emplear deberá ser superior a seis mil ciclos (6000) por minuto. Estos aparatos deben sumergirse rápida y profundamente en la masa, cuidado de retirar la aguja con lentitud y a velocidad constante. Cuando se hormigone por tongadas, conviene introducir el vibrador hasta que la punta penetre en la capa subyacente procurando mantener el aparato vertical o ligeramente inclinado.

En el caso de que se empleen vibradores de superficie, la frecuencia de trabajo de los mismos será superior a tres mil (3000) ciclos por minuto.

Los valores óptimos, tanto de la duración del vibrado como de la distancia entre los sucesivos puntos de inmersión, depende de la consistencia de la masa, de la forma y dimensiones de la pieza y del tipo de vibrador utilizado, no siendo posible, por tanto, establecer cifras de validez general. Como orientación se indican que la distancia entre puntos de inmersión debe ser la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada, una humectación brillante, siendo preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos más prolongadamente.

Si se avería uno de los vibradores empleados y no se puede sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo del hormigonado, o el Contratista procederá a una compactación por apisonado aplicado con barra, suficiente para terminar el elemento que se está hormigonando, no pudiéndose iniciar el hormigón de otros elementos mientras no se hayan reparado o sustituido los vibradores averiados.

Juntas de hormigonado. Las juntas de hormigonado no previstas en los planos se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Si el plano de una junta resulta mal orientado, se destruirá la parte de hormigón que sea necesario eliminar para dar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto; para ello se aconseja utilizar un chorro de arena o cepillo de alambre, según que el hormigón se encuentre más o menos endurecido, pudiendo emplearse también, en este último caso, un chorro de agua y aire. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón.

Prevención y protección contra acciones físicas y químicas. Cuando el hormigón haya de estar sometido a acciones físicas o químicas que, por su naturaleza, puedan perjudicar algunas cualidades de dicho material, se adoptarán, en la ejecución de la obra, las medidas oportunas para evitar los posibles perjuicios o reducirlos al mínimo.

En el hormigón se tendrá en cuenta no sólo la durabilidad del hormigón frente a acciones físicas al ataque químico, sino también la corrosión que pueda afectar a las armaduras metálicas, debiéndose por tanto, prestar especial atención a los recubrimientos de las armaduras principales y estribos.

En función de los diferentes tipos de estructuras, los recubrimientos que deberán tener las armaduras serán los siguientes:

- a) Para estructuras no sometidas al contacto de agua agresiva: tres (3) cm
- b) Para estructuras sometidas al contacto de agua agresiva: cinco(5) cm

c) En cimentaciones: siete (7) cm

En estos casos, los hormigones deberán ser muy homogéneos, compactos e impermeables.

El Contratista para conseguir una mayor homogeneidad, compacidad, impermeabilidad, trabajabilidad, etc., de los hormigones y morteros, podrá solicitar de la Dirección de Obra la utilización de aditivos adecuados, de acuerdo con las prescripciones de la Instrucción EHE-98, siendo opcional para la Dirección de Obra la autorización correspondiente.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o que presenten defectos.

Asimismo, tampoco serán de abono aquellas operaciones que sea preciso efectuar para limpiar o reparar las obras en las que se acusen defectos.

### **Hormigonado en condiciones climatológicas desfavorables**

Hormigonado en tiempo lluvioso. En tiempo lluvioso no se podrá hormigonar si la intensidad de la lluvia puede perjudicar la calidad del hormigón.

Se prohíbe hormigonar directamente o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso, deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

En ningún caso se pondrán en contacto hormigones fabricados con diferentes tipos de cemento que sean incompatibles entre sí.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su visto bueno o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o de limitación de tajo que estime necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación a la fecha en que se prevén realizar los trabajos, antelación que no será nunca inferior a quince días (15 d).

No se admitirán suspensiones de hormigonado que corten longitudinalmente las vigas, adoptándose las precauciones necesarias, especialmente para asegurar la transmisión de estos esfuerzos, tales como dentado de la superficie de junta o disposición de armaduras inclinadas. Si por averías imprevisibles y no subsanables, o por causas de fuerza mayor, quedara interrumpido el hormigonado de una tongada, se dispondrá el hormigonado hasta entonces colocado, de acuerdo con lo señalado en apartados anteriores.

Curado del hormigón. Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el hormigón a un proceso de curado, que se prolongará a lo largo de un plazo, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas.

Como término medio, resulta conveniente prolongar el proceso de curado durante siete (7) días, debiendo aumentarse este plazo cuando se utilicen cementos de endurecimiento lento o en ambientes secos y calurosos. Cuando las superficies de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o filtraciones salinas, alcalinas o sulfatadas, es conveniente aumentar el citado plazo de siete días en un cincuenta (50)% por lo menos.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en la Instrucción EHE-98.

Otro buen procedimiento de curado consiste en cubrir el hormigón con sacos, arena, paja u otros materiales análogos y mantenerlos húmedos mediante riegos frecuentes. En estos casos, debe prestarse la máxima atención a que estos materiales sean capaces de retener la humedad y estén exentos de sales solubles, materia orgánica (restos de azúcar en los sacos, paja en descomposición, etc..) u otras sustancias que, disueltas y arrastradas por el agua de curado, puedan alterar el fraguado y primer endurecimiento de la superficie del hormigón.

Respecto al empleo de agua de mar, debe tenerse en cuenta lo establecido en la Instrucción EHE-98.

El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos de plásticos, productos filmógenos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa.

Acabado del hormigón. Las superficies de hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades.

Si a pesar de todas las precauciones apareciesen defectos o coqueas, se picará y rellenará con mortero del mismo color y calidad que el hormigón.

En las superficies no encofradas el acabado se realizará con el mortero del propio hormigón. En ningún caso se permitirá la adición de otro tipo de mortero e incluso tampoco aumentar la dosificación en las masas finales del hormigón.

Observaciones generales respecto a la ejecución. Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados. Se recomienda que en ningún momento la seguridad de la estructura durante la ejecución sea inferior a la prevista en el proyecto para la estructura en servicio.

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto.

En particular, deberá cuidarse que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo, especialmente en lo relativo a los enlaces (empotramientos, articulaciones, apoyos simples, etc.).

Hormigonado en tiempo frío. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados (0: C).

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no habrán de producirse deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

Si no es posible garantizar, que con las medidas adoptadas, se ha conseguido evitar dicha pérdida de resistencia, se realizarán los ensayos de información (véase Instrucción EHE-98) necesarios para conocer la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

Si la necesidad de hormigonar en estas condiciones parte del Contratista, los gastos y problemas de todo tipo que esto originen serán de cuenta y riesgo del Contratista.

Hormigonado en tiempo caluroso. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso se adoptarán las medidas oportunas para evitar una evaporación sensible del agua de amasado, tanto durante el transporte como en la colocación del hormigonado.

En presencia de temperaturas elevadas y viento será necesario mantener permanentemente húmedas las superficies de hormigón durante 10 días por lo menos, o tomar precauciones especiales aprobadas por la Dirección de Obra, para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.

Si la temperatura ambiente es superior a cuarenta (40) grados centígrados: se suspenderá el hormigonado, salvo autorización expresa de la Dirección de Obra.

### 3.14.2. HORMIGÓN DE LIMPIEZA

Previamente a la construcción de toda obra de hormigón apoyada sobre el terreno, se recubrirá éste con una capa de hormigón de limpieza de diez (10) cm de espesor y calidad H-100.

Se evitará que caiga tierra o cualquier tipo de materia extraña sobre ella o durante el hormigonado.

La cuna de hormigón deberá tener una anchura mínima igual al diámetro exterior de la tubería más 20 cm.

### 3.14.3. HORMIGÓN EN MASA O ARMADO EN SOLERAS Y/O APOYOS DE TUBERÍAS

Las soleras se verterán sobre encachados, los cuales deberán tener el perfil teórico indicado, con tolerancias no mayores de un centímetro (1 cm) o sobre una capa de diez centímetros (10 cm) de hormigón H-100 de regularización y sus juntas serán las que se expresan en los Planos.

Las armaduras se colocarán antes de verter el hormigón, sujetando la parrilla superior con los suficientes soportes metálicos para que no sufra deformación y la parrilla inferior tendrá los separadores convenientes para guardar los recubrimientos indicados en los Planos.

El hormigón se vibrará por medio de vibradores, ya sean de aguja o reglas vibrantes.

La superficie de acabado se enrasará por medio de reglas metálicas, corridas sobre rastreles también metálicos, perfectamente nivelados con las cotas del proyecto.

Las tolerancias de la superficie acabada no deberá ser superior a cinco milímetros (5 mm) cuando se comprueba por medio de reglas de tres metros (3 m) de longitud en cualquier dirección y la máxima tolerancia absoluta de la superficie de la solera en toda su extensión no será superior a un (1) centímetro.

### 3.14.3. HORMIGÓN ARMADO EN ESTRUCTURAS

#### **Muros de contención**

El hormigonado en muros de contención y estructuras análogas se realizará de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción señaladas en los planos.

Con aprobación del Director de Obra, se podrán establecer juntas de hormigonado siguiendo las condiciones recogidas en el presente pliego.

#### **Vigas, pilares, zapatas y placas**

Estas estructuras se hormigonarán de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción fijadas en los Planos.

Sólo podrán establecerse juntas de construcción en lugares diferentes a los señalados en los Planos, si lo autoriza la Dirección de Obra y siempre de acuerdo con lo indicado en el presente pliego.

No se comenzará el hormigonado mientras la Dirección de Obra no dé su aprobación a las armaduras y encofrados.

#### **Tolerancias**

- - Desviación de la vertical en muros ejes de pilares.....  $\pm$  una milésima (1/1000) de la altura
- - Desviación máxima de la superficie plana medida con regla de tres metros..... cinco (5) mm

- - Desviación máxima en la posición de un pilar respecto de la teórica.....veinte (20) mm
- - Variación del canto en vigas, pilares, placas y muros.....± diez (10) mm
- - Variación en dimensiones totales de estructura.....± una milésima (1/1000) de la dimensión

### 3.14.5. HORMIGÓN ARMADO PARA REVESTIMIENTO DE OBRAS SUBTERRÁNEAS

#### Definición

Consiste en el recubrimiento de las paredes de túneles, cavernas, galerías o pozos, con hormigón de acuerdo con los Planos.

#### Materiales

Tanto el hormigón como las armaduras, en su caso, deberán cumplir las prescripciones de los correspondientes artículos del presente Pliego. Su forma y dimensiones serán las fijadas en los Planos.

En el caso de existir juntas y sellados se cumplirá lo prescrito en los Planos y el Pliego para estas unidades.

#### Pruebas y Dosificaciones del Hormigón de Revestimiento de las Obras Subterráneas

Previamente al inicio del revestimiento definitivo, el Contratista está obligado a realizar los ensayos previos y característicos previstos en la Instrucción EHE-98. Estos ensayos serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra y serán necesarios para el inicio de las labores de hormigonado. Estos ensayos se realizarán siempre que se vayan a cambiar o modificar cualquiera de los componentes del hormigón, áridos, cementos, etc., o su planta de fabricación.

Durante la ejecución de la obra se sacarán diariamente tres (3) series de seis (6) probetas cada una, que se romperán a los siete (7) y veintiocho (28) días.

Para la determinación de la agresividad de las aguas y suelos exteriores al túnel, se realizarán ensayos de los mismos cada cien (100) m, de avance de túnel o galería, y siempre que se detecte que el agua o los suelos que atraviese el túnel poseen distintas características.

Los tipos de hormigones a emplear en ambientes agresivos se definirán de acuerdo con el presente Pliego.

#### Ejecución de las Obras

Deberán prepararse previamente las superficies que hayan de ser revestidas, eliminando las rocas sueltas o fracturadas, así como los materiales sueltos, aplicando, si es preciso, chorro de arena, agua o aire. Deberán también procederse previamente a la captación de aguas de filtración y a canalizarlas hasta la red general de evacuación antes de hormigonar.

Se calafatearán las grietas que ordene la Dirección de Obra y se dejarán preparadas las tuberías de inyección de lechada, si procede.

Los encofrados no se colocarán en el tajo hasta que se haya terminado completamente el refino, de acuerdo con los perfiles o secciones tipo correspondientes, el saneo y la limpieza de las paredes y techo de la excavación.

Los encofrados y cimbras cumplirán lo prescrito en los correspondientes artículos del presente Pliego y en los Planos.

La Dirección de Obra indicará expresamente en qué obra y en qué forma se autoriza el uso de transportadores neumáticos de hormigón, en cuyo caso se definirán los límites de la curva granulométrica de los áridos y el tamaño máximo y mínimo del árido grueso que se acepta.

La distancia de transporte sin batido de hormigón quedará limitada, según el medio empleado, a los siguientes valores:

- a) Vehículo sobre ruedas..... ciento cincuenta (150) m
- b) Transportador neumático de hormigón..... cincuenta (50) m
- c) Bomba de hormigón ..... quinientos (500) m
- d) Cintas transportadoras especiales de hormigón ..... doscientos (200) m

Cuando la distancia de transporte de hormigón fresco sobrepase los límites indicados anteriormente, deberá transportarse en vehículos provistos de agitadores.

En casos especiales podrá el Contratista proponer medidas para evitar la segregación de hormigón, los cuales, previo ensayos, se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

La colocación del hormigón en el tajo se realizará con ayuda de aparatos apropiados que eviten la segregación, la formación de bolsas de aire y la caída libre del hormigón desde una altura inadecuada, debiendo en todo caso ser previamente autorizado por la Dirección de Obra.

El tajo de hormigonado se llevará de manera continua en tramos lo más largos posibles sin sobrepasar los quince metros (15 m) de separación entre juntas. No se aceptarán en ningún caso el denominado "hormigón continuo", sin cierres frontales.

El cierre de clave del revestimiento del túnel o galería, será ejecutado siguiendo las normas que por escrito dé la Dirección de Obra en consonancia con las instrucciones siguientes:

- a) Cuando la puesta en obra del hormigón sea a mano, el cierre de clave se hará por tramos de longitud no superior a dos metros y medio (2,5 m) colocando encofrados provisionales que

constituyan un tabique de cierre frontal del hueco de clave, hueco que se habrá dejado previamente mediante tableros longitudinales colocados radialmente en toda la longitud del tajo a hormigonar.

b) Cuando se utilice cañón neumático o bomba de transporte de hormigón, el cierre de clave se realizará en retirada de la tubería de transporte y finalmente se cerrará el frente del tramo con encofrados, a través de los cuales pasará la tubería y se inyectará hormigón hasta que la lechada de mortero refluya por la junta del encofrado frontal contra el techo de la excavación.

El Contratista queda obligado a colocar por su cuenta los tubos para inyecciones o captación de manantiales, anclajes, tapajuntas y demás dispositivos que figuran en los planos de ejecución, o lo ordene la Dirección de Obra.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra, con al menos un (1) mes de antelación, el programa de hormigonado del revestimiento de túneles, cavernas, galerías, pozos y obras complementarias. Este programa se acompañará de los ensayos previos y característicos necesarios para la definición de la dosificación de los hormigones a emplear. La aprobación del programa y dosificaciones por parte de la Dirección de Obra, será necesaria para el inicio de los trabajos de hormigonado.

Una vez aprobados los planes por la Dirección de Obra, serán de obligado cumplimiento, incluidas las normas aclaratorias a las generales de este Pliego, que procedan.

En las excavaciones realizadas con rozadora, la distancia máxima entre el frente de excavación y el de hormigón de revestimiento definitivo, del que puede exceptuarse la solera en el caso de hormigonado en dos fases, será de ciento veinte metros (120 m) y el tiempo que transcurra en cada lugar entre ambas operaciones no será superior a sesenta días (60 d) naturales.

La colocación de hormigón se hará por anillos de sección normal al eje del túnel, que se irá rellenando por capas horizontales de una altura inferior a la máxima que puedan consolidar los vibradores empleados y de una forma continua e ininterrumpida hasta la clave, sin que se produzca otra junta de hormigonado que la de las secciones extremas del anillo, normales al eje del túnel y las de la solera con los hastiales.

El hormigonado del túnel se hará en dos fases, con una primera fase, de solera y una segunda, de bóveda y hastiales. En ningún caso será de abono la labor de limpieza, picado de juntas y tratamiento con resina epoxi ni cualquier otra operación de encofrado o manipulación de varillas de acero, u otras que se deriven de la operación en dos fases. La junta practicada será radial.

En todos los casos se eliminarán las afluencias de agua mediante captación, sellado o inyección con lechada de cemento u otros productos que no se pongan en contacto con el hormigón fresco encofrado.

El Contratista está obligado a hacer las operaciones precisas para que ninguna parte metálica quede sin revestir de hormigón, y ello, sin alteración alguna de la línea de intradós que corresponda, por todo lo cual no percibirá cantidad suplementaria alguna.

En las embocaduras y en la parte del túnel o galería hormigonada a cielo abierto el volumen de abono será el deducido estrictamente de las dimensiones marcadas en los Planos.

El hormigón de revestimiento se curará rociándolo con agua durante un tiempo mínimo de 7 días o cubriéndolo con una membrana de material sellante que impida la pérdida de agua. La solera se inundará siempre que se pueda o se cubrirá con una capa de arena húmeda. El procedimiento de curado se someterá a la aprobación de la Dirección de la Obra.

A lo largo de la ejecución de las obras y cuantas veces sea necesario, se harán limpiezas parciales de tajos e instalaciones, y al final de las operaciones el Contratista deberá dejar la obra en perfecto estado de limpieza, sin que por ello perciba cantidad suplementaria alguna.

#### **Tratamiento de coqueras**

Las coqueras que se presenten en los paramentos de hormigón, serán tratadas por el Contratista de acuerdo con su importancia y sin derecho a abono, de dos maneras distintas:

1. En las de poca importancia superficial y que no pongan al descubierto armaduras, limpieza con agua, tratamiento con un látex de imprimación y relleno con mortero sin retracción fratasado.
2. En las importantes por su superficie o por dejar al descubierto armaduras, picando el hormigón y lavándolo con agua, tratamiento con resina epoxi de imprimación y agarre, encofrado de la misma dejando bebederos y relleno con mortero sin retracción tipo "Betec" o similar.

#### **Tratamiento de juntas**

El revestimiento del túnel dispondrá, en aquellos casos indicados en los Planos o por la Dirección de Obra, de juntas estancas situadas en las juntas de construcción. La unión entre secciones hormigonadas en fases sucesivas se hará a tope, dejando una acanaladura trapezoidal definida en los planos y hormigonándose a tope contra la superficie fraguada anteriormente. Una vez fraguadas ambas secciones, se esperará el mayor tiempo posible para dar lugar a la aparición de retracciones. Entonces se procederá a limpiar y rellenar el berenjeno transversal con un mortero epoxi sin retracción o mortero de látex, de manera que resulte una junta estanca.

#### **3.14.6. HORMIGÓN EN MASA PARA RELLENO DE DESPRENDIMIENTOS EN OBRAS SUBTERRÁNEAS**

El Contratista está obligado al relleno y consolidación con hormigón, de todos los huecos producidos por desprendimientos o sobreexcavaciones, sean o no de abono, según las especificaciones de este Pliego.

Los huecos en el techo entre el hormigón y el terreno, correspondiente a desprendimientos abonables que no hayan quedado rellenos durante el hormigonado, se rellenará con mortero inyectado a baja presión. Esta operación será por cuenta del Contratista.

### **Medición y Abono**

Los hormigones se medirán por metros cúbicos, a partir de las dimensiones indicadas en los Planos. Se abonarán mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1.

Los precios incluyen todos los materiales, cemento, áridos, agua, aditivos, la fabricación y puesta en obra de acuerdo con las condiciones del presente Pliego, así como el suministro y aplicación de los compuestos químicos o agua para su curado.

También se incluyen las operaciones de inyección de contacto según se especifica en el apartado correspondiente del presente pliego.

No se abonarán las operaciones, materiales, equipos y mano de obra que sean precisos para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o que presenten defectos de cualquier tipo.

En la aplicación de los precios, se entenderá incluido el agotamiento de aguas necesario para el adecuado vertido del hormigón, en los casos que así fuese necesario.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### **Tolerancias en el Hormigonado**

La variación máxima admisible de las dimensiones del interior del túnel o pozo terminado respecto al teórico del Proyecto, será de diez (10) mm, a no ser que se especifique otra cifra en el P.P.T.P.

El espesor del revestimiento, no podrá ser menor que el de las secciones tipo de Proyecto, en ningún punto del mismo.

El recubrimiento mínimo de hormigón sobre cerchas será de 15 cm.

La desviación máxima absoluta del túnel terminado será:

- En rasante  $\pm$  diez (10) mm
- En alineación horizontal  $\pm$  veinte (20) mm

La máxima inclinación de los pozos será de un trescientosavo (1/300), respecto de la vertical y en cañones y galerías inclinadas la desviación respecto del eje teórico no será superior a un quinientosavo (1/500).

### 3.14.7. ACABADOS SUPERFICIALES DE LAS OBRAS DE HORMIGÓN

#### Superficies Encofradas

##### a) Acabado clase E-1 (HORMIGÓN OCULTO)

Esta clase de acabado es de aplicación, en general, a aquellos paramentos que quedarán ocultos debido a rellenos de tierras, cubrición con agua o tratamientos superficiales posteriores, o bien porque así se especifique en los Planos o P.P.T.P.

Los encofrados estarán formados por tabloncillos cerrados, paneles metálicos o cualquier otro tipo de material adecuado para evitar la pérdida de la lechada cuando el hormigón es vibrado dentro del encofrado.

La superficie estará exenta de huecos, coqueas y otras deficiencias importantes.

En algunos elementos con esta clase de acabado podría permitirse el uso de latiguillos.

##### b) Acabado clase E-2 (HORMIGÓN VISTO)

Esta clase de acabado es de aplicación a aquellos paramentos que estarán generalmente a la vista, pero en los que no se exigirá un acabado de alta calidad. Los encofrados estarán formados por tabloncillos de madera cepillada y canteada, de anchura uniforme y dispuestos de forma que las juntas entre ellos queden en prolongación tanto en sentido vertical como horizontal. La Dirección de Obra podrá ordenar la reparación o sustitución de los elementos que forman el encofrado cuantas veces lo considere oportuno. Alternativamente se podrán utilizar paneles contrachapeados, fenólicos o metálicos. Los elementos de atado se dispondrán con un reparto regular y uniforme. Salvo especificación en contra las juntas de hormigonado serán horizontales y verticales, quedando marcadas mediante la colocación de berenjenos en el encofrado y su posterior retirada. Estos no serán objeto de abono por separado.

La superficie del hormigón estará exenta de huecos, coqueas y otros defectos, de forma que no sea necesario proceder a un relleno de los mismos. No se admitirán reboses de lechada en la superficie, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas, variaciones de color y otros defectos serán reparados según un procedimiento aprobado por la Dirección de Obra, siendo todas las operaciones de cuenta del Contratista.

##### c) Acabado clase E-3 (HORMIGÓN VISTO ARQUITECTÓNICO)

Esta clase de acabado es de aplicación en paramentos vistos en los que se quiera conseguir un aspecto especialmente cuidado.

Para conseguir esto se utilizarán encofrados de madera machihembrada o paneles contrachapados, de gran tamaño. Asimismo, se podrán utilizar encofrados con un diseño especial si el proyecto lo

especifica. Las juntas entre los tableros y el hormigonado serán verticales y horizontales, salvo que se disponga lo contrario.

Se dispondrán haciéndolas coincidir con elementos arquitectónicos, dinteles, cambios de dirección de la superficie, etc.. No se permite el uso de tabloneros sin forro ni paneles metálicos ordinarios.

Las juntas se ejecutarán mediante la colocación en el encofrado de berenjenos y su posterior retirada. Asimismo se podrán disponer berenjenos, según modelo definido en los planos o por la Dirección de Obra. En ningún caso estos elementos serán objeto de abono por separado.

La superficie de hormigón será suave, sin marcas de los tableros, huecos, coqueras y otros defectos. El color de los paramentos acabados será uniforme en toda la superficie. No son admisibles las fugas de lechada, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas deberán ser cuidadosamente eliminadas.

### **Medición y abono**

Los acabados superficiales de paramentos encofrados vienen determinados por la calidad de éste. En consecuencia, los materiales y elementos que se deben emplear y todas las operaciones necesarias para cumplir las especificaciones definidas para cada clase, forma parte de la unidad correspondiente de encofrado y están incluidos en el precio de aquél, no siendo objeto de abono por separado ninguno de los conceptos.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

#### 3.14.9.2. SUPERFICIES NO ENCOFRADAS

##### a) Acabado clase S-1 (RASTRELADO)

El hormigón será nivelado y rastrelado uniformemente para producir una superficie plana que pueda ser estriada cuando se pretenda aumentar su rugosidad.

##### b) Acabado clase S-2 (FRATASADO CON LLANA DE MADERA)

Sobre un acabado de clase S-1 se repasa la superficie, presionando suavemente con llana de madera, de forma que se obtenga una superficie exenta de las marcas de rastrelado.

##### c) Acabado clase S-3 (FRATASADO CON LLANA VERTICAL)

Sobre una superficie de clase S-2 cuando la humedad superficial del hormigón ha desaparecido y éste ha endurecido lo suficiente para evitar que la lechada ascienda a la superficie, se alisará ésta con llana metálica bajo presión firme o mecánicamente, de forma que se obtenga una superficie dura, lisa y uniforme, exenta de las marcas de la llana. Este tipo de acabado es el indicado para

tratamientos antideslizantes, ruleteado, etc..., así como para todas aquellas superficies en las que se debe cuidar el aspecto.

### **Medición y abono**

El acabado superficial de los hormigones sin encofrado de clases S-1 y S-2 se considera incluidos en la unidad de obra del hormigón correspondiente, en todos los casos.

Las operaciones necesarias para obtener el acabado de clase S-3 pueden estar incluidas en los precios de la unidad de hormigón correspondiente si así lo indica el texto y la justificación del precio de aquélla, o bien abonarse por metro cuadrado de suplemento para ejecución del acabado especificado.

Salvo indicación expresa en contra de los planos del proyecto, P.P.T.P. o de la Dirección de Obra, el acabado de las superficies no encofradas será del tipo S-2.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

#### **3.14.9.3. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DEL HORMIGÓN**

##### **a) Tratamientos antideslizantes**

Consiste en rociar la superficie del hormigón con polvo de cuarzo, corindón u otro producto similar, una vez que aquél ha iniciado el fraguado. Cuando se quiera conseguir una buena terminación se adoptará un acabado tipo Clase S-3.

##### **b) Tratamientos antipolvo**

En aquellos recintos en los que se prevea la posibilidad de formación de polvo debido al desgaste superficial de las soleras del hormigón, se pintarán éstas con productos adecuados. En cualquier caso el tratamiento será sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Se aplicarán sobre superficies con acabado S-2 o S-3.

##### **c) Tratamientos antiácido**

En aquellos elementos de hormigón que puedan estar en contacto con productos de carácter ácido, aunque sea en concentraciones bajas, se protegerá el hormigón con productos a base de resina epoxi, según se indica en el artículo correspondiente del presente Pliego. En cualquier caso el tratamiento deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Este tratamiento se aplicará sobre superficies con acabado clase S-2 ó S-3.

##### **d) Tratamientos mecánicos de las superficies de hormigón**

Estos tratamientos comprenden aquellas operaciones que alteran la superficie del hormigón por medios mecánicos como el abujardado, chorreado con arena, picado con martinilla, etc..., con la intención de obtener elementos ornamentales o con un acabado especialmente cuidado.

La Dirección de Obra ordenará las pruebas que estime necesarias hasta alcanzar el grado de acabado que estime adecuado para el elemento objeto del tratamiento.

### **Medición y abono**

Salvo que el P.P.T.P. lo establezca de otra forma, se abonarán estos tratamientos superficiales por metro cuadrado realmente ejecutado, a los precios que para ello se definan en el Cuadro de Precios nº 1 del Proyecto.

### 3.15. OBRAS DE HORMIGÓN PRETENSADO O POSTENSADO

#### Definición

Se definen como obras de hormigón pre o postensado aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, sometido a compresión, antes del hormigonado o después del endurecimiento, por medio de barras, cables o alambres, u otros medios exteriores.

#### 3.15.1. CONDICIONES GENERALES

Los hormigones, los aditivos a los mismos, las armaduras, el agua y los encofrados y cimbras a emplear en las obras de hormigón pretensado o postensado, deberán cumplir las condiciones establecidas en la instrucción EHE-98 y en los apartados correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### Medición y Abono

La medición y abono de las unidades, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario, de forjado se harán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y la medición y abono de las vigas losa se hará en metros lineales (ML), de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2.

## 3.16. ACEROS

### 3.16.1. ARMADURAS A EMPLEAR EN OBRAS DE HORMIGÓN

#### 3.16.1.1. ARMADURAS PARA HORMIGÓN ARMADO

##### **Barras aisladas**

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

##### **Colocación**

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueas.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE-98

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener de la Dirección de Obra, la aprobación de las armaduras colocadas.

##### **Medición y abono**

Las armadura de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg), aplicando, para cada tipo de acero, los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 correspondientes a las longitudes deducidas de los Planos, y con los pesos teóricos correspondientes a los diámetros indicados.

El abono de las mermas, despuntes y solapes se considerará incluido en el precio de esta unidad.

##### **Mallas electrosoldadas**

##### **Definición**

Se define como mallas electrosoldadas a los paneles rectangulares formados por barras lisas de acero trefilado, soldadas a máquina entre sí, y dispuestas a distancias regulares.

##### **Colocación**

Las mallas electrosoldadas se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado el Contratista deberá obtener de la Dirección de la Obra, la aprobación de las mallas electrosoldadas colocadas.

### Medición y abono

Las mallas electrosoldadas se medirán por kg colocados de acuerdo con los Planos o las indicaciones de la Dirección de Obra.

Su abono se realizará por aplicación de los precios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1, para todo tipo de malla, a los kg medidos.

El abono de las mermas, despuntes y solapes se considera incluido en el precio de esta unidad.

### Tolerancias

Las desviaciones permisibles (definidas como los límites aceptados para las diferencias entre dimensiones especificadas en proyecto y dimensiones reales en obra) en el corte y colocación de las armaduras, serán las siguientes:

- Longitud de corte L

Si  $L \leq 6$  metros:  $\pm 20$  mm

Si  $L > 6$  metros:  $\pm 30$  mm

- Doblado. Dimensiones de forma L

Si  $L \leq 0,5$  metros:  $\pm 10$  mm

Si  $0,5 \text{ m} < L \leq 1,50$  metros:  $\pm 15$  mm

Si  $L > 1,50$  metros:  $\pm 20$  mm

- Recubrimiento

Desviaciones en menos: 5 mm

Desviaciones en más, siendo h el canto total del elemento:

Si  $h \leq 0,50$  metros:  $\pm 10$  mm

Si  $0,50 \text{ m} < h \leq 1,50$  metros:  $\pm 20$  mm

Si  $h > 1,50$  metros:  $\pm 20$  mm

- Distancia entre superficies de barras paralelas consecutivas. L

Si  $L \leq 0,05$  metros:  $\pm 5$  mm

Si  $0,05 \text{ m} < L \leq 0,20$  metros:  $\pm 10 \text{ mm}$

Si  $0,20 \text{ m} < L \leq 0,40$  metros:  $\pm 10 \text{ mm}$

Si  $L > 0,40$  metros:  $\pm 30 \text{ mm}$

- Desviación en el sentido del canto o del ancho del elemento de cualquier punto del eje de la armadura, siendo L el canto total o el ancho total del elemento en cada caso:

Si  $L \leq 0,25$  metros:  $\pm 10 \text{ mm}$

Si  $0,25 \text{ m} < L \leq 0,50$  metros:  $\pm 15 \text{ mm}$

Si  $0,50 \text{ m} < L \leq 1,50$  metros:  $\pm 20 \text{ mm}$

Si  $L > 1,50$  metros:  $\pm 30 \text{ mm}$

### 3.16.2. ESTRUCTURAS DE ACERO

#### Definición

Se define como estructuras de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

No es aplicable este Artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

#### Forma y Dimensiones

La forma y dimensiones de la estructura serán las definidas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos sin la previa autorización del Director de las Obras.

#### Condiciones Generales de Ejecución

Para la ejecución de este tipo de obras se tendrán en cuenta las prescripciones incluidas en las Normas MV referentes a estructuras metálicas.

#### Medición y Abono

Las estructuras se abonarán por su peso en kilogramos (kg) de acero deducido de la medición teórica, aplicando a dicha medición el precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1. En el precio están incluidos todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura, así como el galvanizado de la estructura.

Para dicha medición teórica, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, según se reseña en las normas MV 102-1975 apéndice B.

Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7.850 kg/dm<sup>3</sup>).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición a considerar.

Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director de la Obra.

El abono de los casquillos, tapajuntas, y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje se considerará incluido en el precio de la estructura.

Asimismo se considera incluida en el precio de la estructura la protección mediante el galvanizado de la misma.

Los gastos de inspección de calidad tales como el análisis radiográfico o de otro tipo serán de cuenta del Contratista, si no se fija otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### 3.16.3. ANCLAJES, MARCOS Y ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS EN OBRAS DE FÁBRICA

#### **Definición**

Son todos aquellos elementos fabricados a partir de perfiles y chapas de acero, convenientemente elaborados mediante corte y soldadura, de acuerdo a las dimensiones especificadas en los planos de detalle, que posteriormente son colocados embebidos en elementos de hormigón armado, para servir de conexión, fijación y soporte de los mecanismos y otras disposiciones.

#### **Ejecución**

Tanto los materiales de base como los elementos de elaboración (electrodos, etc..) se ajustarán a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este Pliego.

La colocación en obra, con anterioridad al hormigón del macizo en que quedarán embebidos, se efectuará posicionando la pieza de acuerdo con lo indicado en los Planos y asegurando su estabilidad durante el vertido del hormigón mediante soldadura a las armaduras o por cualquier otro medio adecuado (atado con alambre, etc..)

En este caso se evitará durante el acopio y montaje que pueda sufrir daño el recubrimiento. En estos elementos no se efectuará soldadura en obra.

#### **Medición y abono**

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los kg de material realmente colocados en obra.

#### 3.16.4. ACERO EN ENTRAMADOS METÁLICOS

##### **Definición**

El entramado metálico es de fabricación estándar industrial, al que se acopla un marco metálico y perfiles de apoyo ajustados a las dimensiones periféricas precisas en cada caso. Toda la estructura será en acero galvanizado por inmersión en caliente, con la aplicación de una protección de pintura.

##### **Ejecución**

Tanto la protección de galvanizado por inmersión en caliente como la pintura, se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego.

##### **Medición y Abono**

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1, a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente colocados de entramado metálico, estando incluido en el mismo el galvanizado de la estructura.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.17. FUNDICIÓN

#### 3.17.1. TAPAS DE REGISTRO

Dentro de esta unidad se entienden incluidos todos los trabajos, medios y materiales preciso para su completa realización, de acuerdo con el diseño definido en los Planos del Proyecto y/o Replanteo o por lo que determine en cada caso la Dirección de Obra.

#### 3.17.2. PATES

Los pates se colocarán de manera que queden todos ellos en una misma vertical, separados entre sí 30 centímetros.

Las longitudes de empotramiento de los pates en las obras de fábrica serán de cien (100) milímetros mínimo para registros fabricados "in situ" y de setenta y cinco (75) milímetros cuando se utilicen prefabricados.

En obras de ladrillo se colocarán los pates a medida que se vaya levantando la fábrica. En obras de hormigón se colocarán convenientemente amarrados al encofrado antes del vertido de aquél.

También podrán colocarse los pates una vez hormigonado y desencofrado el paramento de la obra de fábrica taladrando dicho paramento y colocando posteriormente el pate. El hueco existente entre este último y las paredes de taladro se rellenará con mortero de cemento.

En el caso de que se empleen pates de material plástico se realizará un taladro de diámetro sensiblemente inferior al del paté, siendo éste introducido posteriormente a presión.

#### Medición y Abono

Los pates y tapas de registro se abonarán y medirán mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, a las unidades realmente instaladas en obra, incluyendo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.18. ELEMENTOS PREFABRICADOS

#### Condiciones Generales

En el caso de que trate de piezas prefabricada previstas en el Proyecto, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Planos definirán las condiciones de colocación y montaje de estos elementos.

Si el Director de Obra autoriza a prefabricar elementos no previstos como tales en el Proyecto, el Contratista presentará al Director, para su aprobación, un documento en el que consten los detalles concretos del procedimiento de fabricación, montaje, tratamiento de juntas, tolerancias de colocación, detalles de acabado, etc..

#### Medición y Abono

Salvo especificación en contrario del P.P.T.P. los elementos prefabricados se medirán por unidades terminadas (u) incluso colocación o montaje, acoplamiento a otros elementos, si procede, y pruebas finales.

El abono se realizará por el precio unitario que para cada tipo de prefabricado figure en el Cuadro de Precios nº 1, incluyendo el precio la totalidad de los materiales, mano de obra, operaciones y gastos de toda clase, necesarios para la terminación de la unidad de obra como se especifica en el párrafo anterior.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

## 3.19. ALBAÑILERÍA Y SOLADOS

### 3.19.1. MORTEROS

#### Fabricación y empleo

La mezcla del mortero podrá realizarse a mano o mecánicamente; en el primer caso se hará sobre un piso impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquél que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco minutos (45 min) posteriores a su amasado.

Si es necesario poner en contacto el mortero con otros morteros y hormigones que difieran de él en el tipo de cemento, se evitará la circulación de agua entre ellos, bien mediante una capa intermedia muy compacta de mortero fabricado con cualquiera de los dos cementos, bien esperando a que el mortero u hormigón primeramente fabricado esté seco, o bien impermeabilizado superficialmente el mortero más reciente.

Se ejercerá especial vigilancia en el caso de morteros con cementos siderúrgicos.

#### Medición y Abono

El mortero no será de abono directo, ya que se considera incluido en el precio de la unidad correspondiente, salvo que se defina como unidad independiente, en cuyo caso se medirá y abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente utilizados, mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1.

### 3.19.2. FÁBRICAS DE LADRILLO

#### Definición

Se definen como fábricas de ladrillo aquéllas constituidas por ladrillos ligados con mortero.

#### Materiales a emplear

Ladrillos. Si en los paramentos se emplea ladrillo ordinario, éste deberá ser seleccionado en cuanto a su aspecto, calidad, cochura y colocación, con objeto de conseguir la uniformidad o diversidad deseada.

En cualquier caso, el Contratista estará obligado a presentar muestras para seleccionar el tipo y acabado.

Mortero. Salvo especificación en contra, el tipo de mortero a utilizar será el designado como mortero 1:6 para fábricas especiales.

### **Ejecución de las obras**

Los ladrillos se colocarán según el aparejo previsto en los Planos o, en su defecto, el que indique el Director de las Obras. Antes de colocarlos se mojarán perfectamente con agua, y se colocarán a "torta y restregón", es decir; de plano sobre la capa de mortero, y apretándolos hasta conseguir el espesor de junta deseado. Salvo especificaciones en contra, el tendel debe quedar reducido a cinco milímetros (5 mm).

Las hiladas de ladrillos se comenzarán por el paramento y se terminarán por el trasdós del muro. La subida de la fábrica se hará por el nivel, evitando asientos desiguales. Después de una interrupción, al reanudarse el trabajo se regará abundantemente la fábrica, se barrerá y se sustituirá, empleando mortero nuevo, todo ladrillo deteriorado.

Las interrupciones en el trabajo se harán dejando la fábrica en adaraja, para que, a su reanudación, se pueda hacer una buen unión con la fábrica interrumpida.

Los paramentos vistos tendrán, en cuanto a acabado de juntas, el tratamiento que fije el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En su defecto, se actuará de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de obra.

Los paramentos se harán con los cuidados y precauciones indispensables para que cualquier elemento se encuentre en el plano, superficie y perfil prescritos. En las superficies curvas las juntas serán normales a los paramentos.

En la unión de la fábrica de ladrillo con otro tipo de fábrica, tales como sillería o mampostería, las hiladas de ladrillo deberán enrasar perfectamente con las de los sillares mampuestos.

### **Limitaciones de la ejecución**

No se ejecutarán fábricas de ladrillo cuando la temperatura ambiente sea inferior a seis grados (6: C).

En tiempo caluroso, la fábrica se rociará frecuentemente con agua, para evitar la desecación rápida del mortero.

### **Medición y abono**

Las fábricas de ladrillo se abonarán mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) deducidos de las dimensiones señaladas en los Planos, descontando todo tipo de huecos.

### 3.19.3. ENFOSCADOS Y GUARNECIDOS

#### Ejecución

Estas unidades se ejecutarán de acuerdo con las Normas NTE-RPE y NTE-RPG.

En enfoscados hidrófugos ha de emplearse la menor cantidad posible de agua de amasado (baja relación agua-cemento). Se seguirán puntualmente las instrucciones del fabricante, en especial en cuanto a dosis y amasado.

El mortero debe fratasarse siempre para lograr la debida compactación. Esta operación debe efectuarse antes de que transcurran quince minutos desde la puesta en obra del mortero; tanto por el prefragado del mortero como por la tendencia a expulsar el agua que se emplea al fratar pudiendo provocar desprendimientos.

#### Recepción y ensayos

Se realizará un ensayo de permeabilidad según el método indicado en la norma UNE-7033, con probeta de mortero de 20 cm de espesor y sometida, en plazos sucesivos de 24 horas, a presiones de 0,5, 1, 2, 4, 8, 16 y 32 kg/cm<sup>2</sup>. No habrá paso de agua a la presión indicada en su Documento de idoneidad Técnica, que en general no será inferior a los 16 kg/cm<sup>2</sup>.

En caso de no disponer de sello de calidad o garantía similar, se realizará un ensayo para comprobar la inexistencia de cloruros.

#### Medición y abono

Se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) deducidos de las dimensiones definidas en los Planos, descontando los huecos mayores uno coma cincuenta (1,50) m<sup>2</sup> y se abonarán a los precios que figuran en el Cuadros de Precios nº 1.

Dentro de los precios se consideran incluidos todos los trabajos, medios y materiales precisos para la completa terminación de la obra correspondiente.

### 3.19.4. SOLADOS Y ALICATADOS

#### 3.19.4.1. SOLADOS

Serán colocadas con mortero a la manera de “pique de maceta” debiendo quedar un espesor final de 3 cm de mortero de dosificación mínima de 250 kg/m<sup>3</sup> y máxima de 300 de cemento P350.

Es inaceptable el mortero de consistencia seca (asiento próximo a cero en el cono de Abrams) recomendándose un asiento entre 2 y 5.

Se tendrá especial cuidado en no dejar las juntas apretadas (totalmente cerradas) ya que ello sería causa de desconchados en cara vista, por efecto de esfuerzos de componente horizontal. Deben quedar abiertas “el grueso de la hoja de la paleta”.

Se evitará el paso de personas durante los siguientes dos días, y de vehículos durante las tres semanas posteriores.

Terminada la colocación, las juntas se rellenarán cuidadosamente de arena tamizada, por barrido varias veces de la superficie.

No se efectuarán bajo ningún concepto rejuntados mediante lechada de cemento que deformaría su aspecto y textura.

### **Medición y Abono**

El solado se medirá en metros cuadrados (m2) realmente ejecutados en obra, y se abonarán de acuerdo con los precios que figuren en el Cuadro de Precios Nº 1.

#### 3.19.4.2. REVESTIMIENTO DE GRES

### **Ejecución y mantenimiento**

#### Antes de la instalación

Se excluirán las baldosas que presenten un defecto de calibre, tonalidad o superficie.

En el caso de que el defecto fuera demasiado frecuente el especialista habrá de interrumpir la colocación y contactar con el suministrador que procederá a la inmediata sustitución de la partida.

#### Durante la instalación

Se instalará el material con el sistema de juntas abiertas dejando de 2 a 4 mm de escape para poder compensar eventuales errores de instalación o determinar las diferencias de calibre previstas por las Normas Europeas.

En caso de que se proceda al estucado con productos expoxidados de colores o con productos para cementación particularmente coloreados se respetarán las instrucciones y las advertencias del fabricante de dichos productos.

De todos modos, terminada la operación de estucado, es indispensable eliminar todos los residuos de mortero de los azulejos cuando todavía la masilla está fresca. De no proceder a la extracción de los residuos de mortero o de efectuar dicha operación con retraso las manchas existentes serían de difícil eliminación.

En la tabla adjunta se da una relación de los productos utilizados:

TIPO DE MANCHA	DETERGENTE ACONSEJADO
Grasa, aceite de motores, cera	Detergente de nitro, bencina
Grasa y aceite de origen orgánico	Diluyente a base de sosa cáustica Tipo DA-1 DRAGO o similar
Vino, cerveza, café, coca-cola, helado	Diluyente a base de sosa cáustica Tipo DA-1 DRAGO o similarGOG
Esmalte sintético, resina	Diluyente de nitro, acetona
Depósitos ferrosos	Pulisan DRAGO, KYMAX o similar, ácido muriático
Manchas de goma	Bencina, acetona, VIN líquido o similar
Cigarros	Pulisan DRAGO, KYMAX o similar
Pinturas murales (témperas)	Pulisan DRAGO, KYMAX o similar

### Medición y abono

El revestimiento en baldosa de gres se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados en obra y se abonará de acuerdo con los precios que figuren en el Cuadro de Precios N° 1.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios n° 1 y cuadros de precios n° 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

## 3.20. CANTERÍA

### 3.20.1. MAMPOSTERÍA CAREADA

#### Definición

Se define como mampostería careada aquella cuyos mampuestos están labrados por una sola cara, que define su frente o paramento.

#### Materiales

- Mortero. Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como mortero 1:6.
- Mampuesto. Condiciones generales.

La piedra a emplear en mampostería deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueas, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

#### - Forma y dimensiones

- Cada pieza deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación y será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.
- Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los planos, y si no existieran tales detalles al respecto, se proveerán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.
- Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros a(10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se emplean piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

- Por lo menos un cincuenta por ciento (50%) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm<sup>3</sup>).
- Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.
- Se proibirán en los paramentos las piedras de pequeña dimensión o ripios. El desbaste podrá ejecutarse con martillos y trinchante.
- Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm)
- Absorción de agua. Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

### Ejecución de las obras

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos, se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares, desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos de tamaño y forma más regulares, desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos formas ni dimensiones determinadas, excluyéndose en todo caso los ripios. Los huecos del interior de la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño, las cuales se acuñarán con fuerza, de manera que el conjunto quede macizo, y que aquélla resulte con la suficiente trabazón.

Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro, evitando que éste quede dividido en hojas en el sentido del espesor, levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente a la del paramento y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que estará sometida la fábrica.

Cuando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm) se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor, de forma que exista una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>) de paramento. Cuando el espesor sea superior se alternarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contra del Director de Obra.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se especifica ningún otro tipo de acabado de juntas de paramento, éstas se rascarán, para vaciarlas de mortero y otras materias extrañas,

hasta una profundidad no inferior a cinco centímetros (5 cm); se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente. La pasta se comprimirá con herramienta adecuada, acabándola de tal manera que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el entorno de cada mampuesto.

Salvo que el Director de Obra disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma, a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 m<sup>2</sup>) de paramento.

### Medición y abono

La mampostería careada se abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, a los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos de las dimensiones de los Planos del Proyecto.

### 3.20.2. CHAPADOS DE PIEDRA

#### Definición

Se define como chapado de piedra todo revestimiento de los paramentos de una obra de fábrica, ejecutado con elementos de piedra en forma de placas o losas, en la que su tizón o espesor, sin exceder de quince centímetros (15 cm), sea inferior a la quinta parte de la altura de hilada.

#### Materiales

- Mortero. Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como mortero 1:6.
- Piedra. Condiciones generales.

La piedra a emplear en chapados deberá cumplir las siguientes condiciones:

Ser homogénea, de grano firme y uniforme, de textura compacta, y capaz de soportar, sin desperfectos, una presión de cuatrocientos kilogramos por centímetros cuadrado (400 kg/cm<sup>2</sup>).

Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con martillo.

Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.

Tener suficiente adherencia a los morteros.

- Forma y dimensiones. Las dimensiones de las chapas de piedra serán las señaladas en los planos, P.P.T.P. o las que indique en su caso el Director de Obra.
- Absorción de agua. Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

### Ejecución de las obras

Las piezas de piedra se mojarán previamente a su colocación, así como el paramento de la fábrica que se reviste. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, en las juntas y en el trasdós, para unir las con las fábricas. Las placas se fijarán con grapa de latón de cinco milímetros (5 mm) de diámetro, de forma que resulten todas las piezas perfectamente unidas y sujetas.

Por excepción, se permitirá el engrapado con redondos de acero galvanizado, pero para su uso será precisa la autorización expresa del Director de las Obras.

Se prohíbe en absoluto el empleo de yeso.

### Medición y abono

Los chapados de piedra se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de chapado de un determinado espesor, medidos sobre los Planos del Proyecto.

#### 3.20.3. SILLERÍA

##### Definición

Se define como sillería la fábrica construida con piedras talladas según dimensiones dadas, de acuerdo con despieces geométricos previos para que den juntas regulares en la unión de sus superficies de contacto.

Se excluyen de este capítulo los chapados de piedra empleados en revestimientos de otras fábricas.

##### Materiales

- Mortero. Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como mortero 1:6.

- Sillares. Condiciones generales.

La piedra a emplear en chapados deberá cumplir las siguientes condiciones:

Ser homogénea de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.

Carecer de grietas, coqueas, nódulos, restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con martillo.

Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.

Tener suficiente adherencia a los morteros.

Se desecharán las piedras que presenten roturas o estén desportilladas.

### - Forma y dimensiones

Las dimensiones de los sillares serán las señaladas en los planos de despiece correspondientes. El tipo de labra será el indicado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo indicación en contrario, se entenderá que la labra ha de ser fina y esmerada, tanto en paramentos como en lechos, sobrelechos y juntas, con aristas vivas y repasadas a cincel en toda su longitud.

### **Ejecución de las obras**

Las piezas se desbastarán en la cantera de donde se extraigan, con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

Este desbaste se ejecutará con martillo y puntero, dejando creces de dos centímetros (2 cm) a tres centímetros (3 cm) en cada cara.

Transportados los sillares a pie de obra, se procederá a la labra de paramentos y juntas, éstas en una extensión de quince centímetros (15 cm) como mínimo.

Los sillares se presentarán en obra sin mortero, a fin de comprobar si asientan debidamente. No se permitirá el uso de cuñas, como no sea provisionalmente, para recibir los sillares.

Los sillares se mojarán antes de su colocación definitiva en obra. Cuando deban apoyarse sobre fábricas que no sea de sillería, lo harán por intermedio de una capa de mortero, cuyo espesor no deberá exceder de dos (2) centímetros en punto alguno, para lo cual deberá dejarse convenientemente nivelada y enrasada la fábrica anterior.

El espesor y tratamiento de las juntas entre sillares se fijará en los planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo prescripción en contrario, se entenderá que su espesor no excederá de seis milímetros (6 mm).

Los sillares se situarán con cordel y plomada, en baño de mortero, y serán acuñaados y asentados dos (2) o tres (3) veces, si es preciso, hasta que el mortero refluya por todas partes. Seguidamente se retirarán las eventuales cuñas. Las hiladas quedarán perfectamente a nivel.

Los resaltos y molduras se protegerán con maderas u otros medios.

Las coronaciones de muros irán sujetas por anclajes de bronce, empotrados con plomo en agujeros cuidadosamente preparados. Los dinteles suspendidos irán provistos igualmente de agujeros dotados de ganchos de hierro, retacados con plomo, y preparados para su anclaje en el hormigón cuando éste constituya la estructura resistente del vano.

### **Medición y abono**

La sillería se medirá por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos sobre los Planos. En casos particulares, podrá ser medirá por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) o metros (m), medidos, asimismo, sobre los Planos.

Su abono se hará a los precios incluidos en el Cuadro de Precios nº 1.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

## 3.21. PAVIMENTACIONES

### 3.21.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la reparación y/o reposición del pavimento en aquellas zonas urbanizadas que son afectadas por las obras, se utilizarán las unidades de obra de este apartado que correspondan, según las características de aquél, en la forma y dimensiones que se definen en los Planos del Proyecto y/o Replanteo o según lo que determine para cada caso la Dirección de Obra.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias definidas en dichos Planos o P.P.T.P. serán reparadas por el Contratista sin que tenga derecho a abono suplementario alguno por este concepto.

### 3.21.2. CAPAS GRANULARES

#### 3.21.2.1. SUB-BASES GRANULARES

##### **Definición**

Se define como sub-base granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada o capa anticontaminante.

##### **Ejecución de las obras**

Para la ejecución de esta unidad de obra, el Contratista deberá ajustarse a las prescripciones que, al efecto, se incluyen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/1975) del MOPU.

##### **Medición y abono**

La sub-base granular se abonará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

La preparación de la superficie de la explanada o capa anticontaminante se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente al relleno compactado a cielo abierto o en zanja y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

#### 3.21.2.2. BASES GRANULARES

##### **Definición**

Se define como base granular la capa de firma situada inmediatamente debajo de la mezcla bituminosa en caliente o del simple o doble tratamiento superficial y sobre la sub-base granular.

##### **Ejecución de las obras**

Para la ejecución de esta unidad de obra el Contratista deberá ajustarse a las prescripciones que, al efecto, se incluyen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/1975) del MOPU.

### **Medición y abono**

La base granular se abonará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

#### 3.21.2.3. BASE DE MACADAM

### **Definición**

Se define como macadam el firme constituido por un conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con un árido fino, llamado recebo.

### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

### **Medición y abono**

El macadam se abonará mediante aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

#### 3.21.3. RIEGOS ASFÁLTICOS

##### 3.21.3.1. RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

### **Definición**

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa no bituminosa, previamente a la extensión sobre ésta de una capa bituminosa.

### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

### **Medición y abono**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El riego de imprimación se abonará mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

### 3.21.3.2. RIEGO DE ADHERENCIA

#### **Definición**

Se define como riego de adherencia la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión, sobre ésta, de otra capa bituminosa.

#### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

#### **Medición y abono**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El riego de adherencia se abonará mediante aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono, que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

### 3.21.4. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

#### **Definición**

La aplicación consecutiva de dos simples tratamientos superficiales, en general de distintas características, se denomina doble tratamiento superficial, definiéndose como simple tratamiento superficial la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie, seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido

#### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

### **Medición y abono**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El simple y doble tratamiento superficial se abonará mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

#### **3.21.5. MEZCLAS BITUMINOSAS**

##### **3.21.5.1. MEZCLAS BITUMINOSAS EN FRÍO**

#### **Definición**

Se define como mezcla bituminosa en frío la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual no es preciso calentar previamente los áridos. La mezcla se extenderá y compactará a la temperatura ambiente.

#### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

### **Medición y abono**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en frío se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a las toneladas (t) deducidas de las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono, que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

A efectos de cubicación, tanto las densidades como los espesores de abono se obtendrán mediante ensayos realizados a partir de probetas extraídas "in situ".

##### **3.21.5.2. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE**

#### **Definición**

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

### **Medición y abono**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará mediante aplicación del precio correspondiente al Cuadro de Precios nº 1 a las toneladas (t) deducidas de las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

A efectos de cubicación, tanto las densidades como los espesores de abono se obtendrán mediante ensayos realizados a partir de probetas extraídas "in situ".

El cemento a emplear como filler de aportación, caso de que fuese necesario, será de abono independiente.

## **3.21.6. PAVIMENTOS DE HORMIGÓN**

### **Definición**

Se define como pavimento rígido de hormigón el constituido por losas de hormigón en masa o armado, cuya principal característica es una marcada resistencia a flexión.

### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

### **Medición y abono**

El pavimento de hormigón se abonará por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

Dentro de dichos precios se considera incluida la parte proporcional de encofrado y desencofrado, compactación, fratasado, juntas y curado del hormigón.

### 3.21.7. ACERAS

#### **Definición**

Se define como acera para utilización de los peatones el pavimento formado por baldosas hidráulicas recibidas y asentadas con mortero y colocadas sobre una solera de diez (10) cm de espesor mínimo de hormigón en masa H-100, que se extenderá entre el bordillo y el encofrado paralelo.

#### **Ejecución de las obras**

La solera no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar está debidamente compactada y con las rasantes que se indiquen en el Proyecto o Replanteo.

Sobre la solera de hormigón se dispondrá una capa de material de agarre de dos centímetros (2 cm) de mortero 1:3; sobre ella se colocarán las baldosas hidráulicas, nivelándolas a golpes de maceta y dándoles las pendientes de desagüe. Después se pasará con una escobilla una lechada de cemento para el relleno de las juntas, que no serán superiores a cinco milímetros (5 mm).

#### **Medición y abono**

La preparación de la superficie de la explanada se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a las excavaciones en explanación o en los rellenos compactados a cielo abierto y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto. La acera se abonará por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

### 3.21.8. ADOQUINADOS

#### **Definición**

Se definen como adoquines las piedras labradas o elementos prefabricados en forma de tronco de pirámide, de base rectangular, para su utilización en pavimentos.

#### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

#### **Medición y abono**

Los adoquinados se abonarán mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie de pavimento deducidos de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

### 3.21.9. BORDILLOS

#### **Definición**

Se definen como bordillos las piezas de piedra o elementos prefabricados de hormigón colocados sobre una solera adecuada, que constituye una faja que delimita la superficie de la calzada de la de una acera o andén.

#### **Ejecución de las obras**

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las prescripciones incluidas en el P.G.-3 del MOPU.

#### **Medición y abono**

Los bordillos se medirán y abonarán por metros lineales (m) deducidos de los Planos del Proyecto, aplicándose los correspondientes precios del Cuadro de Precios nº 1 en función de cada tipo.

### 3.21.10. CUNETAS

#### **Definición**

Se define como cuneta las piezas prefabricadas de hormigón colocadas sobre la cuneta excavada y preparada.

#### **Ejecución de las obras**

Las piezas se asentarán sobre un lecho de hormigón H-100.

Las piezas que formen la cuneta se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm) rellenándose posteriormente este espacio con mortero 1:2.

#### **Medición y abono**

La cuneta se medirá por metros lineales (m) deducidos de los Planos del Proyecto, abonándose mediante aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1, estando incluido en el mismo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

### 3.21.11. RIGOLAS

#### **Definición**

Se define como rigolas, las piezas prefabricadas de hormigón colocadas sobre una solera adecuada o la construcción "in situ" con hormigón en masa H-175 y paralela al bordillo.

Las piezas o el hormigón en masa se asentarán sobre un lecho de hormigón H-100.

Las piezas que formen la rigola se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm) rellenándose posteriormente este espacio con mortero 1:2.

### **Medición y abono**

La rigola se medirá por metros lineales (m) deducidos de los Planos del Proyecto y se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1, estando incluidas en el mismo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

## 3.22. CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA

### 3.22.1. BARANDILLAS

#### Definición

La forma y dimensiones de estas unidades se definirá en los planos de detalle o en el P.P.T.P.

#### Ejecución

La ejecución de esta unidad, tal como se expresa en su definición del Cuadro de Precios nº 1, comprende todos los trabajos, medios y materiales precisos para su completa realización, incluso la pintura aplicada, de acuerdo con las prescripciones establecidas en el presente Pliego.

#### Medición y abono

Esta unidad se medirá y abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes a los metros lineales (m) realmente colocados en obra.

### 3.22.2. CADENAS DE SEGURIDAD

#### Definición

La forma y dimensiones de estas unidades se definirá en los planos de detalle o P.P.T.P.

#### Ejecución

La ejecución de esta unidad, tal como se expresa en su definición del Cuadro de Precios nº 1, comprende todos los trabajos, medios y materiales precisos para su completa realización.

No se empleará yeso para recibir los elementos de anclaje.

#### Medición y abono

Esta unidad se medirá y abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes a los metros lineales (m) realmente colocados en obra.

### 3.22.3. ESCALERAS

#### Definición

La forma y dimensiones de estas unidades se definirá en los planos de detalle o P.P.T.P.

#### Ejecución

La ejecución de esta unidad, tal como se expresa en su definición del Cuadro de Precios nº 1, comprende todos los trabajos, medios y materiales precisos para su completa realización.

### Medición y abono

Esta unidad se medirá y abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes a los metros lineales (m) realmente colocados en obra.

#### 3.22.4. CARPINTERÍA METÁLICA

##### Condiciones generales de ejecución

Las piezas, perfiles, etc., antes de ser colocadas recibirán la aprobación del Director de Obra.

Las tolerancias admisibles en la colocación de elementos son los siguientes:

Aplomo de elementos verticales:

± 2 mm para altura máxima de 3 m

± 3 mm para altura superior de 3 m

Nivel de los elementos horizontales:

± 1,5 mm hasta 3 m de longitud

± 2 mm hasta 5 m de longitud

± 2,5 mm hasta 5 m de longitud en adelante

Holgura máxima entre elementos fijos y elementos móviles: 10 mm.

No se empleará yeso para recibir los elementos de anclaje.

En todo lo no indicado expresamente en el presente Pliego o P.P.T.P. se seguirá la norma NTE-FCA.

##### Medición y Abono

Salvo indicación en contrario en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los elementos objeto del presente apartado se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente cerrada.

El abono se realizará mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1.

En dichos precios se consideran incluidos todos los materiales, medios auxiliares y trabajos necesarios para la completa finalización de las unidades de obra correspondientes.

Salvo indicación en contrario en el P.P.T.P. y presupuesto su precio se encuentra incluido en el precio del kg de acero en estructura.

### 3.22.5. CARPINTERÍA DE ALUMINIO

#### **Ejecución**

La unión de los perfiles será por medio de soldadura o escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes serán coplanarios formando ángulos rectos. La capa de anodizado tendrá un espesor mínimo de quince (15) micras. El sellado será adecuado y el resto de los materiales de la carpintería serán inoxidable.

#### **Control y criterios de aceptación y rechazo**

El control de los materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente de este Pliego.

Los criterios de aceptación y rechazo de la ejecución se basarán en los aspectos de aplomado, enrasado, recibido de patillas y fijación a la peana y a la caja de persiana.

#### **Medición y Abono**

Salvo indicación en contrario en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los elementos objeto del presente apartado se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente cerrada.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.23. IMPERMEABILIZACIONES

#### 3.23.1. CLASIFICACIÓN

Entre todos los sistemas de impermeabilización existentes se pueden distinguir los siguientes:

##### **Impermeabilización con siliconas**

Consiste en la aplicación de dos manos de pintura especial incolora (silicona o similar) con penetración sobre un soporte de fábrica, ladrillo cara vista, bloque de hormigón, etc..).

##### **Impermeabilización con láminas bituminosas**

Consiste en la colocación de productos prefabricados laminares constituidos por una armadura, un recubrimiento bituminoso, por ambas caras, y, eventualmente, una protección.

##### **Impermeabilización con láminas bituminosas y poliuretano**

Consiste en la colocación de una lámina de característica similares a la descrita en el punto anterior, con posterior extendido de una capa de mortero y acabado con la aplicación de una o varias manos de poliuretano líquido de dos componentes.

##### **Impermeabilización con poliuretano monocomponente**

Consistirá en la aplicación de una o varias manos de poliuretano monocomponente en capas de imprimación intermedia y acabado sobre una superficie (cubierta).

##### **Impermeabilización con cemento especial y recubrimiento elástico**

Consistirá en la colocación de una o varias capas de cemento especial y un posterior recubrimiento elástico (una mano), sobre superficie de fábrica de ladrillo u hormigón.

#### 3.23.2. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de impermeabilizaciones se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Tanto las características materiales como la ejecución de dichos sistemas se deberán ajustar a lo establecido en los Planos de Proyecto y/o P.P.T.P. y subsidiariamente a las especificaciones contenidas en la normativa vigente (UNE.MV-301).
- Se comprobará que la superficie sobre la que se va a aplicar la impermeabilización esté exenta de polvo y/o materias extrañas que impidan la adherencia, y presente una humedad inferior al cinco (5) %.
- Caso de que sea necesario regularizar la superficie a impermeabilizar, se podrá utilizar mortero de cemento 1:3.

- Los productos deberán ser manejados con cuidado a fin de evitar su deterioro, y se colocarán perfectamente extendidos, de modo que no se formes bolsas ni arrugas.

### **Medición y Abono**

Las impermeabilizaciones de paramentos se medirán y abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) deducidos de los Planos de Proyecto. En los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 se considerarán incluidos los materiales utilizados, la preparación de la superficie a tratar y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.24. PINTURAS Y REVESTIMIENTOS

#### Ejecución

Estas unidades de obra se ejecutarán de acuerdo con lo dispuesto en las Normas Tecnológicas de la Edificación, en particular la NTE-RPP/1976 aprobada el 20 de Septiembre de 1976.

En los planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se definirán las superficies a pintar y/o revestir, así como el tipo de pintura o revestimiento.

#### Medición y abono

Salvo especificación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares estas unidades se medirán y abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie, a los precios que figuren en el Cuadro de Precios nº 1.

En los precios se incluyen todas las operaciones, materiales y medios auxiliares precisos para la completa ejecución de la unidad de obra, incluyendo la preparación de las superficies (limpieza, chorreado, emplastecido, lijado, etc..), reparación de defectos, etc..

Esta unidad no será de abono cuando está incluida en el precio del elemento a pintar o revestir.

El Contratista habrá de presentar con anterioridad a la ejecución de las unidades de obra comprendidas en este artículo, muestras de los materiales que pretenda utilizar que, una vez aprobadas por la Dirección de Obra, podrán ser empleados ateniéndose a las normas que ésta indicase en cada caso, sin que se motive más abono que el resultante de aplicar a la medición de las misma, según su definición en el Cuadro de Precios nº 1, el precio correspondiente.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

### 3.25. INSTALACIONES ELECTRICAS

#### 3.25.1. NORMATIVA

Los materiales y puesta en obra de las instalaciones eléctricas definidas en el Proyecto, deberán ajustarse a lo dispuesto en la Normativa vigente, en particular:

- Los Reglamentos Electrotécnicos de Alta y Baja Tensión.
- La normativa de Prevención de Riesgos laborales..
- Las prescripciones y normas particulares de la Compañía suministradora de energía eléctrica.

#### 3.25.2. CONDICIONES GENERALES

Limitaciones al coste

El factor de potencia medio no será en ningún caso inferior a los siguientes valores:

- 0,90 para las instalaciones de fuerza.
- 0,95 para las instalaciones de alumbrado.

Control de Ejecución y Pruebas

La Dirección de Obras efectuará las medidas y ensayos que estime conveniente, a cargo de la partida de ensayos, para la aprobación y recepción de las instalaciones, estando el Contratista obligado a facilitarle los medios de ayuda (persona) que pudiera necesitar.

#### **Medición y Abono**

Se efectuará con el desglose y a los precios que se indican en el capítulo correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 que figura en el Proyecto.

### 3.26. RED DE TIERRAS PRIMARIA PARA ESTACIONES

La red de puesta a tierra primaria de las estaciones de Metro comprenderá cuatro (4) capítulos diferenciados:

- Instalación de electrodos de puesta a tierra.
- Instalación mallazos equipotenciales en Centro transformación y cuartos técnicos de 13,2 Kv y tracción 1.500 V.
- Pruebas de la instalación.
- Mantenimiento de la instalación.

La conexión a esta red primaria de tierras de los diferentes equipos que componen la instalación eléctrica de la estación, será realizada por otros y no forma parte del alcance de este Proyecto.

#### Instalación electrodos de puesta a tierra

En la zona de bajo andén en la que está situado el Centro de Transformación de la estación, correspondiente al lado izquierdo de la estación en el testero, se realizará una alineación de nueve (9) pozos de toma de tierra, con una interdistancia de 9,6 metros y separados 0,5 metros del eje de pilares que sustentan el andén de estación. Estos pozos se utilizan posteriormente y por el Contratista eléctrico, para la puesta a tierra de la instalación eléctrica de estación.

En el andén opuesto existirán tres (3) pozos de tierra para servicios de tracción eléctrica y otros tres (3) pozos para servicio de corrientes débiles.

Cada pozo de tierra estará constituido por los siguientes elementos:

- Realización de un taladro  $\varnothing$  100 mm y 5 m de profundidad bajo la contrabóveda del bajo andén.
- Introducción de 3 electrodos acero-cobre, de 18,3 m  $\varnothing$  y 1,5 m de longitud con sus correspondientes manguitos de empalme. El último electrodo, el más superficial, irá encintado en la parte que atraviesa la contrabóveda armada del bajo andén, más una longitud de 100 mm y dejando sin encintar el extremo superior para poder grapar posteriormente y por otros, el cable de tierra de la red general al electrodo. Este último electrodo llevará soldado una varilla transversal, que apoyada en el interior de la arqueta, impedirá el desprendimiento de los electrodos al interior del pozo. Los electrodos cumplirán con las normas UNESA 6.501 y UNE 21.056..
- Relleno muy bien compactado de una mezcla a tres (3) partes iguales de arcilla, grafito y bentonita. Este relleno, se efectuará en todo el pozo hasta dejar un espacio libre en la parte superior, para poder realizar el tapón que se indica a continuación
- Realización de un tapón, para evitar emanaciones de agua del pozo al bajo andén de estación. La mezcla a utilizar podrá ser 70% bentonita y 30% cemento, o bien por otro sistema, pero de tal

forma que se asegure siempre a un sellado del agua y que pueda permitir con facilidad el recambio de electrodos.

- Instalación arqueta de pozo con tapa de poliéster fibra de vidrio. Ref TRP-250 de Uriarte o similares, incluyendo ayudas de albañilería.
- Instalación desde arqueta anterior, de tubería empotrada en contrabóveda hasta el pilar más próximo y dejando grapada una longitud de 0,3 m en la vertical de dicho pilar. El tubo será de PVC, tipo forroplast  $\varnothing 21$ .
- Protección provisional de arqueta con tapa de madera, clavada provisionalmente a la contrabóveda para evitar daños a la misma por otros Contratistas durante la realización de trabajos de montaje en la estación.

#### Instalación mallazos equipotenciales

- En cuartos técnicos con apartamentación eléctrica de alta tensión, es decir, transformadores, cabinas 13,2 Kv y seccionamiento catenaria 1,5 Kv, se realizará la instalación de un mallazo empotrado bajo el pavimento con objeto de aumentar las medidas de seguridad del personal de explotación.
- El mallazo será de acero electrosoldado con retículas de 150x150 mm y redondo de 5 mm  $\varnothing$ , e irá empotrado con la placa de lechada correspondiente, entre la placa del forjado del cuarto técnico y el terrazo del pavimento.
- En los cuatro (4) extremos del cuarto técnico se soldará una escuadra de acero 60x5 mm a la malla y como mínimo a dos (2) redondos. La pletina de la escuadra sobresaldrá 100 mm sobre el pavimento y tendrá un taladro de  $\varnothing 8$  mm, para conexión de la red de tierras general que será realizado por otros.
- La instalación se realizará de acuerdo con los planos adjuntos.

#### Pruebas de la instalación

El Contratista realizará y entregará a la propiedad el resultado de las mediciones y valores obtenidos de la resistencia de puesta a tierra de cada electrodo y de la agrupación de electrodos, según se detalla en el plano general de disposición de pozos de tierra.

#### **Medición y Abono**

La medición y abono de las unidades, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario, tomas a tierra en caverna se harán en metros cuadrados ( $m^2$ ) y las de las picas de puesta a tierra en unidades (u), comprendidas en el presente apartado y de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2.

### 3.27. ALUMBRADO TÚNELES

En este apartado se definen los trabajos y materiales necesarios para la realización del Alumbrado de Túneles interestaciones del presente Proyecto.

#### 3.27.1. DESCRIPCIÓN GENERAL ALUMBRADO TÚNELES

Se entiende por Alumbrado Normal, el necesario para conseguir el nivel de iluminación medio imprescindible para la evacuación del personal usuario, por los pasillos laterales de túnel ante una situación de emergencia en el mismo. Se ha estimado un nivel de Iluminación Medio de Servicio de 20 lux con un factor de uniformidad de 0,34.

Se entiende por Alumbrado de Emergencia, la puesta en funcionamiento automática del 25% de las lámparas fluorescentes de cada circuito, equipadas con kits autónomos de emergencia, cuando falte la tensión o por el disparo de las protecciones del alumbrado normal de cada circuito.

Con objeto de aumentar la seguridad en el funcionamiento del Alumbrado ante situaciones de emergencia, este se ha fraccionado en varios circuitos independientes a lo largo del túnel interestaciones, de tal forma, que el disparo de la protecciones de un circuito, no afecten al resto de la instalación. Las alimentaciones definitivas a cada circuito alumbrado desde sus cuadros respectivos, no forman parte del alcance de este proyecto, ya que serán realizadas posteriormente por el Contratista eléctrico de estaciones, que a su vez, realizará la instalación de fuerza, control y telemando correspondientes. El Contratista del presente Proyecto, realizará la alimentación provisional de dichos circuitos desde cuadros provisionales durante la realización de la obra, como así se contempla en otro capítulo de este Proyecto.

Las luminarias irán instaladas y alineadas en ambos hastiales de túnel, fijadas a los mismos a una altura de 3,6 m sobre pasillo de vías, con una interdistancia de 20 m entre ellas y a tresbolillo con respecto a ambos hastiales. La distancia entre luminarias, podrá reducirse con objeto de reforzar el nivel de iluminación en algún punto del túnel, cuando la Dirección de Obra lo estime oportuno.

#### 3.27.2. DESCRIPCIÓN CIRCUITOS ALUMBRADO

Cada circuito de alumbrado se compone de 6 luminarias fluorescentes estancas de 2x36 W, teniendo tres (3) de ellas incorporado un kit autónomo de emergencia para un (1) tubo de 36 W, servicio permanente, con autonomía mayor de 1 hora. En los planos anexos se indica el número de luminarias por cada circuito y para cada tramo de túnel.

La instalación eléctrica de cada circuito de alumbrado (6 luminarias), será trifásica en toda su longitud, ya que su alimentación desde cuadro distribución de estación podrá realizarse en cualquier caja derivación del circuito. Será una instalación de 3 fases + neutro + tierra, 5 conductores de 1,5 mm<sup>2</sup> para la alimentación de luminarias y dos (2) conductores más, sección 1,5 mm<sup>2</sup> para

alimentación de baterías de kits autónomos. Toda la instalación será entubada, con caja derivación por cada luminaria y tubería flexible de conexión entre caja y luminaria.

Los cables conductores serán de diferentes colores y de acuerdo con la Reglamentación vigente, para evitar confusiones en el conexionado. Las tres (3) fases se identifican con los colores: marrón (fase R), gris (fase S) y negro (fase T).

El neutro será de color azul. El conductor de tierra amarillo-verde. Los conductores alimentación emergencia kits autónomos, serán de color rojo e identificando la fase y el neutro respectivamente en las conexiones de cajas derivación.

Las características de los materiales a utilizar se indican más adelante, en planos y presupuesto. En general, todo el material de instalación será libre de holguras y cumpliendo las normativas que se indican.

### 3.27.3. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN

Una vez terminada la instalación el Contratista realizará las siguientes pruebas en cada uno de los circuitos de alumbrado:

- Carga equilibrada en todas las fases de cada circuito y en la alimentación general provisional a dichos circuitos.
- Funcionamiento correcto de todas las luminarias tanto en alumbrado normal, como en emergencia.

Estas pruebas estarán incluidas en los precios unitarios de Presupuesto, así como la sustitución de equipos defectuosos y los trabajos a realizar para dejar la instalación en perfecto estado de funcionamiento.

### 3.27.4. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

El Contratista realizará y estará incluido en los precios unitarios de Presupuesto, la realización del Mantenimiento de la Instalación, hasta la recepción de la obra, incluyendo los siguientes servicios:

- Suministro e instalación de materiales fungibles (lámparas, fusibles, etc..), iguales a los originales.
- Conservación y vigilancia de la instalación, incluyendo la sustitución de equipos averiados.

### **Medición y Abono**

La medición y abono de las unidades, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario, elementos singulares como las luminarias se harán en unidades (u) y las de los elementos lineales como los cables en metros (m), comprendidas en el presente apartado y de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2.

### 3.28. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

La presente Especificación tiene por objeto definir el suministro e instalación de los materiales eléctricos necesarios para la realización de la alimentación eléctrica a los siguientes servicios provisionales de obra.

- Alimentación desde Caja Contadores energía , acometida Iberdrola 100 kW, a Cuadro General Distribución.
- Alimentaciones desde Cuadro General Distribución a: Cuadros Secundarios de Alumbrado Túnel, Cuadros Pozos Bombeo, Subcuadros Distribución Fuerza en Estaciones.
- Alimentación Provisional desde Cuadros Secundarios de Alumbrado Túnel a los circuitos de Alumbrado Túnel.

Todos aquellos trabajos, materiales y servicios en general, no expresamente indicados en esta documentación, pero que sean necesarios para la correcta realización de las Acometidas Eléctricas, serán indicados en la Oferta e incluidos por el Contratista en su suministro.

La presente especificación no pretende recoger todos los detalles constructivos de los equipos. Es responsabilidad del Contratista que los mismos estén de acuerdo con las técnicas más avanzadas y cumplan la normativa aplicable.

Toda la documentación que se cita posteriormente y la que se adjunta a esta especificación se considerará como formando parte de ésta. Cualquier desviación o excepción por parte del Ofertante será indicada en la Oferta como VARIANTE, OPCIÓN O MEJORA y sometida a la aprobación de la Propiedad.

#### 3.28.1. ALCANCE SUMINISTROS Y SERVICIOS

El Contratista suministrará e instalará los equipos necesarios para la Instalación Eléctrica Provisional de Obra, de acuerdo con los Pliegos de Condiciones que se adjuntan en la presente documentación.

De una forma general y complementándose con lo que se indica en los Pliegos de Condiciones, el alcance del suministro y servicio e incluido en los precios unitarios de presupuesto es el siguiente:

- a) Servicios de Ingeniería, diseño y montaje. La información entregada con la petición de oferta referente a cotas, disposiciones y mediciones de materiales es orientativa, siendo responsabilidad del Contratista realizar mediciones reales y exactas en la obra.
- b) Servicios de Control y Garantía Calidad.
- c) Suministro, fabricación y pruebas en fábrica de los elementos que componen la instalación y de acuerdo con lo indicado en los Pliegos de Condiciones.
- d) Embalaje, Transporte, Descarga, Almacenamiento y Manipulación en obra.

- e) Protección mecánica de los acabados contra eventuales golpes que pudieran verse afectados durante el montaje.
- f) Montaje completo, Pruebas y Puesta en Marcha en carga de las instalaciones.
- g) Ayudas de albañilería, incluso materiales y mano de obra, si fuesen necesarios.
- h) Suministro de materiales consumibles necesarios para el montaje.
- i) Documentación final y realización de planos “as-built” a la terminación de los trabajos efectuados para la entrega de la Propiedad.
- j) Obtención de Permisos Oficiales, ya sea para la instalación, Transporte, manipulación o puesta en marcha de los equipos e instalaciones, incluyendo la realización del Proyecto, tramitación y gastos en Organismos Oficiales.
- k) Realización del mantenimiento de las instalaciones provisionales y definitivas, conservándolas en perfecto estado hasta la Recepción de la Obra, incluyendo en los precios unitarios de presupuesto la parte proporcional correspondiente.

### 3.28.2. NORMAS Y REGLAMENTOS

El Contratista está obligado al cumplimiento de todas las instrucciones, Pliegos o Normas de toda índole promulgadas por la Administración, que tengan aplicación en los trabajos a realizar, tanto si están citados como si no lo están, quedando a criterio del Director de Obra resolver cualquier discrepancia que pudiera existir entre ellos y lo dispuesto en este Pliego. Principalmente, serán de aplicación las siguientes normas en su edición más reciente.

U.N.E.	Normas UNE del Instituto Español de Normalización.
UNE 21.022-91	Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.
UNE 20.434-92	Sistema de designación de cables.
NIDSA	Recomendaciones de Iberdrola, S.A.
MI/BT	Reglamento Electrotécnico Baja Tensión.

Para todos aquellos aspectos de construcción, pruebas y ensayos que no estuvieran definidos en esta Especificación, el fabricante propondrá las normas de aplicación para su aprobación por la propiedad.

### 3.28.3. CRITERIOS GENERALES

Las obras e instalaciones se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego, los planos del Proyecto y las instrucciones del Director de Obra, quien resolverá, además, las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos documentos y a las condiciones de ejecución.

La orden de ejecución de los trabajos deberá el Contratista ponerlo en conocimiento del Director de Obra y recabar su autorización.

El Contratista proporcionará al Director de la Obra y colaboradores a sus órdenes, toda clase de facilidades para practicar los replanteos de las Obras, reconocimiento y ensayos de materiales y piezas de su preparación o montaje, y para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la mano de obra y de todos los trabajos, a fin de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las zonas de trabajo, incluso a las fábricas y talleres en que se produzcan o monten materiales o piezas o se trabaje para la obra de canalización.

El Contratista queda obligado a señalar a su costa, las obras objeto del Contrato, con arreglo a las instrucciones y modelos que reciba del Director de la Obra.

### 3.28.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación comprende el suministro y montaje de Cuadros eléctricos de acometidas, cuadros secundarios distribución provisional, cableado, conducciones, red de tierras provisional y pruebas.

#### Cuadros eléctricos Distribución General Provisional (CGD)

En cada estación se instalará un Cuadro General de Distribución Provisional de obra para la protección a la acometida Iberdrola, 100 kW, 380/220 V y alimentación a los Cuadros Secundarios Provisionales de obra.

#### Cuadros Secundarios Provisionales de obra

Comprende el suministro de los siguientes cuadros:

- Cuadros auxiliares Distribución Fuerza (CAD), situados en andenes de estación y para alimentación a Subcuadros de distribución de otros Contratistas.
- Cuadros Alimentación Provisional circuitos alumbrado Túneles (CAT), situados en testeros de estación.
- Cuadros Alimentación Provisional Pozos de Bombeo (CPB), situados en Pozos de Bombeo.

#### Cableado y conducciones

El cableado y conducciones eléctricas se realizará de acuerdo con lo indicado en esta Especificación Técnica y Planos de Proyecto.

Comprende desde la interconexión de caja contadores de energía a Cuadro General Distribución, acometidas desde este a Cuadros Secundarios y la alimentación provisional a circuitos de alumbrado túnel desde sus cuadros secundarios (CAT).

La conducción de cables en caverna se efectuará en bandeja metálica 100 x 60 mns, por el bajo andén de estación. El lugar de ubicación de la misma será determinado por la Propiedad, con objeto de evitar interferencias con otros Contratistas de la instalación eléctrica definitiva, que se realizará posteriormente. Las derivaciones del cable desde dicha bandeja a los cuadros secundarios, se efectuarán bajo tubo corrugado y grapado.

La instalación eléctrica provisional para alimentación circuitos de alumbrado túnel, se realizará grapando y soportando directamente los cables a los hastiales de túnel. La posición de dicho rutado dentro del túnel será indicada por la Propiedad.

#### Red de tierras provisional

El Contratista realizará una toma de tierra provisional para las instalaciones de la presente Especificación, ante la eventualidad de que no esté instalada la Red Primaria de Tierras de estación, con sus correspondientes pozos y electrodos.

Esta instalación, comprenderá el suministro e instalación de electrodos provisionales, consiguiendo una resistencia máxima de puesta a tierra de 10 ohmios. A estos electrodos, se conectarán todos los cuadros, tanto Generales como secundarios de la instalación, mediante una red con cable 50 mm<sup>2</sup> instalado por la bandeja y derivando a dichos cuadros secundarios con la sección conveniente.

### 3.28.5. DESCRIPCIÓN MATERIALES

#### Cuadro General Distribución Provisional de Obra (CGD)

1 Cuadro general de distribución compuesto por un armario modular de las siguientes características:

- Cofret PRISMA GE estanco IP559 con puerta plena o similar
- Tensión aislamiento: 1.000 V
- Intensidad nominal: 630 A
- Corriente asignada de corta duración admisible hasta 25 kA eff/fs
- Chapa electrozincada de espesor 10-15/10
- Color beige

Revestimiento de pintura termo-endurecida a base de resina epoxy modificada con poliéster que asegura:

- Una excelente estabilidad del color
- Buena resistencia a la temperatura
- Gran resistencia a los agentes atmosféricos

Medidas generales 1.200 de alto, 600 de ancho y 425 mm de profundidad y conteniendo el siguiente material:

- 1 Embarrado de distribución general de 250 A
- 3 Fases + neutro
- Intensidad nominal 250 A
- Poder de corte 25 kA
- 1 Interruptor magnetotérmico tetrapolar tipo: NS250N
- Intensidad nominal 250 A
- Tensión de aislamiento 150 V
- Poder de corte 380/415 V 36 kA
- 2 Interruptor diferencial tetrapolar de 4x25 A
- Intensidad nominal 25 A
- Sensibilidad 300 mA
- 6 Interruptor diferencial tetrapolar de 4x63 A
- Intensidad nominal 63 A
- Sensibilidad 300 mA
- 2 Interruptor magnetotérmico tetrapolar de 4x16 Tipo C60N
- Intensidad nominal 16 A
- Poder de corte 6 kA
- 6 Interruptor magnetotérmico tetrapolar de 4x63 A Tipo C60N
- Intensidad nominal 63 A
- Poder de corte 6 kA
- Mano de obra de montaje, cableado y conexionado a bornas, adecuadas a la sección del cable en cada punto.

### Cuadro Auxiliar Distribución Fuerza Provisional de Obra (CAD)

1 Cuadro construido en calderería, chapa de 2 mm de espesor laminada en frío.

Cuadro compartimentado en cuatro partes

Puertas de acceso por la parte frontal. Cierre por candados y llaves diferentes

Placas de montaje y aparellaje

Placas traseras desmontables

Bastidor metálico soporte del cuadro, altura 1 m, pintado y provisto de 4 ruedas para transporte, dos de ellas con freno RUT/ZUN

Pintado en color RAL Beig Prisma o similar

Medidas del cuadro: 800 de alto, 1.600 de ancho y 500 mm de fondo.

Contendrá el siguiente material:

1 Interruptor manual de corte en carga de 4x100 A, tipo IN

Intensidad nominal 125 A

Tensión asignada soportada al impulso: BKV

Mando prolongado con enclavamiento por candado.

3 Interruptor magnetotérmico de 4x25 A. Tipo C60N

Intensidad nominal 25 A

Poder de corte 6 kA

3 Interruptor diferencial de 4x25 A

Intensidad nominal 25 A

Sensibilidad 300 mA

3 Contadores de energía activa, simple tarifa conexión a cuatro hilos, modelo empotrado, alimentación directa.

3 Tomas de empotrar de 3p+N+T de 32 Amp. tipo CETAC, salida inclinada con tapa

Conforme a las normas CEI 309-EN 60309

Cuerpo aislante de poliamida

Alvéolos y espigas de latón

Tensión de servicio 400 v, 50/60 Hz.

Color de tensión rojo

Mano de obra de montaje, cableado y conexionado a bornas.

### Cuadro Provisional Alimentación Circuitos Alumbrado Túnel (CAT)

1 Cuadro provisional de alumbrado túnel, compuesto por un armario modular de las siguientes características:

Cofret PRISMA GE estanco IP559 con puerta plena o similar

Tensión aislamiento: 1.000 V

Intensidad nominal: 630 A

Intensidad de corta duración admisible hasta 25 kA eff/fs

Chapa electrozincada de espesor 10-15/10

Color beige

Revestimiento de pintura termo-endurecida a base de resina epoxy modificada con poliéster que asegura:

- Una excelente estabilidad del color
- Buena resistencia a la temperatura
- Gran resistencia a los agentes atmosféricos

Medidas generales 600 de alto, 600 de ancho y 275 mm de profundidad y conteniendo el siguiente material:

1 Interruptor magnetotérmico tetrapolar 4x20A. Tipo C60N

Intensidad nominal 80 A

Poder de corte 6 kA

3 Interruptor magnetotérmico tetrapolar 4x10A. Tipo C60N

Intensidad nominal 10 A

Poder de corte 6 kA

3 Interruptor diferencial tetrapolar de 4x25 A

Intensidad nominal 25 A

Sensibilidad 300 mA

1 Interruptor magnetotérmico bipolar de 2x10A. Tipo C60N

Intensidad nominal 10 A

Poder de corte 6 kA

1 Interruptor diferencial bipolar de 2x25 A

Intensidad nominal 25 A

Sensibilidad 300 mA

1 Contactor modular de 4x40 A. Tipo CT

Intensidad nominal 40 A

Tensión de bobina 220 V

Indicador de bobina bajo tensión en cara delantera

Frecuencia 50 Hz

2 Pulsador marcha-paro con piloto de señalización verde y rojo, tipo BP

Intensidad nominal 6 A

Poder de corte 6 kA

Mano de obra de montaje, cableado y conexionado a bornas.

#### Cuadro Alimentación Provisional Pozos Bombeo (CPB)

1 Cuadro para pozo de bombeo compuesto por un armario modular de las siguientes características:

Características idénticas a los anteriores

Medidas generales 800 de alto, 625 de ancho y 275 mm de profundidad

Contendrá el siguiente material:

1 Interruptor manual de corte en carga de 4x100 A, tipo IN

Intensidad nominal 100 A

Tensión soportada al impulso: BKV

Mando prolongado rotativo con enclavamiento en puerta

2 Arrancadores estrella-triángulo, para arranque motores de 16 kW, comprendiendo:

Disyuntor Reg. 25 a 40 A. GV3 - M40

Arrancador estrella-triángulo LC3-D1801B7

Juego de pulsadores (Marcha-Parada) XB2-B421

1 Trafo de tensión para el mando 220/24 V, potencia 160 VA, con pantalla de aislamiento a tierra, modelo Polilux o similar.

1 Selector manual-automático - 2 pisos - 2 contactos conmutados

3 Boyas de nivel (Nivel mínimo desconexión bornas, nivel conex. bombas nº 1 y nivel conex. bomba nº 2) ref. EN-H10 de Flyht o similares, incluido cable de conexión a cuadro.

3 Pilotos (2 rojos y 1 verde)

1 Interruptor magnetotérmico 6 A

Mano de obra, montaje, cableado y conexionado a bornas de acuerdo con la sección del cable.

#### 3.28.6. PRUEBAS

El Contratista efectuará los ensayos de aislamiento de la instalación, así como la comprobación del funcionamiento correcto de los circuitos de fuerza y control de los cuadros suministrados y las cargas correspondientes a cada circuito.

En la alimentación provisional a los circuitos de alumbrado Túnel se comprobará el equilibrado de cargas y en particular el funcionamiento de los kits de emergencia.

### 3.28.7. DOCUMENTACIÓN

Toda la documentación a entregar por el Contratista no tendrá un costo adicional para la Administración, que se entiende repercutido en los precios unitarios. Se entregará por triplicado tal como se indica a continuación.

El Contratista confeccionará y entregará una documentación final completa "as-built" que defina en detalle las instalaciones, parte de la cual habrá servido para la fabricación, montaje y pruebas de los diferentes equipos.

Se incluirá, como mínimo y sin carácter restrictivo, la documentación siguiente:

- Planos de implantación general de instalación eléctrica en estaciones. Trazado de canalizaciones de cables.
- Esquemas de fuerza y control cuadros eléctricos.
- Descripciones generales y particulares.
- Catálogos y hojas de datos de equipos.

### 3.28.8. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El Contratista realizará y estará incluido en los precios unitarios de presupuesto, la realización del Mantenimiento de la Instalación, incluyendo la sustitución de los equipos o instalaciones averiadas idénticas a las originales. Cuando la causa sea por defecto de fabricación, montaje y falta de conservación.

### 3.28.90. CONTROL DE CALIDAD

El Contratista presentará a la Propiedad la documentación acreditativa de que los materiales cumplen los requisitos indicados en los Pliegos de Condiciones tanto Generales como Particulares, así como las Normas citadas.

### **Medición y Abono**

La medición y abono de las unidades, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario, de este capítulo se harán en unidades (u), y de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2.

### 3.29. VIDRIO EN CARPINTERÍA, BALAUSTRADAS Y BARANDILLAS

#### Ejecución

Los paneles serán de las medidas reflejadas en los planos del proyecto no superiores a 4 m. de altura y 5 m. de longitud.

El panel quedará fijado en sus dos lados horizontales por elementos que resistan su peso y las acciones de viento y limpieza que éste sufra. En los vidrios curvados el fijado se realizará en los lados curvos.

Se evitarán contactos vidrio-vidrio, vidrio-metal, y vidrio-hormigón. Irán provistos de tacos o bandas de goma que amortiguarán los golpes que puedan producir las hojas.

b) Criterios de aceptación y rechazo:

Los materiales cumplirán las condiciones establecidas en este Pliego y en la Norma UTE-FFV.

No se admitirá un desplome superior a 1/500 de la altura del panel.

La planeidad del panel será tal, que medida en todas las direcciones con regla de 2 m. no presente variaciones superiores a 4mm. Entre puntas mas salientes.

En los paneles curvos se procederá de la misma manera, con regla de curvatura similar a la especificada en los planos.

Los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados.

Los nichos se fabricarán según planos, serán reemplazables entre sí en la medida en que se ajusten a la modulación prevista en proyecto y quedarán sujetos por un mínimo de tres puntos.

#### Medición y Abono

La medición y abono de las unidades, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario, comprendidas en el presente capítulo se harán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2.

### 3.30. DRENAJE A TÚNEL. BANDAS DRENANTES DE POLIETILENO

#### Ejecución

Previamente a la instalación de las bandas drenantes se habrán realizado los taladros de perforación del hormigón de sostenimiento y del terreno indicadas en los Planos o que ordene la Dirección de Obra.

La fijación de las bandas drenantes será hecha mediante clavos fijados en el sostenimiento primario u otro medio que no altere su capacidad filtrante y sea aprobado por la Dirección de Obra.

Para evitar la entrada de lechada de cemento durante el hormigonado del revestimiento que recubre estas bandas drenantes, se efectuará un sellado de ambos lados de la banda con espuma de poliuretano, debidamente sujeta al soporte de madera que se evite la entrada de lechada del hormigón incluso por detrás de la lámina.

Se realizará una instalación de ensayo con la disposición y espaciado de claveteo indicada en los Planos, comprobando, después de hormigonado la efectividad del drenaje. En base a este ensayo la Dirección de Obra determinará su aprobación o a la necesidad de asegurar el sellado lateral, disminución de la distancia entre clavos o ambas.

Solo se permitirán uniones en estas bandas en la clave del túnel o caverna.

#### Medición y Abono

Las bandas drenantes se medirán por metros lineales (ml), considerando el perímetro de la sección teórica de proyecto y el número de elementos realmente instalados. Los drenajes con medias cañas de tubos de PVC y con drenes tipo Oberhasli se medirán por metros lineales (ml) realmente colocados con autorización de la Dirección de Obra.

El precio de abono incluye la parte proporcional de elementos de protección y anclaje, incluyendo las fijaciones de anclajes, así como los solapes necesarios el sellado de la banda drenante con espuma de poliuretano y los taladros en el revestimiento necesarios para la evacuación de aguas de 60 mm de diámetro como máximo, también están incluidas las pérdidas y todos los elementos auxiliares, coste de maquinaria y personal necesario para su correcta puesta en obra.

La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario. La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario. La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario. La medición y abono de aquellas unidades no comprendidas en el presente apartado se harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.

harán de acuerdo al cuadro de precios nº 1 y cuadros de precios nº 2, salvo que el P.P.T.P. indique lo contrario.3.35. Unidades de Obra No Especificadas en el presente Pliego

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto o de las disposiciones especiales que al efecto se dicte, por quien corresponda u ordene el Director de Obra, será ejecutado obligatoriamente por el Contratista, aún cuando no esté estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones.

Todos las obras se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de la buena construcción y con materiales de primera calidad, con sujeción a las especificaciones del presente Pliego. En aquellos casos en que no se detallan en éste las condiciones, tanto de los materiales como de la ejecución de las obras, se atenderá a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.