

**Documento nº 3**  
**Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.**

---



## ÍNDICE

- Parte 1ª.- Introducción y generalidades.
- Parte 2ª.- Materiales básicos.
- Parte 3ª.- Movimiento de tierras.
- Parte 6ª.- Estructuras.
- Parte 7ª.- Tratamientos del terreno.
- Parte 12ª.- Equipos electromecánicos.
- Parte 14ª.- Instalaciones eléctricas.
- Parte 25ª.- Estudios del embalse.



**Parte 1.-  
Introducción y generalidades.**



Artículo 100.- Definición y ámbito de aplicación .....	1
Artículo 101.- Disposiciones generales.....	11
Artículo 102.- Descripción de las obras. ....	15
102.5.1. Adecuación de equipos electromecánicos .....	16
102.5.1.1 Desagüe ecológico.....	16
102.5.1.2 Desagüe de fondo izquierdo .....	18
102.5.2. Adecuación de instalaciones eléctricas.....	19
102.5.3. Inyecciones de impermeabilización y drenaje .....	19
102.5.4. Actuaciones para mejora del conocimiento de la presa y embalse ....	19
Artículo 103.- Iniciación de las obras.....	21
Artículo 104.- Desarrollo y control de las obras.....	23
Artículo 105.- Responsabilidades especiales del contratista. ....	30
Artículo 106.- Medición y abono.....	32
Artículo 110.- Medidas correctoras y preventivas generales de impacto ambiental para la ejecución de las obras.....	36





## **Artículo 100.- Definición y ámbito de aplicación**

### **100.1. Definición.**

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (en lo sucesivo P.P.T.P.) constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras a que se refiere el presente proyecto, y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales a utilizar, el modo de ejecución y medición de las diferentes unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente Proyecto.

### **100.2. Ámbito de aplicación.**

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares será de aplicación a las obras definidas en el proyecto de "Renovación integral de elementos electromecánicos, eléctricos y otros de la presa de El Portillo. T.M. Castril (Granada)".

### **100.3. Instrucciones, normas y disposiciones aplicables.**

Si no se hace referencia a un artículo se entenderá que se mantienen las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Cuando sí se haga referencia, también será de cumplimiento lo dispuesto en el PPTG, en cuanto no se oponga a lo expresado en este PPTP, según juicio de la Dirección Facultativa.

Además de cuanto se prescribe en este Pliego serán de obligado cumplimiento las siguientes disposiciones.

#### **100.3.1. Normas oficiales de carácter general.**

- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (en adelante TRLCSP).
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.
- Disposición adicional segunda de la Ley 53/1.999 de 28 de diciembre (BOE de 29 de diciembre de 1.999).
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/01, de 12 de octubre.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado. (Decreto 3854/1970 de 31 de diciembre, BOE 16/Febrero/1971).
- Estatuto de los Trabajadores. Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo y modificaciones posteriores: Ley 60/1997, de 19 de diciembre; R.D. 488/1998, de 27 de

marzo; R.D. 1659/1998, de 24 de julio; R.D. 2720/1998, de 18 de diciembre; Ley 24/1999, de 6 de julio y Ley 33/2002, de 5 de julio; Ley 38/2007, de 16 de noviembre.

- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Ley 13/1985 de 25 de junio (BOE del 29) del Patrimonio Histórico Español, desarrollada parcialmente por R.D. 111/1986 de 10 de enero (BOE del 28). Ambas vigentes en lo que no modifica el RD 64/1994.
- REAL DECRETO 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 13/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. (BOE nº 35 de 9 de febrero de 2002).
- REAL DECRETO 64/1994, de 21 de enero, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 13/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. (BOE nº 52 de 2 de marzo de 1994).
- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía. (BOJA núm. 38, de 13 de febrero de 2008).
- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de protección y fomento del patrimonio histórico de Andalucía. (BOJA núm. 43, de 17 de marzo), derogada parcialmente por Decreto 168/2003, de 17 de junio.
- Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades arqueológicas (BOJA núm. 134, de 15 de julio) y ampliación mediante Resolución, de 30 de octubre de 2003. (BOJA núm. 29, de 12 de febrero de 2004).

#### Normas UNE.

- Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo (NLT), del MOPT.
- Método de Ensayo del laboratorio Central del MOPT.

#### 100.3.2. Seguridad y salud.

- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Código de la Circulación y todas las Normativas que posteriormente lo complementen o modifiquen.
- Decreto 3565/1972 de 23 de diciembre, por el que se establecen las Normas Tecnológicas de Edificación (NTE).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Orden de 23 de mayo de 1.983, por la que se modifica la clasificación sistemática de las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera (Real Decreto 863/85, 2-4-85) (B.O.E. 12-6-85).

- Modelo de Libro de Incidencias correspondiente a obras en las que sea obligatorio la inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 20 de septiembre de 1.986).
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Estatuto de los Trabajadores. Ley 1/1995 de 24 de marzo.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales (B.O.E. nº 269 de 10 de noviembre de 1995).
- Real Decreto 150/1996, de 2 de febrero, por el que se modifica el artículo 109 del reglamento general de normas básicas de seguridad minera.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril (B.O.E. de 23 de abril de 1.997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril (B.O.E. de 23 de abril de 1.997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo (B.O.E. de 12 de junio de 1.997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Corrección de erratas del R.D. 773/1.997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1.215/1997, de 18 de Julio (B.O.E. de 7 de agosto), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1.389/1997, de 5 de septiembre (B.O.E. de 7 de octubre), por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras.
- R.D. 1.627/1997, de 24 de octubre (B.O.E. de 25 de octubre), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 230/1998, de 16 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- Resolución de 18 de febrero de 1.998 de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social por la que se regula el modelo y requisitos del libro de visitas.
- Orden de 25 de marzo de 1.998, por la que se adapta en función del progreso técnico, el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo de 1.997, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.

- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 1124/2000, de 16 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1.997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajos contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 212/2002 de 22 de febrero, por el que se regula las emisiones sonoras en el entorno, debidas a determinadas máquinas al aire libre.
- R.D. 707/2002, de 19 de Julio, por el que se aprueba el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de Prevención de Riesgos Laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- R.D. 349/2003, de 21 de marzo por el que se modifica el Real Decreto 655/1.997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Real Decreto 464/2003, de 25 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- R.D. 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (BOE nº 145 de 18 de junio).
- R.D. 836/2003 de 27 de junio por el que se aprueba la nueva Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE – AEM – 4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1.215/1.997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 119/2005, de 4 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1.999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a daños en accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- R.D. 1.311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- R.D. 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- R.D. 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- R.D. 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Convenio General de la Construcción.
- Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo.
- R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, Reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Código Técnico de la Edificación (Texto modificado por Orden Ministerial VIV/984/2009, de 15 de abril)
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su aplicación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- R.D. 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, para incluir los riesgos de aplicación de plaguicidas.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de

señalización de seguridad y salud en el trabajo; el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- Ley 30/2015, de 9 de septiembre, por la que se regula el Sistema de Formación Profesional para el empleo en el ámbito laboral.
- Ley 31/2015, de 9 de septiembre, por la que se modifica y actualiza la normativa en materia de autoempleo y se adoptan medidas de fomento y promoción del trabajo autónomo y de la Economía Social.
- Orden PRE/2476/2015, de 20 de noviembre, por la que se actualiza la Instrucción Técnica Complementaria número 10, "Prevención de accidentes graves", del Reglamento de explosivos, aprobado por Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero.
- Real Decreto 1150/2015, de 18 de diciembre e, por el que se modifica el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

### 100.3.3. Legislación Ambiental

#### 100.3.3.1. Legislación estatal

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, modificada por la Ley 42/2007 de 13 diciembre, Ley 34/2007 de 15 de noviembre, Ley 27/2006 de 18 de julio, Ley 1/2005, de 9 de marzo, por el Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto y la Ley 5/2013, de 11 de junio.
- Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.

#### 100.3.3.2. Legislación autonómica (andaluza)

- Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía.
- Ley 18/2003, de 29 de diciembre, por la que se aprueban medidas fiscales y administrativas.
- Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas.
- Ley 5/2001, de 4 de junio, por la que se regulan las áreas de transporte de mercancías en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 292/1.995, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, modificado por la Ley 8/2001, de 12 de julio y por el Decreto 94/2003, de 8 de abril.
- Decreto 153/1.996, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental, modificado por la Ley 12/1999, de 15 de diciembre, por la Ley 8/2001, de 12 de julio y por el Decreto 94/2003, de 8 de abril.
- Decreto 297/1.995, de 19 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Calificación Ambiental, modificada por la Ley 12/1999, de 15 de diciembre.
- Decreto 741/1.996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad del Aire, modificada por: el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía; por la Orden de 23 de febrero de 1996, que desarrolla el Decreto 74/1996, de 20 de febrero por el que se aprueba el Reglamento de Calidad del Aire, en materia de medición, evaluación y valoración de ruidos y vibraciones.
- Decreto 283/1.995, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma Andaluza.



- Decreto 14/1.996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad de las Aguas Litorales. Modificada por la Orden de 24 de julio de 1997 por la que se aprueba el Pliego de Condiciones Generales para el otorgamiento de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo terrestre, derogados los artículos 26 a 29 por la Ley 18/2003, de 29 de diciembre.

#### 100.3.4. Otras normativas aplicables.

- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Norma UNE-EN 1916.- Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero”.
- Norma UNE 127916.- Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

#### 100.3.5. Consideraciones de la directiva de productos de construcción y marcado CE y de regulación de la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

En cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995) por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (modificada por la Directiva 93/68/CE), los productos de construcción a los que sea de aplicación dicha Directiva deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, conforme a lo establecido en el Anejo ZA de las normas armonizadas correspondientes.

Los productos de construcción a los que son de aplicación las mencionadas Directivas, así como las normas armonizadas correspondientes se recogen en el Anexo I de la Orden de 29 de noviembre de 2001 del Ministerio de Ciencia y Tecnología y en las actualizaciones y ampliaciones posteriores de este Anexo.

Las propiedades de estos productos deberán cumplir, en cualquier caso, los valores establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes vigente y los especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

La garantía del cumplimiento de las especificaciones incluidas en el marcado CE, así como la calidad de los productos será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

Por otra parte, se deberá tener en cuenta el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por lo que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

#### 100.3.6. Disposiciones finales.

Si de la aplicación conjunto de los Pliegos y Disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del Pliego de Bases, al presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y sólo en el caso de que aun así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación de la Administración, siempre que no se modifiquen las bases económicas establecidas en el Contrato, en cuyo caso se estará a lo dispuesto en el Reglamento General de la Ley de Contratos del Sector Público o normativa sustitutiva y/o complementaria que promulgue la Comunidad Autónoma de Andalucía, en uso de sus competencias.

Los Licitantes deberán especificar en sus ofertas la normativa específica de fabricación y ensayos.

No obstante, se deberán incluir en el Proyecto de Construcción todas las normas, reglamentos, instrucciones técnicas homologadas como de obligado cumplimiento por el Estado Español, así como la Administración Autonómica y Local, hasta la fecha de ejecución de la obra.

## **Artículo 101.- Disposiciones generales.**

### 101.1. Adscripción de las obras.

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 3 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (P.C.A.G.).

### 101.2. Dirección de las obras.

La Administración designará al Director de las Obras que será la persona, con titulación Superior, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras. Para desempeñar su función podrá contar con colaboradores que desarrollarán su labor en función de las atribuciones de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos.

La Administración comunicará al Contratista el Director de Obras designado, antes de la fecha de comprobación del replanteo. De igual forma, la Dirección Facultativa pondrá en conocimiento al Contratista respecto de su personal colaborador. Si se produjesen variaciones de personal (Director o Colaboradores) durante la ejecución de las obras, estas se pondrán en conocimiento al Contratista, por escrito.

### 101.3. Funciones del Director.

Las funciones de la Dirección Facultativa serán las siguientes:

- Exigir al Contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas.
- Definir aquellas Condiciones Técnicas que el presente Pliego de Prescripciones deja a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de Planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras y ocupaciones de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionadas con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.

- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en la Recepción de las obras y redactar la liquidación de las mismas, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración a la Dirección Facultativa para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

#### 101.4. Personal del Contratista.

El Delegado y Jefe de Obra del Contratista será la persona, con titulación Superior, elegida por el Contratista y aceptada por la Administración, con capacidad suficiente para:

- Representar al Contratista siempre que sea necesario según el Reglamento General de la Ley de Contratos del Sector Público y los Pliegos de Cláusulas, así como en otros actos derivados del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes de la Dirección Facultativa o sus colaboradores.
- Proponer a la Dirección o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

El Director de las obras podrá suspender los trabajos o incluso solicitar la designación de un nuevo Delegado o colaborador de éste, siempre que se incurra en actos u omisiones que comprometan o perturben la buena marcha de las obras o el cumplimiento de los programas de trabajo, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato.

#### 101.5. Ordenes al Contratista.

El Delegado y Jefe de Obra será el interlocutor del Director de la obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas, que dé la Dirección Facultativa directamente o a través de otras personas; debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia.

Todo ello sin perjuicio de que la Dirección Facultativa pueda comunicar directamente con el resto del personal oportunamente, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra.

El Delegado es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente, hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de obra estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. Se incluyen en este concepto los planos de obra, ensayos, mediciones, etc.

El Delegado deberá acompañar a la Dirección Facultativa en todas sus visitas de inspección a la obra y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba de la Dirección Facultativa, incluso en presencia suya, (por ejemplo, para aclarar dudas), si así lo requiere dicho Director.

El Delegado tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y marcha de obras e informar al Director a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección.

Se entiende que la comunicación Dirección de Obra-Contratista, se canaliza entre la Dirección Facultativa y el Delegado Jefe de Obra, sin perjuicio de que para simplificación y eficacia especialmente en casos urgentes o rutinarios, pueda haber comunicación entre los respectivos personales; pero será en nombre de aquellos y teniéndoles informados puntualmente, basadas en la buena voluntad y sentido común, y en la forma y materias que aquellos establezcan, de manera que si surgiese algún problema de interpretación o una decisión de mayor importancia, no valdrá sin la ratificación por los indicados Director y Delegado, acorde con el cometido de cada uno.

Se abrirá el "Libro de Órdenes" por la Dirección Facultativa y permanecerá custodiado en obra por el Contratista, en lugar seguro y de fácil disponibilidad para su consulta y uso. El Delegado deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita a la Dirección Facultativa.

Se hará constar en él las instrucciones que la Dirección Facultativa estime convenientes para el correcto desarrollo de la obra.

Asimismo, se hará constar en él, al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones durante el curso de las mismas, con el carácter de orden, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él órdenes, instrucciones y recomendaciones que se consideren necesarias comunicar al Contratista.

#### 101.6. Libro de incidencias.

Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Director considere oportuno y, entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales.
- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados con resumen de los resultados o relación de los documentos que estos recogen.

- Relación de maquinaria en obra, con expresión de cuál ha sido activa y en que tajo y cual meramente presente te, y cual averiada y en reparación.
- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o el ritmo de ejecución de obra.

En el "Libro de incidencias" se anotarán todas las órdenes formuladas por la Dirección de Obra o la Asistencia Técnica de la misma, que debe cumplir el Contratista. La custodia de éste libro será competencia de la Asistencia Técnica o persona delegada por la Dirección Facultativa.

Como simplificación, la Dirección Facultativa podrá disponer que estas incidencias figuren en partes de obra diarios, que se custodiaran como anejo al "Libro de incidencias".

#### 101.7. Disposición final

En todo aquello que se no se haya concretamente especificado en este Pliego de Condiciones, el Contratista se atenderá a lo dispuesto por la Normativa vigente para la Contratación y Ejecución de las Obras de las Administraciones Públicas, con rango jurídico superior.

## **Artículo 102.- Descripción de las obras.**

### 102.1. Planos.

Los planos del Proyecto servirán para la correcta ejecución de las obras pudiéndose deducir de ellos los planos de ejecución en obra o en taller.

A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista preparará todos los planos de detalles que se estimen necesarios para la ejecución de las obras contratadas. Dichos planos se someterán a la aprobación de la Dirección Facultativa, acompañando, si fuese preciso, las memorias y cálculos justificativos que se requieran para su mejor comprensión.

### 102.2. Contradicciones, omisiones y errores.

Las omisiones en este Pliego, o a las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en el presente Pliego y los Planos, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en los Planos.

### 102.3. Documentos que se entregan al Contratista.

Será de aplicación lo dispuesto en los artículos 67, 138, 139, 140 y 144 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098/2001) y en la Cláusula 7 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

#### 102.3.1. Documentos contractuales.

En casos de contradicciones, dudas o discrepancias entre los distintos documentos contractuales del presente proyecto, el orden de prelación entre ellos será el siguiente:

1. El Presupuesto y, dentro de éste, el siguiente orden: Definiciones y descripción de los precios unitarios; Unidades del Presupuesto y Partidas de Mediciones.
2. Los Planos.
3. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
4. La Memoria.

La Memoria y sus Anejos son documentos contractuales en lo referente a la descripción de los materiales básicos o elementales que forman parte de las unidades de obra.

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, el Estudio de Seguridad e Salud tendrá, en su totalidad, carácter contractual.

#### 102.4. Objeto del Proyecto. Consideraciones Generales.

El objeto del presente trabajo es la redacción del proyecto de las obras correspondientes al proyecto de "Renovación integral de elementos electromecánicos, eléctricos y otros de la presa de El Portillo. T.M. Castril (Granada)".

Todas las obras vienen definidas en el documento nº 2 Planos, de este Proyecto, y se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en ellos, conforme a las especificaciones de las Prescripciones Técnicas y a las órdenes e instrucciones del Director de Obra.

#### 102.5. Descripción de las Obras.

El presente proyecto tiene por objeto, la total definición de los trabajos y obras necesarias para la adecuación de los equipos electromecánicos, instalaciones eléctricas y actuaciones para mejora del conocimiento del embalse de la presa de El Portillo, con la finalidad de cumplir con los condicionantes de seguridad prescritos en la normativa de seguridad de presas actualmente en vigor y a la recomendada por las Guías Técnicas.

El proyecto incluye la ejecución de los siguientes trabajos:

- Adecuación de equipos electromecánicos.
- Adecuación de instalaciones eléctricas.
- Inyecciones de impermeabilización y drenaje.
- Actuaciones para mejora del conocimiento de la presa y embalse.

#### **102.5.1. Adecuación de equipos electromecánicos**

##### **102.5.1.1 Desagüe ecológico.**

El desagüe ecológico se controla mediante dos válvulas tipo Bureau, de dimensiones 0,40 x 0,31 m, ambas de guarda y con accionamiento oleohidráulico, una al comienzo del túnel y otra ya en la cámara de válvulas aguas abajo. Para el accionamiento de la compuerta del fondo del túnel se dispone un pupitre aislado junto a la válvula.

Para la regulación existe una válvula de chorro hueco existente al final de conducto, exenta de la pared externa de la cámara de válvulas.



### Sustitución de válvula Howell Bunger

La válvula Howell Bunger existente está completamente deteriorada actualmente, imposibilitando regular caudales con su accionamiento. La válvula actual está instalada en una brida de salida del tubo del desagüe ecológico en el exterior de la caseta de válvulas, el deterioro provocado por estar en el exterior es mayor aún. El equipo actual es de accionamiento interno, mediante cilindro oleohidráulico y su apertura se realiza mediante una bomba de piston Crick oleohidráulica manual instalada en el interior de la cámara de válvulas.

Se instalará una válvula Howell Bunger DN400 en el interior de la caseta de válvulas, mejorando la instalación y el mantenimiento de este equipo de forma considerable. La tubería del desagüe ecológico está vista en la cámara de válvulas, situada a una cota inferior entre las dos válvulas Howell Bunger del desagüe de fondo.

Se montará carrete de desmontaje de válvula y válvula embreada de tipo Howell Bunger DN400 y accionamiento mediante dos cilindros oleohidráulicos. Se ejecutará pasamuros de la válvula y salida abocinada en mampostería en la caseta de válvulas. El accionamiento de esta válvula será realizado mediante central oleohidráulica y cuadro de control de maniobra. La instalación oleohidráulica será realizada en conducción de acero inoxidable, grapeada junto la existente en las paredes de la caseta de válvulas. La central oleohidráulica y el cuadro de maniobra se ubicarán en el nivel superior de la cámara de válvulas, junto a los equipos de accionamiento de los otros órganos de desagüe.

### Instalación de aerotermo en túnel de desvío

En el tapón del túnel de desvío, se encuentra la compuerta de aguas arriba del desagüe ecológico. Este equipo está sometido a unas condiciones de humedad muy altas debido al sitio en que está ubicado, acelerando su deterioro y desgaste.

Se instalará un aerotermo mural, de tipo industrial, en el túnel para reducir la humedad relativa de la zona mediante la convección de aire caliente, de esta forma se eliminarán las condensaciones en la válvula, manteniendo este equipo en mejores condiciones.

Se instalará cuadro eléctrico de protecciones de este equipo dentro de la zona de influencia del aerotermo, con temporizador horario, para programar el ciclo de horas de servicio necesario para mantener la zona en las condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Este tipo de equipo proporciona unas condiciones locales de flujo de aire a mayor temperatura que reducen la humedad relativa del aire dentro de la zona de influencia del aerotermo, es por esto que todo el equipamiento existente en la zona del tapón del túnel de desvío, debe quedar dentro de la zona de influencia de este equipo.

#### Instalación oleohidráulica en válvula de aguas arriba

La maniobra de la válvula Bureau de aguas arriba del desagüe ecológico se realiza, en la actualidad, mediante una central manual portátil que se traslada por el túnel de desvío hasta la válvula. En la operación de conexión/desconexión de este grupo oleohidráulico manual, se corre el riesgo de que entre aire en el circuito.

Con la mejora de las condiciones de humedad en la zona que se va a realizar, se instalará de forma permanente la bomba manual de pistón Crick de la válvula Howell Bunger del desagüe ecológico, que con su renovación quedará sin uso, completamente revisada y con aceites y juntas cambiadas.

Se realizará la instalación con conducción oleohidráulica en acero inoxidable, grapeada a la obra civil. Se mantendrá conexión mediante enchufes rápidos para poder operar la válvula con la central portátil.

#### **102.5.1.2 Desagüe de fondo izquierdo**

Los desagües de fondo se controlan por medio de dos válvulas tipo Howell-Bunger de 1.400 mm de diámetro. Ambas válvulas, son accionadas por la misma central oleohidráulica, que consta de dos motobombas eléctricas y bomba de accionamiento manual para emergencia. Ninguna de las compuertas del embalse está conectada con el SAIH.

#### Sustitución de junta de cierre delantera de válvula Howell Bunger del desagüe de fondo izquierdo

Se cambiará la junta de cierre delantera de la válvula Howell Bunger del desagüe de fondo izquierdo. En la actualidad se producen fugas que se evitarán con el cambio de la mencionada junta.

Este anillo de estanqueidad se cambia desde el exterior, retirando aro metálico de cierre de la válvula. Para esta actuación se necesita contar con plataforma de trabajo estable en el exterior de la caseta de válvulas. Para trabajar con seguridad, se requiere el uso de pequeño tróctel o polipasto, para poder retirar y volver a instalar el aro de cierre de la válvula. Toda la tornillería será sustituida por tornillos de acero inoxidable.

Posteriormente una vez esté completada la instalación se procederá a realizar maniobra de apertura y cierre para calibrar presostatos de cierre de compuerta, el cierre se realizará a la menor presión posible que mantenga un cierre estanco de la válvula para no comprimir en exceso la nueva junta instalada.

### **102.5.2. Adecuación de instalaciones eléctricas**

#### Sistema de protección contra el rayo

Según el Código Técnico de la Edificación, sección SU8, será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos (Ne) sea mayor que el riesgo admisible (Na). En el Anejo nº1 se estudia esta necesidad para la presa de El Portillo, llegándose a la conclusión de que no es necesaria la instalación de un sistema de pararrayos.

No obstante, a pesar de no ser estrictamente necesario y de acuerdo con la norma "IEC 62305" con título "Protección contra el rayo", se proyecta la instalación de dos sistemas de protección contra el rayo para dar cobertura a la torre de toma y el área administrativa, que se compone de la oficina y grupos electrógenos.

### **102.5.3. Inyecciones de impermeabilización y drenaje**

Se ejecutará desde la galería inferior una pantalla de inyecciones de impermeabilización y de drenaje en sentido descendente, con una longitud total de 40 m.

Se procederá a realizar las inyecciones de impermeabilización mediante taladros de 50 mm (2") con un grado de inclinación hacia aguas arriba de 15º hasta alcanzar los 30 m de profundidad desde el contacto presa-cimiento. La separación entre inyecciones será de 5 m, ejecutándose primero en emplazamientos alternos (cada 10 m) con lechada de cemento, mientras que los restantes se ejecutarán con posterioridad, también con lechada de cemento.

Una vez concluidas las inyecciones se procederá a la ejecución de la pantalla de drenaje, con taladros verticales cada 5 m, coincidentes con los emplazamientos de las inyecciones, y con un diámetro de 76 mm (3"), con una profundidad de 25 m medidos desde el contacto presa-cimiento.

### **102.5.4. Actuaciones para mejora del conocimiento de la presa y embalse**

La posible pérdida de capacidad de almacenamiento que los embalses conforme avanza su edad de explotación exige un control periódico del grado de aterramiento que puede existir.

Para garantizar un óptimo funcionamiento de los embalses, se requiere conocer y actualizar con precisión los niveles y volúmenes máximos y mínimos de operación, el embalse útil y el embalse muerto, con miras a determinar la capacidad de regulación y a optimizar la operación del embalse a lo largo del año.

La herramienta más importante dentro del análisis de regulación de un embalse es la curva de área y capacidad - niveles, la cual se obtiene a partir del levantamiento hidrotopográfico,

el modelo digital de terreno y la relación de área y volúmenes para diferentes niveles. Mediante un análisis comparativo de batimetrías en diferentes períodos, se puede establecer la dinámica de los procesos de erosión y sedimentación del embalse, su cuenca aportante y las variaciones de la curva de área-capacidad.

Por lo anteriormente expuesto es necesaria la realización de un trabajo cartográfico mediante Dron (aéreo) y Batimetría para la obtención productos cartográficos de detalle tanto planimétricos (Ortofoto) como altimétricos (DTM + Batimetría) del embalse de El Portillo.

Los trabajos deben encaminarse a la determinación más correcta posible de la geometría del vaso del embalse, es decir, la obtención de un Modelo Digital del Terreno del embalse para completar el Modelo Digital de todo el ámbito de interés y a la obtención de una cartografía vectorial de curvas de nivel de toda la planta embalsada con equidistancia 1 m. Estos productos deben servir para realizar una adecuada cubicación del vaso de los embalses.

Por otro lado, para mejorar el conocimiento de la presa, se realizará un levantamiento topográfico de la coronación y de la galería perimetral con nivelación de alta precisión incluyendo la colocación de clavos y el posterior tratamiento de los datos de campo.

## **Artículo 103.- Iniciación de las obras**

### **103.1    Inspección de las obras.**

La Dirección Facultativa deberá ejercer de una manera continuada y directa la inspección de la obra durante su ejecución, sin perjuicio de que la Administración pueda confiar tales funciones, de un modo complementario, a cualquier otro de sus Órganos y representantes.

El Contratista o su Delegado deberá, cuando se le solicite, acompañar en sus visitas de inspección al Director o a las personas designadas para tal función.

### **103.2    Comprobación del replanteo.**

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del mismo respecto de los documentos contractuales del Proyecto, con especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra, a la autorización para la ocupación de los terrenos necesarios y a cualquier punto que pueda afectar al cumplimiento del Contrato.

El Contratista transcribirá, y el Director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Órdenes.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra y los ejes principales de las obras de fábrica: así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

### **103.3    Programa de trabajos.**

Independientemente del Plan de Obra contenido en este Proyecto, el Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de las obras un Programa de Trabajos indicando el orden en que ha de proceder y los métodos por los que se propone llevar a cabo las obras, incluyendo un diagrama similar al indicado por la Dirección General de Carreteras en la publicación "Recomendaciones para formular los programas de trabajos", en el que figure un diagrama de Gantt, y un gráfico de las valoraciones de obra mensuales y al origen previstas.

El Programa de Trabajos del Contratista no contravendrá el del Proyecto y expondrá con suficiente minuciosidad las fases a seguir, con la situación de cada tipo a principios y finales de cada mes.

La programación de los trabajos será actualizada por el Contratista cuantas veces sea requerido para ello por la Dirección Facultativa. No obstante, tales revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos de ejecución estipulados en el contrato de adjudicación.

La presentación del Programa de Trabajos tendrá lugar dentro del plazo de 30 días a partir de la fecha de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo de la Obra.

103.4 Orden de iniciación de las obras.

Aunque el Contratista formule observaciones que pudieran afectar a la ejecución del Proyecto, si el Director decide la iniciación de las obras, el Contratista estará obligado a iniciarlas, sin perjuicio de su derecho a exigir, en su caso, la responsabilidad que a la Administración incumbe como consecuencia de las órdenes que emita.

## **Artículo 104.- Desarrollo y control de las obras.**

### **104.1. Replanteo de detalle de las obras.**

La Dirección Facultativa o su personal colaborador aprobará los replanteos de detalles necesarios para llevar a cabo las obras, suministrando al Contratista todos los datos de que disponga para la realización de los mismos.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originan al efectuar los citados replanteos.

### **104.2. Equipos de maquinaria.**

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares necesario para llevar a cabo la ejecución de las mismas en los plazos establecidos en el contrato.

La maquinaria permanecerá en obra mientras se están ejecutando unidades en las que hayan de utilizarse y no podrán ser retirados sin conocimiento de la Dirección Facultativa. Las piezas averiadas serán reemplazadas siempre que su reparación pudiera suponer una alteración del programa de trabajo.

Cualquier modificación que el Contratista quiera efectuar en el equipo de maquinaria ha de ser aceptada por la Dirección Facultativa.

Salvo estipulación contraria, una vez finalizadas las obras, el equipo de maquinaria quedará de libre disposición del Contratista.

### **104.3. Ensayos.**

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como sobre unidades de obra terminadas, será fijado por la Dirección Facultativa.

El Contratista está obligado a realizar su "Autocontrol" de cotas, tolerancias y geométrico en general y el de calidad, mediante ensayos de materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la Administración, representada por la Dirección Facultativa de la obra o persona delegada por el mismo al efecto, que una unidad de obra está terminada a juicio del Contratista para su comprobación por la Dirección de obra, hasta que el mismo Contratista, mediante su personal facultado para el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones. Esto es sin perjuicio de que la Dirección de la obra pueda hacer las inspecciones y pruebas que crea oportunas en cualquier momento de la ejecución. Para ello, el Contratista está obligado a disponer en obra de los equipos necesarios y suficientes, tanto materiales de laboratorio,

instalaciones, aparatos, etc., como humanos, con facultativos y auxiliares capacitados para dichas mediciones y ensayos. Se llamará a esta operación "Autocontrol".

Con independencia de lo anterior, la Dirección de obra ejecutará las comprobaciones, mediciones y ensayos que estime oportunos, que llamaremos "De Control", a diferencia del Autocontrol. La Dirección Facultativa podrá prohibir la ejecución de una unidad de obra si no están disponibles dichos elementos de Autocontrol para la misma, siendo entera responsabilidad del Contratista las eventuales consecuencias de demora, costes, etc.

El importe de estos ensayos de control será por cuenta del Contratista hasta un tope del 1% del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto, así como de sus adicionales si los hubiere, de acuerdo con las disposiciones vigentes, y por cuenta de la Administración la cantidad que lo excediere, en su caso.

Dicho importe, con dicho porcentaje, está incluido en los precios que figuran en el Cuadro de Precios de este proyecto, por lo que el Contratista deberá abonar dichos ensayos (hasta un tope del 1% del PEM como se ha dicho).

Este límite no será de aplicación a los ensayos necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos de construcción ocultos. Si existieran, los gastos se imputarían al Contratista.

Estas cantidades no son deducibles por el eventual coeficiente de baja en la adjudicación del Contrato.

Los ensayos de Autocontrol serán enteramente a cargo del Contratista.

En relación con los productos importados de otros estados miembros de la Unión Europea, aun cuando su designación y, eventualmente, su marcaje fueron distintos de los indicados en el presente Pliego, no será precisa la realización de nuevos ensayos si de los documentos que acompañaren a dichos productos se desprendiera claramente que se trata, efectivamente, de productos idénticos a los que se designan en España de otra forma. Se tendrá en cuenta, para ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las autoridades competentes de los citados Estados, con arreglo a sus propias normas.

Si una partida fuere identificable, y el Contratista presentare una hoja de ensayos suscrita por un laboratorio aceptado por el Ministerio de Fomento, o por otro Laboratorio de pruebas u Organismo de control o certificación acreditado en un Estado miembro de la Unión Europea, sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para comprobar que el producto no ha sido alterado durante los procesos posteriores a la realización de dichos ensayos.



#### 104.4. Materiales.

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, pudiendo ser rechazados en caso contrario por la Dirección Facultativa. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del Contratista y eventualmente con el control de la Dirección de Obra.

Lo dispuesto en los artículos referentes a materiales incluidos en el presente Pliego, se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el R.D. 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995) por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Será de aplicación la Orden de 29 de noviembre de 2001 del Ministerio de Ciencia y Tecnología, por la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de construcción, así como la Resolución de 10 de mayo de 2006, por la que se amplían los anexos I, II y III de la citada Orden.

Todos los materiales procederán de los lugares elegidos por el Contratista, que podrán ser los propuestos en este proyecto u otros diferentes, siempre que los materiales sean de calidad igual o superior a los exigidos en este Pliego.

Los lugares propuestos por el Contratista han de ser necesariamente autorizados por la Dirección Facultativa y demás organismos medioambientales afectados.

La aceptación de la Dirección Facultativa de una determinada cantera o préstamo, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en la calidad de los materiales que han de ser utilizados en las obras ni en el volumen necesario en cada fase de ejecución.

De igual modo, la aprobación por parte de la Dirección Facultativa de canteras o préstamos, no modificarán de manera alguna los precios establecidos de los materiales, siendo por cuenta del Contratista cuantos gastos añadidos se generen en el cambio de las canteras o préstamos.

También correrán por cuenta del Contratista la obtención de todos los permisos y licencias pertinentes para la explotación de estos lugares.

104.5. Acopios.

El Contratista, por su cuenta y, previa aprobación de la Dirección Facultativa deberá adecuar zonas en la obra para el emplazamiento de acopios e instalar los almacenes precisos para la conservación de materiales, evitando su destrucción o deterioro.

Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm.) inferiores. Estos acopios se construirán por capas de espesor no superior a metro y medio (1,5 m.) y no por montones cónicos: Las capas se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. esta misma medida se aplicará cuando se autorice un cambio de procedencia.

Una vez utilizados los acopios o retirado los almacenes, las superficies deberán restituirse a su estado natural.

104.6. Trabajos nocturnos.

Todo trabajo nocturno habrá de ser autorizado por la Dirección Facultativa.

104.7. Trabajos defectuosos.

El Contratista responderá de la ejecución de las obras y de las faltas que en ellas hubiere, hasta que se lleve a cabo la recepción de las obras.

El Director de las Obras ordenará, antes de la recepción de las obras, la demolición y reposición de las unidades de obra mal ejecutadas o defectuosas. Los gastos que de estas operaciones se deriven, correrán por cuenta del Contratista.

El Contratista sólo quedará exento de responsabilidad cuando la obra defectuosa o mal ejecutada se deba a alguna orden por parte de la Propiedad o a vicios del Proyecto.

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera, sin embargo, admisible a juicio de la Dirección Facultativa de las obras, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, quedando el adjudicatario obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con la rebaja económica que la Dirección Facultativa estime, salvo en el caso en que el adjudicatario opte por la demolición a su costa y las rehaga con arreglo a las condiciones del Contrato.

**104.8. Construcción y conservación de desvíos.**

La construcción de desvíos y accesos provisionales durante la obra, su conservación, señalización y seguridad serán por cuenta y responsabilidad del Contratista, salvo que expresamente se disponga otra cosa en los demás documentos contractuales del Proyecto, sin perjuicio de que la Dirección Facultativa pueda ordenar otra disposición al respecto.

**104.9. Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones.**

El Contratista está obligado al conocimiento y cumplimiento de todas las disposiciones vigentes sobre señalización de obras e instalaciones, y en particular de lo dispuesto en las siguientes instrucciones:

Instrucción 8.3-IC sobre señalización de obras, aprobada por Orden Ministerial de 31 de agosto de 1.987 (B.O.E. del 18 de septiembre) sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado. Esta Orden ha sido modificada parcialmente por el Real Decreto 208/1989, de 3 de febrero (BOE del 1 de marzo), por el que se añade el artículo 21 bis y se modifica la redacción del artículo 171.b) A del Código de la circulación.

Orden Circular 300/89 PyP, de 20 de marzo, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado.

Orden Circular 301/89 T, de 27 de abril, sobre señalización de obras.

Una vez adjudicadas las obras y aprobado el correspondiente programa de trabajo, el Contratista elaborará un Plan de Señalización, Balizamiento y Defensa de la obra en el que se analicen, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el proyecto. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas vas que la Empresa adjudicataria proponga con la correspondiente valoración económica de las mismas que no deberá superar el importe total previsto en el Proyecto.

El Plan deberá ser presentado a la aprobación expresa de la Dirección Facultativa de la obra. En todo caso, tanto respecto a la aprobación del Plan como respecto a la aplicación del mismo durante el desarrollo de la obra, la Dirección Facultativa actuará de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 de la Instrucción 8.3 - IC (B.O.E. del 18 de septiembre) antes mencionada.

El Contratista señalizará reglamentariamente las zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a personas ajenas a la obra y las rellenará a la mayor brevedad y vallará toda zona peligrosa y establecerá la vigilancia suficiente, en especial de noche. Fijará las señales en su posición apropiada, y para que no puedan ser sustraídas o cambiadas, y mantendrá un servicio continuo de vigilancia que se ocupe de su reposición inmediata en su caso.

104.10. Precauciones especiales durante la ejecución de las obras.

Será de aplicación lo establecido en el apartado 104.10 del Artículo 104 del PG-3.

104.11. Modificaciones de obra.

Se estará a lo dispuesto en el apartado 104.11 del Artículo 104 del PG-3.

104.12. Limpieza final de las obras y despeje de márgenes.

Terminadas las obras, todas las instalaciones, depósitos y edificaciones construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, serán removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

De manera análoga serán tratados los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras que se abandonarán tan pronto como deje de ser necesaria su utilización.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

104.13. Conservación de las obras ejecutadas.

El adjudicatario queda comprometido a conservar, a su costa hasta que sean recibidas provisionalmente, todas las obras que integran este proyecto.

Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía de un (1) año a partir de la fecha de recepción de las obras o el que fije el contrato.

Dentro de esta conservación se incluye el riego y mantenimiento de todas las plantaciones de proyecto.

No se ha previsto partida alzada para la conservación de las obras durante el plazo de ejecución ni durante el período de garantía, por considerarse incluido este concepto en los precios correspondientes de las distintas unidades de obra.

104.14. Vertederos.

La búsqueda de vertederos y su abono a los propietarios son por cuenta del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá prohibir la utilización de un vertedero si, a su juicio, atentara contra el paisaje, el entorno o el medio ambiente, sin que ello suponga alteración alguna en los precios.

En cualquier caso, será condición necesaria para la actuación del contratista en los terrenos de vertedero el permiso escrito del propietario de los mismos, así como la aprobación oficial del organismo competente.

Una vez terminadas todas las operaciones de vertido, el Contratista llevará a cabo la restitución de la zona.

## **Artículo 105.- Responsabilidades especiales del contratista.**

### **105.1    Daños y perjuicios.**

Será de cuenta del Contratista indemnizar todos los daños causados a terceros como consecuencia de las operaciones que requiera la ejecución de las obras, salvo cuando tales perjuicios hayan sido ocasionados por una orden de la Administración o por vicios de Proyecto, en cuyo caso la Administración podrá exigir al Contratista la reposición material del daño producido por razones de urgencia, teniendo derecho el Contratista a que se le abonen los gastos que de tal reparación se deriven.

### **105.2.   Objetos encontrados.**

La Dirección de Obra o, en su caso, el Contratista, antes de comenzar las obras contactará para avisar del comienzo de la actividad a la instancia administrativa responsable del Patrimonio y estará a lo que ella disponga sobre protección concreta de los elementos patrimoniales, monumentos, edificios de interés, áreas con restos, etc.

Independientemente de lo anterior, se señalizarán con barrera y cartel los elementos que queden en la zona de influencia de la obra, hasta donde puedan llegar la maquinaria, las proyecciones de una voladura, etc.

Si durante las excavaciones se encontrasen restos arqueológicos, inmediatamente se suspenderán los trabajos y se comunicará a la Dirección Facultativa.

El Estado se reserva la propiedad de los objetos de arte, antigüedades, monedas y, en general, objetos de todas clases que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en terrenos del Estado o expropiados para la ejecución de la obra, sin perjuicio de los derechos que legalmente correspondan a terceros.

El contratista tiene la obligación de emplear todas las precauciones que, para la extracción de tales objetos, le sean indicadas por la Dirección y derecho a que se le abone el exceso de gasto que tales trabajos le causen.

El contratista está también obligado a advertir a su personal de los derechos del Estado sobre este extremo, siendo responsable subsidiario de las sustracciones o desperfectos que pueda ocasionar el personal empleado en la obra.

**105.3. Evitación de contaminación.**

El Contratista queda obligado a cumplir las órdenes de la Dirección Facultativa evitar la contaminación del aire, cursos de agua, cosechas y, en general, de cualquier bien público o privado que pudiera verse contaminado por la ejecución de las obras.

**105.4. Permisos y licencias.**

La obtención de los permisos, licencias y autorizaciones que fueran necesarios ante particulares u organismos oficiales, para cruce de carreteras, líneas férreas, cauces, etc., afecciones a conducciones, vertidos a cauces, ocupaciones provisionales o definitiva de terrenos públicos u otros motivos, y los gastos que ello origine, cualquiera que sea su tratamiento o calificación (impuesto, tasa, canon, etc...) y por cualquiera que sea la causa (ocupación, garantía, aval, gastos de vigilancia, servidumbre, etc...), serán por cuenta del Contratista.

Asimismo, serán a su cargo el anuncio, los carteles de obra, el pago de las tasas oficiales y los gastos por recepción y liquidación previstos.

**105.5. Demora injustificada en la Ejecución de las Obras.**

El Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales que fije el Programa de Trabajo aprobado al efecto, y el plazo total con las condiciones que en su caso se indiquen.

La demora injustificada en el cumplimiento de dichos plazos acarreará la aplicación al Contratista de las sanciones previstas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares o, en su defecto, las que señale la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas o el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

**105.6. Seguridad y Salud.**

El Contratista debe velar por el cumplimiento, durante los trabajos, de las normas legalmente establecidas en cuanto a Seguridad y Salud en el Documento correspondiente del presente Proyecto.

En dicho Documento, que posee carácter contractual, se encuentran los artículos correspondientes al Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo que se consideran anexos a este Pliego.

## Artículo 106.- Medición y abono.

### 106.1. Medición de las obras.

La Dirección realizará mensualmente, y siguiendo los criterios establecidos para ello en el presente Pliego, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior.

### 106.2. Abono de las obras.

#### 106.2.1. Modo de abonar las obras completas.

Todos los materiales, medios y operaciones necesarios para la ejecución de las unidades de obra se consideran incluidos en el precio de las mismas, a menos que en la medición y abono de la correspondiente unidad se diga explícitamente otra cosa.

El suministro, transporte y colocación de los materiales, salvo que se especifique lo contrario, está incluido en la unidad, por tanto, no es objeto de abono independiente.

#### 106.2.2. Modo de abonar las obras incompletas.

Las cifras que para unidades, pesos o volúmenes de materiales figuran en las unidades compuestas del Cuadro de Precios nº 2, servirán solo para el conocimiento del costo de estos materiales acopiados a pie de obra, en su caso, según criterio de la Dirección Facultativa, pero por ningún concepto tendrán valor a efectos de definir las proporciones de las mezclas, ni el volumen necesario en acopios para conseguir el volumen final compactado en obra.

Cuando por rescisión u otra causa según las disposiciones vigentes fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del Cuadro nº 2, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho cuadro, ni que tenga derecho el adjudicatario a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio.

Las partidas que componen la descomposición del precio, serán de abono cuando esté acopiado la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizadas en su totalidad las labores y operaciones que determinen la definición de la partida, ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideren abonables fases de ejecución terminadas, perdiendo el adjudicatario todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.



#### 106.2.3 Certificaciones.

El Contratista, tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutadas a que se refiere el apartado 106.1 y los precios contratados, redactará mensualmente la correspondiente relación valorada al origen.

La Dirección Facultativa comprobará la relación valorada y, en caso de que sea correcta, expedirá y tramitará las certificaciones en los diez días siguientes del período a que correspondan.

#### 106.2.4. Anualidades.

Las anualidades de inversión previstas para las obras se establecerán de acuerdo con el ritmo fijado para la ejecución de las mismas.

El Contratista podrá desarrollar los trabajos como rapidez, previa autorización de la Dirección Facultativa, pero no podrá percibir en cada año, una cantidad de dinero mayor que la consignada en la anualidad correspondiente.

La Dirección Facultativa podrá exigir las modificaciones necesarias en el Programa de Trabajos, de forma que la ejecución de las unidades de obra que deban desarrollarse sin solución de continuidad no se vea afectada por la aceleración de parte de dichas unidades.

#### 106.2.5. Precios unitarios.

La numeración de los artículos de este Pliego que definen las distintas unidades de obra y la de los precios de abono correspondientes, definidos en el Cuadro de Precios, son coincidentes.

Los precios unitarios, que se definen en los "Cuadros de Precios" del presente Proyecto, y que son los de aplicación a las correspondientes unidades de obra para abono al Contratista, cubren todos los gastos necesarios para la completa ejecución material de la Unidad de Obra correspondiente, de forma que ésta pueda ser recibida por la Administración, incluidas todas las operaciones, mano de obra, materiales y medios auxiliares que fuesen necesarios para la ejecución de cada unidad de obra.

Asimismo, quedan incluidos todos los gastos que exige el capítulo I del Presente PPTP, y del PG-3.

#### 106.2.6. Partidas alzadas.

En el presupuesto pueden incluirse algunas partidas para prever el abono de las unidades que pudieran no estar perfectamente definidas en el Proyecto.

En ningún caso se considerarán de abono obligado, sino que el incluirlas en presupuesto tiene el carácter de crear disponibilidad económica.

El abono de las obras que figuren en dichas partidas se hará, siempre que sea posible y lógico, utilizando precios del Cuadro de Precios. En caso contrario, se abonarían a los precios que fijase la Administración, previa audiencia del Contratista, y que fuesen aprobados por la Superioridad.

#### 106.2.7. Tolerancias.

En el presente P.P.T.P. no se prevén ningún tipo de tolerancias en las mediciones de las unidades de obra, en general; y, por tanto, cualquier exceso de obra que no haya sido autorizado por la Dirección Facultativa no será de abono.

#### 106.3. Otros gastos de cuenta del Contratista.

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria o materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos de tráfico y servicio de las obras; los debidos a la ejecución de desagües, colocación de señales de tráfico, señalización de seguridad y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de la Obra de acuerdo con la legislación vigente; los de retirada total al finalizar la Obra; los provocados por la acometida, instalación y consumo de energía eléctrica, agua o cualquier otro concepto similar, que sea necesario para las obras; los de demolición de las instalaciones provisionales; los de retirada de los materiales rechazables; los provocados por la corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos, pruebas o por dictamen de la Dirección Facultativa.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y los de control de calidad de las obras, con los límites legales establecidos.

Serán de cuenta del Contratista la elaboración y correspondiente pago de los Proyectos que haya que realizar para conseguir los permisos para la puesta en marcha de las instalaciones, entendiéndose que dichos pagos van incluidos en las unidades de obra correspondientes.

Serán de cuenta del Contratista la indemnización a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen en la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres o depósitos,

los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y, en general, cualquier operación que se derive de la propia ejecución de las obras.

También serán a cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa, así como los gastos de vigilancia para el perfecto mantenimiento de las medidas de seguridad.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos a particulares, daños causados en sus bienes por aperturas de zanja, desvíos de cauces, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de materiales y maquinaria y cuantas operaciones requieran la ejecución de las obras.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

#### 106.4. Precios contradictorios.

Según el Artículo 234 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, si se establecen modificaciones que supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en este proyecto o cuyas características difieran sustancialmente de ellas, los precios de aplicación de las mismas serán fijados por la Administración, a la vista de la propuesta de la Dirección Facultativa y de las observaciones del Contratista a esta propuesta en trámite de audiencia, por plazo mínimo de tres días hábiles. Si éste no aceptase los precios fijados, el órgano de contratación podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado o ejecutarlas directamente. La contratación con otro empresario podrá realizarse por el procedimiento negociado sin publicidad, siempre que su importe no exceda del 20 por 100 del precio primitivo del contrato.

Según la Cláusula 60 de la Sección 1ª de Modificación en la Obra del Capítulo Cuarto del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, si se juzga necesario emplear materiales o ejecutar unidades de obra que no figuran en el presupuesto del presente proyecto, la propuesta del Director sobre los nuevos precios a fijar se basará, en cuanto resulte de aplicación, en los costes elementales fijados en la descomposición de los precios unitarios integrados en el contrato y, en cualquier caso, en los costes que correspondiesen a la fecha en que tuvo lugar la licitación del mismo. Los nuevos precios, una vez aprobados por la Administración, se considerarán incorporados, a todos los efectos, en los cuadros de precios del proyecto que sirvió de base para el contrato.

## **Artículo 110.- Medidas correctoras y preventivas generales de impacto ambiental para la ejecución de las obras.**

Se seguirán todas las prescripciones establecidas en el Anejo 9 "Gestión de Residuos" del proyecto.

A nivel general se tomarán las correspondientes medidas correctoras y preventivas en relación a la gestión de residuos de construcción y demolición y a la protección del medio ambiente:

### Generación de residuos de la actividad constructiva

Cuando la fase de ejecución genere residuos clasificados como peligrosos, de acuerdo con lo establecido en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, el Constructor deberá separarlos respecto a los no peligrosos, acopiándolos por separado e identificando claramente el tipo de residuo y su fecha de almacenaje, ya que los residuos peligrosos no podrán ser almacenados más de seis meses en la obra.

Los residuos deberán ser retirados de la obra por gestores autorizados, quienes se encargarán en su caso, de su valorización, reutilización, vertido controlado, etc.

Se prestará especial atención al derrame o vertido de productos químicos (por ejemplo, líquidos de batería) o aceites usados en la maquinaria de obra. Igualmente, se deberá evitar el derrame de lodos o residuos procedentes del lavado de la maquinaria que, frecuentemente, pueden contener también disolventes, grasas y aceites.

Los residuos se separarán, acopiándolos por separado e identificando claramente el tipo de residuo y su fecha de almacenaje, no pudiendo permanecer los residuos peligrosos en la obra durante más de seis meses.

### Emisiones atmosféricas

Especialmente cuando la obra se desarrolle en las proximidades de zonas urbanas, el constructor velará para evitar la generación de polvo en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- Movimiento de tierras asociado a las excavaciones
- Plantas de machaqueo de áridos o de fabricación de hormigón ubicadas en la obra
- Acopios de materiales

Para ellos, se recurrirá al regado frecuente de las pistas y caminos por los que circula la maquinaria, se limitará su velocidad y, en su caso, se cubrirán los transportes y acopios con lonas adecuadas. En el caso de instalaciones de machaqueo de áridos, se planificará la

actividad de forma que se minimice su período de uso, se cubrirán las cintas de transporte de los áridos y se emplearán, siempre que sea posible, elementos captadores de polvo o pulverizadores de agua. En el caso de plantas de hormigón, se deberá disponer un filtro en los silos de cemento que evite la generación de polvo como consecuencia del transporte neumático.

Se procurará minimizar la generación de gases procedentes de la combustión de combustibles evitando velocidades excesivas de la maquinaria de obra, efectuando un mantenimiento adecuado de la misma y, preferiblemente, mediante el empleo de maquinaria que disponga de catalizadores.

En el caso de los procesos de soldadura se generen gases que, especialmente en el caso realizarse en lugares confinados, pueden ser tóxicos por lo que deberán realizarse análisis periódicos de los mismos. En cualquier caso, debe procurarse que las soldaduras se realicen con ventilación adecuada.

#### Generación de aguas residuales procedentes de la limpieza de plantas o elementos de transporte de hormigón

En el caso de centrales de obra para la fabricación de hormigón, el agua procedente del lavado de sus instalaciones o de los elementos de transporte del hormigón, se verterá sobre zonas específicas, impermeables y adecuadamente señalizadas. Las aguas almacenadas podrán reutilizarse como agua de amasado para la fabricación del hormigón, siempre que se cumplan los requisitos establecidos al efecto en el artículo 27º de la EHE.

Como criterio general, se procurará evitar la limpieza de los elementos de transporte del hormigón en la obra. En caso de que fuera inevitable dicha limpieza, se deberán seguir un procedimiento semejante indicado para las centrales de obra.

#### Generación de ruido

La ejecución de estructuras de hormigón puede provocar la generación de ruido, fundamentalmente como consecuencia de alguno de los siguientes orígenes:

- La maquinaria empleada durante la ejecución.
- Operaciones de carga y descarga de materiales.
- Operaciones de tratamiento de los áridos o de fabricación del hormigón.

El ruido suele ser un impacto difícilmente evitable en la ejecución de estructuras normales que afecta, tanto al personal de la propia obra, como a las personas que viven o desarrollan actividades en sus proximidades, por ello, especialmente en el caso de cercanía de núcleos urbanos, el constructor procurará planificar las actividades para minimizar los períodos en los

que puedan generarse impactos de ruido y, en su caso, que sean conformes con las correspondientes ordenanzas locales.

#### Consumo de recursos

El constructor procurará, en su caso, el empleo de materiales reciclados, especialmente en el caso de los áridos para la fabricación del hormigón, conforme a los criterios establecidos en el Anejo 15 de la EHE. Asimismo, siempre que sea posible, dispondrá las instalaciones que permitan el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de los elementos de transporte del hormigón, en los términos que se indican en el artículo 27º de la EHE.

#### Afección potencial al suelo y acuíferos

Las actividades ligadas a la ejecución de la estructura pueden conllevar algunas situaciones accidentales que provoquen afecciones medioambientales tanto al suelo como a acuíferos próximos. Dichos incidentes pueden consistir, fundamentalmente, en vertidos accidentales de hormigones, de aceites, combustibles, desencofrantes, etc. En el caso de producirse, el constructor deberá sanear el terreno afectado y solicitar la retirada de los correspondientes residuos por un gestor autorizado.

En el caso de producirse un vertido accidental, se vigilará especialmente que éste no alcance acuíferos y cuencas hidrológicas, al mar y a las redes de saneamiento, adoptándose las medidas previas o posteriores necesarias para evitarlo (como, por ejemplo, la impermeabilización del suelo de las zonas de mantenimiento y acopio de residuos o la disposición del material absorbente necesario). En caso de producirse el vertido, se gestionará los residuos generados según lo indicado en el apartado "Generación de residuos de la actividad constructiva" del presente artículo.

#### Empleo de materiales y productos ambientalmente adecuados

Todos los agentes que intervienen en la ejecución (Constructor, Dirección Facultativa, etc.) de la estructura deberán velar por la utilización de materiales y productos que sean ambientalmente adecuados. Algunos criterios para selección de los mismos son los siguientes:

- Materiales de la mayor durabilidad posible.
- Materiales del menor mantenimiento posible.
- Materiales simples, preferiblemente de un único componente.
- Materiales fáciles de poner en obra y, en su caso, de reciclar.
- Materiales de la máxima eficacia energética posible.
- Materiales de mayor salubridad posible, tanto para el personal durante la ejecución como para los usuarios.
- Materiales procedentes de ubicaciones o almacenes lo más próxima posible a la obra, al objeto de minimizar los impactos derivados del transporte.

### Buenas prácticas medioambientales para la ejecución

Además de los criterios establecidos en los apartados anteriores, pueden identificarse una serie de buenas prácticas de carácter medioambiental, entre las que cabe destacar la siguiente relación:

- Se vigilará que la totalidad del personal y subcontratas de la obra cumplan las exigencias medioambientales definidas por el constructor.
- Se incluirán los criterios medioambientales en el contrato con los subcontratistas, definiendo las responsabilidades en las que incurrirán en el caso de incumplimiento.
- Se procurará la minimización de residuos, fomentando su reutilización y, en su caso, la gestión de los almacenamientos de residuos.
- Se gestionará adecuadamente el consumo energético de la obra, procurando la contratación inmediata de sistemas de medición de los consumos que permitan conocer estos a la mayor brevedad, evitando además el empleo de grupos electrógenos que provocan un mayor impacto medioambiental.
- En el caso de tener que recurrirse a la demolición de alguna parte de la obra, ésta deberá hacerse empleando criterios de deconstrucción que favorezcan la clasificación de los correspondientes residuos, favoreciendo así su posterior reciclado.
- Se procurará minimizar el consumo de combustible mediante la limitación de las velocidades de la maquinaria y elementos de transporte por la obra, realizando un mantenimiento adecuado y mediante el fomento del empleo de vehículos de bajo consumo.
- Se evitará el deterioro de los materiales contenidos en sacos de papel, como por ejemplo el cemento, mediante un sistema de almacenamiento bajo cubierta que evite su meteorización y posterior transformación en residuo.
- Se gestionará adecuadamente las piezas que componen los encofrados y las cimbras, evitando que posteriores operaciones de la maquinaria de movimiento de tierras, las incorporen finalmente al suelo.
- Se dispondrán acopios en la obra de forma que se utilicen lo antes posible y ubicados con la mayor proximidad a las zonas donde se vayan a emplear en la obra.

Se procurará que el montaje de las armaduras se lleve a cabo en zonas específicas para evitar la aparición incontrolada de alambres en los paramentos del elemento de hormigón correspondientes con los fondos de encofrado.





**Parte 2.-  
Materiales básicos.**

---



Capítulo I.-	<u>Conglomerantes</u> .....	1
Artículo 202.-	Cementos .....	1
Capítulo IV.-	<u>Metales</u> .....	4
Artículo 240.-	Barras corrugadas para hormigón estructural. ....	4
Artículo 241.-	Mallas electrosoldadas.....	8
Artículo 242.-	Armaduras básicas electrosoldadas en celosía .....	12
Artículo 253.-	Acero Inoxidable AISI 316-L .....	15
Capítulo V.-	<u>Pinturas</u> .....	17
Artículo 263.-	Esmaltes sintéticos. ....	17
Artículo 270.-	Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de materiales férreos. ....	20
Artículo 271.-	Pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro para imprimación anticorrosiva de materiales férreos. ....	21
Artículo 273.-	Esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas. ....	22
Capítulo VI.-	Materiales varios. ....	23
Artículo 280.-	Agua a emplear en morteros y hormigones. ....	23
Artículo 281.-	Aditivos a emplear en morteros y hormigones. ....	25
Artículo 283.-	Adiciones a emplear en hormigones. ....	27
Artículo 286.-	Maderas. ....	30
Artículo 287.-	Poliestireno expandido. ....	34
Artículo 292.-	Áridos para hormigones.....	36



## **Capítulo I.- Conglomerantes.**

### **Artículo 202.- Cementos**

#### **202.1. Condiciones generales.**

Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en la Vigente " Instrucción para la recepción de cementos (RC-16), aprobada por Real Decreto 256/2016, de 10 de junio.

Además, cumplirá las Normas UNE que se reseñan en los anejos al citado Real Decreto 956/2008 del 6 de junio.

Se exigirá el marcado CE en los cementos. Asimismo, se exigirá la Marca AENOR para cementos.

Los tipos de cementos a utilizar en el presente Proyecto serán:

- CEM II/A-L 32,5 N en hormigones y morteros.

No obstante, durante la realización de las obras, la Dirección Facultativa podrá modificar si lo estima conveniente, el tipo, clase y categoría del cemento que se debe utilizar.

Por ello, el Contratista deberá realizar a su cargo los ensayos necesarios en el terreno para determinar si el tipo de cemento previsto en Proyecto es viable.

En el caso de que dichos ensayos determinasen un tipo de suelo de carácter agresivo o incompatible con el cemento a utilizar, se deberá variar éste, sin que por ello tenga el Contratista derecho a abono alguno.

#### **202.2. Transporte y almacenamiento.**

El cemento a granel se transportará en contenedores estancos y limpios. El cemento en sacos se transportará de forma que se asegure el buen estado de los mismos a su llegada a obra.

El cemento ensacado se almacenará en local ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad del suelo y paredes. El cemento a granel se almacenará en silos o recipientes que lo aislen totalmente de la humedad.

Si el periodo de almacenamiento de un cemento es superior a un mes, antes de su empleo, se comprobará que sus características continúan siendo adecuadas, realizando el ensayo de fraguado, el de resistencia a flexotracción y a compresión a tres y siete días, sobre muestras

representativas que incluyan terrones si se hubiesen formado. Para la realización y abono de estos ensayos, se seguirá el mismo criterio expuesto en el párrafo anterior.

#### 202.3. Suministro e identificación.

El cemento para hormigón, mortero o inyecciones será suministrado por el Contratista.

El albarán de expedición del producto deberá llevar la frase "Producto certificado por AENOR" o el logotipo de la Marca (anexo A del Reglamento General para la Certificación de Productos y Servicios). De la misma manera en los albaranes se reflejará la naturaleza y proporción en masa de los componentes.

En el caso de expedición en sacos, éstos irán marcados con el logotipo de la Marca AENOR.

Asimismo, en los albaranes o en los sacos deberá reflejarse el marcado CE.

El cemento debe estar libre de grumos, clinker no cocido, fragmentos de metal u otro material extraño. Además, no debe haber sufrido ningún daño cuando se vaya a usar en el hormigón.

En la recepción se comprobará que el cemento no llega excesivamente caliente. Si se trasvasa mecánicamente, se recomienda que su temperatura no exceda de 70º C. Si se descarga a mano, su temperatura no excederá de 40º C (o de la temperatura ambiente más 5º C, si ésta resulta mayor). De no cumplirse los límites citados, deberá comprobarse mediante ensayo que el cemento no presenta tendencia a experimentar falso fraguado. Para la realización y abono de estos ensayos, se seguirá el mismo criterio del párrafo anterior.

Cuando se reciba cemento ensacado, se comprobará que los sacos son los expedidos por la fábrica, cerrados y sin señales de haber sido abiertos.

#### 202.4. Control de calidad.

Cada entrega de cemento en obra, vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumple las prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.

Si la partida resulta identificable a juicio de la Dirección Facultativa, al documento de garantía se agregarán otros con los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de la fábrica. Para comprobación de la garantía, la Dirección Facultativa ordenará la toma de muestras y realización de ensayos.

El número de muestras a tomar será:

- Uno por cada cien (100) toneladas, si la partida resulta identificable.
- Uno por cada veinticinco (25) toneladas o por cada embarque, en caso contrario.

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Químicos: Pérdida al fuego, residuo insoluble, óxido magnésico y trióxido de azufre.
- Físicos: Finura de molino, tiempos de fraguado, expansión y resistencia a flexotracción y compresión.

Los ensayos serán realizados por el laboratorio homologado que indique la Dirección Facultativa y el abono de los mismos corresponderá al Contratista, que no tendrá derecho a ninguna contraprestación económica, al incluir el precio del cemento en los costos de los ensayos aquí exigidos.

#### 202.5. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en las unidades de obra de las que forme parte.

## Capítulo IV.- Metales.

### Artículo 240.- Barras corrugadas para hormigón estructural.

#### 240.1. Definición.

La barra corrugada es un producto de acero laminado en caliente, de sección maciza circular, o prácticamente circular, con al menos dos filas de corrugas transversales uniformemente distribuidas a lo largo de toda su longitud.

Las barras corrugadas de acero a utilizar en hormigón estructural cumplirán con lo establecido para dichas barras en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.

Las barras serán soldables (S).

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32 y 40 mm.

Serán de aplicación las siguientes normas:

- UNE 36068:1994 y UNE 36068/1M:1996: Barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón armado.
- UNE 36065:2000 EX: Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.
- UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Se exigirá para las barras corrugadas el marcado CE de aceros para hormigón.

#### 240.2. Características.

Las barras corrugadas presentarán, en el ensayo de adherencia por flexión descrito en UNE 36740:1998 "Determinación de la adherencia de las barras de acero para hormigón armado. Ensayo de la viga", una tensión media de adherencia  $T_{bm}$  y una tensión de rotura de adherencia  $T_{bu}$  que cumplan simultáneamente las dos condiciones siguientes:

Diámetros inferiores a 8 mm:

$$\begin{array}{ll} T_{bm} & \geq 6,88 \text{ N/mm}^2. \\ T_{bu} & \geq 11,22 \text{ N/mm}^2. \end{array}$$



Diámetros de 8 mm. a 32 mm. ambos inclusive:

$$\begin{aligned} \tau_{bm} & \dots\dots\dots \geq 7,84 \text{ N/mm}^2 - 0,12 \varnothing \text{ en mm.} \\ \tau_{bu} & \dots\dots\dots \geq 12,74 \text{ N/mm}^2 - 0,19 \varnothing \text{ en mm.} \end{aligned}$$

Diámetros superiores a 32 mm.:

$$\begin{aligned} \tau_{bm} & \dots\dots\dots \geq 4,00 \text{ N/mm}^2. \\ \tau_{bu} & \dots\dots\dots \geq 6,66 \text{ N/mm}^2. \end{aligned}$$

Las características de adherencia serán objeto de certificación específica por algún organismo de entre los autorizados en el Artículo 1º de la EHE para otorgar un CC-EHE. En el certificado se consignarán obligatoriamente los límites admisibles de variación de las características geométricas de los de los resaltos.

A efectos de control será suficiente comprobar que el acero posee el certificado específico de adherencia y realizar una verificación geométrica para comprobar que los resaltos o corrugas de las barras (una vez enderezadas, si fuera preciso) están dentro de los límites que figuran en dicho certificado.

Las características mecánicas mínimas que garantizará el fabricante serán las siguientes:

<b>Tipo de acero</b>	<b>B500S</b>
Norma de producto	UNE 36068
Límite elástico $R_e$ (MPa)	500
Carga unitaria de rotura $R_m$ (MPa)	550
Relación $R_m/ R_e$	1,05
Relación $R_e$ real/ $R_m$ nominal	--
Alargamiento de rotura $A_5$ (%)	12
Alarg. total bajo carga máx $A_{gt}$ (%)	--

Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

Dado que la instrucción EHE solo contempla aceros soldables, el fabricante indicará los procedimientos y condiciones recomendadas para realizar, cuando sea necesario, las soldaduras.

### 240.3. Identificación.

El acero se identificará por la disposición de las corrugas transversales:

- Tipo B 400 S: Todas las corrugas tienen la misma inclinación, pero presentan separaciones diferentes en cada uno de los sectores de la barra.
- Tipo B 500 S: Las corrugas de uno de los sectores tienen la misma inclinación y están uniformemente separadas. Las del otro sector están agrupadas en dos series de la misma separación, pero distinta inclinación.
- Tipo B 400 SD: Todas las corrugas tienen la misma separación y la misma inclinación
- Tipo B 500 SD: Las corrugas están agrupadas en dos series de la misma separación, pero distinta inclinación, igual en ambos sectores.

El fabricante se identificará mediante el engrosamiento de ciertas corrugas en uno de los sectores de la barra.

El comienzo de la identificación y la dirección de lectura se señalan mediante una corruga normal entre dos engrosadas, que se sitúa a la izquierda del observador.

El fabricante se identificará con dos números de corrugas transversales normales entre corrugas transversales engrosadas:

- Uno para el país (a España le corresponden 7 corrugas)
- Uno para la fábrica (el código asignado a cada fabricante español se recoge en el Informe Técnico UNE 36811 IN).

### 240.4. Designación.

La designación del acero se compondrá de los siguientes símbolos:

- El símbolo Ø
- El diámetro nominal
- La letra B, indicativa del tipo de acero (acero para hormigón armado)
- Un número de tres cifras que indica el valor del límite elástico nominal garantizado, expresado en MPa.
- La letra S que indica la condición de soldable para aceros de ductilidad normal. Las letras SD que indican la condición de soldable y las características especiales de ductilidad para aceros de alta ductilidad
- Referencia a la norma de producto (UNE 36068:94, 36068/1M:1996 ó UNE 36065:2000 EX).

**240.5. Suministro.**

Las barras se suministran en trozos rectos o en rollos.

Cada paquete o rollo de barras llevará una etiqueta resistente a la interperie en la que se incluye:

- Logotipo de la Marca AENOR, que incluye en el cajetín inferior el número de contrato con AENOR.
- Identificación del fabricante
- Designación del producto de acuerdo con la norma UNE 36068 para barras de ductilidad normal y con la norma 36065 para barras de alta ductilidad.
- Número de colada o número de referencia de control.

Además, con cada partida se acreditará el certificado específico de adherencia y el certificado de garantía del fabricante que justifique que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

La garantía de calidad de las barras corrugadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

**240.6. Almacenamiento.**

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

**240.7. Recepción.**

Para llevar a cabo la recepción de las barras corrugadas se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 90 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 90.5 de la citada Instrucción.

La Dirección Facultativa, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

**240.8. Medición y abono.**

La medición y abono de las barras corrugadas se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

## **Artículo 241.- Mallas electrosoldadas.**

### 241.1. Definición.

Las mallas electrosoldadas estarán fabricadas con elementos de acero (barras o alambre corrugados) cruzados ortogonalmente entre sí y unidos en sus puntos de contacto con soldadura eléctrica.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo con la UNE 36092.

Se exigirá la Marca AENOR de aceros para hormigón.

### 241.2. Materiales.

Las mallas electrosoldadas estarán formadas por barras corrugadas o alambres corrugados.

Las características mecánicas y geométricas de la malla electrosoldada corresponden a la de los elementos componentes, barras o alambres.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32 y 40 mm.

Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados en mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

5 – 5,5 – 6 – 6,5 – 7 – 7,5 – 8 – 8,5 – 9 – 9,5 – 10 – 10,5 – 11 – 11,5 – 12 y 14 mm.

Los aceros empleados en la fabricación de las mallas electrosoldadas pueden ser de los tipos B500S.

Las barras empleadas en la fabricación de las mallas electrosoldadas pueden ser de los tipos B500S y cumplirán las especificaciones del artículo 240 del presente Pliego. Los alambres serán de acero B500T y cumplirán las especificaciones de adherencia indicadas en el citado artículo y las características mecánicas siguientes:

Designación de los Alambres	Ensayo de tracción (Valores característicos inferiores garantizados)				Ensayo de doblado-desdoblado $\alpha = 90^\circ$ (4) $\beta = 20^\circ$ (5) $\emptyset$ de mandril D'
	Límite elástico $f_y$ en N/mm <sup>2</sup> (1)	Carga unitaria rotura $f_s$ en N/mm <sup>2</sup> (1)	Alargamiento rotura en % sobre base de 5 $\emptyset$	Relación $f_s/f_y$	
B 500 T	500	550	8 (2)	1,03 (3)	8 d (6)

- (1) Para la determinación del límite elástico y la carga unitaria se utilizará como divisor de las cargas el valor nominal del área de la sección transversal.
- (2) Además, deberá cumplirse:  
 $A\% \geq 20 - 0,02 f_{yi}$   
 donde:  
 A Alargamiento de rotura  
 $f_{yi}$  Límite elástico medido en cada ensayo
- (3) además, deberá cumplirse:  
 $\frac{f_{si}}{f_{yi}} \geq 1,05 \quad 0,1 \frac{f_{yi}}{f_{yk}} \leq 1$   
 donde:  
 $f_{yi}$  Límite elástico medido en cada ensayo  
 $f_{si}$  Carga unitaria obtenida en cada ensayo  
 $f_{yk}$  Límite elástico garantizado
- (4)  $\alpha$ : Ángulo de doblado
- (5)  $\beta$ : Ángulo de desdoblado
- (6)  $d$ : Diámetro nominal del alambre

Los alambres y barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente de los alambres y barras no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

#### 241.3. Identificación.

La identificación del acero corresponde a la de las barras o alambres que la constituyen. Cada barra o alambre debe llevar grabadas las marcas de identificación.

Cada paquete ha de llegar al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) con una etiqueta de identificación, en la que figure la designación de la malla.

El fabricante se identificará en las barras corrugadas según se especifica en el apartado 240.3 de este Pliego.

El fabricante se identificará en los alambres corrugados mediante la omisión de ciertas corrugas en uno de los sectores del alambre.

El comienzo de la identificación y la dirección de lectura se señalan mediante tres corrugas normales entre dos omitidas, situadas a la izquierda del observador.

El fabricante se identifica con dos números de corrugas transversales normales entre corrugas transversales omitidas:

- Uno para el país (a España le corresponden 7 corrugas)
- Uno para la fábrica (los códigos asignados a cada fabricante español se recogen en el Informe Técnico UNE 36812:1996 IN).

#### 241.4. Designación.

Las mallas electrosoldadas se designan por los siguientes conjuntos correlativos de símbolos:

- Las letras ME distintivas del producto
- Las separaciones sl y st expresadas en centímetros y unidas por el signo x
- Distintivo de si el panel es con o sin ahorro, de acuerdo con el siguiente código:
  - Con ahorro estándar A
  - Con ahorro no estándar o especial E
  - Sin barras de ahorro Ningún símbolo
- El símbolo Ø seguido de los diámetros dl y dt separados por un guión, expresados en milímetros. En las mallas dobles el símbolo Ø irá seguido de la letra D
- La letra B indicativa del tipo de acero (acero para hormigón armado), seguida de un número de tres cifras que indica el valor del límite elástico nominal del acero, expresado en MPa, y una letra indicativa de la clase de acero empleado (S si se ha empleado acero según la Norma UNE 36068:1994 y UNE 36068/1M:1996, y T si se ha empleado acero según la Norma UNE 36099:1996).
- La longitud l y la anchura b del panel expresadas en metros
- Referencia a la norma de producto (UNE 36092:1996 y 36092:1997 ERRATUM)

#### 241.5. Suministro.

Cada paquete de paneles de malla lleva una etiqueta resistente a la intemperie conforme a lo especificado en la UNE 36092:1996 y 36092:1997 ERRATUM en la que se incluye:

- Logotipo de la Marca AENOR, que incluye en el cajetín inferior el número de contrato con AENOR.
- Identificación del fabricante
- Designación de las mallas de acuerdo con la norma UNE 36092:1996 y 36092:1997 ERRATUM.
- Número de colada o número de referencia de control.

Además, con cada partida se acreditará el certificado específico de adherencia y el certificado de garantía del fabricante que justifique que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

241.6. Almacenamiento.

Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

241.7. Recepción.

Para llevar a cabo la recepción de las mallas electrosoldadas se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 90 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 90.5 de la citada Instrucción.

La Dirección Facultativa, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

241.8. Medición y abono.

La medición y abono de las mallas electrosoldadas se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

## **Artículo 242.- Armaduras básicas electrosoldadas en celosía**

### **242.1. Definición.**

Las armaduras básicas electrosoldadas en celosía son productos formados por un sistema de elementos (barras o alambres) con una estructura espacial y unida en sus puntos de contacto con soldadura eléctrica por un proceso automático.

Se componen de un elemento longitudinal superior, de dos elementos longitudinales inferiores y dos elementos transversales de conexión que forman la celosía.

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados en las armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a la serie siguiente:

5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 y 12 mm

La designación simbólica del tipo de armadura básica se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36739:1995 EX.

Se exigirá la Marca AENOR de aceros para hormigón.

### **242.2. Materiales.**

Los elementos que componen las armaduras básicas electrosoldadas en celosía serán barras corrugadas o alambres. Serán corrugados los elementos longitudinales superiores e inferiores y lisos o corrugados los transversales de conexión.

Los alambres y barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente de los alambres y barras no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

Los aceros empleados en la fabricación de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía pueden ser de los tipos B500T (corrugados y lisos en el elemento de la celosía), B400S y B500S.

Las barras empleadas en la fabricación de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía pueden ser de los tipos B400S y B500S y cumplirán las especificaciones del artículo 240 del presente Pliego. Los alambres pueden ser del tipo B500T (corrugados y lisos en el elemento de la celosía) y cumplirán las especificaciones de adherencia indicadas en el citado artículo y las características mecánicas especificadas en el artículo 241.



**242.3. Identificación.**

La identificación del acero corresponde a la de las barras o alambres que la constituyen. Cada barra y alambre debe llevar grabadas las marcas de identificación.

Cada paquete ha de llegar al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) con una etiqueta de identificación, en la que figure la designación de la armadura básica.

El fabricante se identificará en las barras corrugadas según se especifica en el apartado 240.3 de este Pliego.

El fabricante se identificará en los alambres según se especifica en el apartado 241.3 de este Pliego.

**242.4. Designación.**

Las armaduras básicas se designarán por los siguientes conceptos:

- Designación del tipo de armadura básica, compuesta por los siguientes símbolos:  
Las letras AB distintivas del producto  
Anchura total de la base (b1) y altura total (h1), expresada en mm, unidas por el signo x  
Paso de celosía (c), expresado en mm, precedido del signo /  
Diámetro del elemento longitudinal superior (ds), expresado en mm  
Número de barras o alambres y diámetro de los elementos de la celosía (dc), expresado en mm.  
El símbolo L, en el caso de que los elementos de la celosía sean alambres lisos  
Número de barras o alambres y diámetro de los elementos longitudinales inferiores (di), expresado en mm
- Designación del tipo de acero: B500T para el material según las Normas UNE 36099:1996 ó UNE 36731:1996 B500S ó B400S para el material según la Norma UNE 36068:1994 y UNE 36068/1M:1996
- Longitud de la armadura básica (l), expresada en m
- Designación de esta Norma UNE 36739, con indicación expresa del año de edición.

**242.5. Suministro.**

Cada paquete de piezas de armadura básica lleva una etiqueta resistente a la intemperie en la que se incluye:

- Logotipo de la Marca AENOR, que incluye en el cajetín inferior el número de contacto con AENOR.
- Identificación del fabricante
- Designación de las armaduras de acuerdo con la norma UNE 36739 EX.

- Número de colada o número de referencia de control.

Además, con cada partida se acreditará el certificado específico de adherencia y el certificado de garantía del fabricante que justifique que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

La garantía de calidad de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

#### 242.6. Almacenamiento.

Las armaduras básicas electrosoldadas en celosía se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

#### 242.7. Recepción.

Para llevar a cabo la recepción de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 90 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 90.5 de la citada Instrucción.

La Dirección Facultativa, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

#### 242.8. Medición y abono.

La medición y abono de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

## Artículo 253.- Acero Inoxidable AISI 316-L

### 253.1. Definición.

El acero inoxidable se obtendrá por laminación en caliente que luego se le someterá a un tratamiento de recocido y decapado.

### 253.2. Características del material.

- Designación:

- Tipo A.I.S.I.: .....316-L

- Composición química:

- C %: .....0,08 Máx
  - Mn % .....2,00 Máx
  - Si % .....1,00 Máx
  - Cr % .....16,00÷18,50
  - Ni % .....10,00÷14,00
  - Mo % .....2,00÷ 2,50

- Propiedades físicas:

- Peso específico (g/cm<sup>3</sup>): .....7,95
  - Módulo de elasticidad (N/mm<sup>2</sup>): .....193.000
  - Estructura: .....Austénico
  - Calor específico a 20° C (J/Kg°K): .....500
  - Conductibilidad térmica (W/m°K):
    - A 100°C: ..... 16
    - A 500°C: ..... 21
  - Coeficiente de dilatación térmico medio (x 10<sup>6</sup> °C<sup>-1</sup>):
    - 0 ÷ 100°C: .....16,02
    - 0 ÷ 300°C: .....16,20
    - 0 ÷ 500°C: .....17,46
    - 0 ÷ 700°C: .....18,54
  - Intervalo de fusión (°C): .....1371÷1398

- Propiedades eléctricas:

- Permeabilidad térmica en estado soluble recocido: .....Amagnético 1,008
  - Capacidad de resistencia eléctrica a 20°C (μ<sub>m</sub>): .....0,74

- Propiedades mecánicas a 20°C:

- Dureza Brinell:	
Recocido HB: .....	120-170
Con deformación en frío HB: .....	----
- Dureza Rockwell:	
Recocido HRB: .....	70-85
Con deformación en frío HRC: .....	----
- Resistencia a la tracción:	
Recocido: .....	250-670
Con deformación en frío Rm: .....	----
- Elasticidad:	
Recocido Rp (0,2) (N/mm <sup>2</sup> ) .....	195-370
- Alargamiento:	
50 mm. A (%) .....	60-40
- Estricción:	
Recocido Z (%) .....	75-65
- Resilencia:	
KCUL (J/cm <sup>2</sup> ) .....	160
KVL (J/cm <sup>2</sup> ) .....	180

- Otras propiedades:

- Soldabilidad: .....	Muy buena
- Maquinabilidad comparada con un acero Bessemer: .....	para B112: 45%.

### 253.3. Suministro.

El material se suministrará en chapa en los formatos que solicite la Dirección Facultativa. Estas habrán sido cortadas mediante el método de Plasma que deberá tener una capacidad de corte óptimo de 5 a 60 mm de espesor, con un corte de separación entre piezas de hasta 70 mm y a una velocidad de 25 a 3.000 mm minuto.

### 253.4. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará según lo indicado en la unidad de que formen parte.

## **Capítulo V.- Pinturas.**

### **Artículo 263.- Esmaltes sintéticos.**

#### 263.1. Definición.

Pintura de resinas sintéticas obtenidas por la combinación química de aceites secantes o semisecantes, con resinas sintéticas duras de tipo alquídicas, pigmentos adecuados y disolventes de hidrocarburos del tipo II.

#### 263.2. Características.

##### 263.2.1. Generales.

El producto una vez agitado durante 3 minutos no presentará coágulos, pellejos, depósitos duros ni flotación de pigmentos.

No se abrirán los envases, hasta que se vayan a aplicar.

La cantidad de disolvente se ajustará según las instrucciones del fabricante y el método de aplicación.

##### 263.2.2. Químicas.

No contendrá resinas fenólicas ni de colofonia

En función del soporte cumplirá las siguientes proporciones:

- Maderas del 60% al 70% de aceites
- Metal, del 50% al 60% de aceites
- Otros, 50% de aceites

##### 263.2.3. Físicas y mecánicas.

Características de la película líquida:

- Tendrá la consistencia adecuada para su aplicación con brocha
- Finura de molido de los pigmentos: < 25 micras
- Temperatura de inflamación: >30°C
- Tiempo de secado a 23°C y 50% HR; al tacto, 3 horas; totalmente seca 8 horas.
- El rendimiento mínimo será: 5 kg/m<sup>2</sup> para una capa de 30 micras

Características de la película seca:

- Resistente a la intemperie, de color estable e isaponificable.
- La adherencia será:  $\leq 2$  (UNE-EN ISO 2409:2007)
- Envejecimiento acelerado (168 h):  $< 4$  unidades perdida de luminosidad (8 para el amarillo)
- Envejecimiento artificial (500 h): No presentará cuarteamiento, cambios de color, ni cualquier otro defecto.
- Amarilleamiento acelerado por colores con reflectancia aparente superior al 80%:  $< 0.12$
- Resistencia a la abrasión: (UNE-ENV 13696:2001): daños moderados
- Espesor de la película: Rojo vivo y verdes menor o igual de 37.5 micras, resto de colores menor de 25 micras (UNE-EN ISO 2808:2007)

#### 263.3. Recepción.

Se recibirán en envases metálicos llenos y cerrados de fábrica.

Los envases no presentaran manchas, golpes ni perforaciones que hayan mantenido en contacto la pintura y el ambiente exterior.

En cada envase deberá figurar:

- Tipo de pintura
- Instrucciones de uso.
- Tiempo de secado.
- Capacidad del envase.
- Rendimiento teórico aproximado en  $\text{kg/m}^2$  o en  $\text{l/m}^2$ .
- Color
- Sello del fabricante y nombre del producto
- Aspecto de la película (brillante, satinada o mate)
- Toxicidad e inflamabilidad
- Temperatura mínima de aplicación
- Disolventes adecuados
- Ámbito de aplicación (exterior o interior)
- Superficies sobre las que se puede aplicar
- Fecha de caducidad

#### 263.4. Conservación.

No estará almacenada en un periodo superior a un año desde su fabricación.

Se almacenarán en recintos ventilados, protegidos de la intemperie y de temperaturas inferiores a 5º C.

No se almacenarán cerca de zonas de comedores, sala de curas, vestuarios, cocinas o aseos ni en zonas donde exista riesgo de inflamación.

263.5. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## **Artículo 270.- Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de materiales férreos.**

### 270.1. Definición.

Las pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de superficies de materiales férreos se clasifican en los siguientes tipos:

- Tipo I: Pintura de minio de plomo al aceite de linaza.
- Tipo II: Pintura de minio de plomo-óxido de hierro, con vehículo constituido por una mezcla de resina gliceroftálica modificada y aceite de linaza crudo, disuelto en la cantidad conveniente de disolvente volátil.
- Tipo III: Pintura de minio de plomo con barniz gliceroftálico.
- Tipo IV: Pintura de minio de plomo con barniz fenólico.

Las pinturas de minio de plomo cumplirán las condiciones especificadas en del artículo 270 del PG-3 tanto en lo referente a su composición, como de las características de la pintura líquida y de la película seca de pintura.

### 270.2. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.



## **Artículo 271.- Pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro para imprimación anticorrosiva de materiales férreos.**

### 271.1. Definición.

Las pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro para imprimación anticorrosiva de superficies de materiales férreos se clasifican en los siguientes tipos:

- Tipo I: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por una mezcla, a partes iguales, de resina gliceroftálica y aceite de linaza crudo, disuelta en la cantidad conveniente de disolvente volátil. Esta pintura presentará buena resistencia al agua.
- Tipo II: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por una solución de resina gliceroftálica, modificada con aceites vegetales, con la cantidad adecuada de disolvente volátil. Es esencial, para el buen uso de esta pintura, que se aplique sobre superficies excepcionalmente limpias.
- Tipo III: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por un barniz de resina fenólica. La superficie metálica se deberá limpiar cuidadosamente antes de aplicar esta pintura, para lo cual se recomienda el chorro de arena.

Las pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro cumplirán las condiciones especificadas en del artículo 271 del PG-3 tanto en lo referente a su composición, como de las características de la pintura líquida y de la película seca de pintura.

### 271.2. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## **Artículo 273.- Esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas.**

### 273.1. Definición.

Se definen como esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas los de secado al aire o en estufa que, por presentar gran resistencia a los agentes y conservar el color y el brillo, resultan adecuados para ser empleados sobre superficies metálicas previamente imprimadas.

Atendiendo al modo en que se realiza su secado, éstos esmaltes se clasifican en:

- Esmaltes de secado al aire.
- Esmaltes de secado en estufa.

Las pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro cumplirán las condiciones especificadas en del artículo 273 del PG-3 tanto en lo referente a su composición, como de las características del esmalte líquido y de la película seca de esmalte.

### 273.2. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará según lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## Capítulo VI.- Materiales varios.

### Artículo 280.- Agua a emplear en morteros y hormigones.

#### 280.1. Definición.

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR.

Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

#### 280.2. Equipos.

La maquinaria y los equipos empleados en el amasado de morteros u hormigones tendrán que conseguir una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

#### 280.3. Criterios de aceptación y rechazo.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades de los hormigones, deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Exponente de hidrógeno pH. (UNE 83952:2008) .....  $\geq 5$
- Sustancias disueltas (UNE 83957:2008) .....  $\leq 15$  gr/l (15.000 ppm)
- Sulfatos  $SO_4=$  (UNE 83956:2008) .....  $\leq 1$  gr/l (1.000 ppm)  
Para el cemento SR .....  $\leq 5$  gr/l (5.000 p.p.m)
- Ión Cloruro  $Cl^-$ . (UNE 7178):  
Para hormigón pretensado .....  $\leq 1$  gr/l (1.000 ppm)
- Para hormigón armado o en masa (con  
armaduras para reducir la fisuración) .....  $\leq 3$  gr/l (3.000 p.p.m)
- Hidratos de carbono. (UNE 7132) ..... 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235) .....  $\leq 15$  gr/l (15.000 ppm)

La toma de muestras se realizará según la UNE 83951:2008 y los análisis por los métodos de las normas indicadas.

Con respecto al contenido del ión cloruro, se tendrá en cuenta lo prescrito en el apartado 30.1 del artículo 30 de la EHE.

280.4. Recepción.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización en obras de hormigón, o en caso de duda, el control de calidad de recepción del agua de amasado, se efectuará realizando los ensayos especificados en el apartado anterior.

El incumplimiento de los valores admisibles considerará al agua como no apta para amasar mortero u hormigón, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

280.3. Medición y abono.

La medición y abono del agua se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## **Artículo 281.- Aditivos a emplear en morteros y hormigones.**

### 281.1. Definición.

Los aditivos son sustancias o productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción no superior al cinco por ciento (5 por 100) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002, 934-2:2002/A1:2005, 934-2:2002/A2:2006, 934-3:2004 y 934-3:2004/A2:2006.

Se exigirá el marcado CE a los aditivos para hormigones, morteros y pastas.

### 281.2. Materiales.

La Dirección Facultativa fijará los tipos, las características y dosificaciones de los aditivos que sean necesarios para modificar las propiedades del mortero u hormigón, en caso de sea requerido su empleo.

No se utilizará ningún tipo de aditivo modificador de las propiedades de morteros y hormigones sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa.

### 281.3. Equipos.

La maquinaria y equipos necesarios para la dosificación, mezcla y homogeneización de los aditivos en morteros y hormigones serán los adecuados para que dichas operaciones se lleven a cabo correctamente.

### 281.4. Ejecución.

Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG-3.

Queda prohibido el uso del cloruro cálcico como aditivo en hormigones armados o pretensados.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

El aditivo tendrá una consistencia tal que su mezcla sea uniforme y homogénea en la masa del mortero y hormigón.

281.5. Condiciones de suministro.

281.5.1 Certificación.

Cada partida acreditará que está en posesión del marcado CE.

Si los aditivos poseen un distintivo reconocido en el sentido expuesto en el Artículo 1º de la EHE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo.

Además, en los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002, 934-2:2002/A1:2005, 934-2:2002/A2:2006, 934-3:2004 y 934-3:2004/A2:2006, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

281.5.2 Envasado y etiquetado.

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos. El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado según la UNE EN 934-6:2002 y 934-6:2002/A1:2006.

281.6. Especificaciones de la unidad terminada.

Se cumplirán los requisitos contenidos en la UNE EN 934-2:2002, 934-2:2002/A1:2005, 934-2:2002/A2:2006, 934-3:2004 y 934-3:2004/A2:2006.

281.7. Recepción.

La Dirección Facultativa exigirá la presentación del expediente donde figuren las características y valores obtenidos en los aditivos a utilizar, de acuerdo con lo especificado en el apartado 281.5 del presente artículo, o bien, el documento acreditativo de su certificación.

El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.

281.8. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## Artículo 283.- Adiciones a emplear en hormigones.

### 283.1. Definición.

Adiciones son aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales.

Solo se utilizarán como adiciones al hormigón, en el momento de su fabricación, el humo de sílice y las cenizas volantes, estando éstas últimas prohibidas en el hormigón pretensado.

### 283.2. Materiales.

El humo de sílice es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos eléctricos de arco para la producción de silicio y ferrosilicio.

Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados.

### 283.3. Condiciones del suministro.

El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas a continuación, en los apartados 283.3.1 y 283.2.2, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.

Para las cenizas volantes o el humo de sílice suministradas a granel se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento.

#### 283.3.1 Prescripciones y ensayos de las cenizas volantes.

Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además deberán cumplir las siguientes especificaciones de acuerdo con la UNE EN 450.

- Anhídrido sulfúrico (SO), según la UNE EN 196-2:2006 .....  $\leq 3,0\%$
- Cloruros (Cl-), según la UNE EN 196-2:2006 .....  $\leq 0,10\%$
- Oxido de calcio libre, según la UNE EN 451-1:2006 .....  $\leq 1\%$
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 .....  $\leq 5,0\%$
- Finura (UNE EN 451-2): cantidad retenida por tamiz 45  $\mu\text{m}$  .....  $\leq 40\%$
- Índice de actividad, según la UNE EN 196-1:2005  
a los 28 días.....  $> 75\%$

- a los 90 días..... > 85%
- Expansión por método de las agujas, UNE EN 196-3:2005 ..... < 10 mm

La especificación relativa a la expansión sólo debe tenerse en cuenta si el contenido en óxido de calcio libre supera el 1% sin sobrepasar el 2,5%.

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

#### 283.3.2 Prescripciones y ensayos del humo de sílice.

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Óxido de silicio (SiO), según la UNE EN 196-2:2006 .....  $\geq 85\%$
- Cloruros (CL) según la UNE EN 196-2:2006 .....  $< 0,10\%$
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 .....  $< 5\%$
- Índice de actividad, según la UNE EN 196-1:2005 .....  $> 100\%$

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

#### 283.4. Almacenamiento.

Las adiciones se almacenarán en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

#### 283.5. Condiciones de utilización.

Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón, únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I.

En estructuras de edificación la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá del 35% del peso de cemento, mientras que la cantidad máxima de humo de sílice no excederá del 10% del peso de cemento.

No se utilizará ningún tipo de adición sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables.

Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414 EX y UNE 83460-2:2005.



Las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas en los áridos. La tolerancia en peso de adiciones será del  $\pm 3$  por 100.

**283.6. Recepción.**

La central de hormigonado llevará a cabo el control de recepción de los diferentes suministros para comprobar que las posibles variaciones de su composición no afectan al hormigón fabricado en con las mismas.

No se utilizarán suministros de adiciones que no lleguen acompañados de un certificado de garantía del suministrador, firmado, conforme a lo especificado en el apartado 283.3.

Antes de comenzar la obra se realizarán en un laboratorio oficial u oficialmente acreditado los ensayos especificados en los apartados 283.3.1 y 283.2.2. La determinación del índice de actividad resistente se realizará con cemento de la misma procedencia que el previsto para la ejecución de la obra.

Al menos cada tres meses de obra se realizarán las siguientes comprobaciones sobre las adiciones: trióxido de azufre, pérdida por calcinación y finura para las cenizas volantes y pérdida por calcinación y contenido de cloruros para el humo de sílice, con el fin de comprobar la homogeneidad del suministro.

**283.7. Medición y abono.**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## Artículo 286.- Maderas.

### 286.1. Condiciones generales.

La madera para entibaciones, apeos, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada, por medios naturales o artificiales durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para las condiciones de uso a que se destine.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anulares de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.

No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar ni siquiera en las entibaciones y apeos.

### 286.2. Forma y dimensiones.

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar la resistencia de los elementos de la construcción en madera; cuando se trate de construcciones de carácter definitivo se ajustarán a las definidas en los Planos o a las aprobadas por la Dirección Facultativa.

La madera de construcción escuadrada será al hilo, cortada a sierra y de aristas vivas y llenas.

### 286.3. Madera para entibaciones y medios auxiliares.

#### 286.3.1. Ámbito de aplicación

La madera para entibaciones y medios auxiliares será la destinada a las entibaciones en obras subterráneas en zanjas y pozos, en apeos, cimbras, andamios y en cuantos medios auxiliares para la construcción se utilicen en las obras a que se refiere este proyecto.

#### 286.3.2. Condiciones generales.

Además de lo estipulado en el apartado 286.1 de este Pliego, la madera para entibaciones y medios auxiliares deberán tener dimensiones suficientes para la seguridad de la obra y de las personas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares poseerá una durabilidad natural al menos igual a la que presenta el pino "sylvestris".

Se emplearán maderas sana, con exclusión de alteraciones por pudrición aunque serán admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares deberá estar exenta de fracturas por compresión.

#### 286.3.3. Características.

Las tensiones de trabajo máximas admisibles paralelamente a las fibras serán las siguientes:

<b>MADERA</b>	<b>TRACCIÓN (Kp/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>COMPRESIÓN (Kp/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>TANGENCIAL (Kp/cm<sup>2</sup>)</b>
Roble y haya	100	80	10
Pino	100	60	10
Abeto y chopo	80	50	8

#### 286.4. Madera para encofrados y moldes.

##### 286.4.1. Ámbito de aplicación.

Madera para encofrados y moldes será utilizada para la construcción de encofrados en obras de hormigón o de mortero.

##### 286.4.2. Condiciones generales.

Además de lo estipulado en el apartado 286.1 de este Pliego, la madera para encofrados tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas y de fibra recta.

Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encofrados será: a) machihembrada; b) escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto.

Solo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamiento que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco o a imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos

#### 286.4.3. Características.

##### 286.4.3.1. Características físicas.

El contenido de humedad de la madera determinado según la Norma UNE-EN 13183-1:2002, UNE-EN 13183-1/AC:2004 y UNE-EN 13183-1:2003 ERRATUM no excederá del quince por ciento (15%).

El peso específico determinado según la Norma UNE 56531, estará comprendido entre 0,40 y 0,60 t/cm<sup>3</sup>.

La higroscopicidad calculada según la Norma UNE 56532, será normal.

El coeficiente de contracción volumétrica, determinado según la Norma UNE 56533, estará comprendido entre 0,35 y 0,55 por 100.

##### 286.4.3.2. Características mecánicas.

La resistencia a compresión, determinada según la Norma UNE 56535, será:

- Característica o axial f<sub>mk</sub> ..... > 300 kg/cm<sup>2</sup>.
- Perpendicular a las fibras ..... > 300 kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a la flexión estática, determinada según la Norma UNE 56 537, será:

- Cara radial hacia arriba ..... > 300 kg/cm<sup>2</sup>.
- Cara radial hacia el costado ..... > 25 kg/cm<sup>2</sup>.

Con este mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, se determinará el módulo de elasticidad que no será inferior a noventa mil. (90.000 kg/cm<sup>2</sup>).

La resistencia a la tracción, determinada según la Norma UNE 56538, será:

- Paralelo a las fibras ..... > 399 kg/cm<sup>2</sup>.
- Perpendicular a las fibras ..... > 25 kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a la herida en dirección paralela a las fibras, determinada según la Norma UNE 56539, será superior a quince (15) kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a esfuerzo cortante en dirección perpendicular a las fibras, será superior a cincuenta (50) kg/cm<sup>2</sup>.

286.5. Recepción.

Queda a criterio de la Dirección Facultativa la clasificación del material en lotes de control a la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar.

286.6. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## Artículo 287.- Poliestireno expandido.

### 287.1. Condiciones generales.

El poliestireno expandido es un material plástico, celular y suficientemente rígido, fabricado a partir del moldeo de pequeños elementos esféricos preexpandidos de poliestireno expandible, o de sus copolímeros y cuya estructura celular será cerrada y rellena de aire.

### 287.2. Condiciones del suministro.

El poliestireno expandido se suministrará en planchas para su uso en juntas de estructuras y en bloques para aligeramientos.

Cada embalaje llegará a obra con una etiqueta o albarán en el que figuren como mínimo los siguientes datos:

- Nombre comercial, suministrador o fabricante.
- Medidas nominales.
- Clasificación por su reacción al fuego según Norma UNE 23727:1990.
- Valor mínimo de la resistencia térmica.

Además, las planchas y bloques traerán un certificado firmado de garantía del fabricante.

### 287.3. Dimensiones y tolerancias.

Las dimensiones de las planchas y bloques serán las especificadas en planos, que estarán determinadas de acuerdo con lo establecido en la Norma UNE-EN 13163:2002.

Las tolerancias dimensionales admisibles serán las siguientes:

- Longitud  $\pm 6$  mm
- Altura  $\pm 3$  mm
- Espesor  $\pm 2$  mm

### 287.5. Recepción.

No se recepcionarán los suministros de poliestireno expandido hasta que no se compruebe que disponen de certificado firmado de garantía del fabricante, así como el cumplimiento de las tolerancias admisibles y el resultado favorable de los ensayos de control.

### 287.6. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## Artículo 292.- Áridos para hormigones.

### 292.1. Generalidades.

Para la fabricación de hormigones podrán emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo esté sancionado por la práctica, o que resulten aconsejables como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga en cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como áridos, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Será de obligado cumplimiento lo especificado en el artículo 28º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Se exigirá el marcado CE en los áridos para hormigón.

### 292.2. Designación y tamaños del árido.

- Arena o árido fino: Árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla (tamiz 4 UNE-EN 933-2:1996).
- Árido grueso o grava: Árido o fracción del mismo que resulta retenido por el tamiz 4 (UNE-EN 933-2:1996 y UNE-EN 933-2/1M:1999) y cuyo tamaño máximo sea menor que las dimensiones siguientes:
  - 0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
  - 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
  - 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:
    - Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.
    - Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se



encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

- Árido total o árido: el que por sí solo o por mezcla posee las proporciones de arena y grava necesarias para la fabricación de un tipo de hormigón.

#### 292.3. Prescripciones y ensayos.

Los áridos cumplirán las condiciones físico - químicas, físico - mecánicas y de granulometría y forma establecidas en el apartado 28.3 del artículo 28º de la EHE.

#### 292.4. Suministro y almacenamiento.

Los áridos se transportarán y acopiarán de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

El suministrador de los áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el apartado 28.3 del artículo 28º de la EHE, hasta la recepción de estos.

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro en la que figuren como mínimo el nombre del suministrador, el nº de serie de la hoja de suministro, el nombre de la cantera, la fecha de entrega, el nombre del peticionario, el tipo, cantidad y designación de árido, así como la identificación del lugar de suministro.

#### 292.5. Medición y abono.

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forma parte.



**Parte 3.-  
Movimiento de tierras.**

---



Capítulo I.-	<u>Trabajos preliminares.</u>	1
Artículo 301.-	Demoliciones.	1



## **Capítulo I.- Trabajos preliminares.**

### **Artículo 301.- Demoliciones.**

#### **301.1. Definición.**

Las demoliciones consisten en el derribo o desmontaje de todos aquellos elementos que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la demolición.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- Retirada de los materiales.

Será de aplicación el artículo 301 del PG-3 y la NTE-ADD: Norma Tecnológica de la Edificación; Acondicionamiento del Terreno. Desmontes. Demoliciones.

#### **301.2. Ejecución de las obras.**

##### **301.2.1. Estudio de la demolición.**

Antes de comenzar los trabajos, se elaborará un estudio de demolición que tendrá que ser aprobado por la Dirección Facultativa, siendo el Contratista responsable de su contenido y de su correcta ejecución.

Dicho estudio contendrá como mínimo los métodos de demolición, estabilidad de los elementos a demoler y a conservar, protección de elementos del entorno, programa de trabajos, pautas de control y mantenimiento o sustitución provisional de los servicios afectados.

##### **301.2.2. Derribo de las construcciones: prescripciones generales.**

El Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad suficientes y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efecto en el momento de la demolición, así como de las que eviten molestias y perjuicios a bienes y personas colindantes y del entorno, sin perjuicio de su obligación de cumplir las instrucciones que eventualmente dicte la Dirección Facultativa.

No obstante, el Contratista deberá contraer una póliza de seguro en previsión de los daños que pudiera ocasionar a personas, y a bienes, muebles e inmuebles colindantes.

El método de demolición será de libre elección del Contratista, previa aprobación de la Dirección Facultativa de obra y teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- La demolición con máquina excavadora, únicamente será admisible en construcciones, o parte de ellas, de altura inferior al alcance de la cuchara.
- El empleo de explosivos estará condicionado a la obtención del permiso de la autoridad competente con jurisdicción en la zona de la obra. Permisos cuya obtención será de cuenta y responsabilidad del Contratista.
- Los materiales quedarán suficientemente troceados y apilados para facilitar la carga, en función de los medios de que se dispongan y las condiciones de transporte.
- No se trabajará con lluvia o viento > 60 Km/h.
- Se demolerá en general, en orden inverso al que se siguió para la construcción del elemento. Se ha de demoler de arriba hacia abajo, por tongadas horizontales, de manera que la demolición se haga prácticamente al mismo nivel.
- La parte a derribar no tendrá instalaciones en servicio (agua, gas, electricidad, etc.).
- Se protegerán los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras.
- La zona afectada por las obras quedará convenientemente señalizada, así como los elementos que deban conservarse intactos, según indique la Dirección Facultativa.
- Los trabajos se realizarán de manera que molesten lo menos posible a los afectados.
- Al terminar la jornada no se dejarán tramos de obra con peligro de inestabilidad.
- En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, etc.), se suspenderán las obras y se avisará a la Dirección Facultativa.
- La operación de carga de escombros se realizará con las precauciones necesarias, para conseguir las condiciones de seguridad suficientes. Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de retirada y carga de escombros.
- Los elementos no estructurales se demolerán antes que los resistentes a los que estén unidos, sin afectar su estabilidad.
- El elemento a derribar no estará sometido a la acción de elementos estructurales que le transmitan cargas.
- Durante los trabajos se permitirá que el operario trabaje sobre el elemento, si su anchura es > 35 cm. y su altura es < 2 m.
- Si se prevén desplazamientos laterales del elemento, es necesario apuntarlo y protegerlo para evitar su derrumbamiento mediante cimbras y apeos.

Durante la ejecución de los trabajos se comprobará que se adoptan las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución de la demolición se adapta a lo especificado en este pliego.

#### 301.2.3. Prescripciones adicionales para la demolición de hormigón en masa o armado.

Comprende la demolición de todo tipo de fábrica de hormigón independientemente de su espesor y cuantía de armaduras, así como la de cimentaciones construidas con este material.



Esta unidad de obra se refiere tanto a elementos enterrados, como a los situados sobre el nivel del terreno (excepto edificaciones), así como a muros, estribos, tableros o bóvedas de puentes y/o obras de drenaje.

En la realización de esta unidad podrán emplearse medios exclusivamente mecánicos o emplear explosivos. En este último caso, deberá comunicarse a la Dirección de Obra, la cual habrá de dar su autorización para comenzar a ejecutar los trabajos. En todo caso, se respetará la normativa vigente sobre utilización de explosivos.

La profundidad de demolición de los cimientos será como mínimo de cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la cota más baja del relleno o desmonte.

#### **301.2.3. Retirada de los materiales de derribo.**

El Contratista llevará a vertedero todos los materiales procedentes del derribo de todos los elementos que sean objeto de demolición.

Para el transporte de los materiales a vertedero se utilizará un camión con caja basculante.

Los vertederos serán aprobados por la Dirección Facultativa y los organismos medioambientales competentes.

Los materiales de derribo que sean susceptibles de aprovechamiento serán limpiados y transportados a acopio, almacén o al lugar que especifique la Dirección Facultativa.

En el caso de eliminación de materiales mediante incinerado, se adoptarán las medidas de control necesarias para evitar cualquier afección al entorno, dentro del marco de la normativa legal vigente.

#### **301.3. Control y criterios de aceptación y rechazo.**

Durante la ejecución de las demoliciones se vigilará y se comprobará que se adoptan las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución de la demolición se adapta a lo especificado en este PPTP y las órdenes escritas de la Dirección Facultativa.

#### **301.4. Prescripciones medioambientales para la ejecución de las obras.**

Se evitará la formación de polvo que puede resultar muy molesto, no solo para la vegetación y la fauna sino, sobre todo, para los vecinos del territorio afectable. Como prevención se regarán las partes a demoler y cargar, sin que esto suponga abono aparte al Contratista.

Aunque, como ya se ha especificado antes, para comenzar la demolición previamente haya que neutralizar todas las acometidas de las instalaciones de las edificaciones, será necesario dejar previstas tomas de agua para el riego, como medida preventiva para la formación de polvo durante los trabajos.

Se prohíbe el vertido del material sobrante desechado a vertederos no autorizados.

Las escombreras serán estables, no estropearán el paisaje ni la vista de las obras, ni dañarán el medio ambiente; no entorpecerán el tráfico ni la evacuación de las aguas. A tal efecto, el Contratista se verá obligado a efectuar los retranqueos, plantaciones, perfilados, cunetas, etc., necesarios a juicio de la Dirección Facultativa, sin que por tal motivo tenga el Contratista derecho a percepción económica alguna.

#### 301.5. Medición y abono.

Las demoliciones de elementos de hormigón en masa o armado con compresor, medios mecánicos o voladura, de edificios, pozos o albercas y de muros de ladrillo se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ); la demolición de firmes y Acerados y fábricas de ladrillo con medios manuales se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) y el desmontaje de tuberías, vallas, barreras de seguridad y el desguace de vías se abonarán por metros (m) realmente ejecutados, y el desmontaje de elementos de señalización, el descabezado de pilotes y el desmontaje de torres, báculos y pórticos de alumbrado, se abonarán por unidades (ud) según especifica el precio de cada unidad de obra a demoler en el Cuadro de Precios, medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizar la misma, y todo ello ejecutado conforme a lo prescrito en Proyecto y según las órdenes de la Dirección Facultativa.

Serán de aplicación los precios siguientes del Cuadro de Precios:

- $m^3$ . DEMOLICIÓN DE MURO DE HORMIGÓN ARMADO, CON MEDIOS MANUALES, MARTILLO NEUMÁTICO Y EQUIPO DE OXICORTE, Y CARGA MANUAL SOBRE CAMIÓN O CONTENEDOR. (P.- 0301-04)
- $m^3$ . DEMOLICIÓN DE MURO DE MAMPOSTERÍA ORDINARIA A UNA CARA VISTA DE PIEDRA ARENISCA, EN SECO, CON MEDIOS MANUALES, Y CARGA MANUAL SOBRE CAMIÓN O CONTENEDOR. (P.- 0301-43)

Los precios incluyen todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones que sean necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de estas unidades de obra.

Asimismo, incluyen la retirada de los productos resultantes de las demoliciones a vertedero.

**Parte 6.-  
Estructuras.**

---



Capítulo I.-	Componentes. ....	1
Artículo 610.-	Hormigones.....	1
Artículo 620.-	Perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas. ....	20
Capítulo II.-	Estructuras metálicas. ....	30
Artículo 640.-	Estructuras de acero.....	30
Capítulo III.-	Estructuras de piedra. ....	57
NTE-EFP.-	Estructuras. Fábrica de piedra. ....	57
Capítulo IV.-	Elementos auxiliares.....	58
Artículo 680.-	Encofrados y moldes. ....	58



## Capítulo I.- Componentes.

### Artículo 610.- Hormigones.

#### 610.1 Definición y generalidades.

Se definen como hormigones, los materiales formados por mezcla de cemento, agua, árido grueso, arena y eventualmente adiciones y aditivos y material puzolánico (cenizas volantes), que al fraguar y endurecer adquieren resistencia y estabilidad en el tiempo ante los agentes atmosféricos y el agua.

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE".

#### 610.2 Composición.

El cemento a emplear en la fabricación de hormigones cumplirá las especificaciones del artículo 202 de presente Pliego.

El agua para amasado y curado del hormigón cumplirá lo especificado en el artículo 280.

Los áridos a emplear cumplirán lo prescrito en el artículo 292.

Los aditivos y adiciones cumplirán las condiciones establecidas en los artículos 281 y 283 del presente Pliego.

Los componentes del hormigón deberán cumplir las prescripciones incluidas en los Artículos 26º, 27º, 28º, 29º, 30º y 31º de la Instrucción EHE. Además, el ion cloruro total aportado por los componentes no excederá de los siguientes límites (véase 37.4 de la Instrucción EHE):

- Obras de hormigón pretensado: 0,2% del peso del cemento.
- Obras de hormigón armado u obras de hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración: 0,4% del peso del cemento.

#### 610.3 Características.

Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 39º de la Instrucción EHE.

Cada tipo de hormigón empleado deberá cumplir con la resistencia a compresión a los 28 días de edad especificada en proyecto, excepto en aquellas obras en las que el hormigón no vaya

a ser sometido a sollicitación los tres primeros meses desde su puesta en obra, en cuyo caso podrá referirse la resistencia a compresión a los 90 días de edad.

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los métodos previstos de puesta en obra y compactación, el hormigón rodee las armaduras sin solución de continuidad con los recubrimientos exigibles y rellene completamente los encofrados sin que se produzcan coqueras. Se valorará determinando su consistencia por medio del ensayo de asentamiento del cono según UNE-EN 12350-2.

#### 610.4 Dosificación del hormigón.

La dosificación se llevará a cabo respetando las limitaciones siguientes:

La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón y la máxima relación agua/cemento serán las siguientes:

Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	masa	0,65	--	--	--	--	--	--	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,46	0,55	0,50	0,50
	pretensado	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
Mínimo contenido de cemento(kg/m³)	masa	200	--	--	--	--	--	--	275	300	325	275	300	275
	armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg. Sólo bajo la autorización expresa del Ingeniero Director podrá superarse dicho límite.
- La cantidad total de finos, resultante de sumar el contenido de partículas del árido grueso y del árido fino que pasan por el tamiz UNE 0,063 y la componente caliza, deberá ser inferior a 175 Kg/m³. En el caso de emplearse agua reciclada dicho límite podrá incrementarse hasta 185 Kg/m³.

En el caso particular de que se utilicen adiciones en la fabricación del hormigón, se podrá tener en cuenta su empleo a los efectos del cálculo del contenido de cemento y de la relación agua/cemento. A tales efectos, se sustituirá para entrar en la tabla el contenido de cemento C (Kg/m³) por C+KF, así como la relación A/C por A/(C+KF) siendo F(Kg/ m³) el contenido de adición y K el coeficiente de eficacia de la misma.

En el caso de las cenizas volantes, se tomará un valor de K no superior a 0,30. El Director de Obra, podrá admitir un valor de K superior al indicado, pero no mayor de 0,40 en el caso de edificación o de 0,50 en el caso de obras públicas, y siempre que ello se deduzca de la



realización de un exhaustivo estudio experimental previo donde se consideren no sólo aspectos resistentes, sino también de durabilidad.

En el caso del humo de sílice, se tomará un valor de K no superior a 2, excepto en el caso de hormigones con relación agua/cemento mayor que 0,45 que vayan a estar sometidos a clases de exposición H o F en cuyo caso para K se tomará un valor igual a 1.

En el caso de utilización de adiciones, los contenidos de cemento no podrán ser inferiores a 200, 250 ó 275 Kg/m<sup>3</sup>, según se trate de hormigón en masa, armado o pretensado.

Una constatación experimental, de carácter indirecto, del cumplimiento de los requisitos de contenido mínimo y cemento y de relación máxima agua/cemento, se lleva a cabo comprobando la impermeabilidad al agua del hormigón, mediante el método de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, según la UNE-EN 12390-8:2001. Su objetivo es la validación de dosificaciones, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 85º de la Instrucción EHE.

Esta comprobación se deberá realizar cuando, de acuerdo con el Artículo 8.2.2 de la Instrucción EHE, las clases generales de exposición sean III o IV, o cuando el ambiente presente cualquier clase específica de exposición.

Un hormigón se considera suficientemente impermeable al agua si los resultados del ensayo de penetración de agua cumplen simultáneamente que:

- La profundidad máxima de penetración de agua es menor o igual que 50 mm.
- La profundidad media de penetración de agua es menor o igual que 30 mm.

El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en la Instrucción EHE, a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas.

La puesta en obra del hormigón no deberá iniciarse hasta que el Director de las Obras haya aprobado la fórmula de trabajo a la vista de los resultados obtenidos en los ensayos previos y característicos.

La fórmula de trabajo constará al menos:

- Tipificación del hormigón.
- Granulometría de cada fracción de árido y de la mezcla.
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de cada árido (Kg/m<sup>3</sup>).
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de agua.

- Dosificación de adiciones.
- Dosificación de aditivos.
- Tipo y clase de cemento.
- Consistencia de la mezcla.
- Proceso de mezclado y amasado.

Los ensayos deberán repetirse siempre que se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- Cambio de procedencia de algunos de los materiales componentes.
- Cambio en la proporción de cualquiera de los elementos de la mezcla.
- Cambio en el tipo o clase de cemento utilizado.
- Cambio en el tamaño máximo del árido.
- Variación en más de dos décimas (0,2) del módulo granulométrico del árido fino.
- Variación del procedimiento de puesta en obra.

#### 610.5 Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos.

En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:2001, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

#### 610.6 Resistencia del hormigón frente al ataque del agua de mar.

En el caso de que un elemento estructural armado esté sometido a un ambiente que incluya una clase general tipo IIIb o IIIc, o bien que un elemento de hormigón en masa se encuentre sumergido o en zona de carrera de mareas, el cemento a emplear deberá tener la característica adicional de resistencia al agua de mar, según la RC-08.

#### 610.7 Resistencia del hormigón frente a la erosión.

Cuando un hormigón vaya a estar sometido a una clase E, deberá procurarse la consecución de un hormigón resistente a la erosión. Para ello, se adoptarán las siguientes medidas:

- Contenido mínimo de cemento y relación máxima agua/cemento, según tabla del apartado 610.4 del presente artículo.
- Resistencia mínima del hormigón de 30 N/mm<sup>2</sup>.
- El árido fino deberá ser cuarzo y otro material de, al menos, la misma dureza.
- El árido grueso deberá tener un coeficiente de Los Ángeles inferior a 30.
- No superar los contenidos de cemento que se indican a continuación para cada tamaño máximo del árido:

<b>Diámetro</b>	<b>Contenido máximo de cemento</b>
10 mm	400 Kg/m <sup>3</sup>
20 mm	375 Kg/m <sup>3</sup>
40 mm	350 Kg/m <sup>3</sup>

- Curado prolongado, con duración, al menos, un 50% superior a la que se aplicará, a igualdad del resto de condiciones, a un hormigón no sometido a erosión.

#### 610.8 Resistencia frente a la reactividad álcali-árido.

Se consideran ambientes húmedos aquellos cuya clase general de exposición es diferente a I o IIb.

Para prevenir las reacciones álcali-árido, se deben adoptar una de las siguientes medidas:

- Empleo de áridos no reactivos
- Empleo de cementos con un contenido de alcalinos, expresados como óxido de sodio equivalente ( $0,658 K_2O + Na_2O$ ) inferior al 0,60% del peso de cemento.

En el caso de no ser posible la utilización de materias primas que cumplan las prescripciones anteriores, se deberá realizar un estudio experimental específico sobre la conveniencia de adoptar una de las siguientes medidas:

- Empleo de cementos con adiciones, salvo las de filler calizo, según UNE 197-1 y la UNE 80307.
- Empleo de adiciones al hormigón según lo especificado en el artículo 30º de la EHE.

En estos casos puede estudiarse también la conveniencia de adoptar un método de protección adicional por impermeabilización superficial.

#### 610.9 Corrosión de las armaduras.

Las armaduras deberán permanecer exentas de corrosión durante todo el periodo de vida útil de la estructura. Para prevenir la corrosión se deberán asegurar la correcta ejecución de los espesores de recubrimientos indicados en la EHE.

Se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico, salvo en el caso de sistemas de protección catódica. Así mismo se prohíbe el empleo de materiales componentes que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las indicadas en los artículos 27º, 28º, 29º y 30º de la EHE.

#### 610.10 Fabricación y transporte a obra del hormigón.

##### 610.10.1 Fabricación.

En la ejecución de hormigones se atenderá el Contratista a todo lo dispuesto en el Artículo 71º de la vigente Instrucción EHE y a las órdenes concretas que, para la debida aplicación de la misma dicte en cada caso la Dirección Facultativa.

Las materias primas se almacenarán y transportarán de forma tal que se evite todo tipo de entremezclado, contaminación, deterioro o cualquier otra alteración significativa en sus características. Se tendrá en cuenta lo previsto en los Artículos 26º, 27º, 28º, 29º, 30º, 31º y 71º de la EHE para estos casos.

La dosificación de cemento, de los áridos, y en su caso, de las adiciones, se realizará en peso. La dosificación de cada material deberá ajustarse a lo especificado para conseguir una adecuada uniformidad entre amasadas.

Las materias primas se amasarán de forma tal que se consiga su mezcla íntima y homogénea, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento. La homogeneidad del hormigón se comprobará de acuerdo al procedimiento establecido en el Artículo 71.2.4 de la Instrucción EHE.

El hormigón se hará forzosamente con máquina. Si el hormigón ha de ser amasado a pie de obra, el Contratista instalará en el lugar de trabajo una hormigonera del tipo aprobado, equipada con dispositivo para la regularización y medición del agua, capaz de producir una mezcla de hormigón homogéneo de color uniforme. El volumen de material mezclado por amasado, no ha de exceder los tres cuartos (3/4) de la capacidad nominal de la hormigonera.

El tiempo de amasado no será inferior a un minuto en hormigonera de setecientos cincuenta (750) litros o inferior.

En el caso de hormigón no fabricado en central el fabricante deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por la Dirección de Obra. Asimismo, será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia; y su utilización estará limitada a hormigones de limpieza o unidades de obra no estructurales.

En la obra existirá, a disposición de la Dirección de Obra, un libro custodiado por el fabricante del hormigón que contendrá la dosificación, o dosificaciones nominales a emplear en la obra, así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación. En este libro figurará la relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón, la descripción de los equipos empleados, y la referencia al documento de calibrado de la balanza para la dosificación del cemento. Asimismo, figurará el

registro del número de amasadas empleadas en cada lote y las fechas de hormigonado, con los resultados de los ensayos realizados, en su caso.

El hormigón fabricado en central podrá designarse por propiedades o por dosificación. En ambos casos deberá especificarse como mínimo:

- La consistencia.
- El tamaño máximo del árido.
- El tipo de ambiente al que va a estar expuesto el hormigón.
- La resistencia característica a compresión (véase Artículo 39.1 de la Instrucción EHE, para hormigones designados por propiedades.
- El contenido de cemento, expresado en kilos por metro cúbico (Kg/m<sup>3</sup>), para hormigones designados por dosificación.
- La indicación de si el hormigón va a ser utilizado en masa, armado o pretensado.

#### 610.6.2 Transporte.

El hormigón se transportará desde la hormigonera al lugar del vertido, tan rápidamente como sea posible según métodos aprobados por la Dirección Facultativa y que no acusen segregación o pérdida de ingredientes. Se depositará tan cerca como sea posible de su colocación final, para evitar manipulaciones ulteriores.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgaste en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o son agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

El lavado de los elementos de transporte se efectuará en balsas de lavado específicas que permitan el reciclado del agua.

El transporte del hormigón por tubería con el huso de bomba de hormigón está autorizado siempre y cuando no se produzcan segregaciones, a juicio de la Dirección Facultativa.

#### 610.10.3 Entrega y recepción.

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la central de hormigón.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de la entrega.
- Cantidad de hormigón suministrado.
- Designación del hormigón.
- Dosificación real del hormigón que incluirá, al menos:
  - Tipo y contenido de cemento.
  - Relación agua/cemento.
  - Contenidos en adiciones, en su caso.
  - Tipo y cantidad de aditivos.
- Identificación del cemento, aditivos y adiciones empleados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Identificación del camión que transporta el hormigón.
- Hora límite del uso del hormigón.

El comienzo de la descarga del hormigón desde el equipo de transporte del suministrador, en el lugar de la entrega, marca el principio del tiempo de entrega y recepción del hormigón, que durará hasta finalizar la descarga de éste.

La Dirección de Obra, o la persona en quien delegue, es el responsable de que el control de recepción se efectúe tomando las muestras necesarias, realizando los ensayos de control precisos, y siguiendo los procedimientos indicados en el Capítulo XV de la Instrucción EHE.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia (y aire ocluido, en su caso) deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el

asiento en cono de Abrams es menor que el especificado, según Artículo 31.5 de la Instrucción EHE, el suministrador podrá adicionar aditivo fluidificante o superfluidificante para aumentarlo hasta alcanzar dicho consistencia, sin que ésta rebase las tolerancias indicadas en el mencionado apartado y siempre que se haga conforma a un procedimiento escrito y específico que previamente haya sido aprobado por el Fabricante del hormigón. Para ello, el elemento de transporte (camión hormigonera) deberá estar equipado con el correspondiente equipo dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será de al menos 1 min/m<sup>3</sup>, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

La actuación del suministrador termina una vez efectuada la entrega del hormigón y siendo satisfactorios los ensayos de recepción del mismo.

En los acuerdos entre el peticionario y el suministrador deberá tenerse en cuenta el tiempo que, en cada caso, pueda transcurrir entre la fabricación y la puesta en obra del hormigón.

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de manera continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar, en ningún caso, los treinta minutos (30 min), cuando el hormigón pertenezca a un mismo elemento estructural o fase de un elemento estructural.

#### 610.11 Puesta en obra del hormigón.

##### 61011.1 Colocación.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección Facultativa, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva.

Asimismo, los medios de puesta en obra del hormigón propuestos por el Contratista deberán ser aprobados por el Director de las Obras antes de su utilización.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

Se tendrá especial cuidado en evitar el desplazamiento de armaduras, conductos de pretensado, anclajes y encofrados, así como el producir daños en la superficie de estos últimos, especialmente cuando se permita la caída libre del hormigón.

El Director de las Obras podrá modificar el tiempo de puesta en obra del hormigón fijado por la Instrucción EHE si se emplean productos retardadores de fraguado; pudiendo aumentarlo además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros (2 m) quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificados en los planos.

Cuando se coloque en obra hormigón proyectado mediante métodos neumáticos, se tendrá la precaución de que el extremo de la manguera no esté situado a más de tres metros (3 m) del punto de aplicación, que el volumen del hormigón lanzado en cada descarga sea superior a un quinto de metro cúbico ( $0,2 \text{ m}^3$ ), que se elimine todo rebote excesivo del material y que el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

En el caso de hormigón pretensado, no se verterá el hormigón directamente sobre las vainas para evitar su posible desplazamiento. Si se trata de hormigonar una dovela sobre un carro de avance o un tramo continuo sobre una cimbra autoportante, se seguirá un proceso de vertido tal que se inicie el hormigonado por el extremo más alejado del elemento previamente hormigonado, y de este modo se hayan producido la mayor parte de las deformaciones del carro o autocimbra en el momento en que se hormigone la junta.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por tongadas, dependiendo del espesor de la losa, de forma que el avance se realice en todo el frente del hormigonado.

En vigas, el hormigonado se efectuará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura, y procurando que el frente vaya recogido para que no se produzcan segregaciones ni la lechada escurra a lo largo del encofrado.



Cuando esté previsto ejecutar de un modo continuo las filas y los elementos horizontales apoyados en ellas, se dejarán transcurrir por lo menos dos horas (2 h) antes de proceder a construir dichos elementos horizontales, a fin de que el hormigón de los elementos verticales haya asentado definitivamente.

En el hormigón ciclópeo se cuidará que éste envuelva los mampuestos, quedando entre ellos separaciones superiores a tres (3) veces el tamaño máximo del árido empleado, sin contar los mampuestos.

#### 610.11.2 Compactación.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos 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 y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración que se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extiende a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los parámetros y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida.

Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a ellos de los vibradores.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de masa vibrada un aspecto brillante, como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

En el caso del hormigón pretensado la compactación se efectuará siempre mediante vibrado. Se pondrá el máximo cuidado en que los vibradores no toquen las vainas para evitar su desplazamiento o su rotura y consiguiente obstrucción. Durante el vertido y compactado del hormigón alrededor de los anclajes, deberá cuidarse de que la compactación sea eficaz, para que no se formen huecos ni coqueras y todos los elementos del anclaje queden bien recubiertos y protegidos.

#### **610.11.3 Juntas de hormigonado.**

Las juntas de hormigonado, 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. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la Dirección Facultativa, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la Dirección Facultativa.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para proporcionar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta con toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos erosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre 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.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. La apertura de tales juntas será la necesaria para que, en su día, se puedan hormigonar correctamente.

En el caso de elementos de hormigón pretensado, no se dejarán más juntas que las previstas expresamente en los Planos y solamente podrá interrumpirse el hormigonado cuando por razones imprevistas sea absolutamente necesario. En ese caso, las juntas deberán hacerse perpendiculares a la resultante del trazado de las armaduras activas. No podrá reanudarse el hormigonado sin el previo examen de las juntas y autorización del Director de las Obras, que fijará las disposiciones que estime necesarias sobre el tratamiento de las mismas.

#### 610.12 Hormigonado en condiciones especiales.

##### 610.12.1 Hormigonado en tiempo frío.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

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 de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material. En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información (véase Artículo 86º de la Instrucción EHE) necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ion cloro.

#### 610.12.2 Hormigonado en tiempo caluroso.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseeque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra se adopten medidas especiales.

#### 610.12.3 Hormigonado en tiempo lluvioso.

Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá toldos u otros medios que protejan al hormigón fresco. Como norma general, el hormigonado se suspenderá en caso de lluvia, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

El Director de las Obras aprobará, en su caso, las medidas a adoptar en caso de tiempo lluvioso. Asimismo, ordenará la suspensión del hormigonado cuando estime que no existe garantía de que el proceso se realice correctamente.

#### 610.13 Curado del hormigón.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente.

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 el Artículo 27º de la Instrucción EHE.

El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos 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 periodo de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la Dirección Facultativa.

Cuando el hormigonado se efectúe a temperatura superior a cuarenta grados Celsius (40 °C) deberá curarse el hormigón por vía húmeda. El proceso de curado deberá prolongarse sin interrupción durante al menos diez días (10 d).

Las superficies de hormigón cubiertas por encofrados de madera o de metal expuestos al soleamiento se mantendrán húmedas hasta que puedan ser desmontadas, momento en el cual se comenzará a curar el hormigón.

En el caso de utilizar el calor como agente de curado para acelerar el endurecimiento, se vigilará que la temperatura no sobrepase los setenta y cinco grados Celsius (75 °C), y que la velocidad de calentamiento y enfriamiento no exceda de veinte grados Celsius por hora (20 °C/h). Este ciclo deberá ser ajustado experimentalmente de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

Cuando para el curado se utilicen productos filmógenos las superficies del hormigón se recubrirán, por pulverización, con un producto que cumpla las condiciones estipuladas en el artículo 285 de este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, "Productos filmógenos de curado".

La aplicación del producto se efectuará tan pronto como haya quedado acabada la superficie, antes del primer endurecimiento del hormigón. No se utilizará el producto de curado sobre superficies de hormigón sobre las que se vaya a adherir hormigón adicional u otro material, salvo que se demuestre que el producto de curado no perjudica la adherencia, o a menos que se tomen medidas para eliminar el producto de las zonas de adherencia.

Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director de las Obras podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico al hormigón y garanticen un correcto proceso de curado.

#### **610.14 Acabado de superficies.**

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Cuando se requiera un particular grado o tipo de acabado por razones prácticas o estéticas, se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

En general, para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

#### 610.15 Control de calidad.

El control de materiales y el control de la ejecución se realizarán según lo dispuesto en los capítulos XV y XVI de la Instrucción EHE, respectivamente.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con lo indicado en UNE EN 12350-1. Salvo en los ensayos previos, la toma de muestras se realizará en el punto de vertido del hormigón, a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga.

El representante del laboratorio levantará un acta para cada toma de muestras, que deberá estar suscrita por todas las partes que estén presentes (Constructor, Suministrador del hormigón, Dirección Facultativa) quedándose cada uno con una copia de la misma. El Constructor o el Suministrador podrán requerir la realización, a su costa, de una toma de contraste.

Cada partida de hormigón empleada en la obra deberá ir acompañada de una hoja de suministro según el apartado 610.10.2 del presente artículo.

Los ensayos se llevarán a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días. Cualquier ensayo del hormigón diferentes de los contemplados en este apartado, se efectuarán según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Cualquier característica medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones, igual o superior a dos.

#### *Ensayos de docilidad del hormigón*

Se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método de asentamiento, según UNE 12350-2.

#### *Ensayos de resistencia del hormigón*

Se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2. Las probetas serán cilíndricas de 15x30 cm. Aunque pueden emplearse también:

- Probetas cúbicas de 15 cm. De arista.

- Probetas cúbicas de 10 cm. De arista en el caso de hormigones con  $f_{ck} \geq 50 \text{ N/mm}^2$ .

En cuyos casos los resultados deberán afectarse por el correspondiente factor de conversión, de acuerdo con el apartado 86.3.2 de la EHE.

Las probetas, se mantendrán en molde, convenientemente protegidas, durante al menos 16 horas y nunca más de tres días. Durante su permanencia en obra no deberán ser golpeadas ni movidas de su posición y se mantendrán a resguardo del viento y del asoleo directo.

Para la aceptación de la resistencia del hormigón, el recorrido relativo de un grupo de tres probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor y el menor, dividida por el valor medio de las tres, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20%. En el caso de dos probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13%.

#### *Ensayos de penetración de agua en el hormigón*

La comprobación, en su caso, de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8. Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de  $50 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Las modalidades de control a llevar a cabo para la resistencia del hormigón durante el suministro serán las establecidas en el apartado 86.5.3 de la EHE.

- Control previo al suministro, con el objeto de verificar la conformidad de la dosificación e instalaciones que se pretenden emplear para su fabricación. (según apartado 86.4. de la EHE)
  - Comprobación documental previa al suministro.
  - Comprobación de las instalaciones.
  - Comprobaciones experimentales previas al suministro.
- Control durante el suministro. (según apartado 86.5. de la EHE)
  - Control documental durante el suministro.
  - Control de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro: ensayos de consistencia y criterios de aceptación o rechazo.
  - Control estadístico de la resistencia del hormigón: lotes de control, ensayos y criterios de aceptación o rechazo.
  - Control al 100 por 100: realización de ensayos y criterios de aceptación o rechazo.
  - Control indirecto de la resistencia del hormigón: ensayos y criterios de aceptación o rechazo.
  - Certificado del hormigón suministrado.

610.16 Especificaciones de la unidad terminada.

610.16.1 Tolerancias.

Se cumplirán las prescripciones del Anejo 11 de la EHE.

610.16.2 Reparación de defectos.

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser comunicados al Director de las Obras, junto con el método propuesto para su reparación. Una vez aprobado éste, se procederá a efectuar la reparación en el menor tiempo posible.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

610.74 Recepción.

No se procederá a la recepción de la unidad de obra terminada hasta que se satisfaga el cumplimiento de las tolerancias exigidas, el resultado de los ensayos de control sea favorable y se haya efectuado, en su caso, la reparación adecuada de los defectos existentes.

610.18 Medición y abono.

610.18.1 Criterios de medición y abono.

La medición de los hormigones en general que tendrá lugar por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), se calculará exactamente por procedimientos geométricos, tomando como datos las dimensiones que figuran en los planos junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección Facultativa durante la construcción.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección Facultativa sobreexcavaciones correspondientes o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonará al precio correspondiente.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá definir otras unidades de medición y abono distintas del metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón que aparece en el articulado, tales como metro (m) de viga, metro cuadrado de losa (m<sup>2</sup>), etc., en cuyo caso el hormigón se medirá y abonará de acuerdo con dichas unidades.

610.18.2 Conceptos incluidos en los precios.



En los precios de las distintas clases de hormigón quedará incluido: el estudio y la obtención de la fórmula de trabajo para cada tipo de hormigón, así como los materiales necesarios para dicho estudio; el cemento, árido, agua y aditivos necesarios para la fabricación y puesta en obra (y aprobados por la Dirección Facultativa); la fabricación, transporte, puesta en obra y compactación del hormigón, la ejecución y tratamiento de las juntas, la protección del hormigón fresco, el curado y los productos de curado; el acabado y la realización de la textura superficial; y cuantos materiales, maquinaria y mano de obra sean necesarios para la correcta, rápida y segura ejecución de las unidades de obra objeto de éste Artículo.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para la reparación de defectos.

610.15.3.- Precios a aplicar:

M3. HORMIGÓN PREAMASADO HM-30/B/20/IIa-e PUESTO EN OBRA, VIBRADO, CURADO Y TERMINADO. (P.- 0610-13)

La medición y abono de los hormigones que formen parte integrante de otras unidades de obra del presente Pliego, se efectuará según lo especificado en dichas unidades.

## **Artículo 620.- Perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas.**

### 620.1 Definición.

Los perfiles y chapas de acero laminados en caliente, son los productos laminados en caliente, de espesor mayor que tres milímetros (3 mm), de sección transversal constante, distintos según ésta, empleados en las estructuras y elementos de acero estructural.

### 620.2 Materiales.

Las características mecánicas y la composición química de los aceros corresponden, por regla general a las exigencias de la Norma UNE-EN 10025:2006.

El tipo de material, su calidad y requisitos adicionales, estarán de acuerdo con lo establecido en el Proyecto (Planos, Memoria Técnica, Programa de puntos de inspección, etc.). El material empleado en chapas y perfiles cerrados será normalmente de calidad S355 K2 G3 según UNE-EN 10025:2006. El material empleado en perfiles laminados será de calidad S 275 JR para perfiles abiertos, según la misma norma.

Cualquier cambio que sea necesario realizar será sometido a la aprobación del responsable del diseño, con anterioridad a su ejecución.

### 620.3 Tipos.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9º del mencionado Real Decreto.

Los perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas, se clasificarán en función de:

Su geometría: Los productos de acero laminados en caliente se agrupan en series por las características geométricas de su sección: las series utilizadas actualmente se indican en la tabla 620.1. Con carácter indicativo se citan las normas relativas a las dimensiones y términos de sección.

La chapa suele emplearse solamente como materia prima para la obtención por corte de elementos planos.

<b>Tabla 620.1. Series de productos de acero laminados en caliente</b>	
<b>Serie</b>	<b>Normas: Dimensiones y términos de sección</b>
Perfil IPN	UNE 36521
Perfil IPE	UNE 36526
Perfil HEB (serie normal)	UNE 36524
Perfil HEA (serie ligera)	UNE 36524
Perfil HEM (serie pesada)	UNE 36524
Perfil U normal (UPN)	UNE 36522
Perfil L	UNE-EN 10056 <sup>(1)</sup>
Perfil LD	UNE-EN 10056 <sup>(1)</sup>
Perfil T	UNE-EN 10055
Perfil U comercial	UNE 36525
Redondo	UNE 10060
Cuadrado	UNE 10059
Rectangular	UNE 10058
Hexagonal	UNE 10058
Chapa	Véase nota 1
<p>Nota 1: Producto laminado plano de anchura mayor que mil quinientos milímetros (1.500 mm). Según su espesor se clasifica en:</p> <p>-Chapa media: Igual o mayor que 3 mm hasta 4,75 mm.</p> <p>-Chapa gruesa: Mayor que 4,75 mm.</p>	

Su tipo y grado de acero: Los tipos y grados de acero habitualmente empleados para la fabricación de estos productos, designados según la Norma UNE-EN 10027 parte 1, son los que figuran en la tabla 620.2.

También está permitido el empleo de los tipos y grados de acero de construcción de alto límite elástico (según UNE-EN 10137, partes 1, 2 y 3), los de grano fino para construcción soldada (según UNE-EN 10113, partes 1, 2 y 3), los aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación perpendicular a la superficie del producto (según UNE-EN 10164).

Estados de desoxidación admisibles: FN (no se admite acero efervescente) y FF (acero clamado).

**Tabla 620.2. Tipos y grados de acero habituales para perfiles y chapas, según UNE-EN 10025**

S 235 JR	S 275 JR	S 355 JR
S 235 J0	S 275 J0	S 355 J0
S 235 J2	S 275 J2	S 355 J2
		S 355 K2

#### 620.4 Características.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9º del mencionado Real Decreto.

La garantía de calidad de los perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas, será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

##### 620.4.1 Características de los aceros.

###### 620.4.1.1 Composición química.

La composición química de los aceros utilizados para la fabricación de los perfiles, secciones y chapas, será la especificada en la norma UNE-EN 10025, o en su caso, la especificada en la norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN 10025).

Para la verificación de la composición química sobre el producto, se deberán utilizar los métodos físicos o químicos analíticos descritos en las normas UNE al efecto en vigor.

###### 620.4.1.2 Características mecánicas.

Las características mecánicas de los aceros utilizados para la fabricación de los perfiles, secciones y chapas, serán las especificadas en la norma UNE-EN 10025, o en su caso, las especificadas en la norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN 10025).

Límite elástico  $R_{eH}$ : Es la carga unitaria, referida a la sección inicial de la probeta, que corresponde a la cedencia en el ensayo a tracción según la Norma UNE 7474(1), determinada por la detención de la aguja de lectura de la máquina de ensayo. Esta definición corresponde al límite superior de cedencia.

Resistencia a la tracción  $R_m$ : Es la carga unitaria máxima, soportada durante el ensayo a tracción según la Norma UNE 7474(1), después de producida la rotura de la probeta, y reconstruida ésta, expresado en tanto por ciento de la distancia inicial.

Alargamiento de la rotura A: Es el aumento de la distancia inicial entre puntos, en el ensayo de tracción según la Norma UNE 7474(1), después de producida la rotura de la probeta, y reconstruida ésta, expresada en tanto por ciento de la distancia inicial.

Resiliencia KV: Es la energía absorbida en el ensayo de flexión por choque, con probeta entallada, según la Norma UNE-7475(1).

#### 620.4.1.3 Características tecnológicas.

Soldabilidad: En el caso de productos fabricados con acero conforme a las normas UNE-EN 10025 o UNE-EN 10113, deberá determinarse el valor del carbono equivalente (CEV), y dicho valor, debe cumplir lo especificado al respecto en la normal de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda.

En el caso de productos fabricados con aceros conforme a las normas UNE-EN 10025, se estará a lo dispuesto en las propias normas.

Para la verificación del CEV sobre el producto se deberán utilizar los métodos físicos o químicos analíticos descritos en las normas UNE al efecto en vigor.

Dado que este artículo sólo contempla aceros soldables, el suministrador, a través del Contratista, facilitará al Director de las Obras los procedimientos y condiciones recomendados para realizar, cuando sea necesario, las soldaduras.

Los aceros de los grados JR, J0, J2G3, J2G4, K2G3 y K2G4, generalmente, son aptos para el soldeo por todos los procedimientos. La soldabilidad es creciente desde el grado JR hasta el grado K2.

El riesgo de que se produzcan grietas en frío en la zona soldada aumenta con el espesor del producto, con el nivel de resistencia y con el carbono equivalente. El agrietamiento en frío puede producirse por la acción combinada de los siguientes factores:

- Cantidad de hidrógeno difusible en el metal de aportación.
- Una estructura frágil de la zona afectada térmicamente.
- Concentraciones importantes de tensiones de tracción en la unión soldada.

Cuando se prescriba la utilización de ciertas recomendaciones, tales como las recogidas en la Norma UNE-EN 1011 o en normas nacionales que sean aplicables, las condiciones de soldeo y los distintos niveles de soldabilidad recomendados, para cada tipo de acero, pueden estar

determinados en función del espesor del producto, de la energía aportada a la soldadura, de los requisitos de producto, de la eficiencia de los electrodos, del proceso de soldeo y de las características del metal de aportación.

Doblado: Es un índice de la ductilidad del material, definido por la ausencia o presencia de fisuras en el ensayo de doblado, según la Norma UNE 7472, efectuado sobre el mandril que se indica en la tabla de características de las normas de condiciones técnicas de suministro, para cada una de las distintas clases de acero. Esta característica es opcional y su verificación sólo es exigible si expresamente así se indica en el pedido.

#### 620.4.2 Características de los perfiles y chapas.

Las tolerancias dimensionales, de forma y de masa de cada producto son las especificadas en la norma correspondiente que figura en la Tabla 620.3.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá fijar tolerancias más estrictas para el caso de aplicaciones especiales.

<b>Tabla 620.3. Medidas y tolerancias. Normas aplicables para cada producto.</b>			
<b>Serie</b>	<b>Norma de producto</b>		
	<b>Medidas</b>	<b>Tolerancias</b>	
Perfiles IPN	UNE 36521		UNE-EN 10024
Perfiles IPE	UNE 36526		UNE-EN 10034
Perfiles HEB, HEA, HEM	UNE 36524		UNE-EN 10034
Perfiles UPN	UNE 36522		UNE-EN 10279
Perfiles L	UNE-EN 10056		UNE-EN 10056
Perfiles LD	UNE-EN 10056		UNE-EN 10056
Perfiles T	UNE-EN 10055		UNE-EN 10055
Perfiles U comercial	UNE36525		UNE-EN 10279
Redondos		UNE 10060	
Cuadrados		UNE 10059	
Rectangulares		UNE 10058	
Hexagonales		UNE 10061	
Chapas y planos anchos de espesor $\mu$ 3mm y ancho $\mu$ 1.500mm		UNE 36559	

#### 620.5 Ejecución.

El Contratista comunicará por escrito a la Dirección Facultativa, antes de transcurridos treinta días (30d) desde la fecha de firma del acta de comprobación del replanteo, la relación completa de las empresas suministradoras de los perfiles y chapas laminados en caliente, para

estructuras metálicas, objeto del proyecto; así como la marca comercial, o referencia que dichas empresas dan a esa clase y calidad.

#### 620.6 Control de calidad.

##### 620.6.1 Suministro.

A los efectos del control de suministro de los productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas, se denomina partida al material que simultáneamente cumpla las siguientes condiciones:

- Que pertenezca a una de las series de productos citados en la Tabla 620.1.
- Que corresponda al mismo tipo y grado de acero.
- Que proceda de un mismo fabricante.
- Que haya sido suministrado más de una vez.

No podrán utilizarse productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas que no lleguen acompañados de la documentación indicada a continuación.

A la entrega de cada suministro se aportará un albarán con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha del suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Número de partidas que componen el suministro, identificando para cada partida, al fabricante y su contenido (peso, número de perfiles o chapas, tipo de producto según se indica en la tabla 620.1, tipo y grado de acero según se indica en la tabla 620.2).

Además, cada partida deberá llegar acompañada de la siguiente documentación según el caso.

Si se trata de una partida con una marca, sello o distintivo de calidad reconocido (620.8):

Documento acreditativo de que la partida está en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad reconocido.

Certificado del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores de las diferentes características según se especifica en el apartado 620.4, que justifiquen que los productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas cumplen las exigencias contenidas en este artículo.

Si se trata de una partida sin una marca, sello o distintivo de calidad reconocido (620.8):

Certificado del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores de las diferentes características según se especifica en el apartado 620.4, que justifiquen que los productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas cumplen las exigencias contenidas en este artículo.

Resultados de los ensayos, que justifiquen que los productos de acero laminados en caliente de esa partida cumplen las exigencias establecidas en el apartado 620.3, efectuados por un laboratorio autorizado conforme al Real Decreto 2200/1995, del 28 de diciembre.

Una vez comprobada la documentación que debe acompañar al suministro, se deberá proceder a comprobar el correcto marcado de los productos según los criterios siguientes:

Los perfiles y secciones de los tipos U normal (UPN), IPE; I con alas inclinadas (antiguo IPN) y HE de alas anchas y caras paralelas (HEB, HEA, HEM), llevarán la identificación del fabricante estampado en caliente, mediante los rodillos de laminación, a intervalos de dos mil quinientos milímetros (2.500 mm) como máximo, además deberá marcarse la designación abreviada del producto y del tipo y grado de acero, así como la identificación de la colada de procedencia, mediante pintado o grabado. Esta información, completa y fácilmente identificable, deberá figurar en todos y cada uno de los perfiles individuales.

Los perfiles y secciones de los tipos U comercial, T con alas iguales y aristas redondeadas, los angulares de lados iguales o desiguales, los redondos, los cuadrados, los hexagonales y los perfiles rectangulares de canto vivo, llevarán la identificación del fabricante, la designación abreviada el producto y del tipo y grado de acero, así como la identificación la colada de procedencia, mediante un método a elección del fabricante.

Las chapas y planos anchos de espesor ( $\mu$  3 mm) y ancho ( $\mu$  1.500 mm) llevarán la marca de identificación del fabricante, el número de la pieza, el número de la colada, las dimensiones, y la designación del tipo y grado del acero, pintados y troquelados.

No podrán utilizarse productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas que no estén correctamente marcados.

#### 620.6.2 Acopio.

Se comprobará que los perfiles y chapas laminados en caliente para estructuras metálicas acopiados se corresponden con todo lo previamente comunicado al Director de las Obras, según se especifica en el apartado 620.5.

A los efectos del control de los acopios, se denomina unidad de inspección al material que simultáneamente cumpla las siguientes condiciones:

Corresponde al mismo tipo y grado de acero.



Procede de un mismo fabricante.

Pertenece a una de las siguientes series en función del espesor máximo de la sección:

- Serie ligera ( $e \leq 16$  mm).
- Serie media ( $16 \text{ mm} < e \leq 40$  mm).
- Serie pesada ( $e > 40$  mm).

El tamaño máximo de la unidad de inspección será de:

- Ochenta toneladas (80 t), en el caso de acopios con una marca, sello o distintivo de calidad reconocido (620.8).
- Cuarenta toneladas (40 t), en el caso de acopios sin una marca, sello o distintivo de calidad reconocido (620.8).

Los criterios que se describen a continuación para realizar el control de calidad de los acopios serán sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Se distinguen dos niveles distintos de intensidad para el control de los acopios de estos productos:

- Control de acopios con una marca, sello o distintivo de calidad reconocido (620.8). En este caso, los resultados del control deben disponerse antes de la puesta en obra de la unidad de obra de la que formen parte.
- Control de acopios sin una marca, sello o distintivo de calidad reconocido (620.8). En este caso, los ensayos deben realizarse y obtenerse los resultados, previamente a la ejecución de la unidad de obra de la que vayan a formar parte, de tal forma que todos los productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas que se empleen en cada unidad de obra deben estar previamente totalmente identificados.

Los criterios de aceptación y rechazo serán:

Composición química (620.4.1.1) y características tecnológicas (620.4.1.3): Cada unidad de inspección será controlada mediante un ensayo de cada una de las características, según se especifica en la Norma UNE-EN 10025 o en la Norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN 10164). Si los resultados de todos los ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si el resultado, para alguna de las características, no es satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo de esta característica sobre cuatro (4) nuevas probetas de la unidad de inspección correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar la unidad de inspección.

Tolerancias dimensionales, de forma y de masa (620.4.2): Cada unidad de inspección será controlada mediante ensayos sobre un producto muestra. Si los resultados de todos los ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si el resultado, para alguna de las características, no es satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo de esa característica sobre cuatro (4) nuevos productos muestra de la unidad de inspección correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar la unidad de inspección.

Características mecánicas (620.4.1.2): Cada unidad de inspección será controlada mediante ensayos sobre dos (2) juegos de probetas, que se tomarán, según se especifica en la Norma UNE-EN 10025 o en la norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN 10164). Si los resultados de ambos ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si los dos resultados fuesen no satisfactorios, la unidad de inspección será rechazada, y si solamente uno de ellos resulta no satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo completo de todas las características mecánicas sobre dieciséis (16) juegos de probetas de la unidad de inspección correspondiente. El resultado se considerará satisfactorio si la media aritmética de los resultados obtenidos supera el valor mínimo garantizado y todos los resultados superan el noventa y cinco por ciento (95%) de dicho valor. En caso contrario la unidad de inspección será rechazada. En el caso de Rm además de lo citado anteriormente, la media aritmética será inferior al valor máximo garantizado y todos los resultados serán inferiores al 105% de dicho valor.

El pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá fijar otros criterios de aceptación y rechazo.

#### 620.7 Almacenamiento.

Los perfiles y chapas de acero laminados en caliente para estructuras metálicas, se almacenarán de forma que no se perjudique su estado de conservación.

#### 620.8 Especificaciones técnicas y distintivos de calidad.

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en el presente artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias establecidas en este artículo podrá ser otorgado por los Organismos españoles –públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/1995, del 28 de diciembre. El alcance de la certificación en este caso, estará limitado a los materiales para los que tales Organismos posean la correspondiente acreditación.

Si los productos, a los que se refiere este artículo, disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas que se exigen en este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté reconocido por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

**620.9 Medición y abono.**

La medición y abono de los perfiles y chapas de acero laminados en caliente para estructuras metálicas, se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

En acopios se medirán por kilogramos (kg) realmente acopiados, medidos por pesada en báscula debidamente contrastada.

## **Capítulo II.- Estructuras metálicas.**

### **Artículo 640.- Estructuras de acero.**

#### **640.1 Definición.**

Se define como estructura 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 contruidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

#### **640.2 Materiales.**

Para los electrodos a emplear en soldadura eléctrica al arco, véase lo previsto en el Artículo 624 del PG-3.

Para los roblones, tornillos ordinarios, tornillos calibrados y tornillos de alta resistencia se tendrá en cuenta lo previsto en los Artículos 621, 622 y 623 del PG-3.

Para las chapas y perfiles laminados, en cuanto a dimensiones y tolerancias se refiere, véase lo previsto en el Artículo 620.

#### **640.3 Forma y dimensiones.**

Serán las especificadas en los Planos y no se permitirán modificaciones por parte del Contratista sin el previo consentimiento de la Dirección Facultativa.

#### **640.4 Condiciones generales.**

Si el Contratista decidiera subcontratar parte o toda la ejecución de las estructuras metálicas, para su aprobación, deberá demostrar a la Dirección Facultativa que la empresa propuesta para la subcontrata posee personal técnico y obrero experimentado en esta clase de obras y, además, los materiales necesarios para realizarlas.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares lo exige, tanto en el período de montaje de la estructura, como en el de construcción en obra, estará presente en la misma de un modo permanente, durante la jornada de trabajo, un técnico responsable representante del Contratista.

Dentro de la jornada laboral, el Contratista deberá permitir, sin limitaciones al efecto de la función inspectora, la entrada en su taller al Director o a sus representantes, a los que dará toda clase de facilidades, durante el período de construcción de la estructura.

El Contratista viene obligado a comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica.

Salvo indicación en contrario de los documentos de contrato, el Contratista viene obligado especialmente:

- Comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica.
- La ejecución en taller de la estructura.
- La expedición, transporte y montaje de la misma.
- Disponer de todos los andamios, elementos de elevación y auxiliares para el montaje e inspección.
- Disponer el personal y materiales necesarios para efectuar la prueba de carga si ésta la estima oportuna la Dirección Facultativa.
- Permitir, durante el período de construcción de la estructura, la entrada en taller de la Dirección Facultativa para efectuar la inspección.
- A enviar al Contratista de las fábricas u hormigones, en caso de ser otro distinto, dentro del plazo previsto en el contrato, todos aquellos elementos de la estructura que hayan de quedar anclados en la obra no metálica, incluidos los correspondientes espárragos o pernos de anclaje.

Si el Contratista que va a realizar el montaje no es el mismo que lo ejecutó en taller, éste último vendrá obligado a:

- Montar en blanco en su taller parcial o totalmente la estructura para asegurar que sus ensambles no presentan anomalías para el montaje definitivo, haciéndose responsable de las que puedan surgir.
- Marcar todas las partes de la estructura antes de mandarla a obra y registrar dichas marcas en los planos para su montaje.
- Suministrar todos los elementos que sean necesarios para el montaje de la estructura, con excepción de los electrodos que se requieran para realizar las soldaduras de obra, cuando éste sea el medio de unión proyectado; pero, en los planos e instrucciones de montaje indicará la calidad y tipo de electrodos recomendados, previa aprobación del Director; pueden constituir también excepción, en el envío, los tornillos de alta resistencia necesarios para las uniones de montaje, debiendo indicar el Contratista, en este caso, en sus planos e instrucciones de montaje, los números diámetros nominales de los tornillos necesarios, así como las calidades de los aceros con los que deban ser fabricados tanto los tornillos como sus tuercas y arandelas.

- A enviar un cinco por ciento (5%) más del número de tornillos, o un diez por ciento (10%) más del número de roblones, estrictamente necesarios, a fin de prevenir las posibles pérdidas y sustituciones de los dañados durante el montaje.

#### 640.5 Uniones.

A efectos del presente proyecto, se utilizarán uniones soldadas que cumplirán las condiciones especificadas en la norma CTE-DB-SE-A.

En las uniones se distinguirá su clase, que puede ser:

Unión de fuerza, la que tiene por misión transmitir, entre perfiles o piezas de la estructura, un esfuerzo calculado.

Unión de atado, cuya misión es solamente mantener en posición perfiles de una pieza, y no transmite un esfuerzo calculado.

Entre las uniones de fuerza se incluyen los empalmes, que son las uniones de perfiles o barras de prolongación.

No se permitirán otros empalmes que los indicados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en casos especiales, los señalados en los planos de taller aprobados por el Director.

Se procurará reducir al mínimo el número de uniones en obra; a tal efecto, el Contratista estudiará, de acuerdo con el Director, la conveniente resolución de los problemas de transporte y montaje que aquella reducción de uniones pudiera acarrear.

Tanto en las estructuras roblonadas como en las soldadas, se aconseja realizar atornilladas las uniones definitivas de montaje. Los tornillos serán de alta resistencia cuando se trate de puentes o estructuras sometidas a cargas dinámicas.

##### 640.5.1 Uniones roblonadas y atornilladas.

###### 640.5.1.1 Agujeros.

Como norma general, los agujeros para roblones y tornillos se ejecutarán con taladro. Queda prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

Se permite el punzonado en espesores no superiores a quince milímetros (15 mm). Cuando la estructura haya de estar sometida a cargas predominantes estáticas, el diámetro del agujero será por lo menos igual a vez y media (1,5) el espesor, y se adoptarán las medidas oportunas para la coincidencia de los agujeros que deban corresponderse, se podrá efectuar

el punzonado al tamaño definitivo, con tal de utilizar un punzón que ofrezca garantías de lograr un agujero de borde cilíndrico, sin grietas ni fisuras. En caso contrario, se punzonarán los agujeros con un diámetro máximo inferior en tres milímetros (3 mm) al definitivo, rectificándolos mediante escariado mecánico posterior; es preferible el realizar esta segunda operación después de unidas las piezas que han de roblonarse juntas y fijadas, mediante tornillos provisionales, en su posición relativo definitiva. Análogamente, se procederá con los agujeros taladrados cuando haya de rectificarse su coincidencia.

Queda terminantemente prohibido el uso de la broca pasante para agrandar o rectificar los agujeros.

Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados se ejecutarán siempre con taladro, cualesquiera que sean su diámetro y los espesores de las piezas a unir.

Siempre que sea posible, se taladrarán de una sola vez los agujeros que atraviesen dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas, se separarán para eliminar las rebabas.

En cada estructura, los roblones o tornillos utilizados se procurará sean solamente de dos tipos, o como máximo de tres, de diámetros bien diferenciados.

Los diámetros de los agujeros, salvo excepciones justificadas, estarán dentro de los límites de la Tabla 640.1, y se acercarán lo más posible a los valores óptimos consignados en los catálogos para cada perfil.

**Tabla 640.1. Limitación para agujeros.**

Diámetro del agujero	Espesor de cada pieza		Máxima suma de espesores de las piezas unidas (mm)
	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	
11	4	10	45
13	4	12	55
15	5	14	65
17	6	16	70
19	7	18	80
21	8	20	90
23	10	24	100
25	12	28	115
27	14	36	130

Las distancias  $t$  entre los centros de agujeros de diámetro  $a$ , que unan piezas, cuyo espesor mínimo es  $e$ , cumplirán las condiciones siguientes:

Valor mínimo:

-Para roblones  $t \geq 3,0a$

-Para tornillos  $t \geq 3,5a$

Valor máximo:

-En general  $t \leq 8,0a$

$t \leq 15,0e$

-En uniones de armado de barras de tracción  $t \leq 15,0a$

$t \leq 25,0e$

En barras de gran anchura, con más de dos filas paralelas de roblones o tornillos en dirección del esfuerzo, en las filas interiores el valor máximo de la distancia  $t$ , en esa dirección, puede ser doble del indicado.

Las distancias  $t$  entre los centros de los agujeros y los bordes cumplirán las condiciones siguientes:

Valor mínimo:

-Al borde frontal  $t_1 \geq 2,0a$

-Al borde lateral  $t_2 \geq 1,5a$

Valor máximo:

-A cualquier borde  $t \leq 3,0a$

$t \leq 6,0e$

Cuando se empleen roblones o tornillos ordinarios, la coincidencia de los agujeros se comprobará introduciendo un calibre cilíndrico, de diámetro un milímetro y medio (1,5 mm) menor que el diámetro nominal del agujero. Si el calibre no pasa suavemente, se rectificará el agujero.

Cuando se empleen tornillos calibrados, es preceptiva la rectificación del agujero, y se comprobará que el diámetro rectificado es igual que el de la espiga del tornillo.

#### 640.5.1.2 Colocación de los roblones.

Los roblones deben calentarse, preferentemente, en hornos adecuados de atmósfera reductora; aunque, en defecto de aquellos, se permite el uso de la fragua tradicional. Queda prohibida la utilización del soplete para este fin.



El calentamiento debe ser uniforme, salvo en las técnicas de calentamiento diferencial para la colocación de roblones de gran longitud. Al ser colocados deberán estar a la temperatura del rojo cereza claro (950 °C), sin que ésta haya bajado del rojo sombra (700 °C) al terminarse de formar la cabeza de cierre.

Antes de colocar el roblón se eliminarán de su superficie la cascarilla o escorias que pueda llevar adheridas, y, después de colocado, deberá llenar completamente el agujero.

La cabeza de cierre del roblón debe ser de las dimensiones mínimas correspondientes a su diámetro, quedar centrada con la espiga, apoyar perfectamente en toda su superficie sobre el perfil unido y no presentar grietas ni astillas.

Las rebabas que, eventualmente, puedan quedar alrededor de la cabeza deberán eliminarse.

No se tolerarán huellas de la estampa sobre la superficie de los perfiles.

Las piezas que hayan de roblonarse juntas, se unirán previamente con los tornillos de montaje, cuyo diámetro no debe ser inferior en más de dos milímetros (2 mm) al del agujero. Se colocará el número necesario de tornillos para que, fuertemente apretados con llave manual, aseguren la inmovilidad relativa de las piezas a unir y un mínimo contacto entre sus superficies.

La formación de las cabezas de cierre deberá hacerse con prensas o martillo neumático, quedando prohibida la colocación de roblones con maza de mano.

En casos excepcionales en que, por falta de espacio, no pueda utilizarse la herramienta adecuada, se permitirá la colocación a mano si el roblón es de mero atado. Si se trata de un roblón de fuerza es preferible, en estos casos, sustituirlo por un tornillo calibrado o, mejor, por un tornillo de alta resistencia.

Los roblones colocados, después de fríos, deberán comprobarse al rebote con un martillo de bola pequeño. Todos aquellos cuya apretadura resulte débil o dudosa se levantarán o sustituirán, sin excusa alguna; prohibiéndose expresamente el repaso en frío de los roblones que hayan podido quedar flojos.

El proceso de colocación de los roblones que constituyen la costura, se llevará en tal forma que se evite la introducción de tensiones parásitas y el curvado o alabeo de las piezas.

#### Colocación de tornillos ordinarios y calibrados.

El diámetro nominal del tornillo es el de su espiga.

El diámetro del agujero será un milímetro (1 mm) mayor que el de su espiga.

Los asientos de las cabezas y tuercas estarán perfectamente planos y limpios.

Es preceptivo en las uniones de fuerza, y siempre recomendable, la colocación de arandelas bajo la tuerca. Si las superficies exteriores de las partes unidas son inclinadas, se empleará arandela de espesor variable, con el ángulo conveniente para que la apretura sea uniforme. Esta arandela de espesor variable se colocará también bajo la cabeza del tornillo, si ésta apoya sobre una cara inclinada.

Si por alguna circunstancia no se coloca arandela, la parte roscada de la espiga penetrará en la unión, por lo menos, en un filete.

Las tuercas se apretarán a fondo, preferentemente con medios mecánicos. Es recomendable bloquear las tuercas en las estructuras no desmontables empleando un sistema adecuado: arandelas de seguridad, punto de soldadura, etc. Es preceptivo el bloqueo cuando la estructura esté sometida a cargas dinámicas o vibraciones, y en aquellos tornillos que están sometidos a esfuerzos de tracción en dirección de su eje.

Los tornillos calibrados se designarán por los mismos diámetros nominales que los tornillos ordinarios, diámetros que corresponden, en este caso, al borde exterior del fileteado; su espiga será torneada con diámetro igual al del agujero, con las tolerancias que se indican en el Artículo 622 del PG-3.

Con estos tornillos se colocarán siempre arandelas bajo la cabeza y bajo la tuerca.

En todo lo demás, se aplicará a estos tornillos lo dicho para los ordinarios.

#### Colocación de tornillos de alta resistencia.

Las superficies de las piezas a unir deberán acoplar perfectamente entre si después de realizada la unión. Estas superficies estarán suficientemente limpias y sin pintar. La grasa se eliminará con disolventes adecuados. Para eliminar la cascarilla de laminación de estas superficies, se someterán al tratamiento de limpieza que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, realizándose de acuerdo con las instrucciones de dicho Pliego.

Se colocará siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. En una cara de la arandela se achaflanará el borde interno para alojar el redondeo de acuerdo entre cabeza y espiga; el borde extremo de la misma cara se biselará también con el objeto de acreditar la debida colocación de la arandela.

La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca, por lo menos, en un filete, y puede penetrar dentro de la unión.

En tornillos de alta resistencia, el diámetro del agujero será, como norma general, un milímetro (1 mm) mayor que el nominal del tornillo, pudiendo aceptarse una holgura máxima de dos milímetros (2 mm).

Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas que midan el momento torsor aplicado, hasta alcanzar el valor prescrito para éste, que figurará en las instrucciones de los planos de taller. También pueden emplearse métodos de apretado en los que se midan ángulos de giro.

Los tornillos de una unión deben apretarse inicialmente al ochenta por ciento (80%) del momento torsor final, empezando por los situados en el centro, y terminar de apretarse en una segunda vuelta.

#### Uniones soldadas.

##### 640.5.2.1 Procedimientos de soldeo.

El soldeo se podrá realizar por uno de los procedimientos siguientes:

- PROCEDIMIENTO I: Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.
- PROCEDIMIENTO II: Soldeo eléctrico semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa con alambre - electrodo fusible.
- PROCEDIMIENTO III: Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido, con alambre - electrodo fusible desnudo.
- PROCEDIMIENTO IV: Soldeo eléctrico por resistencia.

Cualquier otro procedimiento requerirá norma especial.

Si la Dirección Facultativa lo considera oportuno, el Contratista presentará una Memoria de soldeo, detallando las técnicas operativas a utilizar dentro del procedimiento o procedimientos elegidos.

#### Disposiciones de las soldaduras.

En procedimiento I, II y III las disposiciones podrán ser:

- Soldaduras a tope, con elementos en prolongación, en T o en L.
- Soldaduras de ángulo, en rincón, en solape, en esquina o en ranura.

En procedimiento IV las disposiciones podrán ser:

- Soldaduras a tope, con elementos en prolongación, en T o en L.
- Soldaduras por puntos.

Las prescripciones para cada una de las disposiciones de las soldaduras serán las especificadas en el CTE-DB- SE-A.

Notación de las soldaduras.

En los planos de taller se definirán las soldaduras mediante una notación que, en general, constará de las tres partes siguientes:

- Los números que dimensionan la preparación de bordes.
- El símbolo de la disposición de la soldadura y preparación.
- Las dimensiones: garganta, longitud eficaz y en las uniones discontinuas la separación entre ejes de soldaduras.

#### Prescripciones para las soldaduras.

Las soldaduras se definirán en los planos de proyecto o de taller, según la notación recogida en la Norma UNE 22553: "Uniones soldadas por fusión, soldeo fuerte y soldeo blando. Representación simbólica en los planos".

Las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión, y de penetración completa.

Se saneará la raíz antes de depositar el cordón de cierre o el primer cordón de la cara posterior.

Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible, se realizará la soldadura con chapa dorsal u otro dispositivo para conseguir penetración completa.

Para unir dos piezas de distinta sección, la de mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, con pendientes no superiores al veinticinco por ciento (25%), para obtener una transición suave de la sección.

El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldaduras de ángulo será de tres milímetros (3 mm). El espesor máximo será igual a siete décimas (0,7)  $e_{min}$ , siendo  $e_{min}$  el menor de los espesores de las dos chapas o perfiles unidos por el cordón. Respetada la limitación de mínimo establecida, se recomienda que el espesor del cordón no sea superior al exigido por los cálculos de comprobación.

Los cordones laterales de soldadura de ángulo que transmitan esfuerzos axiales de barras tendrán una longitud no inferior a quince (15) veces su espesor de garganta, ni inferior al ancho del perfil que unen. La longitud máxima no será superior a sesenta (60) veces el espesor de garganta, ni a doce (12) veces el ancho del perfil unido.

En las estructuras solicitadas por cargas predominantemente estáticas, podrán utilizarse cordones discontinuos en las soldaduras de ángulo, cuando el espesor de garganta requerido por los cálculos de comprobación resulte inferior al mínimo admitido más arriba. Deberán evitarse los cordones discontinuos en estructuras a la intemperie o expuestas a atmósferas agresivas.

En los cordones discontinuos, la longitud de cada uno de los trozos elementales no será inferior a cinco (5) veces su espesor de garganta, ni a cuarenta milímetros (40 mm). La distancia libre entre cada dos (2) trozos consecutivos del cordón no excederá de quince (15) veces el espesor del elemento unido que lo tenga menor si se trata de barras comprimidas, ni de veinticinco (25) veces dicho espesor si la barra es traccionada. En ningún caso, aquella distancia libre excederá de trescientos milímetros (300 mm).

Los planos que hayan de unirse, mediante soldaduras de ángulo en sus bordes longitudinales, o a un perfil, para construir una barrera compuesta, no deberán tener una anchura superior a treinta (30) veces su espesor.

En general, quedan prohibidas las soldaduras de tapón y de ranura. Sólo se permitirán, excepcionalmente, las soldaduras de ranura para asegurar contra el pandeo local a los planos anchos que forman parte de una pieza comprimida, cuando no pueda cumplirse, a causa de alguna circunstancia especial, la condición indicada anteriormente. En este caso, el ancho de la ranura debe ser, por lo menos, igual a dos veces y media (2,5) el espesor de la chapa cosida; la distancia libre en cualquier dirección entre dos ranuras consecutivas no será inferior a dos (2) veces el ancho de la ranura, ni superior a treinta (30) veces el espesor de la chapa; la dimensión máxima de la ranura no excederá de diez (10) veces el espesor de la chapa.

Queda prohibido el rellenar con soldaduras los agujeros practicados en la estructura para los roblones de tornillos provisionales de montaje. Se dispondrán, por consiguiente, dichos agujeros en forma que no afecten a la resistencia de las barras o de las uniones de la estructura.

La preparación de las piezas que hayan de unirse mediante soldaduras se ajustará estrictamente, en su forma y dimensiones, a lo indicado en los Planos.

La preparación de las uniones que hayan de realizarse en obra se efectuará en taller.

Las piezas que hayan de unirse con soldadura se presentarán y fijarán en su posición relativa mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el soldeo y el enfriamiento subsiguiente.

El orden de ejecución de los cordones y la secuencia del soldeo dentro de cada uno de ellos, y del conjunto, se elegirán con vistas a conseguir que, después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición relativas definitivas sin necesidad de un enderezado o rectificación

posterior, al mismo tiempo que se mantengan dentro de límites aceptables las tensiones residuales.

Entre los medios de fijación provisional pueden utilizarse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir: el número e importancia de estos puntos se limitará al mínimo compatible con la inmovilización de las piezas.

Se permite englobar estos puntos en la soldadura definitiva, con tal que no presenten fisuras ni otros defectos y hayan quedado perfectamente limpios de escoria.

Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado con puntos de soldadura.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la costura, eliminando cuidadosamente toda la cascarilla, herrumbre o suciedad y, muy especialmente, las manchas de grasa o de pintura.

Durante el soldeo se mantendrán bien secos y protegidos de la lluvia, tanto los bordes de la costura como las piezas a soldar, por lo menos en una superficie suficientemente amplia alrededor de la zona en que se está soldando.

En todas las costuras soldadas que se ejecuten en las estructuras se asegurará la penetración completa, incluso en la zona de la raíz.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la técnica operatoria a seguir y, en su caso, los tratamientos térmicos necesarios, cuando, excepcionalmente, hayan de soldarse elementos con espesor superior a los treinta milímetros (30 mm).

El examen y calificación de los operarios que hayan de realizar las soldaduras se efectuarán de acuerdo con lo previsto en la Norma UNE-EN 287-1:2004.

No se soldará en una zona en que el acero haya sufrido en frío una deformación longitudinal mayor que el 2,5 por 100, a menos que se haya dado tratamiento térmico adecuado.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la unión, eliminado toda la cascarilla, herrumbre o suciedad, grasa y pintura.

Las partes a soldar estarán bien secas.

Según norma PNE-pr EN ISO 2560, se podrán utilizar electrodos en calidad estructural intermedia, ácida, básica, orgánica, rutilo o titanio, siempre que cumplan las características mínimas exigidas según norma UNE EN 1597:1998.

Podrán emplearse electrodos normales o de gran penetración.

Los cordones de soldaduras se depositarán sin provocar mordeduras. Después de ejecutar cada cordón y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie de escoria mediante piqueta y cepillo de alambre. Esta limpieza también se realizará en los cordones finales. Para facilitar la limpieza se intentará que la superficie del cordón sea lo más regular posible, que no forme ángulos muy agudos con los cordones anteriores ni con los bordes y se evitará la proyección de gotas de soldaduras.

La superficie de la soldadura será regular y lo más lisa posible. El cebado del arco deberá hacerse sobre las juntas y el avance respecto a la soldadura. Si es necesario, la soldadura se recargará o se esmerilará para que tenga el espesor debido, sin falta ni bombeo excesivo y para que no presente discontinuidades o rebabas.

En soldaduras a tope, accesibles por ambas caras, se realizará siempre la toma de raíz que consistirá en su saneado y el depósito del cordón de cierre o del primer cordón dorsal.

Se prohíbe todo enfriamiento anormal o excesivamente rápido de las soldaduras, siendo preceptivo el tomar las precauciones precisas para ello.

La Dirección Facultativa podrá ordenar el levantamiento de aquellas soldaduras que presenten defectos para que se ejecuten nuevamente.

**\*Soldaduras en taller.**

El depósito de los cordones se debe efectuar horizontalmente. El taller contará con dispositivos para voltear las piezas y colocarlas en la posición más conveniente para la ejecución de las soldaduras, sin que se produzcan solicitaciones excesivas que puedan dañar la resistencia de los cordones depositados.

**\*Soldaduras en obra.**

Se reducirán al mínimo el número de soldaduras a realizar en obra.

Los trabajos de soldeo se protegerán del viento, la lluvia y el frío, suspendiéndose a 0 °C. Si la Dirección Facultativa así lo autoriza se podrá efectuar el soldeo hasta -5 °C pero se adoptarán medidas especiales para evitar el enfriamiento rápido de la soldadura, como precalentamiento del material base.

**Deformaciones y tensiones residuales.**

Todas las soldaduras experimentarán al enfriarse contracciones longitudinales y transversales que producirán en las piezas deformaciones y tensiones residuales que hay que prever antes de la ejecución para que los elementos, una vez soldados, cumplan las exigencias dimensionales de los planos.

Para conseguir una soldadura con coacciones mínimas y reducir tensiones residuales al mínimo posible se seguirán los principios fundamentales siguientes:

- Principio de simetría: El volumen del metal depositado tendrá en todo momento la máxima simetría posible.
- Principio de libertad: Las piezas que se vayan a soldar se dispondrán de tal modo que puedan seguir los movimientos producidos en el soldeo con la máxima libertad posible.
- Principio de accesibilidad: El soldador tendrá en todo momento acceso fácil y posición óptima de trabajo, para asegurar el depósito limpio y perfecto del material de aportación.
- Principio de enfriamiento: La disposición de las piezas y el orden de los cordones será tal que se reduzcan al mínimo la acumulación de calor en zonas locales.

Las deformaciones angulares (producidas en las soldaduras en ángulo por la diferente contracción transversal de las capas de metal aportado), se contrarrestarán mediante la presentación falseada de las piezas, de tal modo que, una vez ejecutadas las soldaduras, éstas queden en la posición correcta.

Los abarquillamientos o alabeos (producidos en las piezas unidas cuando los giros se coartan) se evitarán mediante la previa deformación de las piezas que se van a unir.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, las deformaciones son mayores que las tolerancias correspondientes, éstas se corregirán en frío, con prensa o máquina de rodillos, sometiendo después las piezas a un cuidadoso examen, para asegurarse de que no han aparecido fisuras en el metal de aportación en la zona de transición del metal base.

#### Control de las soldaduras.

El control de las soldaduras se llevará a cabo según las prescripciones siguientes.

#### Ejecución en taller.

##### 640.6.1 Planos en taller.

El Contratista, basándose en los Planos de Proyecto, realizará los planos de taller precisos para definir completamente todos los elementos que componen la estructura metálica, comprobando en obra las cotas de replanteo de la misma.

Los planos de taller contendrán:

- Las dimensiones necesarias para la completa definición de todos los elementos de la estructura.
- Las contraflechas de vigas.



- La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases: de fuerza y de atado.
- El diámetro de los agujeros de roblones y tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.
- Las clases y diámetros de roblones y tornillos.
- La forma y dimensiones de cada soldadura, la preparación de los bordes, el procedimiento, métodos y disposiciones de soldeo, los materiales de aportación y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.
- En cada plano, indicaciones de los perfiles, tipo de aceros, pesos y las marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

El Contratista entregará la Dirección Facultativa dos copias de los planos de taller, quien los revisará y corregirá, si es necesario, devolviendo un ejemplar firmado. En caso de correcciones, el Contratista entregará los planos corregidos para su aprobación definitiva.

Si el proyecto se modificase durante la ejecución de los trabajos o fuese necesario introducir modificaciones de detalles respecto a lo definido en los planos de taller, estos se rectificarán en el primer caso o se anotará en ellos lo que se modifique, en el segundo, previa aprobación de la Dirección Facultativa.

#### Preparación, enderezado y conformación.

En cada uno de los productos se procederá eliminar:

- Los defectos de laminación que, por su pequeña importancia no sean motivo de rechazo.
- Las marcas de laminación en relieve en las zonas que vayan a estar en contacto con otro producto en las uniones de la estructura.
- Todas las impurezas que lleven adheridas.

El enderezado de perfiles y planeado de las chapas se realizará en frío, mediante prensa o máquina de rodillos. Cuando excepcionalmente se utilice la maza o el martillo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar un endurecimiento excesivo del material.

La conformación (plegado o curvado) se realizará también en frío, pero con temperaturas del material no inferiores a cero grados centígrados (0 °C). Las deformaciones locales permanentes se mantendrán dentro de límites prudentes, considerándose que esta condición se cumple cuando aquéllas no excedan en ningún punto del dos y medio por ciento (2,5%); a menos que se sometan las piezas deformadas en frío a un recocido de normalización posterior. No se admitirán abolladuras a causa de las compresiones ni grietas debidas a las tracciones, que en la conformación se originen. Si el plegado es muy acusado, se deberá recocer posteriormente la pieza.

El enderezado y conformación únicamente se podrá realizar siguiendo las siguientes prescripciones:

- El calentamiento se realizará en horno, fragua u hornillo. Se evitará el calentamiento directo con soplete. El enfriamiento se realizará al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.
- Se calentará a una temperatura máxima de 950 °C (rojo cereza claro), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura baje de 700 °C (rojo sombra), para volver a calentar la pieza.
- Se tomarán todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del acero, ni introducir tensiones parásitas durante las fases de calentamiento y enfriamiento.

El estampado y embutición de las chapas se realizará de una sola vez, y en frío cuando el espesor de la chapa no sea mayor de 9 mm. o el radio de curvatura no sea menor que 50 veces el espesor.

Cuando no sea posible el eliminar completamente, mediante las precauciones adoptadas a priori, las deformaciones residuales debidas a las operaciones de soldeo, y éstas resultasen inadmisibles para el servicio o para el buen aspecto de la estructura, se permitirá corregirlas en frío, con prensa o máquina de rodillos, siempre que con esta operación no se excedan los límites de deformaciones indicados anteriormente, y se someta la pieza corregida a un examen cuidadoso para descubrir cualquier fisura que hubiese podido aparecer en el material de aportación, o en la zona de transición del metal de base.

Antes de proceder al trazado se comprobará que los distintos planos y perfiles presentan la forma exacta, recta o curva, deseada, y que están exentos de torceduras.

El trazado se realizará por personal especializado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos de taller y las tolerancias máximas permitidas por los Planos de Proyecto, o por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se procurará no dejar huellas de granete que no sean eliminadas por operaciones posteriores, especialmente en estructuras que hayan de estar sometidas a cargas dinámicas.

El corte puede efectuarse con sierra, cizalla o mediante oxicorte, debiendo eliminarse posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherentes a las operaciones de corte.

Deberán observarse, además, las prescripciones siguientes:

El corte con cizalla sólo se permite para chapas, perfiles planos y angulares, hasta un espesor máximo de quince milímetros (15 mm).

En el oxicorte, se tomarán las precauciones necesarias para no introducir en la pieza tensiones parásitas de tipo térmico.

Los bordes cortados con cizalla o por oxicorte, que hayan de quedar en las proximidades de uniones soldadas, se mecanizarán mediante piedra esmeril, buril con esmerilado posterior, o fresa, en una profundidad no inferior a dos milímetros (2 mm), a fin de levantar toda la capa de metal alterado por el corte; la mecanización se llevará, por lo menos, hasta una distancia de treinta milímetros (30 mm) del extremo de la soldadura. Esta operación no es necesaria cuando los bordes cortados hayan de ser fundidos, en aquella profundidad, durante el soldeo.

La eliminación de todas las desigualdades e irregularidad en el borde, debidas al corte, se efectuará con mucho mayor esmero en las piezas destinadas a la construcción de estructuras que hayan de estar sometidas a la acción de cargas predominantemente dinámicas.

Se ejecutarán todos los chaflanes o biselados de aristas que se indiquen en los Planos, ajustándose a las dimensiones e inclinaciones fijadas en los mismos.

Se recomienda ejecutar el bisel o la acanaladura mediante oxicorte automático, o con máquinas-herramienta, observándose, respecto al primer procedimiento, las prescripciones dictadas anteriormente, siguiendo las prescripciones del apartado 5.3.5. del CTE-DB-SE-A.

Se permite también la utilización de buril neumático siempre que se eliminen posteriormente, con fresa o piedra esmeril, las irregularidades del corte, no siendo necesaria esta segunda operación en los chaflanes que forman parte de la preparación de bordes para el soldeo.

Aunque en los Planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no se cortarán nunca las chapas o perfiles de la estructura en forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Estos ángulos, cuando no se puedan eludir, se redondearán siempre en su arista con el mayor radio posible.

Los elementos provisionales que por razones de montaje, u otras, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desguazarán posteriormente con soplete, y no a golpes, procurando no dañar a la propia estructura.

Los restos de cordones de soldadura, ejecutados para la fijación de aquellos elementos, se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

#### Marco de ejecución.

El marcado de cada producto se realizará, una vez comprobado que cada uno tiene la forma deseada, por personal especializado, ajustándose a las cotas de los planos de taller y a las tolerancias que se especifican en el apartado 640.8.

### Armado.

En taller se procederá al ensamblaje de las piezas elaboradas, sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas.

Se armará el conjunto del elemento estructural, tanto el que ha de unirse directamente en taller como el que se unirá en obra.

Las piezas se podrán fijar entre sí mediante puntos de soldaduras depositados en los bordes de las mismas. El número y tamaño de los puntos de soldadura será el mínimo suficiente para asegurar la inmovilidad.

Se rectificarán o se reharán aquellas piezas que no permitan un correcto armado.

Por último, se procederá a realizar la unión definitiva de las piezas de las partes que hayan de llevarse terminadas a obras.

Los puntos de soldaduras podrán englobarse en la soldadura definitiva si se limpian perfectamente de escoria, no presentan fisuras u otros defectos y se han hecho desaparecer sus cráteres con buril.

No se admitirán otros distintos, ni en posición distinta, de los indicados en los Planos de Proyecto o en los de taller, aprobados por el Director de Obra.

Como normas generales se tendrán presentes las siguientes:

- a) No se admitirá ninguna clase de empalmes en placas de longitud inferior a los once metros (11 m).
- b) Salvo aprobación expresa del Director de Obra, no se admitirán empalmes efectuados en obra en barras o elementos de longitud inferior a veinte metros (20 m), debiendo ser efectuados estos empalmes, si fueran necesarios, en taller.
- c) No se realizarán nunca empalmes en zona de nudos. Se considera como zona de nudos la situada a menos de cincuenta centímetros (50 cm) del centro teórico del mismo, o a menos de veinticinco centímetros (25 cm) de la más próxima costura soldada de dicho nudo.
- d) Salvo indicación expresa de los Planos de Proyecto, no coincidirán nunca en la misma sección transversal, los empalmes de dos o más de los perfiles o chapas que forman la barra. La distancia entre los empalmes de dos perfiles o chapas será, como mínimo, de veinticinco centímetros (25 cm).

e) Los empalmes se efectuarán a tope y nunca a solape. Salvo expresa indicación en los Planos de Proyecto, queda prohibido el uso de los cubrejuntas. Siempre que sea posible el acceso a la parte dorsal la preparación de bordes para el empalme será simétrica. Cuando por imposibilidad de acceso a dicha parte dorsal sea necesario efectuar la soldadura por un sólo lado del perfil, se dispondrá una pletina de recogida de raíz, a fin de asegurar siempre una penetración lo más perfecta posible.

f) Cuando se hayan de efectuar empalmes entre dos piezas de distinto espesor, se seguirá lo prescrito en 640.8.6.

g) En los empalmes no se tolerarán sobreespesores del cordón superiores al diez por ciento (10%) del espesor menor de las piezas que se unen. El sobreespesor deberá eliminarse con piedra esmeril, cuando la pieza empalmada haya de entrar en contacto con otra pieza de la estructura.

h) El sobreespesor de los cordones de soldadura visibles desde el exterior se eliminará tal y como se indica a continuación:

- En primer lugar, se procederá al desbaste con disco abrasivo radial.
- A continuación, se procede al acabado con banda de tela esmeril con el fin de eliminar las estrías dejadas por el amolado.
- Finalmente, y antes de proceder al acabado de la pieza, la zona amolada debe ser chorreada para generar una rugosidad en la superficie del metal análoga al resto de la pieza.

#### Montaje en blanco.

La estructura metálica será, provisional y cuidadosamente, montada en blanco en el taller, para asegurarse de la perfecta coincidencia en el taladro de los diversos elementos que han de unirse, o de la exacta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Excepcionalmente, el Director podrá autorizar que no se monte en blanco por completo en alguno de los casos siguientes:

Cuando la estructura sea de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales y corrientes de que se puede disponer para el manejo y colocación de los diversos elementos de la misma; pudiéndose, en este caso, autorizar el montaje por separado de los elementos principales y secundarios.

Si se trata de un lote de varios tramos idénticos. En ese caso, será preceptivo el montaje de uno por cada diez, o menos, tramos iguales; debiéndose montar en los demás solamente los elementos más importantes y delicados.

Cuando las uniones de las piezas hayan de ir soldadas y no roblonadas, se presentarán en taller, a fin de asegurar la perfecta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Todas las piezas y los elementos terminados en taller llevarán la marca de identificación con la que han sido designadas en planos de taller para determinar su posición para el armado del elemento o su posición en el conjunto de la obra. Las marcas se pondrán con pintura o lápiz grueso.

#### 640.7 Protección.

Se procederá a la protección contra la corrosión de los elementos metálicos mediante la aplicación de un sistema de pintado, pudiendo utilizarse los productos reseñados en los Artículos 270 a 275 de este Pliego.

Los trabajos incluyen, además de la preparación de las superficies y el pintado de las mismas, el suministro de los materiales, mano de obra, medios auxiliares (andamios fijos y móviles, lonas, góndolas, ... etc.), maquinaria, herramientas, equipos, etc., en las cantidades necesarias para el cumplimiento de los plazos establecidos.

##### 640.7.1 Preparación de las superficies.

Este apartado define la preparación de todas las superficies metálicas de la estructura, ya sean interiores o exteriores.

La superficie metálica a tratar deberá estar limpia y seca.

La preparación consistirá en un chorreado abrasivo hasta el grado Sa 2½ según Norma SIS 05.59.00 del Standard Sueco o según Norma ISO 8501-1, quedando un perfil de rugosidad entre 30-50 micras, debiendo tener esta calidad en el momento de aplicación de las pinturas.

Después del chorreado, la superficie tiene que quedar sin escamación, limpia de óxido, grasa, marcas de pintura y sales solubles y con un color entre gris y blanco.

Se debe eliminar la granalla, suciedad y polvo de la zona que vaya a revestirse mediante una potente aspiración, haciendo especial hincapié en zonas de difícil acceso, como zonas con picaduras, soldaduras, etc. El chorreado quedará finalizado cuando al aplicar una cinta adhesiva, al despegarla quede limpia, sin polvo adherido.

#### 640.7.2 Acabado de las superficies.

##### 640.7.2.1 Fase en taller de imprimación.

Como máximo de cuatro a seis horas después del chorreado, dependiendo de la humedad del ambiente, se procederá a la aplicación de la capa de imprimación. Si hubiera pasado un tiempo superior a estas horas, se procederá de nuevo a chorrear las superficies para eliminar la capa de pasivo que se hubiere formado, volviéndose a limpiar mediante soplado y/o aspiración.

Se aplicará una capa de pintura a base de epoxi poliamida con fosfato de zinc sin límite de repintado, con un producto de certificación M-1, que cumpla la norma SSPC-Paint 22, con un espesor de película seca de 60 micras. Esta pintura deberá ser compatible con los productos que se aplicarán a continuación.

La aplicación se efectuará en lugar protegido, para atemperar al máximo las extremas temperaturas del sustrato.

En las soldaduras que deben aplicar la protección con posterioridad, se prepararán manualmente al grado SA-3 y se aplicará una mano de la pintura anterior, a brocha.

##### 640.7.2.2 Pintura intermedia.

Después del montaje se aplicará una capa general con una pintura a base de epoxi poliamida sin límite de repintado cumpliendo con los requisitos de la norma SSPC-Paint 22, con un espesor de película seca de 120 micras. La formulación deberá ser la adecuada para asegurar la perfecta adherencia con la capa de imprimación de epoxi poliamida.

Para evitar que la mano de acabado no cubra, tendrá un color similar al de la capa de acabado, ligeramente más oscuro.

##### 640.10.2.3 Pintura de acabado.

Se aplicará una capa de acabado con un espesor de película seca mínimo de 50 micras de pintura a base de poliuretano alifático de alta resistencia a la intemperie y sin límite de repintado.

Una vez confirme la Dirección de Obra el tono aproximado del color a aplicar, el Contratista presentará distintas gamas de color, se realizarán pruebas completas de preparación, imprimación, capa intermedia y acabado hasta elegir la pintura definitiva.

Sea cual sea la pintura finalmente aplicada y las pruebas necesarias para elegirla, el Contratista no podrá solicitar cobro adicional alguno.

Tal y como indica la Norma UNE de Pinturas Intumescentes UNE 48287-2, Guía para la aplicación/Apdº O, (Introducción), los sistemas de pintado intumescentes aplicados sobre acero, deben garantizar también su protección anticorrosiva, debiendo compatibilizar ambas protecciones.

En la Parte 1 de dicha Norma, Requisitos, Apdº 3.4, indica que la capa de acabado se aplica sobre la capa intumescente para una función protectora de la humedad además de funciones estéticas.

#### 640.7.3 Ejecución y control de calidad de los sistemas de protección.

##### 640.7.3.1 Procedimiento del suministrador.

El suministrador presentará los procedimientos de pintura de acuerdo a los sistemas especificados donde recoja las circunstancias de aplicación y sus propios criterios de aceptación y rechazo.

##### 640.7.3.2 Características de los productos.

Todas las pinturas a utilizar serán del mismo fabricante o suministrador, siendo éste una firma acreditada en el mercado.

El suministrador facilitará, incluidas en su procedimiento, las Hojas de Características Técnicas de los productos concretos que se vayan a aplicar según los sistemas especificados y deberá garantizar la compatibilidad de las capas con los espesores requeridos.

Si algún apartado de este artículo se contradice con dichas Hojas Técnicas, el suministrador aclarará por escrito este punto.

Asimismo deberá seguirse dicha Hoja en todos los puntos no indicados en este Pliego, tal como proporciones de mezcla, intervalos de repintado, etc.

Todas las pinturas a utilizar se entregarán en sus envases originales, precintados, sin muestra de deterioro y acompañados de los certificados de fábrica y las instrucciones de almacenamiento y aplicación. Además deberá presentarse con la correspondiente homologación según normas.

Los envases deberán llevar claramente visibles la firma del fabricante, la designación del producto, color, número de lote de fabricación y fecha de fabricación.

Se inspeccionarán los envases de los materiales comprobando que llegan precintados y sin deterioros y que cada envío de pinturas va acompañado de los correspondientes certificados de Control de Calidad del suministrador.



El almacenamiento se realizará conforme a las instrucciones del suministrador, conservándose los envases bajo techo, en lugar ventilado y protegido contra el fuego.

Las pinturas se prepararán y aplicarán de acuerdo con las instrucciones del suministrador, debiendo estar perfectamente mezcladas y manteniendo consistencia uniforme durante la aplicación. Solamente se utilizarán disolventes, espesadores o estabilizadores suministrados y recomendados por el suministrador, y siempre siguiendo sus instrucciones.

Las partidas de pintura de cada tipo remitidas a obra deberán comprobarse mediante análisis de parámetros en muestras representativas antes de proceder a su aceptación.

#### **640.7.3.3 Preparación de las superficies.**

Antes de efectuar el chorreado, el sustrato deberá estar seco y limpio de materias extrañas como grasas y aceite. Si existiera alguno de estos contaminantes, habrá que proceder de la forma que se indica a continuación:

Frotar la superficie con trapos o brochas limpios con abundante disolvente, para evitar que se extienda la suciedad.

Otros tipos de suciedad, como sales, salpicaduras de cemento, barro, etc. se eliminarán con un cepillo de alambre o fibra, y se continuará con un lavado con agua dulce hasta dejar la superficie limpia y seca.

Se deben limpiar todas las proyecciones y escoria de soldadura, los restos de humos, líquidos de radiografías, etc. Se eliminarán con los métodos más adecuados, hasta dejar el acero limpio de toda contaminación. Los cordones de soldadura deben ser redondeados.

Si existen fallos en las soldaduras como cortes o huecos, debe volverse a soldar antes de chorrear.

Deben eliminarse las agarraderas de soldadura, los soportes, etc.

El aplicador dispondrá en el lugar de trabajo, en correcto uso, de:

- Termómetro de ambiente
- Termómetro de contacto
- Higrómetro de lectura continua o Psicómetro giratorio
- Visuales Sa 2½ de la SIS 05.59.00.
- Tabla de punto de rocío.

No se podrá chorrear si:

- La humedad relativa es superior al 85%.
- La condensación es inminente, esto es, si la temperatura superficial del acero no supera en 3o C, al menos, a la temperatura del Punto de Rocío para las condiciones ambientales.
- No hay suficiente luz.
- El equipo de chorreado no está con sus respectivos filtros de agua y aceite correctamente purgados.
- Llueve o se teme vaya a llover en las próximas cuatro horas, si se está trabajando a la intemperie.
- El abrasivo estuviera húmedo o contaminado.

El aspecto de la superficie de acero, una vez limpiada, deberá presentar un color grisáceo-metálico de aspecto ligeramente rugoso ausente de costras de óxido o calamina, pintura, etc., excepto ligeras manchas o rayas.

Para la comprobación de esta limpieza se utilizarán los Standard fotográficos de la Norma Sueca antes citada.

La rugosidad obtenida estará comprendida entre 30 y 50 micras sin que, en ningún caso, sea obstáculo para que los espesores se consideren eficaces, es decir, sobre las crestas, de acuerdo a la Norma SSPC-PA-2.

Si después del chorreado y de la limpieza se observan hojas de laminación o defectos en la consecución del grado de limpieza solicitado, se eliminarán los defectos y se volverá a chorrear hasta conseguir que el aspecto coincida con la visual antedicha.

Una vez comprobado que el aspecto es el solicitado, se comprobará también la ausencia de contaminantes como polvo, grasas, humedad, etc.

Estas operaciones, que se consideran muy importantes, serán controladas minuciosamente, no pudiéndose aplicar la capa de imprimación hasta que la Dirección de Obra no haya dado el visto bueno a las mismas.

El equipo necesario para suministrar el aire a compresión necesario para el chorreado, deberá ser un compresor equipado con sus correspondientes filtros, separadores de aceite y aire, con caudal efectivo de aire de 6-9 m<sup>3</sup>/minuto.

El equipo de chorreo llevará, igualmente, sus correspondientes filtros de aire y aceite, sus mangueras en perfecto estado y boquilla de tungsteno de 8-10 mm de diámetro.

Para verificar el contenido de humedad del aire se utilizarán telas de algodón o papel blanco absorbente, proyectando el aire sobre los mismos por espacio de 30-60 segundos, al menos

dos veces durante cada turno de trabajo. Cualquier indicio de aceite o humedad que aparezca en el papel o en la tela obligará a la paralización del trabajo, que no se reanudará hasta que se hayan adoptado medidas correctoras en los equipos o se hayan sustituido los mismos.

El equipo de chorro se mantendrá en condiciones aceptables de funcionamiento.

En zonas donde la pintura estuviese todavía en fase de curado no se realizarán operaciones de chorreado a no ser que estas zonas estén debidamente protegidas.

La iluminación será suficiente para permitir el contraste visual que garantice una evaluación continua de la calidad del trabajo realizado.

Cada día, antes del comienzo de los trabajos y cuando las circunstancias lo aconsejen a juicio de la Dirección de obra, se comprobará que las condiciones ambientales son adecuadas para los trabajos de preparación de superficies y de pintado.

#### **640.7.3.4 Aplicación de las pinturas.**

Los equipos de proyección serán de las características recomendadas por el suministrador de las pinturas, no permitiéndose el empleo de rodillos ni brochas salvo en puntos localizados de difícil acceso.

Se verificará el contenido de humedad del aire de los equipos de proyección, de la misma manera que ya se ha indicado anteriormente para los equipos de chorreado.

En cada mano de pintura se debe conseguir el espesor especificado. En la capa de imprimación, si se detecta falta sustancial del espesor, será necesario volver a chorrear antes de aplicar una nueva mano si ha transcurrido, al menos, un día desde la primera mano.

Cada mano de pintura ha de curar en las condiciones y circunstancias recomendadas por el suministrador o fabricante, en particular se cuidará respetar los plazos de curado de la capa intermedia, cuya duración dependerá de la humedad y temperaturas ambientales.

Para aplicar una mano, además de haber curado la mano anterior, ésta ha de estar perfectamente limpia y exenta de polvo, grasa o contaminantes; además, deberá estar libre de humedad y condensación. Si por necesidades del plan de trabajo fuera necesario pintar y las superficies estuvieran húmedas, éstas se soplarán con aire hasta la total eliminación del agua, dejando un espacio de 20-30 minutos después de la operación de soplado y antes del comienzo del pintado.

Toda la pintura se aplicará uniformemente sin que se formen chorretones, corrimientos de la película, grietas, etc., y se prestará especial atención a los bordes, esquinas, roblones, tornillos, superficies irregulares, etc.

No se podrá pintar si:

- La humedad relativa supera los límites fijados por el fabricante.
- La temperatura de la superficie está fuera del intervalo fijado por el fabricante.
- La condensación es inminente.
- Llueve o se prevé lluvia en las próximas cinco horas.
- Hay viento.
- No hay suficiente luz.
- La mezcla ha superado su período de vida útil, según las instrucciones del fabricante.

Cada capa de pintura a aplicar deberá tener distinto color o tonalidad a la anterior, con el fin de que exista contraste entre las mismas y poder saber cada zona en qué fase de trabajo se encuentra.

Para la aplicación de una capa de pintura sobre una ya dada será necesario el visto bueno de la Dirección de Obra, después de que se haya comprobado el espesor de la capa anterior y el perfecto estado de limpieza y ausencia de humedad de las superficies a pintar.

#### 640.7.3.5 Preparación de probetas.

Con el fin de que la Dirección de Obra pueda realizar pruebas de adherencia, exposiciones y demás ensayos destructivos, el Contratista preparará un mínimo de seis probetas con los dos sistemas completos, realizados en los mismos plazos y circunstancias que la obra real, bajo la supervisión de la Dirección de Obra, de dimensiones 150x75x3 mm aproximadamente.

#### 640.7.3.6 Instrumentos de medición y control.

Para la eficaz realización de su control de calidad, el Aplicador dispondrá y usará, al menos, los siguientes instrumentos:

- Termómetro de ambiente
- Termómetro de contacto
- Higrómetro de lectura continua
- Visual de comparación Sa 2½ SIS 05.59.00
- Medidor de espesores de húmedo
- Medidor de espesores en seco
- Medidores de adherencia
- Rugosímetro TATOR
- Papel blanco absorbente o tela de algodón
- Lupas
- Linternas
- Tabla de punto de rocío

#### 640.7.3.7 Control.

Durante la aplicación, el control se realizará:

- Tomando muestras directas de aplicación para controlar el grado de posible dilución en obra y su aceptación o no.
- Controlando el grado de reticulación del sistema aplicado y en particular el acabado P4.
- Controlando los intervalos entre capa y capa, y muy especialmente entre intermedia y acabado, marcados por el fabricante, a este fin el fabricante deberá aportar una tabla con tiempos de repintado a diferentes temperaturas.

#### 640.7.4 Criterios de aceptación y rechazo.

Para el chorreado el control será visual, entendiéndose que se ha alcanzado el grado Sa 2½ de la norma SIS 05.59.00 cuando, en cualquier cuadrado que se elija de 25 por 25 centímetros, no existe más de un 5% de puntos oscuros con rastro de oxidación, líneas, etc.

##### 640.7.4.1 Espesores eficaces de película seca.

Los espesores eficaces, sobre crestas del perfil de chorro, se medirán según la SSPC-PA-2, descontando la influencia de la rugosidad, y las manos anteriores, cuando las hubiera.

El espesor de película seca se comprobará de acuerdo con la norma ya citada y sólo se hará en películas completamente secas para que no haya lecturas erróneas.

##### 640.7.4.2 Espesores de película húmeda.

El revestimiento aplicado se comprobará con un indicador de espesor de película húmeda.

#### 640.8 Medición y abono.

La medición del acero empleado en estructuras metálicas se efectuará por kilogramos (kg) de acero deducidos por pesada en báscula oficial realmente utilizado, incluyendo el precio todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura.

No obstante, en caso de que sea difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonarán mediante medición teórica, en cuyo caso se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en las Normas UNE citadas en el Artículo 620 de este Pliego.

Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,85 Kg/dm<sup>3</sup>).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición.

Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director.

El abono de los casquillos, tapajuntas y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje, se considerará incluido en el de la estructura, salvo que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los roblones y tornillos utilizados se abonarán por unidades, según sus tipos, medidos sobre los Planos.

La soldadura se abonará por metros (m) de un determinado tipo, medidos sobre los Planos.

Cuando en el Proyecto no se especifique precio para el abono de las soldaduras, roblones o tornillos, se considerará que dicho abono está incluido en el de la estructura.

Los gastos de la inspección radiográfica serán de cuenta del Contratista, si no se fija otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los precios incluirán todo lo especificado en este artículo, la adquisición del material, su mecanizado, soldaduras, certificados de garantía, transporte a obra, cargas y descargas, montaje en taller y en obra, soldaduras, anclajes, lijado, sistemas de protección y acabados, el coste de los ensayos y análisis que pueda solicitar la Dirección Facultativa así como cualquier material, maquinaria, operación o mano de obra que resultase necesario para la correcta y completa terminación de estas unidades de obra.

## **Capítulo III.- Estructuras de piedra.**

### **NTE-EFP.- Estructuras. Fábrica de piedra.**

#### Ámbito de aplicación

Mampostería ordinaria para muros resistentes de arriostramiento de fábrica de piedra en edificios de una o dos plantas sobre el nivel del terreno, situados en zonas cuyo grado sísmico sea inferior a 8, según la Norma Tecnológica de la Edificación NTE "ECS – Estructuras. Cargas sísmicas".

#### Condiciones generales de la piedra natural, para obras de fábrica

Las piedras empleadas en las obras de fábrica podrán proceder de canteras explotadas a cielo abierto o en minas. Su arranque podrá hacerse con picos, mazas, cuñas, o con medios mecánicos tales como excavadoras, dragas, dragalinas. Si las circunstancias lo exigen, podrá recurrirse al uso de explosivos, realizando los barrenos a mano o mecánicamente.

Durante la extracción se eliminará el terreno de aluvión o tierra vegetal, así como la parte superior de la roca que pueda estar alterada por la acción de los agentes atmosféricos.

La piedra será de constitución homogénea; carecerá de grietas capaces de retornar el agua, así como coqueras o cavidades procedentes de restos orgánicos. No presentará nódulos o riñones que puedan dificultar su labra. Será sana y no heladiza, presentará estabilidad ante los agentes atmosféricos. Presentará buenas condiciones de adherencia.

#### Materiales

La arenisca es una roca de origen sedimentario constituida por arenas de cuarzo, cuyos granos están unidos por materiales aglomerantes diversos, como sílice, carbonato de calcio solo o unidos al de magnesio, óxido de hierro.

Deberán rechazarse las que tengan un aglomerante arcilloso o calizo, por ser de fácil descomposición. Las areniscas con aglomerante arcilloso se acusan por el olor característico que desprende la piedra al mojarla.

#### Ejecución

Se prepararán quitándole la costra superficial, regularizando ligeramente con el martillo las superficies de asiento, leches y juntas a medida que se van asentando las piedras. Conservará su forma irregular en origen y se colocarán en seco.

Podrán utilizarse ripios o piedras de dimensiones inferiores a 15 cm, para acunar y rellenar los huecos entre mampuestos.

La fábrica se ejecutará con la mayor trabazón posible, evitando que quede dividida en hojas en el sentido del espesor y sirviendo de guía las esquinas o extremo de muro.

Se evitará que concurren más de tres aristas de mampuestos en un mismo vértice, tanto en los paramentos anterior y posterior de la fábrica como en planta y sección.

## **Capítulo IV.- Elementos auxiliares.**

### **Artículo 680.- Encofrados y moldes.**

#### **680.1. Definición y materiales.**

Los encofrados son elementos para el moldeo "in situ" de hormigones y morteros. Pueden ser recuperables o perdidos.

Se entiende por molde el elemento, generalmente metálico, fijo o desplegable, destinado al moldeo de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

A efectos de este proyecto, los encofrados y moldes, según se indique en los planos de proyecto u ordene la Dirección Facultativa, serán de los siguientes tipos:

- Encofrados de madera machihembrada
- Encofrados metálicos
- Encofrados con paneles modulares con acabado fenólico.
- Encofrados con paneles curvos y rectos con acabado fenólico en losas.
- Encofrado trepante para fustes de pilas con estructura metálica y paneles fenólicos.
- Encofrados perdidos de tableros con prelosas prefabricadas de hormigón armado.
- Encofrados perdidos de poliestireno expandido.

La madera para encofrados cumplirá las especificaciones del Artículo 286 del presente Pliego. El poliestireno expandido cumplirá las prescripciones del Artículo 287.

Los módulos o paneles modulares serán de estructura metálica con forro fenólico de 22 mm. de espesor. La unión del forro fenólico al marco metálico se realizará mediante tornillos con cabeza a la gota de cera.

El cerramiento de espacios residuales se realizará con elementos de compensación unidos mediante correas a la estructura metálica de los paneles.



La unión entre paneles se ejecutará con cerrojos que permitan la correcta alineación y estanqueidad de juntas.

La colocación de tapes se realizará mediante anclajes de borde que impidan el desplazamiento del elemento.

Las consolas de trabajo se anclarán a los travesaños horizontales y verticales de los marcos metálicos mediante operación rápida y simple y llevarán incorporado el sistema de seguridad.

El izado de los paneles se realizará con ganchos de elevación de seguridad.

#### 680.2. Ejecución.

##### 680.2.1. Construcción y montaje.

Se cumplirán entre otras las siguientes especificaciones:

Antes de iniciar la ejecución de los encofrados y moldes deberá someterse su proyecto a la aprobación del Director de las Obras.

Los encofrados, con sus ensambles, soportes o cimbras, tendrán la rigidez y resistencias necesarias para soportar el hormigonado sin movimientos del conjunto superiores a la milésima de la luz.

Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la parte de obra ya ejecutada esfuerzos superiores al tercio de su resistencia.

El Ingeniero Director exigirá del Constructor los croquis y cálculos de los encofrados y moldes que aseguren el cumplimiento de estas condiciones. Pero la aprobación del sistema no disminuirá en nada la responsabilidad del Contratista, en cuanto a la buena calidad de la obra ejecutada.

Las juntas del encofrado no dejarán rendijas de más de dos milímetros (2 mm) para evitar la pérdida de lechada; pero deberán dejar hueco necesario para evitar que por efecto de la humedad durante el hormigonado se compriman y deformen los tableros, para lo cual se podrá autorizar el empleo de una selladura adecuada.

No se permitirán en los aplomos y alineaciones, errores mayores de un (1) centímetro pudiendo el Ingeniero Director variar estas tolerancias a su juicio.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficiente uniformes y lisas para lograr que los parámetros de las piezas de hormigón con ellos fabricados no presenten defectos, bombeos, resaltes o rebabas de más de cinco milímetros (5 mm).

Los moldes deberán permitir la evacuación del aire interior al hormigonar, por lo que en algunos casos será necesario prever respiraderos.

Cuando un dintel lleva una junta vertical construcción, como es el caso de un tablero continuo construido por etapas o por voladizos sucesivos con carro de avance, el cierre frontal de la misma se hará mediante un encofrado provisto de todos los taladros necesarios para el paso de las armaduras pasivas y de las vainas de pretensado.

Los encofrados de fondo de los elementos rectos o planos de más de seis metros (6 m) de luz libre, se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserva una ligera concavidad en el intradós.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los tendones sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y moldes permiten las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resisten adecuadamente la redistribución de cargas que se origina durante el tesado de las armaduras y la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y moldes deben permitir, sin coartarlos, los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

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 con un espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m), y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

En el caso de que los moldes hayan sufrido desperfectos, deformaciones, alabeos, etc., a consecuencia de los cuales sus características geométricas hayan variado respecto a las primitivas, no podrán forzarse para hacerles recuperar su forma correcta.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellos se pueden aplicar, no deberán contener sustancias agresivas a la masa del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado para evitar la absorción del agua contenida en el hormigón y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Queda terminantemente prohibido el empleo de "latiguillos" en el encofrado de depósitos destinados a contener agua.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas, colocando listones de madera de sección triangular (berengenos) o angulares metálicos en las aristas del encofrado. Cualquier solución que adopte, deberá ser

aprobada por el Director de las obras, no siendo de abono aparte de concepto. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.

En todos los parámetros que hayan de hormigonarse con alturas de tongada de hormigón superiores a un metro con veinte centímetros (1,20 m) queda proscrito el empleo de alambres retorcidos como elemento de sujeción del encofrado. Cuando se permita el empleo de alambres retorcidos como elemento de sujeción de los encofrados, deberán cortarse las puntas de los alambres que sobresalgan, a ras de parámetro, al realizar el desencofrado. Tampoco se permitirá este procedimiento de sujeción de los parámetros que hayan de estar en contacto con el agua.

Cuando los encofrados tengan un dispositivo de fijación en el interior del hormigón, este dispositivo se proyectará de forma que no quede ningún elemento que sobresalga del paramento una vez retirado el encofrado. Los agujeros que puedan quedar serán rellenados con mortero de cemento del mismo color que el hormigón vecino.

Además los enlaces de los distintos elementos o paños del encofrado serán sólidos o sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones.

Los encofrados perdidos deberán tener la suficiente hermeticidad para que no penetre en su interior lechada de cemento. Habrán de sujetarse adecuadamente a los encofrados exteriores para que no se muevan durante el vertido y compactación del hormigón. Se pondrá especial cuidado en evitar su flotación en el interior de la masa de hormigón fresco.

En el caso de prefabricación de piezas en serie, cuando los moldes que forman cada bancada sean independientes, deberán estar perfectamente sujetos y arriostrados entre sí para impedir movimientos relativos durante la fabricación, que pudiesen modificar los recubrimientos de las armaduras activas, y consiguientemente las características resistentes de las piezas en ellos fabricadas.

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado, cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellas otras que se proponga y que, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio del Director de las Obras.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado o desmoldeo deberán estar aprobados por el Director. Como norma general, se emplearán 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. En su aplicación deberá evitarse que escurran por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. No deberán impedir la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, en especial cuando se trate de elementos que posteriormente hayan de unirse entre sí para trabajar solidariamente.

#### 680.2.2. Prescripciones adicionales para el montaje del encofrado en pilas.

Para el izado del encofrado trepante se utilizará una grúa torre que se estacionará sobre el encepado de cimentación de la misma pila. Ésta permanecerá estacionada en este punto durante toda la ejecución del fuste de la pila.

Fases de trabajo con el encofrado trepador desplazable:

- 1.- Se coloca el encofrado de pared sin consolas. Los anclajes para colgar posteriormente la unidad de trepa se empotran al mismo tiempo que se hace la primera sección a ejecutar.
- 2.- Se cuelga la unidad de trepa. El elemento de encofrado de pared, se monta sobre el carro desplazable, usando para ello los anclajes empotrados en la fase anterior.
- 3.- Se coloca la unidad de trepa con plataforma inferior para efectuar los trabajos de repaso a cualquier altura de las secciones del encofrado. En el extremo del puntal se ha de montar un tirante de anclaje como elemento de protección contra el viento.

En el encofrado trepante debe incluirse una plataforma de trabajo y la barandilla de protección. El ancho de las plataformas de trabajo debe ser el necesario que garantice la seguridad y la comodidad en el trabajo.

Exigencias adicionales impuestas a las plataformas de trabajo con barandilla tanto fijas como móviles:

- El ancho de la plataforma de trabajo depende de la distancia vertical desde tablero de la misma, con respecto al canto de la caída:

<u>Distancia vertical "h"</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4 m</u>
Ancho "b" mínimo	1	1,3	1,8 m

- La distancia horizontal entre la plataforma de trabajo con retención y el canto de caída no debe ser mayor de 0,3m. Si existe peligro de caída, también hacia el interior de la obra en construcción, el tablero de la plataforma de trabajo con retención habrá de ensancharse hacia adentro.

"h"= Altura desde piso de plataforma hasta canto de caída.

"b"= Ancho de plataforma.

#### 680.2.3. Desencofrado.

Se prohíbe explícitamente el empleo de gasóleo y de aceites lubricantes de uso en automoción como agentes desencofrantes.

No se efectuará ningún desencofrado antes de que el hormigón haya adquirido las resistencias suficientes para no resultar la obra dañada por dichas operaciones. Como norma, con temperaturas medias, superiores a cinco grados centígrados (5º C), se podrán retirar los encofrados laterales verticales pasados dos días (2 d) del hormigonado de la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los fondos de forjados, transcurridos siete días (7 d), y los apoyos o cimbras de vigas después de los veintiún días (21 d).

El desencofrado deberá realizarse tan pronto sea posible, sin peligro para el hormigón, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán además las siguientes prescripciones: Antes de la operación de tesado se retirarán los costeros de los encofrados y, en general, cualquier elemento de los mismos que no sea sustentante de la estructura, con el fin de que actúen los esfuerzos de pretensado con el mínimo de coacciones.

Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se cortarán al ras del paramento.

Los paneles de encofrado ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, deberán ser cuidadosamente rectificadas y limpiados.

### 680.3. Acabados.

#### 680.3.1. Tolerancias.

La máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos planos, medida respecto de una regla de dos metros (2) de longitud, aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:

- Superficies vistas: seis milímetros (6 mm).
- Superficies ocultas: veinticinco milímetros (25 mm).

Las tolerancias en los parámetros curvos serán las mismas, pero se medirán respecto de un escantillón de dos metros (2 m), cuya curvatura sea la teórica.

#### 680.3.2. Reparación de defectos.

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser reparados, previa aprobación de la Dirección Facultativa, tan pronto como sea posible, saneando y limpiando las

zonas defectuosas. En general, y con el fin de evitar el color más oscuro de las zonas reparadas, podrá emplearse para la ejecución del hormigón o mortero de reparación una mezcla adecuada del cemento empleado con cemento portland blanco.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

Durante el desencofrado, se retirarán todos los elementos que haya servido para su fijación al hormigón. Se quitarán todas las rebabas o imperfecciones salientes mediante un picado fino. Las coqueras y otras imperfecciones entrantes que apareciesen a pesar de las precauciones tomadas por el Contratista, se tratarán en la forma que ordene cada caso la Dirección Facultativa, con un mortero del mismo color del hormigón.

En cualquier caso, el Contratista vendrá obligado a subsanar a su costa todas las imperfecciones de las obras de hormigón que ejecute, hasta que sean de recibo, a juicio de la Dirección Facultativa.

#### 680.4. Medición y abono.

La medición y abono de los encofrados se efectuará por los metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente ejecutados, excepto los de poliestireno expandido, que se medirán por volumen ( $m^3$ ), medidos sobre los planos, siempre que cumplan lo indicado en este proyecto y las órdenes de la Dirección Facultativa.

Se abonarán a los siguientes precios del Cuadro de Precios:

M<sup>2</sup>. ENCOFRADO DE MADERA EN PARAMENTOS VERTICALES, INCLUSO COLOCACION, FIJACION Y DESENCOFRADO. (P.- 0680-01)

Estos precios incluyen: la preparación y presentación de los cálculos de proyecto de los encofrados, la obtención y preparación de los elementos constitutivos del encofrado, el montaje de los encofrados, los productos de desencofrado y el desencofrado, sólo si son recuperables, todos los elementos auxiliares necesarios, tales como berengenos, cajetines, remates singulares, latiguillos, chapas, manguitos y otros medios auxiliares de construcción, así como todos los medios, materiales y mano de obra necesarios para la correcta ejecución y terminación de estas unidades de obra.

En aquellas unidades de obra donde así se especifique, el abono de los encofrados se realizará según la unidad de obra de la que formen parte.

## **Parte 7.- Tratamientos del terreno**





Capítulo I.-	Tratamientos del terreno.....	1
Artículo 710.-	Pantalla de inyecciones de impermeabilización.....	1
Artículo 720.-	Pantalla de drenaje desde galería subterránea.....	16



## **Capítulo I.- Tratamientos del terreno.**

### **Artículo 710.- Pantalla de inyecciones de impermeabilización.**

#### 710.1 Disposición y emplazamiento de los taladros de inyección

Los taladros se ejecutarán desde la galería perimetral. La mencionada galería según los planos del documento XYZT de la presa, presenta una longitud total de 369,293 m y se sitúa coincidente con el eje de la presa inserta en el terreno, inmediatamente bajo el núcleo impermeable. Las dimensiones interiores de la galería son de 2,4 x 1,4 m rematada por la parte superior con bóveda de medio punto. La galería parte de la cota 920,3 m y desciende hasta la cota 837,9 m donde adopta una disposición horizontal y coincide con la parte baja de ambos márgenes. Este tramo tiene una longitud de 50 m. La pantalla de impermeabilización y drenaje se proyecta para una longitud de 40 m.

Ha sido dispuesto una única batería de taladros, cuyo emboquille se ubicará sobre un eje paralelo al de la galería o sobre el eje que se defina en planos.

Se procederá a realizar las inyecciones de impermeabilización mediante taladros de 50 mm (2") con un grado de inclinación hacia aguas arriba de 30º hasta alcanzar el contacto con las margas. La separación entre inyecciones será de 5 m. La separación entre inyecciones será de 5 m.

Las longitudes de los taladros se calcularán teniendo en cuenta la profundidad que deberá alcanzar en roca sumada a la de atravesar el hormigón de presa, sus rumbos y sus inclinaciones. Se ha contemplado una profundidad media para los taladros de impermeabilización de 30 m.

Tipo de mezcla de inyección. Las inyecciones serán de mezclas de cemento y agua.

#### 710.2 Taladros para la inyección

El diámetro de los taladros estará comprendido entre cincuenta y sesenta y cinco milímetros (50-65 mm).

La longitud de los taladros dependerá de la clase de inyección, de las características del macizo rocoso, del procedimiento y medios empleados en la excavación, de la calidad de su ejecución, así como de las dimensiones transversales de la excavación. El Estudio de Ejecución definirá la profundidad de los taladros en la roca.

### 710.3 Programa de ejecución de trabajo

Antes de dar comienzo a los trabajos de impermeabilización del terreno mediante inyecciones y con antelación mínima de treinta (30) días a la fecha de inicio de las obras, el Contratista deberá presentar al Director un Programa de ejecución de las inyecciones, realizado en base a las especificaciones establecidas en este Pliego y en los demás documentos del Proyecto.

El Programa de trabajos de ejecución de las inyecciones incluirá los planos de detalle de implantación de los taladros, de acuerdo con lo definido en los planos del Proyecto y, eventualmente, con las modificaciones indicadas por el Director en base a la información complementaria que se haya obtenido del terreno.

Los planos de detalle se realizarán en planta y perfiles con todos los detalles que deberán tenerse en cuenta durante el proceso de inyección.

En los planos de detalle de taladros, deberá figurar la clave o número de identificación de cada taladro, su orientación, inclinación, longitud y diámetro. También figurara el orden de perforación e inyección que el Contratista prevea utilizar.

En el Programa de Ejecución, el Contratista incluirá la Pauta de control de producción y calidad que deberá efectuar por su cuenta, tanto en lo que se refiere a las perforaciones de los taladros como a las inyecciones y operaciones auxiliares o anejas. Esta pauta deberá dar cumplimiento a las prescripciones fijadas en este Pliego y a las que ordene el Director.

En dicha pauta, se indicarán los sistemas que el Contratista proponga para realizar los ensayos de calidad de las mezclas de inyección, con la frecuencia que se indica en el presente Pliego o la que indique el Director.

### 710.4 Materiales

#### Cemento

El cemento para las inyecciones será resistente a los sulfatos y de gran finura de molido.

Se empleará la cantidad de 120 kg de cemento por metro de taladro para ejecución de impermeabilización.

Además de las prescripciones fijadas en el Pliego de Recepción de cementos vigente, cumplirá las siguientes:

#### Análisis Químico:

%P.F.  $\leq 4,00$

%  $\text{SO}_3$   $\leq 4,00$

Finura de molido:

% > 63 micras 0,80

% > 45 micras 5,00

% > 32 micras 12,00

Superficie específica

Blaine ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )  $\geq 4.800$

Ensayos físicos:

Expansión  $\leq 1,50$  mm

Fraguado inicial  $\leq 60$  min

Resistencia a compresión:

A 2 días  $\geq 20$  N/mm<sup>2</sup>

A 7 días  $\geq 30$  N/mm<sup>2</sup>

A 28 días  $\geq 50$  N/mm<sup>2</sup>

Agua

El agua para las inyecciones será potable y cumplirá las mismas prescripciones que la utilizada para el amasado del hormigón.

710.5 Definición de las mezclas de inyección

La mezcla de inyección será una suspensión cemento/agua. Al comienzo de las inyecciones, la relación agua/cemento será de 1, reduciendo esta relación si fuese necesario.

El Contratista realizará los estudios de mezclas de cemento más adecuadas para las inyecciones, y para determinar las características siguientes:

- Relación agua/cemento (A/C) inicial y final.
- Decantación. En tanto por ciento (%) de la altura de agua separada en superficie, en función del tiempo de amasado o batido (generalmente 10 minutos). Como característica final se tomará la decantación en % al cabo de un tiempo determinado, generalmente a los sesenta minutos (60 min).
- Viscosidad, en segundos; medida en Cono Marsh.
  - Resistencia a compresión, de la mezcla endurecida, a los 3, 7 y 28 días, en MPa.

#### 710.6 Instalaciones y equipos para las inyecciones

##### Generalidades

Los equipos necesarios para la ejecución de las inyecciones se pueden dividir en dos grupos:

- Equipos de perforación de taladros
- Instalaciones y equipos para inyección

Los taladros para inyección se perforarán a rotopercusión. El Contratista propondrá al Director el método de perforación que propone utilizar, así como el modelo, calidad, potencia y estado de uso de los equipos de perforación. La propuesta del Contratista deberá tener en cuenta la finalidad y situación de Los taladros a ejecutar, las características de la roca, las dimensiones geométricas de las galerías donde deben desarrollarse los trabajos de perforación, así como su acceso, las dimensiones mínimas -con sus tolerancias- de los diámetros de perforación, la longitud máxima de los taladros, su orientación, inclinación y la máxima desviación admisible indicada en este Pliego. El Director podrá rechazar el sistema de perforación o Los equipos si no los considera adecuados a lo especificado en este Pliego

El Contratista será responsable de realizar el transporte a obra de los equipos de maquinaria y medios auxiliares para la ejecución de los trabajos de perforación.

El transporte a la obra de los equipos y medios auxiliares deberá ser anunciado con suficiente antelación por el Contratista y autorizados por el Director.

Si durante el transcurso de los trabajos de perforación, las circunstancias reales del terreno hicieran aconsejable el cambio del método de perforación o las características de los equipos, el Contratista estará obligado a sustituir, por su cuenta, dichos equipos por otros que sean adecuados para tales circunstancias.

A la vista, de los resultados obtenidos durante los trabajos de perforación, el Director podrá ordenar el cambio de métodos o equipos, si lo juzgara necesario para asegurar el cumplimiento de los plazos de ejecución o la calidad de los trabajos.

##### Instalaciones y equipos para la inyección

- Almacenamiento de materiales:

Los materiales deberán conservarse en obra de forma que sus calidades no resulten mermadas

El cemento se almacenará a granel, en silos metálicos, en número no inferior a dos, estancos y convenientemente aislados térmicamente.

La ubicación de estos silos y/o almacenes será contigua a la central de fabricación de mezclas

- Central de fabricación de mezclas de inyección:

El Contratista dispondrá de una central de fabricación de mezclas de inyección. Constará de equipos dosificadores de los componentes de las mezclas de inyección, equipos para el mezclado de los mismos y equipos de bombeo y transporte por tuberías de la mezcla fabricada hasta los equipos de bombeo a los taladros

Todas las máquinas y medios auxiliares que hayan de utilizarse en los trabajos de inyección cumplirán los requisitos que establezca la normativa oficial vigente en lo referente al tipo, características, proyecto, fabricación y utilización. El fabricante de las máquinas y medios auxiliares deberá aportar, a petición del Director, los certificados que garanticen el cumplimiento de la normativa antes citada, extendidos por la Autoridad competente en la materia.

La dosificación de los materiales se realizará mediante aparatos dosificadores de acuerdo con los siguientes criterios:

- El cemento y otros productos sólidos de adición que se pudieran utilizar se dosificarán por peso. No se permitirá el empleo de básculas de pesadas acumulativas. Los errores máximos admisibles en la dosificación de estos materiales serán del tres por ciento en más o menos ( $\pm 3\%$ ).
- El agua se dosificará por volumen o en peso. El error máximo admisible será del cuatro por ciento en más o menos ( $\pm 4\%$ )

El Director podrá exigir al Contratista un certificado de tarado de los dosificadores, realizado por un laboratorio oficial o por otra entidad de reconocida solvencia, o bien efectuar pruebas de pesadas y dosificaciones en obra cuando lo estime oportuno

Las mezcladoras de cemento/agua y bentonita/agua serán del tipo denominado de alta turbulencia, para la que estarán provistas de turbina cuya velocidad tangencial sea superior a veinte metros por segundo (20 m/s).

A propuesta del Contratista, podrán utilizarse otros tipos de aparatos mezcladores, siempre que aquel aporte pruebas de su eficacia y referencias de experiencias satisfactorias en otras obras o bien se realicen ensayos in situ que demuestren su idoneidad al Director.

El depósito regulador, donde se almacene la mezcla formada por cemento/agua y bentonita/agua, fabricadas cada una independientemente, estará provisto de un sistema de

agitación mediante paletas que garanticen una agitación homogénea de la mezcla de inyección, cuya velocidad de giro no será inferior a 100 r.p.m.

- Bombas para la inyección:

Las bombas para la inyección en los taladros deberán ser de caudal y presión variables y estar dotadas de sistemas de mando que posibiliten el control de variaciones de estos parámetros con precisión mínima de un litro por minuto (1 l/min) para el caudal y de cien gramos por centímetro cuadrado (100 g/cm<sup>2</sup>) para la presión.

Si se utilizan bombas de pistones, tendrán, al menos, dos preferentemente de inmersión, accionadas por motor hidráulico o de aire comprimido, que permitan una variación continua y amplia de velocidades de inyección. También se podrán utilizar bombas de otro tipo, siempre que alcancen las presiones y caudales máximos necesarios para ejecutar las inyecciones. Las bombas de caudal y presión constantes obligan a disponer un circuito de retorno al depósito alimentador de la misma, dotado de una serie de válvulas para regular presiones/caudales.

No se permitirán el empleo de bombas de inyección que funcionen por descargas intermitentes mediante aire comprimido.

Las bombas deberán estar a una cota sensiblemente igual o menor que la boca del taladro a inyectar, salvo que el Director autorice otra situación, si esta no interfiere sensiblemente en las presiones a que se debe realizar la inyección.

- Línea de inyección:

La tubería que transporta la lechada desde la bomba al taladro, comúnmente denominada línea de inyección, deberá ser de sección constante, con diámetro útil de veinticinco milímetros (25 mm), de pared interior lisa y deberá resistir una presión máxima de, al menos, el doble de la presión máxima de inyección; se dispondrá en los lugares adecuados del circuito grifos de descarga y de regulación del caudal.

La línea de inyección estará provista de dos manómetros situados: uno a la salida de la bomba de inyección y otro en la boca del taladro que se esté inyectando. El Contratista dispondrá de una reserva suficiente de manómetros en el almacén de obra.

Si la distancia de la bomba al taladro fuera menor de tres metros (3 m), solamente será necesario utilizar un manómetro.

La línea de inyección deberá revisarse frecuentemente para evitar roturas o fugas de lechada que podrán causar accidentes debido a la energía con que estas se producen como consecuencia de la liberación brusca de la presión de inyección. Se deberán vigilar especialmente las uniones entre tramos de tuberías y el espesor de su pared, porque las



lechadas a inyectar son muy abrasivas y pueden producir corrosiones internas en las tuberías, que no presentan síntomas externos de su deterioro progresivo hasta el momento en que se produce la rotura.

La temperatura de las mezclas de inyección no deberá sobrepasar los treinta grados centígrados (30°C) ni ser inferior a cinco grados centígrados (5°C) en ningún punto de su recorrido; por ello, el Contratista estará obligado a proteger eficaz y permanentemente, si fuera necesario, las tuberías, depósitos y otras partes de las instalaciones por las que circule la lechada. En ningún caso se permitirá que las tuberías estén directamente expuestas al sol de forma continuada ni en tramos largos.

- Equipos de inyección en el taladro:

Para inyectar los taladros se utilizarán obturadores simples, cuyo ajuste a la pared de aquellos se realice con cierre de material elastómero, bien por procedimientos mecánicos o hidráulicos

El Contratista podrá proponer a la aceptación del Director otros tipos de obturadores si le demuestra su eficacia y seguridad de funcionamiento dentro del taladro, teniendo en cuenta que la superficie de la pared de este no será lisa debido al sistema de perforación utilizado.

#### 710.7 Ejecución

##### Generalidades

El proceso de ejecución de la inyección se puede dividir en dos operaciones independientes pero secuenciales:

- Ejecución de la perforación de taladros.
- Ejecución de la inyección de taladros.

##### Ejecución de la perforación de taladros

Los taladros para inyectar se perforarán a rotopercusión, con diámetro mínimo de 2" (50 mm), según la disposición geométrica y profundidades indicadas en el apartado 1 de este Artículo y en los Planos.

Los taladros se perforarán en una sola fase hasta las profundidades definidas, salvo que el Director, a la vista de la naturaleza de la roca atravesada, ordenara perforar por tramos sucesivos.

El Director podrá modificar, a la vista de las condiciones reales del terreno y de los resultados y de las perforaciones, las longitudes y posiciones de los taladros y ordenar las fases de

perforación necesarias para evitar desprendimientos o derrumbes de los taladros a causa de las condiciones de facturación real de la roca perforada.

Las máquinas de perforación se emplazarán de forma que la boquilla del taladro no se desvíe del punto replanteado en más de los siguientes valores;

- Cinco centímetros (5 cm) en soleras de galerías o paramentos de hormigón.

El tren de perforación se implantará con la inclinación y orientación indicada en este Pliego, según las cotas señaladas en el mismo o las que ordene el Director. La implantación se realizará con error menor que 2 grados sexagesimales (2°).

Durante la ejecución de los taladros se llevará un control riguroso de la inclinación y rumbo de los mismos. Estos parámetros se comprobarán siempre que lo ordene el Director. El control de desviaciones se realizará mediante un aparato especialmente diseñado al efecto, de los que existen en el mercado, y procedente de fabricante de reconocida solvencia.

No se admitirán desviaciones de la posición teórica, en los taladros perforados a rotopercusión, superiores al diez por ciento (10%) de su longitud total, salvo que existan causas especiales debidas a la naturaleza de la roca justificadas y admitidas por el Director.

Durante la perforación, el sondista llevara un control continuo de la longitud perforada. Cuando lo ordene la Dirección se procederá a medir la longitud del taladro.

El Contratista deberá confeccionar una parte de ejecución de la perforación de cada taladro, donde se indique de forma esquemática la naturaleza y características de los terrenos atravesados, deducidas de la inspección visual y manual de los productos obtenidos de la perforación. Además, deberán anotarse en dichas partes, al menos, los siguientes datos:

- Designación inequívoca del taladro (de acuerdo con la señalada en los planos de replanteo).
- Longitud del taladro.
- Diámetro de los útiles o tallantes empleados en la perforación del mismo.
- Equipo utilizado: marco, modelo y características del mismo
- Fecha y hora de comienzo de la perforación y de la terminación de la misma.
- Incidencias que haya sufrido el proceso de perforación, señalando la profundidad a que se produjo el o los incidentes, maniobras realizadas, tiempo empleado, etc.
- Identificación del sondista.
- Estratigrafía orientativa (naturaleza del material)
- Arrastres
- Caudal de agua
- Comunicación con drenes, etc.

Los partes de perforación se entregarán diariamente a la Dirección de la obra, conservando el Contratista fotocopia de los mismos.

Terminada la perforación de un taladro, se cerrará su boquilla con un tapón para evitar que pudieran introducirse en su interior cuerpos extraños o detritus de perforación del mismo o de otros contiguos, que mermaran o anularan su capacidad de ser inyectado.

Una vez terminados los trabajos de perforación, el Contratista retirará los equipos y medios auxiliares utilizados y se procederá a la limpieza de las galerías de la presa u otros lugares de trabajo, retirando materiales detritus de perforación y desperdicios originados por las operaciones propias de los trabajos realizados.

#### Ejecución de la inyección de taladros

- Preparación de las mezclas de inyección:

El tiempo de mezclado del cemento con el agua en las mezcladoras de alta turbulencia no será inferior a dos minutos (2 min). Asimismo, el tiempo de permanencia de la suspensión de cemento/agua en los depósitos agitadores no será superior a una hora (1 h).

El Director podrá exigir al Contratista la comprobación de la exactitud de las dosificaciones de las mezclas en cualquier momento.

Se recomienda al Contratista que compruebe, al término de cada Jornada de trabajo, que el consumo de los materiales concuerda con las dosificaciones teóricas establecidas y las cantidades realmente inyectadas y calcular, asimismo, las desviaciones respecto del consumo teórico, para evitar que se acumulen errores del mismo signo, con el consiguiente perjuicio para la calidad del tratamiento.

El Director podrá obligar al Contratista a repetir el trabajo de inyección -incluida la perforación de un nuevo taladro, si fuera necesario, a cargo del Contratista-, si se detectaran desviaciones sistemáticas en las dosificaciones de las mezclas de inyección, ocasionadas por las causas descritas en el párrafo anterior.

- Inyección de los taladros:

Antes de comenzar la inyección de un taladro, se comprobará que tiene la longitud útil prevista en los planos, así como el diámetro mínimo requerido, para asegurar que no ha sufrido desprendimientos o reducción de sección en algún punto por colapso o deformación de la pared del mismo durante el tiempo transcurrido entre la perforación y la inyección.

Como operación previa a la inyección, los taladros se lavarán introduciendo en toda su longitud una varilla conectada a una red de agua y aire a presión, con objeto de eliminar los detritus

de la perforación y los materiales finos que pudieran haber obturado las fisuras de sus paredes y que sean susceptibles de ser arrastrados por el simple efecto del lavado. La presión del lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

La inyección se iniciará desde el fondo del taladro en maguitos alternos (puntos de inyección cada 2 m). Se recomienda esperar 24h para inyectar los manguitos intermedios. Los manguitos se dispondrán con una separación de 1 m

El volumen máximo de inyección por manguito será de 100 kg de materia seca (unos 135 litros de mezcla). En aquellos manguitos en los que se alcance el volumen máximo indicado se realizará una segunda fase de inyección. Entre las fases de inyección en un mismo manguito deberá de esperarse al menos 24h.

La inyección se detendrá si se observa comunicación con los drenes existentes, juntas de galería, etc.

La tubería debe de quedar limpia al finalizar cada fase de inyección para poder efectuar inyecciones adicionales

La distancia mínima para inyectar simultáneamente dos taladros al mismo tiempo será superior a nueve metros (9 m), con independencia de los niveles a que se encuentren los tramos que se estén inyectando confinados por los obturadores, en cada taladro.

Antes de proceder a la inyección de un taladro contiguo a otro recién inyectado, deberá transcurrir un tiempo no inferior a veinticuatro horas (24 h); salvo lo que ordene el Director, a la vista de los resultados de laboratorio efectuados para estimar el tiempo de fraguado de la lechada, realizados con muestras de la mezcla que se esté utilizando en cada caso.

La inyección de cada tramo de taladro se realizará sin interrupción hasta alcanzar la presión máxima prevista; salvo que algún incidente (resurgencias o fugas de lechadas que se observen o comunicaciones entre taladros abiertos, etc.), aconsejaren paralizar la inyección del tramo de taladro.

- Colocación de obturadores:

El Contratista dispondrá en obra el número suficiente de obturadores adecuados para ser utilizados en los taladros ejecutados, para confinar todos los tramos que se inyecten simultáneamente. Si por una obturación defectuosa, la inyección saliera por la boca del taladro y endureciera por encima del obturador, quedando, por tanto, aprisionado el varillaje de inyección e inutilizado el taladro, la reparación de esta avería será por cuenta del Contratista a satisfacción del Director, quien podrá ordenar, si lo estimara necesario, la ejecución de un nuevo taladro a cargo del Contratista

El Contratista llevara un riguroso control de la posición a que sitúa el obturador para proceder a la inyección de cada tramo de taladro. El Director podrá ordenar la repetición de la inyección, a cargo del Contratista, en aquellos taladros en los que haya encontrado anomalías o errores debidos a una falta de control en la colocación de los obturadores o de otros parámetros de inyección establecidos en este Pliego u ordenados por el en obra.

No se aceptarán errores superiores a diez centímetros (10 cm) en el emplazamiento de los obturadores para cada tramo dentro de un taladro.

Si, por cualquier motivo, no se pudiera realizar la inyección de manera continua en todo un taladro, se deberá extraer el obturador con cuidado para no provocar efectos de succión en el interior del mismo, lo que podría alterar la calidad del tratamiento de la zona superior del tramo recién inyectado.

El Contratista deberá disponer de los medios necesarios para evacuar de la galería los residuos de la lechada de inyección procedentes de fugas, limpieza de la línea de inyección, etc., antes de que dichos residuos decanten o endurezcan en la solera de la galería o en cualquier lugar de la obra que deba quedar limpio, en cuyo caso tendrá que eliminarlos a su costa. Tendrá especial cuidado en no utilizar los drenes y otros conductos de la obra definitiva, tanto por la inyección como por los residuos antes citados.

Los detritus de perforación, de lavado de los taladros, de las tuberías, etc., serán canalizados hasta el lugar previamente autorizado por el Director. Los desechos sólidos se depositarán en escombreras autorizadas.

#### Presiones máximas de inyección

Las presiones de inyección serán de 2 kp/cm<sup>2</sup> más 1 kp/cm<sup>2</sup> cada 5 metros de profundidad adicional.

Habrà que tener en cuenta la carga de agua en el embalse y adicionarla a las presiones indicadas para obtener la presión de cierre.

En la tabla siguiente se indican las presiones de cierre para la admisión máximo de 100kg de materia seca por manguito, estas presiones podrían ser necesario adaptarlas en función de las observaciones que se realicen durante la inyección:

Tabla: Presiones de cierre para la admisión máximo de 100kg de materia seca por manguito

Profundidad	Presión [kp/cm <sup>2</sup> ]
0 m a 5 m*	3
5 m a 10 m	4
10 m a 15 m	5
15 m a 20 m	6
20 m a 25 m	7

\*Se fijará en función de las observaciones efectuadas durante la perforación

Deberá dejarse constancia del caudal con el que se ha obtenido la presión de cierre.

En cada manguito deberá aplicarse una presión mayor previa que permita la apertura del mismo.

#### Precauciones y vigilancia durante las inyecciones

Durante el proceso de inyección, el Contratista llevara a cabo una vigilancia minuciosa y permanente, entre otros, de los siguientes puntos:

- Fugas o resurgencias de lechada de inyección. La vigilancia para detectar fugas o resurgencias de inyección, por la superficie de las galerías o del terreno, abarcara zonas suficientemente alejadas del punto de inyección, especialmente cuando se advierta una admisión excesiva o una pérdida de presión en el manómetro situado en boca del taponamiento. Si la fuga fuera importante y no se logra su taponamiento, deberá suspenderse la inyección. En estos casos es aconsejable, antes de detener el proceso de inyección, aumentar la viscosidad de la mezcla que se esté inyectando mediante algún aditivo adecuado y autorizado por el Director.
- Comunicación de inyección entre taladros. Deberá tomarse nota de todas las comunicaciones de lechada que se observen entre taladros durante la inyección, anotando el número de identificación del o los taladros afectados por este fenómeno, así como la presión de inyección en el momento en que se advierta las comunicaciones o salidas de mezcla de inyección por las bocas de los taladros afectados.

El Contratista controlará minuciosamente el proceso de bombeo y, cuando la presión de inyección tienda a subir, reducirá paulatinamente la velocidad de inyección, debiendo alcanzar la presión máxima o de cierre con el menor caudal posible. Una inyección que no siga esta norma es muy posible que sea insuficiente o defectuosa, por lo que la Dirección de obra deberá dedicar especial atención al control de este proceso, no aceptando como válidos los tramos de inyecciones en las que no se haya cumplido este requisito. El Contratista estará obligado a repetir la inyección, si se demostrara que hubiera incurrido en esta negligencia.

#### 710.8 Control de calidad de las inyecciones

##### Control de ejecución

El Contratista estará obligado a efectuar controles de las mezclas de inyección en los siguientes puntos:

- Funcionamiento de los dosificadores, efectuando su comprobación y subsanando los errores que encontrara al principio de cada turno de trabajo.
- Comprobar y garantizar que las dosificaciones de los componentes corresponden correctamente a las establecidas. Las comprobaciones se efectuarán al inicio de cada turno de trabajo y siempre que se modifiquen las dosificaciones de la mezcla.

Cada dos horas (2 h), el Contratista efectuará una toma de muestras de la lechada de inyección en la boca del taladro que se esté inyectando y verificará que se cumplen las especificaciones indicadas en este Pliego y/o las establecidas por el Director.

Las mezclas que permanezcan más de dos horas (2 h) en los depósitos, bombas, tuberías, etc., serán desechadas. Su coste será por cuenta del Contratista.

En cada turno de trabajo se confeccionarán seis (6) probetas con las mezclas de inyección que se estén utilizando y se dejarán endurecer en condiciones adecuadas. El curado y conservación de las mismas se realizará según las normas para el curado y conservación de probetas de hormigón. La rotura de estas, a compresión simple, se realizará a los 7, 14 y 28 días.

El Contratista dispondrá de medios de control de los dispositivos de regulación de volúmenes de lechada, caudales y velocidades de inyección y presiones, que estarán a disposición del director, quien podrá aprobarlos o rechazarlos, en su caso, si estima que no ofrecen una precisión razonable para cumplir las especificaciones indicadas en este Pliego o las ordenadas por él. El Contratista deberá entonces subsanar estas diferencias a su cargo.

El Contratista estará obligado a efectuar de una manera permanente el control de las presiones de inyección. Se utilizarán, para ello, manómetros de calidad reconocida que deberán ser tarados periódicamente según instrucciones del fabricante. Dichos manómetros estarán provistos de dispositivos de protección contra el contacto directo con las lechadas de cemento. La amplitud de las escalas de los mismos no será superior al doble de la presión máxima prevista para las inyecciones en cada caso.

De cada taladro y, especialmente de sus tramos de inyección, se registrarán, al menos, los siguientes datos que deberán reunirse en un parte de inyección preparado al efecto:

- Clave o número de identificación del taladro inyectado.
- Posición y orientación del taladro de inyección
- Fecha y hora del comienzo y final de la inyección.
- Estratigrafía aproximada deducida de las observaciones efectuadas al realizar la perforación
- Profundidad alcanzada, equipamiento con tubo manguito, consumo en inyección de sellado
- Características de la mezcla inyectada.
- Presiones medidas durante el proceso de inyección.

- Cota de la posición del obturador en el taladro.
- Admisión de mezcla en cada tramo.
- Cantidad total de productos consumidos.
- Cantidad neta realmente inyectada en el terreno una vez deducidos los volúmenes de relleno del propio taladro, tuberías, pérdidas por fugas y lavado de bombas y línea de inyección en los cambios para desplazar la inyección de un taladro a otro.
- Los manguitos se han dispuesto con una separación de 1 m. De la inyección efectuada por cada manguito se indican: las fechas y horas de trabajo, las presiones de inyección y las admisiones registradas
- En las observaciones de los impresos se indica si ha sido necesario reperforar, si se han producido comunicaciones con taladros próximos o drenes, así como otras incidencias que puedan haber ocurrido durante la realización de los trabajos

Copia de dichos partes se entregará diariamente a la Dirección de la obra.

Durante la realización de las inyecciones se registrará diariamente el aforo total del tramo de galería a la cota 837,9 m y el individual de los drenes que se localizan en la de actuación.

#### Control de recepción

La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta de control de ejecución aprobada por el Director y realizada por el Contratista.

El Director podrá obligar al Contratista a repetir determinados trabajos si se detectaran fallos en la pantalla por ejecución incorrecta, tales como admisiones de cemento insuficientes por mala aplicación de presiones de cierre, taladros demasiado cortos o taladros muy desviados que hubieran podido ocasionar la formación de zonas sin tratar.

#### 710.9 Medición y abono.

A las cantidades obtenidas se les aplicará los siguientes precios:

MI TALADRO A ROTOPERCUSIÓN PARA EJECUTAR INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN DE DIÁMETRO 2" EJECUTADO DESDE GALERÍA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, INCLUIDO TUBO MANGUITO (P-0710-1).

Tn CEMENTO PARA INYECCIÓN COLOCADO A CUALQUIER PRESIÓN, INCLUSO FLUIDIFICANTE Y MATERIALES (P-0710-3).

El precio del taladro incluye el traslado de los materiales y la maquinaria necesaria para el taladro, el drenaje del agua empleada en la perforación y la retirada de los medios una vez concluida la perforación. En la medición se incluirá la longitud inicial de la perforación sobre hormigón.



Los precios de inyección incluyen los materiales necesarios para conformar la lechada objeto de la inyección, los equipos de presión para la lechada, los traslados de equipos y la limpieza de la zona de obra una vez concluidas los trabajos.

## **Artículo 720.- Pantalla de drenaje desde galería subterránea.**

### 720.1 Disposición y características de la pantalla de drenaje

Se ha establecido una única pantalla de drenaje de 40 m de longitud en el tramo horizontal de la galería perimetral. Se dispone en las inmediaciones de la pantalla de inyecciones de impermeabilización, perforándose los taladros desde la galería.

En primer lugar, antes de las inyecciones de impermeabilización se ejecutarán un primer drenaje de investigación, mientras que tras las inyecciones con lechada se ejecutará la pantalla final. Las características de los taladros son las siguientes:

- Diámetro mínimo: 75 mm.
- Separación entre taladros: 5 m.
- Taladros verticales o subverticales.
- Profundidad: 25 m.
- En los drenes de investigación se colocarán tuberías perforadas de PVC, mientras en los definitivos serán metálicas.

### 720.1 Ejecución

En primer lugar, se ejecutará una pantalla de drenaje con fines meramente de investigación, antes de las inyecciones con lechada. La pantalla de drenaje final se realizará después de terminados los tratamientos de inyecciones en las zonas cuya inyección pudiese comunicarse con los taladros de drenaje e inutilizarlos.

Para evitar este posible efecto, el Contratista no iniciara la perforación de taladros de drenaje sin antes haber recabado la autorización expresa del Director, quien fijara las zonas en que, por su lejanía de los tratamientos de inyecciones, no exista riesgo de comunicación.

Los taladros serán perforados a rotación o rotopercusión.

Cuando se atravesen tramos de roca muy fracturada o milonitizada se entubará el taladro con tubos de PVC ranurados en la pantalla inicial y metálicos en la final. Las ranuras de estos tubos serán longitudinales, a tramos, y tendrán sus bordes redondeados de forma especialmente diseñada para asegurar la entrada del agua subterránea en el interior del tubo.

Cuando se pueda producir la migración de material muy fino por arrastre del agua captada por los drenes, se colocarán filtros de cartucho de tubo perforado rellenos de arena limpia de tamaño comprendido entre 0,08 y 1,25 mm.

En el caso de colmatación de los taladros de drenaje el Contratista estará obligado, a sus expensas, a proceder al lavado del taladro, y a su reperforación si fuese necesario.

Las bocas de los taladros se equiparán con tubos de acero galvanizado de 60 cm de longitud, de diámetro interior ligeramente superior al exterior de los tubos ranurados, y serán recibidos con cemento en sus 20 cm inferiores. En el extremo superior se roscará un cabezal con llave y acoplamiento de manómetro. El diseño del conjunto de tubo y cabezal será propuesto por el Contratista y sometido a la aprobación del Director.

#### 720.3 Medición y abono.

A las cantidades obtenidas se les aplicará los siguientes precios:

MI TALADRO A ROTOPERCUSIÓN PARA DRENAJE DEFINITIVO DE DIÁMETRO 3" EJECUTADO DESDE GALERÍA EXCAVADA EN EL TERRENO, INCLUIDA LA COLOCACIÓN DE TUBERÍA PERFORADA (P-0720-2).

El precio incluye el traslado de los materiales y la maquinaria necesaria para el taladro, el drenaje del agua empleada en la perforación y la retirada de los medios una vez concluida la perforación.



**Parte 12.-  
Equipos electromecánicos.**

---



Capítulo I.- Equipos electromecánicos.....	1
Artículo 1200.- Desagüe ecológico y Desagüe de fondo. ....	1





## **Capítulo I.- Equipos electromecánicos.**

### **Artículo 1200.- Desagüe ecológico y Desagüe de fondo.**

#### **1200.1 Objeto**

01. El objeto de los artículos de la Parte 12ª de este Pliego es el establecimiento de las prescripciones técnicas que regirán en el proyecto, fabricación, transporte, montaje y pruebas de los equipos electromecánicos que se colocarán en la presa de El Portillo como una de las medidas de adecuación del desagüe de fondo y el desagüe ecológico.

02. Como proyecto se entiende el conjunto formado por: el diseño, cálculos, planos de conjunto y de taller, las prescripciones técnicas para la fabricación, montaje y pruebas, y los manuales e instrucciones de funcionamiento y mantenimiento de los equipos.

03. La fabricación comprende el acopio de materiales, la construcción de los equipos y las pruebas y controles de calidad, tanto de los materiales como de los equipos en las diversas fases de fabricación. Se incluye también, como fase final de la fabricación, la protección anticorrosiva en taller.

04. El transporte de los equipos comprende el acondicionamiento adecuado de estos, su carga sobre camión, los seguros y el transporte hasta la obra.

05. El montaje abarca todas las operaciones para la instalación de los equipos en su lugar definitivo, incluyendo la descarga en obra y las pruebas de dichos equipos

06. El Contratista será el responsable de todos los trabajos y suministros indicados en los párrafos anteriores, aunque el proyecto y fabricación y/o el transporte, montaje y pruebas lo realice la empresa suministradora.

#### **ALCANCE DEL SUMINISTRO**

##### **1. EQUIPOS QUE FORMAN EL SUMINISTRO**

01. Los equipos que integran el suministro objeto de estas prescripciones, y que serán instalados en la presa de El Portillo, son los que se utilizarán para la adecuación del desagüe de fondo y el desagüe ecológico.

## 2. EQUIPOS

01. Los equipos que se colocarán en el desagüe ecológico de la presa serán:

Nº de unidades	Compuertas	Dimensiones en m.	Carga máxima de agua m.c.a.
1	Howell-Bunger	0,4	65

02. La compuerta Howell-Bunger se ubicará al final de la conducción dentro de la cámara de válvulas.

03. En la válvula Howell-Bunger del conducto izquierdo del desagüe de fondo se cambiará la junta de cierre delantera.

04. Finalmente, se instalará una central oleohidráulica manual existente en la presa en la válvula compuerta de aguas arriba del desagüe ecológico.

## 3. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS

01. Formaran parte del suministro todos los elementos o equipos complementarios que sean necesarios para el buen funcionamiento, mando y control de la válvula a instalar en los conductos de desagüe de fondo y ecológico.

02. Estos equipos complementarios serán:

- Equipos motrices oleodinámicos y tuberías de inyección de aceite a los cilindros oleohidráulicos de accionamiento de la válvula.
- Armarios eléctricos de mando y control e instalaciones de telemando y señalización.

## NORMAS E INSTRUCCIONES

01. Cuando no se mencione expresamente ninguna norma en particular el Contratista adoptara con preferencia las normas UNE, pero en aquellos casos en que no hubiere una norma española adecuada, se deberán emplear normas de las instituciones que se indican a continuación:

- DIN (Deutsche Institut fur Normung), Normas Alemanas.
- Recomendaciones para el diseño, construcción y montaje de las tuberías de acero de construcción, soldada para instalaciones hidroeléctricas (Comité Europeo de la Calderería).
- AISC (American Institute of Steel Construction).
- ASME (American Society of Mechanical Engineers).
- ASTM (American Society of Testing and Materials).
- AWS (American Welding Society).
- IEC (International Electrotechnical Commission).
- IIW (International Institute of Welding).

- ISO (International Standardization Organization).
- SIS (Swedish industrial Standard).

02. Siempre y cuando sea necesario, se podrán aplicar normas y códigos internacionalmente reconocidos, aunque estos no se encuentren en el grupo anterior.

03. Cuando una Norma o instrucción se cita expresamente en este Pliego para el cumplimiento de una condición determinada, las disposiciones de dicha Norma o Instrucción serán de obligado cumplimiento, a no ser que el Director autorice o apruebe la utilización de otra Norma o Instrucción que produzca resultados equivalentes o mejores.

### **1200.2 Criterios de proyecto**

01. En los distintos artículos de este capítulo se especifican los criterios de proyecto que deben ser aplicados para los equipos hidromecánicos.

02. Todos los aspectos que no se indiquen en lo que sigue, deberán estar de acuerdo con lo establecido en las normas de diseño industrial que fueran de aplicación, así como con la moderna práctica del proyecto de estos equipos.

### **NORMAS DE APLICACIÓN**

01. Para el diseño y cálculo de los elementos metálicos, serán de aplicación las Normas y Recomendaciones siguientes:

- Norma DIN 19.704, "Estructuras de acero para obras hidráulicas. Criterios para el diseño y calculo".
- Normas DIN complementarias a la mencionada anteriormente.
- Manual of Steel Construction de American Institute of Steel Construction (AISC).
- Diseños y normas del Bureau of Reclamation del Ministerio del interior de los Estados Unidos de Norteamérica.
- Recomendaciones para el diseño, fabricación y montaje de tuberías forzadas de acero en construcción soldada para instalaciones hidroeléctricas. Comité Europeo de Calderería (CEC).

02. Serán de prioridad sobre las citadas normas los criterios de diseño y cálculo que se exponen a continuación, los cuales clarifican y/o modifican algunos aspectos de las mismas.

## **TENSIONES ADMISIBLES Y COEFICIENTES DE ROZAMIENTO**

### **1. TENSIONES EN EL ACERO DE LAS ESTRUCTURAS**

01. Serán de aplicación los valores de las tensiones admisibles fijadas en la Tabla 3 de la norma DIN 19.704, "Estructuras de acero para obras hidráulicas. Criterios para diseño y calculo", para los aceros indicados en la mencionada norma.
02. Para otros aceros estructurales, las tensiones admisibles bajo condiciones normales de carga no deberán ser mayores de los siguientes porcentajes del límite elástico mínimo garantizado del acero utilizado:
  - Compresión y compresión de flexión, si se requiriese comprobación de pandeo 60%
  - Tracción, tracción de flexión y compresión de flexión si no fuera requerida comprobación de pandeo 66%
  - Esfuerzo cortante 40%
  - Presión de apoyo en el área de contacto de las superficies mecanizadas 80%.
03. Por "condiciones normales de carga" se entiende las inducidas cuando el embalse se encuentre a la cota de nivel máximo normal (caso NB de la norma DIN 19.704).
04. En condiciones de carga extraordinaria, las tensiones indicadas para el caso de carga normal podrán aumentarse en un doce por ciento (12%).
05. En condiciones de carga excepcional, las tensiones admisibles establecidas para las condiciones normales de carga podrán aumentarse en un treinta por ciento (30%), pero en todo caso las presiones de soporte no deberán exceder del noventa por ciento (90%) del límite elástico del material.
06. La tensión equivalente que resulte de la combinación de tensiones biaxiales o triaxiales podrá ser un veinticinco por ciento (25%) mayor que la tensión uniaxial admisible, pero para todas las condiciones de carga no deberá ser mayor del ochenta por ciento (80%) del límite elástico del material.
07. Como excepción a lo establecido en el párrafo anterior y de acuerdo con la norma DIN 19.074, la tensión de comparación en la chapa de forro de las compuertas no deberá ser superior al ochenta y siete por ciento (87%) del límite elástico mínimo garantizado del acero, para la hipótesis de carga normal.

### **3. TENSIONES EN LOS COMPONENTES MECÁNICOS**

01. Las tensiones de trabajo para los componentes mecánicos (incluyendo ejes, pasadores, vástagos, engranajes, etc.), para condiciones normales de carga o, en su caso, para la capacidad nominal de diseño-, no sobrepasaran el cuarenta por ciento (40%) del límite elástico del material empleado; la tensión admisible a esfuerzo cortante será inferior al

veinticinco por ciento (25%) del límite elástico y la tensión de comparación no será mayor del cincuenta por ciento (50%).

### 3. TENSIONES ADMISIBLES EN EL HORMIGON

01. Para el hormigón adyacente a los equipos se adoptarán las siguientes tensiones admisibles máximas, para el caso de carga normal.

Tensión admisible	Valor máximo (Kp/cm <sup>2</sup> )
Compresión media	60
Compresión máxima	100
Esfuerzo cortante	12
Adherencia a las armaduras	1

Los esfuerzos cortantes transmitidos por los equipos al hormigón adyacente serán soportados íntegramente por las armaduras.

### 4. COEFICIENTES DE ROZAMIENTO

01. A no ser que se justifiquen adecuadamente otros valores, para la determinación de las fuerzas de fricción se consideraran los coeficientes de rozamiento que se indican a continuación.

02. Coeficientes de rozamiento para los elementos de estanqueidad:

Material	Coeficiente	Máximo
Caucho sobre acero	1,00	0,30
Caucho sobre acero inoxidable	0,80	0,20
Fluorocarburo sobre acero inoxidable	0,15	0,05
Bronce sobre acero inoxidable	0,30	0,15

03. Coeficientes de fricción deslizantes para diversos materiales:

Material Coeficiente	Máximo	Mínimo
Acero inoxidable sobre acero al carbono (no lubricado)	0,10	0,50
Acero inoxidable sobre acero al carbono (lubricado)	0,20	0,08
Acero inoxidable sobre acero inoxidable	No aceptable normalmente	
Bronce sobre acero inoxidable (no lubricado)	0,30	0,15
Bronce sobre acero inoxidable (lubricado)	0,20	0,07
"Lubrite" sobre acero inoxidable	0,20	0,06

04. Coeficientes en rodamientos. Se deberán usar coeficientes de fricción de una centésima (0,010) como máximo y cero (0) como mínimo. Estos coeficientes deben referirse al diámetro interior del rodamiento.
05. Rozamiento por rodadura de ruedas o rodillos. El brazo de palanca entre la carga y la reacción para el valor nominal deberá considerarse igual a  $0,005 D\%$  -donde D es el diámetro de la rueda en cm- pero no menor que 0,040 cm. Los valores máximo y mínimo serán determinados aumentando o disminuyendo el valor nominal en un veinte por ciento (20%).
06. Cuando se calculen las condiciones de carga de operación, se tomará el valor máximo o el mínimo de los coeficientes indicados en 03 de modo que se obtengan los resultados más conservadores para los esfuerzos de maniobra.

## **CONDICIONES DE SERVICIO**

### **1. GENERALIDADES**

01. La válvula y cada parte del equipo hidromecánico suministrado, será diseñado y calculado para cumplir con los requisitos operacionales que se especifican en este Pliego, cuando estén sujetos a las condiciones de servicio que se indican en apartados posteriores.
02. El Contratista será responsable de estudiar y evaluar en sus cálculos si determinadas cargas, no indicadas en este Pliego, pueden ser críticas en función del diseño por el adoptado o por condiciones excepcionales de funcionamiento

### **2. TUBERIAS**

01. Las tuberías serán calculadas con la presión correspondiente al nivel máximo normal del embalse; y, en caso de ser hormigonadas, no se tendrá en cuenta la colaboración del hormigón.
02. Se verificará que la presión crítica de pandeo del tubo sea superior a una vez y media (1,5) la presión externa, ante un eventual vacío interno

## **MATERIALES**

### **1. GENERALIDADES**

Los materiales a emplear en la fabricación de equipos hidromecánicos serán nuevos, libres de defectos e imperfecciones y de características técnicas adecuadas a la función a la que serán destinados y los procesos de fabricación a los que serán sometidos.

Los materiales defectuosos no deberán ser reparados, salvo que la norma correspondiente así lo autorice. En dicho caso, la reparación será efectuada siguiendo los criterios que para tal reparación se indiquen en la norma en cuestión.

## **2. NORMAS**

01. En el proyecto de los equipos podrán ser empleadas normas equivalentes a las aquí mencionadas, siendo obligación del Contratista justificar ante el Director las razones de su utilización y la equivalencia con las normas que a continuación se indican
02. El acero estructural en chapas y perfiles se ajustará a la norma UNE-EN 10025:1994, "Aceros no aleados de uso general".
03. El acero inoxidable se ajustará a la norma UNE-EN 10088-1:1996 Y UNE-EN 10088-3:1996, "Aceros inoxidables forjados o laminados de uso general".
04. Los aceros forjados se ajustarán a la norma DIN 17.200, "Aceros para tratamiento" o a la norma UNE 36051-1:1991 Y UNE 36051-2:1991, "Aceros no aleados para temple y revenido" y UNE 36051-1:1991 Y UNE 36051-2:1991, "Aceros aleados para temple y revenido".
05. La fundición gris se ajustará a la norma DIN 1.699, "Hierro fundido con grafito laminar".
06. Los broncees se ajustarán a las normas DIN 1.714, "Bronces al aluminio", DIN 1.705, "Bronces al estaño", 6 DIN 1.716, "Bronces al plomo".
07. El cromado de las piezas se ajustará a la norma ASTM B-177, "Recommended practice for chromium plating on steel for engineering use",
08. La fundición dúctil se ajustará a la norma UNE 36.118,
09. La tornillería se ajustará a la norma DIN 567, "Tornillos, tuercas y piezas roscadas y formas análogas. Condiciones técnicas de suministro".
10. Los tubos de acero para cilindros oleohidráulicos, conductos de by-pass y de vaciado, etc., se ajustarán a la norma DIN 1.629, "Tubos sin soldadura de acero sin alear".
11. Los tubos para conductos oleohidráulicos cumplirán la norma DIN 2.391, "Tubos de acero de precisión, sin soldadura, estirados en frío y recocidos".
12. El aceite hidráulico será altamente refinado para transmisiones oleodinámicas, que cumplirá con las siguientes características:
  - Densidad 0,87/0,89
  - Viscosidad °E/50° 3,6/4,1
  - Índice de viscosidad 110/120
  - Punto de inflamación 200°C aprox.

- Punto de congelación -20°C aprox.
  - Grado ISO 46
13. Los elementos elastoméricos de estanqueidad serán productos moldeados de goma natural o de caucho sintético copolímero de butadieno o estireno o del tipo cloropreno (también denominado neopreno), al que deberán agregarse negro de carbono, óxido de zinc, aceleradores, antioxidantes, agente vulcanizadores y plastificantes. Sus propiedades físicas serán comprobadas según las normas UNE 6 ASTM.
14. El Contratista elegirá para el proyecto de las diferentes piezas que forman los equipos, las calidades más apropiadas de las normas citadas.
15. Los materiales no especificados anteriormente, que deban ser utilizados en los equipos de esta obra, serán de calidad comprobada, según las normas UNE, DIN, ASTM u otras normas de reconocida aceptación.

### **3. ENSAYOS DE LOS MATERIALES**

01. Todos los materiales y piezas que se utilicen en los equipos serán sometidos a ensayos, de acuerdo con los procedimientos aplicables prescritos en las normas UNE, DIN 6 ASTM, según la designación del material.
02. Podrá utilizarse material de acopio, siempre y cuando se pueda demostrar una evidencia certificada del fabricante de que el material cumple con los requisitos exigidos en la norma, en cuyo caso no será necesario efectuar ensayos del material acopiado.
03. En el Expediente de Control de Calidad de la Obra, se incluirán los informes certificados de los ensayos efectuados. El citado Expediente estará siempre a disposición del Director.
04. Los certificados a que se alude en el párrafo anterior deberán contener toda la información necesaria para verificar que las características del material cumplen lo requerido en la norma correspondiente o en este Pliego.
05. Para piezas de carácter secundario, será suficiente un certificado del fabricante, donde se indique la calidad y el tipo de los materiales empleados en su fabricación

## **FABRICACION**

### **1. GENERALIDADES**

01. La fabricación de los equipos hidromecánicos deberá ser efectuada por personal experto en los distintos trabajos relacionados con la construcción de bienes de equipo de acero.
02. Si durante los procesos de fabricación, de premontaje en taller, o de montaje en obra, se detectaran defectos en las materias primas, el Contratista deberá comunicarlo al Director



y someter a su aprobación el procedimiento de reparación o sustitución de las piezas afectadas.

## **2. CORTE Y PREPARACION DE BISELES**

01. El corte a realizar en chapas se efectuará por medio de sierras, cizalla u oxicorte.
02. La preparación de biseles para uniones soldadas se ejecutará con máquinas automáticas de oxicorte o maquinas herramienta.
03. Todas las entallas producidas, tanto en cortes como en la preparación de biseles, con profundidad superior a 0,5 mm, se esmerilarán hasta su eliminación
04. En cualquier caso, deberán eliminarse mediante esmerilado las rebabas o irregularidades de borde debidas al corte.
05. El corte de los perfiles laminados se efectuará preferentemente con sierra o cizalla; si este se efectuara con oxicorte manual, deberá ser corregido por medio de esmerilado, eliminando estrías, rebabas o cualquier otra irregularidad

## **3. APLANADO, ENDEREZADO Y CURVADO**

01. El enderezado y aplanado de chapas y perfiles se realizará exclusivamente por medios mecánicos (prensa y rodillos), quedando, en general, prohibido el uso de maza para corregir deformaciones locales
02. El curvado de las chapas y perfiles se ejecutará en frío, cuidando que la temperatura de los materiales sea superior a 5°C.

## **4. SOLDADURA**

01. Todas las soldaduras se efectuarán por alguno de los siguientes procedimientos:
  - Arco manual con electrodo revestido.
  - Semiautomática con protección de CO<sub>2</sub> 6 gas inerte con electrodo macizo.
  - Autómata con arco sumergido.
  - Electrodo tubular con flux interior protegido por gas inerte.
02. En el caso de que el fabricante desee emplear un procedimiento distinto de los indicados, el Contratista lo solicitara por escrito al Director, aportando la documentación justificativa necesaria, no pudiendo utilizar tal procedimiento hasta que sea autorizado por el Director
03. El fabricante entregara al Director, para su aprobación, los procedimientos de soldadura a emplear, así como la homologación de los mismos, de acuerdo con el código ASME, Sección IX.

04. Las características mecánicas del material depositado serán, como mínimo, las indicadas para el material base.
05. El fabricante deberá tener homologados los procedimientos de soldadura a utilizar en la ejecución de los trabajos, de acuerdo con el código ASME, Sección IX. Asimismo, deberán estar homologados todos los soldadores para los procedimientos y posiciones de soldadura que se vayan a realizar, de acuerdo con el código ASME, Sección IX.
06. Cada soldadura será uniforme en anchura y espesor en toda su longitud. Cada pasada de soldadura estará libre de escorias, fisuras o cráteres, y estará completamente fundido al cordón adyacente y al metal base.
07. Todas las soldaduras a tope serán siempre continuas y de penetración completa, salvo que se especifique de otra manera en los planos aprobados. Se adoptarán las medidas necesarias para evitar cráteres finales.
08. En todas las soldaduras manuales a tope deberá levantarse la raíz por el revés, recogiénola, al menos, con un nuevo cordón de cierre. Cuando la raíz sea inaccesible, se adoptarán las medidas oportunas para conseguir un depósito de metal sano en todo el espesor de la costura, mediante procedimiento aprobado por las normas.
09. Las soldaduras en ángulo serán del tamaño indicado en los planos aprobados, con garganta llena y catetos de longitud uniforme.
10. Con anterioridad a la soldadura, todos los bordes a soldar serán limpiados de óxido o cualquier material extraño. Después de efectuar cada cordón elemental, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambres, eliminando todo rastro de escorias.
11. Siempre que resulte posible, habrá de procurarse efectuar el depósito de los cordones de soldadura en posición horizontal, debiendo proveer el fabricante los depósitos necesarios para el volteo y orientación conveniente de las piezas, sin provocar en ellas sollicitaciones que pudieran alterar la resistencia de las primeras capas depositadas.
12. No se realizará ninguna soldadura cuando la temperatura ambiente sea igual o inferior a +5°C.
13. Con temperatura ambiente entre -5°C y +5°C, se calentarán los bordes a soldar a 10°C, como mínimo.
14. Con temperatura ambiente superior a +5°C, se soldará sin precalentamiento, hasta espesores iguales o inferiores a 25 mm.

15. En las soldaduras a tope de espesores superiores a 25 mm, se realizará el precalentamiento previsto en el código ASME, Sección IX, Apéndice R.
16. El control de la temperatura de precalentamiento y temperatura entre pasadas, tanto durante la homologación de los procedimientos de soldadura como durante la fabricación, se realizará con tizas termométricas. La tolerancia será la de la tiza
17. Deberán tomarse las precauciones necesarias para mantener los materiales de aportación de soldadura en optimo estado para su utilización, previendo su conservación en estufas de mantenimiento
18. Durante la ejecución de la soldadura se mantendrán bien secos y protegidos de la lluvia tanto los bordes de las costuras como las piezas a soldar, por lo menos en una superficie lo suficientemente amplia alrededor de la que se está soldando. Se tomarán precauciones especiales para proteger del viento y el frío los trabajos de soldadura.
19. Las piezas que hayan de unirse con soldadura se presentaran y se fijaran en su posición relativa mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante la soldadura y el enfriamiento subsiguiente.
20. No se permitirán otros empalmes que los indicados en los Planos, a realizar en los lugares previstos y utilizando los procedimientos en ellos descritos
21. Los elementos provisionales que, por razones de ensamblaje y otras, sea necesario soldar a las piezas, se retiraran posteriormente mediante soplete -nunca a golpes-, de forma que no se dañe la pieza. Las zonas de los cordones no eliminadas con el soplete, serán esmeriladas poniendo especial cuidado en no reducir localmente el espesor de la chapa o perfil
22. Cada cordón elemental de soldadura será inspeccionado visualmente, para detectar posibles fisuras. En caso de que estas existan, serán eliminadas mediante esmerilado, antes de depositar los cordones sucesivos
23. El levantamiento de uniones defectuosas, así como de las tomas de raíz, se realizarán preferentemente con procedimiento arco-aire, buril automático o esmerilado. Se cuidará que al eliminar la soldadura no se rebaje el espesor del metal base. La reparación deberá realizarse por un procedimiento de soldadura, en conformidad con las normas.
24. El orden de ejecución de los cordones y la secuencia de soldadura dentro de cada uno de ellos y del conjunto, se elegirá de forma que se logre que después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición relativa definitivas, sin necesidad de un enderezado o rectificación posterior, al mismo tiempo que se reduzcan al máximo las tensiones residuales.

25. El Contratista determinara en sus planos, aquellas piezas que deban ser sometidas a tratamiento térmico de distensionado. Este tratamiento térmico será realizado una vez finalizadas todas las soldaduras y antes de proceder al mecanizado. Los tratamientos térmicos deberán cumplir los requisitos UW y UCS del código ASME, Sección VIII. También podrán ser aplicables los criterios del código AWS, Párrafo 412.

#### **5. UNIONES ATORNILLADAS**

01. Siempre que sea posible, se taladraran de una sola vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladrar las piezas, se separarán, para eliminar las rebabas.
02. El taladro se realizará a diámetro definitivo, señalado en los planos aprobados, salvo en los agujeros en que sea previsible rectificación para coincidencia, en los que el diámetro del taladro será de un milímetro (1 mm) menor que el diámetro definitivo
03. La rectificación de agujeros deberá realizarse con escariador mecánico, prohibiéndose, en general, el uso de broca o lima redonda
04. Cuando se utilicen tornillos de alta resistencia, se cuidará que las caras en contacto de las piezas a unir sean absolutamente planas y se encuentren libres de pintura, galvanizado, grasa, cascarillas de laminación, o suciedad.

#### **6. TRABAJOS DE MECANIZADO**

Todas las piezas que hayan de ser mecanizadas deberán estar preparadas con suficiente sobreespesor, para asegurar un acabado correcto, con el espesor final indicado en los Planos.

Todos los trabajos de mecanizado de un conjunto o subconjunto determinado deberán realizarse cuando todas las soldaduras hayan sido completadas, una vez que el equipo haya sido distensionado en el horno, si fuese necesario.

En los planos de conjunto general deberán indicarse, de acuerdo con la norma UNE 2.047, "Signos superficiales", las zonas y superficies que deben ser mecanizadas, así como el grado de lisura o de mecanización exigido.

Se prestará especial atención para asegurar que después del mecanizado no se produzcan distorsiones que puedan afectar a la correcta alineación o funcionamiento de la pieza que se trate.

#### **7. TOLERANCIAS DE FABRICACION**

01. El Contratista deberá indicar en sus planos de fabricación, las tolerancias finales de los equipos terminados. Estas tolerancias deberán ser tales, que permitan un ajuste adecuado, para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos.

02. Las tolerancias serán designadas en los Planos, de acuerdo con las normas aplicables, según ISO, DIN 6 ANSI.
03. Es responsabilidad del Contratista el definir en los planos de fabricación y de montaje las tolerancias admisibles, para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos.

## **CONTROL DE CALIDAD**

### **1. GENERALIDADES**

01. El fabricante deberá disponer en su organización de un Servicio de Control de Calidad, que realizará y/o supervisará la ejecución de las inspecciones y ensayos a realizar en los equipos. El personal que realice los ensayos no destructivos deberá estar debidamente cualificado.
02. Se deberá preparar, antes del comienzo de la fabricación, un Plan de Control de Calidad, en conformidad con los requisitos exigidos en los Códigos y Normas aplicables, y lo someterá a la aprobación del Director.
03. Este Plan de Control de Calidad incluirá el Programa de Fabricación y los Puntos de Inspección. En dicho Programa, el Director incluirá las inspecciones y ensayos que desee presenciar.
04. El fabricante informará al Director, con suficiente antelación, las fechas programadas para la realización de las inspecciones y ensayos.
05. Se deberá someter a la aprobación del Director todos los procedimientos de soldadura, inspecciones y ensayos, con anterioridad a la realización de los trabajos.
06. Independientemente de la documentación presentada durante el proceso de fabricación, el fabricante deberá preparar un Expediente Final de Calidad, que enviara al Director, para su aprobación y archive. Este documento incluirá toda la documentación de Control de Calidad que se haya ido generando durante la fabricación de los equipos.
07. Los controles o inspecciones realizadas por la Dirección no eximirán al Contratista de su responsabilidad sobre la correcta ejecución del equipo, de acuerdo con las mejores prácticas de la industria y con los requisitos de los Códigos y Normas aplicables y de este Pliego.

### **2. ALCANCE DE LA INSPECCION Y ENSAYOS**

#### **2.1. MATERIALES**

01. Los materiales a emplear serán los indicados en los planos constructivos y prescripciones técnicas para la construcción que hayan sido aprobados. En caso de conflicto entre los

planos constructivos y las prescripciones técnicas para la construcción, prevalecerá lo indicado en los planos.

02. Los materiales de chapa a emplear por el fabricante deberán venir avalados por certificados de la siderurgia. En caso de no disponer de ellos, se deberán realizar, a su cargo, los ensayos necesarios según las normas correspondientes a la calidad del material considerado.
03. Los perfiles laminados bastarán que lleven la marca de calidad impresa en relieve de laminación.
04. Todos los materiales de aportación de soldadura vendrán avalados por sus correspondientes certificados de calidad. Este material será controlado durante los procesos de fabricación y reparación de elementos, para comprobar que el material usado es el especificado.
05. Los materiales correspondientes a los medios de unión (pernos, tornillos, etc.), vendrán avalados por certificados de ensayos, de acuerdo con la norma correspondiente.
06. Las piezas forjadas deberán venir avaladas por certificados de calidad y tendrán el número de colada marcado. Los certificados indicaran características mecánicas y químicas, así como el tratamiento térmico realizado.
07. Las piezas fundidas se acopiarán con certificados de origen de características mecánicas y químicas, y deberán ser reconocidas, a fin de eliminar tensiones internas.
08. Las piezas tubulares destinadas a cilindros oleohidráulicos serán inspeccionadas mediante ultrasonidos.
09. Los elementos de cierre, tales como retenes, anillos elásticos, etc, serán acopiados con certificados de calidad de origen.
10. Las bombas, válvulas y tuberías serán acopiadas con certificados de origen que garanticen las características de proyecto.

## **2.2. INSPECCION DE SOLDADURAS DE LOS EQUIPOS**

01. El alcance de la inspección será el que se indica a continuación.
02. Las soldaduras se inspeccionarán visualmente al 100%.
03. Se examinarán radiográficamente al 100% de su longitud todas las soldaduras a tope en las compuertas y válvulas

04. En blindajes metálicos y tuberías, el control radiográfico se extenderá al 20% de la longitud de las soldaduras a tope, incluyendo los cruces
05. Se examinarán radiográficamente al 100% las soldaduras a tope de las bifurcaciones de las tomas para by-pass y otros tubos adyacentes al conductor principal y ramales, bridas ciegas, entrada de hombres y demás piezas de gran responsabilidad
06. Las soldaduras en ángulo se inspeccionarán mediante partículas magnéticas o líquidos penetrantes en un 15% de su longitud
07. Las soldaduras en ángulo, con penetración completa, serán examinadas, además de lo indicado en el párrafo anterior, mediante ultrasonido, en un 20% de su longitud, en las zonas principales

#### **ART. 72.8. PROTECCION ANTICORROSIVA**

##### **1. ALCANCE DEL TRABAJO**

01. El Contratista deberá ejecutar todos los trabajos relativos a la preparación de superficies y aplicación de pintura de los equipos.
02. El Contratista, de acuerdo con su propia experiencia, podrá proponer un sistema de pintura diferente al especificado en este Pliego. Este sistema deberá ser aplicado con detalle y podrá ser aceptado por el Director, siempre que su calidad y garantía de durabilidad sean iguales o superiores a las del sistema propuesto en este Pliego
03. No serán pintadas en taller las zonas (50 mm a los bordes) que deban ser soldadas en obra.
04. Las zonas de soldadura en obra que hayan quedado sin pintar en taller, y cualquier otra zona donde se hubiese desprendido la capa de imprimación de pintura, serán cepilladas minuciosamente al grado Sa2 y después se aplicara la capa de imprimación y las capas de acabado.

##### **2. SISTEMAS DE PINTURA**

01. Los sistemas de pintura para los equipos metálicos de este Proyecto serán los aplicables de los que se indican a continuación:
  - a) Estructuras de acero en inmersión permanente o intermitente en agua:
    - Limpieza de superficies con chorro abrasivo, según la norma SIS 05.5900 grado Sa21/2.
    - Una capa de imprimación epoxi rica en zinc, con un espesor de película seca de 45 a 60 micras.
    - Dos capas de pintura de alquitrán epoxi, con un espesor de película seca de 200 micras.

b) Estructuras de acero expuestas a la atmósfera:

- Limpieza con chorro abrasivo hasta alcanzar el grado Sa2<sup>1</sup>/2.
- Una capa de imprimación clorocaucho pigmentada con fosfato de zinc, de cuarenta (40) micras de espesor.
- Una capa intermedia de fondo de clorocaucho de alto espesor, de ochenta (80) micras de espesor.
- Dos capas de acabado de esmalte clorocaucho (colores claros) de treinta (30) micras de espesor por capa.

c) Superficies empotradas en el hormigón:

- Limpieza con cepillo metálico o chorreado de grado Sa2. Una capa de cemento látex.

d) Acero inoxidable y bronce en asiento de estanqueidades:

- Limpiar minuciosamente y nivelar hasta que quede liso.

e) Interior de tanques de aceite:

- Limpieza con chorro abrasivo grado Sa2<sup>2</sup>. Tres manos de pintura resistente al aceite.

f) Equipos eléctricos:

- Esquema de práctica usual por el fabricante de estos equipos, en conformidad con sus normas.

## **CONTROL DIMENSIONAL Y PRUEBAS EN TALLER**

### **1. CONTROL DIMENSIONAL**

01. Una vez finalizada la fabricación de cada equipo, se efectuará una presentación en blanco, con el fin de comprobar que todas las dimensiones finales corresponden a las dimensiones y tolerancias indicadas en los planos aprobados,
02. El protocolo con las dimensiones finales de todos los conjuntos constitutivos de la obra formará parte del Expediente de Control de Calidad de los equipos.
03. Antes del desarmado, todas las piezas deberán ser claramente marcadas, para facilitar su montaje definitivo en obra.

### **2. PRUEBAS EN TALLER**

01. El Contratista someterá a la aprobación del Director un "Plan de pruebas en taller", con la definición de todas las pruebas que deberán ser efectuadas en fábrica, una vez construidos los equipos.



02. Las pruebas en taller abarcaran, como mínimo, las que se especifican en los apartados correspondientes a los diferentes equipos.

## **EMBALAJE Y TRANSPORTE**

### **1. EMBALAJE**

01. Todos los componentes del suministro serán embalados y protegidos adecuadamente en el lugar de fabricación, para el transporte hasta el sitio de la obra y para su eventual almacenamiento
02. El Contratista será responsable de cualquier daño, deterioro o pérdida que se produjese, debido a una inadecuada preparación de los embalajes
03. Se deberá prestar especial atención al embalaje y condicionamiento de los equipos eléctricos, mecanismos de accionamiento o partes que pudieran ser afectados por vibraciones, golpes y humedad, los cuales serán protegidos mediante la inclusión de material amortiguante y sustancias higroscópicas.
04. En particular, la preparación y el embalaje de las piezas de repuesto serán las adecuadas para preservarlas durante almacenamientos prolongados.
05. Todos los bultos serán marcados con la identificación de las piezas que contienen y su peso total, agregándose (si fuese necesario), un símbolo indicador de la oposición correcta de apoyo.

### **2. TRANSPORTE**

01. El Contratista adoptará todas las medidas necesarias y será responsable de la carga, transporte, descarga y manipulación, así como del seguro a todo riesgo de todos los componentes del suministro, desde su lugar de fabricación hasta el sitio de la obra.

## **MONTAJE Y PRUEBAS EN OBRA**

### **1. MONTAJE**

01. El Contratista efectuara los trabajos de instalación en obra de los equipos por los procedimientos que estime más convenientes, siempre que sea compatible, a juicio del Director, con la explotación de las obras que afectan y especialmente con la ejecución de obra civil en que han de quedar empotradas algunas de las piezas metálicas, según el proyecto definitivo aprobado
02. El Contratista de los equipos hidromecánicos efectuara las instrucciones para el montaje, que deberán incluir los planos correspondientes donde figuren las tolerancias de colocación de todos los subconjuntos o partes de los equipos. Se fijarán las tolerancias de alineación y de nivelación, así como las de lisura de las superficies continuas y de las uniones entre piezas contiguas

03. Antes de iniciar el montaje se comprobará la posición, forma y dimensiones del vano o hueco donde hayan de alojarse los equipos, utilizando para ello los elementos de medición y posicionado adecuados. El Contratista deberá prever los arriostramientos necesarios para que aquellas piezas que queden hormigonadas no sufran variaciones en su posición durante las fases de hormigonado.
04. Cuando el montaje de los equipos hidromecánicos se haya finalizado, se procederá a realizar los controles dimensionales necesarios, para evitar el correcto montaje de todos los componentes y el cumplimiento de las tolerancias establecidas en el proyecto aprobado
05. Como fase final del montaje, el Contratista procederá a la reparación de la protección anticorrosiva en taller y a la ejecución del sistema de pintura de acabado que deba ser realizado en obra

## **2. PRUEBAS EN OBRA**

01. El Contratista preparará un dossier completo con los protocolos de prueba que serán realizados en obra, una vez concluidos los trabajos de montaje. Este plan de pruebas será sometido a la aprobación del Director con anterioridad al inicio del montaje y deberá abarcar, como mínimo, lo indicado a continuación en los equipos donde sea aplicable.
02. Las pruebas serán realizadas tanto en seco como con carga de agua.
03. Las verificaciones y pruebas en seco serán, al menos, las siguientes:
  - Verificación dimensional de las piezas empotradas y en los equipos móviles.
  - Verificación dimensional de holguras entre las partes empotradas y los equipos en ellas instalados.
  - Comprobación del buen funcionamiento de cada una de las compuertas, ataguías o válvulas en sus movimientos de cierre y apertura.
  - Comprobación del correcto funcionamiento de los finales de carrera e indicadores de posición.
  - Medición de las velocidades de apertura y cierre de los equipos, así como los tiempos de maniobra.
  - Comprobación de presiones en los circuitos oleohidráulico durante las maniobras de apertura y cierre.
  - Verificación de las revoluciones de los motores, potencia absorbida, calentamiento, etc.
04. Las pruebas con carga de agua deberán comprender, como mínimo, lo siguiente:
  - Verificación de filtraciones en compuertas, ataguías y válvulas cerradas.
  - Comprobación del correcto funcionamiento de cada uno de los equipos en sus movimientos de apertura y cierre.

- Medición de las velocidades de apertura y cierre, y tiempos de maniobra,
  - Comprobación de las presiones y de la estanqueidad en los circuitos oleohidráulicos durante todas las fases de la maniobra.
  - Comprobación del correcto funcionamiento de los finales de carrera e indicadores de posición.
  - Verificación de las revoluciones de los motores, potencia absorbida, calentamiento, etc.
05. Una vez finalizadas las pruebas, se levantará un Acta de Recepción Provisional, indicando en la misma las modificaciones que deban efectuarse por el Contratista y el plazo en el que deben realizarse.

### **1200.3 Especificaciones particulares**

#### **GENERALIDADES**

01. En este apartado se especifican las prescripciones técnicas detalladas para el proyecto, fabricación y montaje de los equipos electromecánicos incluidos en la Presa de El Portillo. Estos requisitos complementan y/o modifican aquellas exigencias que son de aplicación de los apartados anteriores de este Pliego.
02. El Contratista definirá en su oferta las características geométricas de cada uno de los equipos e instalaciones y de sus partes, así como las presiones y cargas hidrostáticas nominales, las características de los materiales y las prescripciones técnicas que se aplicaran en su proyecto, fabricación, montaje y pruebas.
03. En todo caso, serán de aplicación las prescripciones contenidas en los artículos de este Pliego.

#### **VÁLVULAS HOWELL-BUNGER**

##### **1. ALCANCE DEL SUMINISTRO**

01. El equipo objeto de este apartado es el que se indica a continuación, con el siguiente alcance del suministro.

Características Técnicas:

Tipo:	Chorro hueco tipo Howell-Bunger con concentrador embebido en muro
Tamaño:	400 mm de diámetro
Cantidad:	1 Ud
Máxima Presión de Trabajo:	65 M.C.A.
Accionamiento:	Cilindro Hidráulico
Accesorios:	Grupo Hidráulico, Armario Eléctrico

## 2. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL A ENTREGAR

01. Se entregará por parte del contratista, un documento con valores de control en la maniobra completa (apertura/cierre) de la válvula Howell – Bungler, atendiendo a los valores que se considerarán como referencia de la normalidad y buen funcionamiento del equipo. Se aportará información acerca de la estimación de estos valores cuando el embalse se encuentre en el Nivel Máximo Normal (NMN).

Consumo de la Central (Apertura)		A
Consumo de la Central (Cierre)		A
Presión de Trabajo en Central (Apertura)		Bar
Presión de Trabajo en Central (Cierre)		Bar
Tiempo empleado (Apertura)		mm:ss
Tiempo empleado (Cierre)		mm:ss
Temperatura de funcionamiento de Central		°C
Valor de reglaje de la válvula Limitadora de Presión		Bar
Valor de reglaje de presostato de cierre		Bar

## 2. CONDICIONES DE SERVICIO

01. Las válvulas de chorro hueco serán calculadas de acuerdo con los siguientes condicionantes:

- Presión de proyecto (carga nominal):
  - a. Para las válvulas de los desagües de fondo: 65 mca.
- Coeficientes de seguridad con las cargas de en presión de proyecto sobre el limite elásticos del material:
  - a. Esfuerzos de flexión : 2.
  - b. Esfuerzos de cortadura: 3.
- Velocidad **de apertura de la compuerta:** 0,15 m/min.
- Velocidad **de cierre:** 0,15 m/min.

02. Estarán proyectadas para abrir y cerrar con la carga máxima de proyecto.

## 3. VALVULA

Estará constituida por un cuerpo cilíndrico fijo de Ø 400 mm de diámetro interior ejecutado en chapa de acero S-275-JR con protección mediante resina epoxi y otro móvil de chapa de acero al carbono S-275-JR que desliza sobre el cuerpo fijo y sobre unos nervios longitudinales hasta hacer tope con el cuerpo cónico de cierre y una de Ø 400 mm de diámetro interior de acero inoxidable AISI 304.

El deslizamiento se efectuará mediante aros de acero inoxidable AISI 304 fijos al obturador que resbalen sobre las deslizaderas de acero inoxidable encastradas en los cantos exteriores

de los mencionados nervios longitudinales y sobre el tubo del cuerpo fijo, que será de acero inoxidable también.

El cuerpo cónico de cierre, en chapa de acero, estará unido axialmente al cilindro fijo mediante un tubo soporte reforzado por los nervios longitudinales mencionados, soldados eléctricamente al cuerpo de la válvula.

El cuerpo fijo llevará aguas arriba una doble brida de acero S275JR constituida por llantas y enlazadas entre sí mediante nervadura de adecuado espesor.

El concentrador será de acero al carbono S275JR.

Esta doble brida servirá de unión con el carrete de desmontaje y de soporte para la fijación de uno de los extremos del vástago de los servomotores. El obturador llevará asimismo un collarín que servirá para fijar el otro extremo del vástago.

Las máximas fugas de agua permisibles, con la presión de diseño, serán de una décima de litro por segundo (0,10 l/s) por metro lineal de junta.

Se entregará documentación técnica de la válvula, que incluirá:

- Planos de despiece y listado de elementos.
- Pares de apriete de tornillería.
- Materiales empleados en cada elemento.
- Dimensiones y tolerancias de ajuste.
- Despiece de cilindros oleohidráulicos de accionamiento, empaquetadura, sellos y juntas.
- Dimensiones y tipo de perfil de juntas de sellado de la válvula en anillos de cierre y virola.
- Indicaciones para el despiece de toda la válvula.
- Manual de mantenimiento.

#### **4. MECANISMOS DE ACCIONAMIENTO**

El accionamiento se realizará por medio de aceite a presión, accionado por el equipo de inyección. Los cilindros de los servomotores serán tubos de acero estirado sin soldadura, con su interior acabado en espejo.

La regulación del caudal se consigue deslizando el cuerpo móvil y obturador mediante los servomotores de aceite sobre el cuerpo fijo, pudiendo mantenerse en cualquier posición intermedia, dejando libre una abertura determinada en forma de anillo para cada caudal de desagüe previsto.

Las características del equipo de inyección de aceite y el de mando, los planos de diseño y montaje, la presión nominal de prueba en fábrica y otras especificaciones complementarias, serán las señaladas en el apartado siguiente y en la documentación que entregue el suministrador.

## **5. UNIDAD MOTRIZ OLEOHIDRÁULICA**

01. Será suministrado un grupo oleohidráulico para la válvula Howell-Bunger, el cual se proyectará para la maniobra de la válvula instalada.

02. El grupo oleohidráulico dispondrá de grupo motor-bomba doble, bomba manual y conexión mediante enchufes rápidos (3/8" y 1/2") a los equipos auxiliares existentes en la presa del Portillo, cumpliendo las siguientes especificaciones:

- Bombas hidráulicas de engranajes acopladas mediante elemento elástico a motores asíncronos trifásicos 220/380 V / 50 Hz. autoventilados, protección IP 55 según DIN 40.050, aislamiento clase F, clasificación IE3, cumplirán la Directiva 2005/32/CE y la Norma IEC 60034-30.
- Todo el mando de distribución de aceite del circuito oleohidráulico se realizará con válvulas cuyos solenoides trabajen en 24Vdc. Dispondrá de filtros de aspiración y retorno de aceite, filtro de aire de compensación, y elementos de control (manómetro, termómetro, nivel de aceite, etc.). El cierre de la válvula será controlado mediante presostato.

03. Además, el grupo deberá disponer de válvulas de interconexión y accesorios tales que, en caso de avería de una motobomba, la válvula correspondiente pueda ser maniobrada con la motobomba de la otra válvula, duplicándose de esta forma la seguridad de funcionamiento

05. Los tanques de aceite serán de chapa de acero soldada. Estarán totalmente cerrados y dispondrán de tapa de inspección y limpieza, tubo de llenado provisto de tapón, tubo de drenaje e indicadores visuales del nivel de aceite. La capacidad de los tanques será igual o superior al ciento cincuenta por ciento (150%) del volumen de aceite activo.

06 Se entregará documentación técnica de la central oleohidráulica, que incluirá:

- Plano de montaje de la central, ubicación de filtros de aceite y aire, válvulas, motores y tipo de anclaje, dimensiones del equipo, etc.
- Relación de elementos que la componen, detallando fabricante, modelo y serie de fabricación.
- Esquema del circuito oleohidráulico, incluyendo la lógica del circuito, mediante la simbología adoptada DIN ISO 1219 o DIN EN 81346-2.
- Plan de mantenimiento y fichas técnicas de equipamiento.

## **6. TUBERIAS DE CONEXION DEL EQUIPO OLEOHIDRAULICO**

01. La disposición de la tubería de conexión entre los cilindros y sus correspondientes grupos oleohidráulicos será tal que permita un fácil montaje y desmontaje de ambos conjuntos; se colocarán válvulas de aislamiento suficientes para desconectar cada cilindro, la tubería y el grupo oleohidráulico, sin necesidad de vaciado del aceite en el resto del circuito
02. Siempre que sea posible, ninguna zona de la tubería debe quedar embebida en el hormigón. Si ello no fuera posible, estas zonas de la tubería serán de acero inoxidable; todas las demás tuberías serán de acero al carbono sin soldadura.
03. Las tuberías estarán provistas de válvulas de purga manuales en todos los puntos altos, para permitir la evacuación de todo el aire atrapado, así como de válvulas de vaciado en todos los puntos bajos.
04. Bajo las condiciones normales de servicio del cilindro, la velocidad del aceite en todas las partes del circuito no deberá exceder los cinco metros por segundo (5 m/s), excepto en las líneas de succión de bombas, donde no superará el metro y medio por segundo (1,5 m/s).

## **7. ARMARIOS ELECTRICOS DE MANDO Y CONTROL**

01. Será suministrado un armario eléctrico para el mando y control de la válvula Howell-Bunger en desagüe ecológico, que estará diseñado para la maniobra del grupo motriz oleohidráulico correspondiente.
02. Los armarios serán de chapa de acero de dos milímetros y medio (2,5 mm) de espesor mínimo o de poliéster prensado, con un grado de protección mínimo de IP-54, a prueba de condensaciones en el interior.
03. Los armarios y todo el aparellaje en el incluido cumplirán las normas UNE, VDE 6 IEE. Toda la maniobra será realizada a muy baja tensión de seguridad (MBTS) 24Vdc, según ITC-BT-24 del REBT 2002 – RD 842/2002.
04. Cada armario eléctrico deberá contener todos los relés, relés de tiempo, arrancadores de motores, interruptores de desconexión y cualquier equipo eléctrico o electrónico adicional que sea requerido para proporcionar una operación adecuada y segura de los mecanismos oleohidráulicos de las compuertas. Todos los componentes eléctricos, con excepción de los motores y las válvulas de solenoide deben estar montadas dentro del armario eléctrico.
05. Con el fin de evitar condensaciones, cada armario estará provisto de una resistencia de calefacción.

06. Los motores de las bombas estarán protegidos por interruptores protectores de motores y la maniobra se realizará mediante contacto.
07. El mando desde el armario se efectuará mediante pulsadores de abrir y cerrar y paro de maniobra. La orden será mediante un impulse. Para abrir normalmente las válvulas, se esperará a que las presiones aguas arriba y aguas abajo de la válvula estén equilibradas. En caso necesario, podrán abrirse con plena carga, circunstancia que se debe tener en cuenta en el diseño y cálculo de las válvulas.
08. El cuadro de control de mando y maniobra será un cuadro de superficie, en las dimensiones adecuadas que permitan mostrar toda la información necesaria para la identificación del mando de la válvula, dejando una reserva de espacio para posibles modificaciones posteriores. Dispondrá de elementos de control eléctrico (voltímetro, amperímetro, selector de fases) y pilotos luminosos para identificar la secuencia y grado de apertura/cierre de la válvula, así como indicaciones de fallo/alarma y paro de emergencia. El mando y control será de lógica cableada, mediante relés y contactores. Toda la maniobra será realizada a muy baja tensión de seguridad (MBTS) 24Vdc, según ITC-BT-24 del REBT 2002 – RD 842/2002.
09. Se señalará mediante lámparas colocadas en el armario y para cada válvula controlada desde el armario, al menos, las posiciones de válvula abierta, válvula cerrada, válvula sin control, presiones equilibradas, etc.
10. Se entregará documentación técnica del cuadro de control de mando y maniobra:
  - Esquemas unifilares del cuadro, con especificaciones de la secuencia de la maniobra.
  - Relación de elementos y aparataje eléctrico del cuadro.
  - Manual y procedimiento secuencial de la maniobra, especificando la iluminación de testigos luminosos y aquellos de fallo/alarma.

## 8. CONTROL DIMENSIONAL

01. Una vez finalizada la construcción de las válvulas, se procederá a la comprobación dimensional de las diferentes partes que componen el conjunto. Las medidas longitudinales se realizarán con cinta métrica y dinamómetro, a una tensión de seis kilopondios (6 Kp.).

## 9. PRUEBAS EN TALLER

01. **Prueba hidráulica.** La válvula será probada hidráulicamente en taller, sometiéndola a una presión de vez y media la presión de proyecto. Durante esta prueba se medirán las fugas de la válvula a las presiones de proyecto.
02. **Pruebas funcionales.** La válvula y el sistema electrohidráulico de accionamiento serán totalmente presentadas en taller. Se harán funcionar los mecanismos, para lo cual los



motores, controles y equipo electrónico de la válvula serán conectados, realizando todos los movimientos propios de la válvula en vacío.

03. Se comprobará el comportamiento de la válvula, bomba, fugas, vibraciones, calentamientos, dispositivos de seguridad, etc., del sistema oleohidráulico. Asimismo, se comprobará la tensión, consumo, aislamiento, calentamiento y protecciones magnetotérmicas del equipo eléctrico.

### **CAMBIO DE JUNTA DE CIERRE EN VÁLVULA HOWELL-BUNGER**

#### **1. MATERIALES**

01. La válvula tiene un diámetro nominal de 1400 mm. El material de las juntas de cierre delantera será E.P.D.M. Para su instalación se recomienda su manipulación con vaselina neutra para el asiento de la junta en su alojamiento. Toda la tornillería de cierre del anillo de la válvula será de Acero Inoxidable A2.

#### **1. EJECUCIÓN**

01. El apriete de la junta deberá realizarse según el patrón de apriete cruzado para la disposición de taladros de la brida. Este apriete se realizará en varios pasos para comprimir la junta de forma homogénea:
- Primer paso de aproximación, enroscaremos todos los tornillos a mano para aproximar el anillo de cierre a la junta.
  - Segundo paso de compresión, apretaremos con llave dinamométrica todos los tornillos de la brida hasta un par intermedio.
  - Tercer paso de apriete hasta la obturación, apretaremos hasta el par de apriete de obturación de la válvula con llave dinamométrica.
  - Cuarto paso, se repetirá el patrón cruzado con el par de apriete final para asegurar que todos los tornillos están al par establecido.

#### **1200.4. Medición y abono**

Se medirá y abonará por Unidad, de acuerdo con lo indicado en este proyecto y las órdenes de la Dirección Facultativa.

- Ud. SUSTITUCIÓN DE VÁLVULA DE CHORRO HUECO ACTUAL DEL DESAGÜE ECOLÓGICO POR UNA VÁLVULA HOWELL-BUNGER DN400 INCLUIDO CARRETE DE DESMONTAJE, PIEZAS AUXILIARES, CENTRAL OLEOHIDRÁULICA Y CUADRO DE MANIOBRA PARA SU COMPLETA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO. INCLUIDO SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE). (P.- 1200-01).
- Ud. INSTALACIÓN DE CENTRAL OLEOHIDRÁULICA MANUAL EN VÁLVULA DE COMPUERTA TIPO BUREAU DE DESAGÜE ECOLÓGICO EN TÚNEL DE DESVÍO Y CONEXIÓN A GRUPO OLEOHIDRÁULICO MÓVIL. (P.- 1200-10).

Ud. SUSTITUCIÓN DE JUNTA DE CIERRE DELANTERA DE VÁLVULA HOWELL-BUNGER DN1400 EN SU EMPLAZAMIENTO, INCLUSO MONTAJE Y DESMONTAJE DE PLATAFORMA AUXILIAR. (P.- 1200-20).

El precio incluirá el suministro y colocación de todos los materiales, así como cualquier medio, material o mano de obra que pudiera ser necesario para la correcta y completa ejecución de esta unidad de obra.

**Parte 14.-  
Instalaciones eléctricas.**

---



Capítulo I.- Acondicionamiento .....	1
Artículo 1450.- Aerotermo. ....	1
Capítulo II.- Sistema de protección contra el rayo.....	2
Artículo 1460.- Sistema de protección contra el rayo.....	2



## Capítulo I.- Acondicionamiento

### Artículo 1450.- Aerotermo.

#### 1450.1. Generalidades.

Se instalará aerotermo, convector de aire, al final del túnel de desvío para eliminar la condensación debido a la humedad existente, lo que afecta a los equipos electromecánicos existentes en la zona.

#### 1450.2. Características Aerotermo

El convector de aire poseerá las siguientes características o similares:

- 5000 w de potencia.
- Protección IP24.
- Tensión de trabajo trifásica 380V/50Hz.
- Protección térmica y rearme.
- Cuadro de protección con temporizador.
- La instalación se realizará en pared del túnel de desvío según las especificaciones del fabricante.

#### 1450.3. Medición y abono

Se medirá por unidad (Ud.) de aerotermo realmente instalado, y se abonará a los precios siguientes del cuadro de precios:

UD AEROTERMO MURAL 5000 W, TRIFÁSICO 400V, PROTECCIÓN IP24 CON CONTACTOR Y PROTECCIÓN TÉRMICA CON REARME, INSTALADO EN TÚNEL DE DESVÍO CON CUADRO ELÉCTRICO DE PROTECCIONES Y TEMPORIZADOR. (P.- 1450-01).

## Capítulo II.- Sistema de protección contra el rayo

### Artículo 1460.- Sistema de protección contra el rayo

#### 1450.1. Generalidades.

Se prevé la instalación de un sistema de protección contra el rayo. Sus características se describen a continuación.

#### 1450.2. Características generales:

Sistema de protección contra el rayo en la torre de toma, compuesto por:

- Una punta captadora con dispositivo de cebado.
- Torre o mástil de acero galvanizado de 6 m de longitud.
- Anclaje en U de 30 cm atornillable.
- Cable de cobre electrolítico trenzado de 50 mm<sup>2</sup>.
- Grapa de latón para cable de ø6x10 mm a pared.
- Cable de viento ø5 mm.
- Placa de toma a tierra de acero inoxidable de 500x500x5 mm soldada a barra de acero inoxidable de 3 m de longitud y diámetro 16 mm.
- Manguito lineal de latón.
- Contador electromecánico de rayos.

Sistema de protección contra el rayo en el área administrativa, compuesto por:

- Una punta captadora con dispositivo de cebado.
- Torre o mástil de acero galvanizado de 10 m de altura útil.
- Cable de cobre electrolítico trenzado de 50 mm<sup>2</sup>.
- Arqueta de registro de polipropileno de 250x250x250 mm.
- Puente de comprobación de latón de 235x40x25 mm.
- Electrodo de cobre electrolítico vertical de ø28x2500 mm.

Certificados de equipo:

- Certificación de Producto AENOR Nº 058/000003 de conformidad con norma UNE 21186
  - Corriente soportada certificada: 100 kA. Ensayo previo al de tiempo de avance en el cebado, para garantizar el funcionamiento del pararrayos después de haber sufrido 10 descargas repetitivas.
  - Tiempo de avance en el cebado certificado: 60 us con doble factor de seguridad.



- Certificado de funcionamiento inalterable con lluvia. Aislamiento superior al 95%.
  - Ensayo seco/lluvia con impulsos tipo maniobra.
  - Ensayo seco/lluvia con tensión continua.
- Certificado de radio de protección y cumplimiento de las normas UNE 21186 y NFC 17-102
  - Radio de protección de 79 m, calculado según normas UNE 21186 y NFC 17-102, considerando el tiempo de avance certificado con doble factor de seguridad, mástil de 6 m y NIVEL I de protección.

#### 1450.3 Medición y abono

Se medirá por unidad (Ud.) realmente instalada, y se abonará al precio siguiente del cuadro de precios:

- UD. SISTEMA EXTERNO DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO FORMADO POR PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO TIPO "PDC", AVANCE DE 60  $\mu$ S Y RADIO DE PROTECCIÓN DE 79 M PARA UN NIVEL DE PROTECCIÓN I SEGÚN DB SUA SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (CTE), COLOCADO EN CUBIERTA SOBRE MÁSTIL DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE, DE 1 1/2" DE DIÁMETRO Y 6 M DE LONGITUD. INCLUSO SOPORTES, PIEZAS ESPECIALES, VÍAS DE CHISPAS, CONTADOR DE LOS IMPACTOS DE RAYO RECIBIDOS, TUBO DE PROTECCIÓN DE LA BAJADA Y TOMA DE TIERRA CON PLACA DE ACERO INOXIDABLE. (P-1460-05).
- UD. SISTEMA EXTERNO DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO FORMADO POR PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO TIPO "PDC", AVANCE DE 60  $\mu$ S Y RADIO DE PROTECCIÓN DE 79 M PARA UN NIVEL DE PROTECCIÓN IV SEGÚN DB SUA SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (CTE), COLOCADO EN CUBIERTA SOBRE MÁSTIL AUTOSOPORTADO DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE DE 10 M DE ALTURA ÚTIL. INCLUSO ELECTRODOS, ARQUETA Y PUENTE PARA ARQUETA, Y TUBO DE PROTECCIÓN DE LA BAJADA. (P-1460-06).



**Parte 25.-  
Estudios del embalse.**

---



Capítulo I.-	<u>Estudios del embalse</u> .....	1
Artículo 2550.-	Estudios batimétricos. ....	1
Artículo 2551.-	Estudios cartográficos. ....	4
Artículo 2552.-	Estudios topográficos. ....	8



## **Capítulo I.-      Estudios del embalse.**

### **Artículo 2550.-      Estudios batimétricos.**

#### 2550.1      Definición.

Esta unidad de obra consiste en los trabajos de tipo batimétrico que permitan definir la topografía bajo las aguas del embalse.

El fin de esta unidad de obra es la obtención final de las curvas características del embalse ya que, desde su construcción, no se ha comprobado su modificación debido a la acumulación de sedimentos.

Deberá existir la adecuada coordinación con los trabajos cartográficos que se llevarán a cabo en las márgenes del embalse para así obtener las curvas características en toda la carrera del embalse

Está incluida la carga y descarga de la maquinaria y/o herramientas en la zona de obra, mediante los medios adecuados, así como las operaciones que fueran necesarias para realizar dicha tarea.

#### 2550.2. Características

El levantamiento batimétricos y trabajos de campo se harán utilizando el sistema de referencia y coordenadas establecido para los trabajos cartográficos. Las cotas obtenidas serán ortométricas y según las indicaciones realizadas por la dirección técnica de los trabajos.

Los vértices que servirán de enlace con la red geodésica deben ser localizados en gráficos y/o cartografía generada de levantamiento para su fácil ubicación, referenciadas con nomenclaturas y/o distancias a puntos de interés fácilmente reconocibles en campo.

Los equipos de batimetría deben ser calibrados previo a la iniciación de los trabajos de campo y presentados a la Dirección de los Trabajos.

Esta unidad se realizará con los medios que estime adecuado el Contratista en función de la situación de la zona de obra y el embalse del Portillo.

Siempre que sea posible por el nivel de embalse y las dimensiones del canal, se empleará la metodología de ecosonda sobre embarcación, formada por:

- a) Sistema DGPS con señal de precisión submétrica.
- b) Ecosonda hidrográfica con salida digital.

- c) Plancheta metálica para comparación de ecosonda.
- d) GPS portátil.
- e) Microprocesadores portátiles.
- f) Embarcación.

#### 2550.3 Trabajos incluidos

##### 1. Planificación.

Deberá realizarse una planificación de los perfiles batimétricos del embalse, que se materializará mediante secciones transversales (perfiles) espaciadas como máximo cada 25 m, que proporcionarán además del MDE, cartografía de curvas de nivel batimétricas cada 0.5 m. La empresa adjudicataria entregará la planificación del levantamiento antes de comenzar su realización.

En esta planificación se informará del tipo y características a del sensor a utilizar y del control GPS de la plataforma y de las estaciones GPS de referencia que estarán disponibles para la observación. La Dirección Técnica podrá hacer observaciones a dicha planificación.

##### 2. Ejecución del levantamiento batimétrico:

El posicionamiento en la embarcación deberá realizarse mediante sistema DGPS con corrección diferencial por satélite. Desde la unidad GPS instalada a bordo se enviarán las coordenadas y datos complementarios a un paquete integrado de navegación y adquisición de datos en tiempo real. De esta forma, se controlarán las derrotas de la embarcación en tiempo real sobre los itinerarios previamente planificados, asegurando, de esta forma, la cumplimentación del trabajo diseñado en gabinete. Este software deberá identificar continuamente la desviación estándar de los datos y por tanto la calidad del posicionamiento.

Para la ejecución de los trabajos hidrográficos deberá instalarse en la embarcación un sondador electrónica que permita una resolución adecuada a las necesidades cartográficas mencionadas en otros apartados.

El transductor de la ecosonda deberá quedar montado en el mismo eje de la antena del GPS, de forma que se capture la profundidad (h) correspondiente a cada coordenada (X, Y).

#### 2550.4 Resultados a obtener

Los levantamientos batimétricos presentan una serie de particularidades que han de ser tenidas en consideración u que determinan en gran medida la calidad o precisión ofrecida por las mismas.



Dependiendo de las propiedades físicas que presente el agua, la velocidad de transmisión o pulso varía, debiéndose calibrar convenientemente con el objeto de minimizar los posibles errores que del proceso de medición se pudieran cometer.

Por otro lado, la masa de agua del embalse presenta un comportamiento dinámico, debido principalmente al viento y al oleaje que este pueda causar. Este comportamiento dinámico, determina la consideración de determinados errores (desplazamientos longitudinales, transversales y verticales del eje de medición del transductor) que se producen en el proceso de medición, y que deberán ser eliminados para obtener los resultados precisos y acordes con los requerimientos deseados.

Los trabajos deben encaminarse a la determinación más correcta posible de la geometría del vaso de los embalses, es decir, la obtención de un Modelo Digital del Terreno del embalse para completar el Modelo Digital de todo el ámbito de interés (complementando con datos de la cartografía superficial) y a la obtención de **una cartografía vectorial de curvas de nivel de toda la planta embalsada con equidistancia 1 m.** Estos productos deben servir para realizar una adecuada cubicación del vaso del embalse.

Con objeto de evitar problemas en la ejecución de los trabajos y conseguir el producto más adecuado deberán proporcionar recomendaciones desde el punto de vista técnico frente a la problemática que se identifique a la hora de llevar a cabo la batimetría y condiciones físicas y geométricas de cada embalse.

#### 2550.5. Medición y abono

Se medirá y abonará por Unidad, abarcando la totalidad de la batimetría embalse, de acuerdo con lo indicado en este proyecto y las órdenes de la Dirección Facultativa.

El Contratista deberá abrir y adecuar los accesos que sean necesarios para alcanzar la zona de estudio.

El Contratista facilitará todos los medios que correrán a su cargo, necesarios para realizar estas operaciones.

Será de aplicación el siguiente precio del Cuadro de Precios:

Ud. TRABAJO BATIMÉTRICO EN EL EMBALSE PARA LA OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE. (P.- 2550-01)

El precio incluye todo lo indicado en este artículo, y todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones que fueran necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.

## **Artículo 2551.- Estudios cartográficos.**

### 2551.1 Definición.

Esta unidad de obra consiste en los trabajos de tipo cartográfico que permitan definir la topografía del vaso del embalse en la zona por encima de las aguas del embalse.

El fin de esta unidad de obra es la obtención final, junto con la batimetría prevista, de las curvas características del embalse ya que, desde su construcción, no se ha comprobado su modificación debido a la acumulación de sedimentos.

Deberá existir la adecuada coordinación con los trabajos batimétricos que se llevarán a cabo bajo las aguas del embalse para así obtener las curvas características en toda la carrera del embalse

Está incluida la carga y descarga de la maquinaria y/o herramientas en la zona de obra, mediante los medios adecuados, así como las operaciones que fueran necesarias para realizar dicha tarea.

### 2551.1 Características.

La cartografía objetivo que se desea obtener tendrá escala 1/500 y una equidistancia de curvas de nivel de 0,5 m.

Las partes fundamentales del proceso serán:

- Planificación del vuelo fotogramétrico GSD 3,3 cm/pixel
- Ejecución del vuelo
- Apoyo topográfico de campo para restitución fotogramétrica mediante GPS RTK conectado a la RAP
- Procesado fotogramétrico
- Restitución de los elementos contenidos en el vuelo

### Vuelo

Recubrimiento longitudinal: 85 %, con un error máximo de  $\pm 5$ , para evitar zonas sin estereoscopía.

Recubrimiento transversal: 75 %, con un error máximo de  $\pm 5$  %.

Los vuelos deberán realizarse cuando el cielo esté despejado, puedan obtenerse imágenes bien definidas y el terreno a fotografiar ofrezca una situación normal, donde el suelo no esté oscurecido por brumas, humo, polvo y ni las nubes aparezcan en un porcentaje superior al 5% de la superficie del fotograma.

Deberá realizarse el vuelo en aquel espacio de tiempo en que el sol tenga una altura mayor de 40º sobre el horizonte.

Se realizará cada pasada a una altura de vuelo tal que se cumplan simultáneamente estas dos condiciones:

- El tamaño de píxel medio para toda la pasada será de 0,9 veces el GSD nominal (valor del píxel en el terreno) con un margen de variación máximo de +/- 10 %.
- Siendo el GSD nominal de 10 cm. para cartografía 1/1000
- No habrá más de un 10 % de fotogramas en cada pasada con píxel medio del fotograma mayor que el GSD nominal.

El marco de referencia utilizado en este proyecto será el ETRS 89. El origen de coordenadas geodésicas vendrá definido por las latitudes referidas al Ecuador, consideradas positivas al Norte del mismo, y las Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich, consideradas positivas al Este y negativas al Oeste.

Se utilizarán únicamente alturas elipsoidales referidas a ETRS89 en todos los procesos de cálculo del vuelo.

Cuando se realizan trabajos con sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System) como el presente, se obtienen altitudes elipsoidales en los puntos de apoyo, medidas sobre el elipsoide GRS80 (ETRS89).

Sin embargo, las altitudes utilizadas para el proyecto se denominan ortométricas, o altitud sobre el geoide. El modelo de Geoide utilizado es el EGM08, siendo el modelo a nivel mundial más completo y preciso hasta el momento.

La REDNAP es el marco en el que se materializa el Sistema de Referencia Altimétrico para la península.

#### Apoyo fotogramétrico

El objeto del trabajo consiste en la determinación de las coordenadas de los puntos de apoyo para una posterior aerotriangulación y formación de ortofotografías. Todas las coordenadas calculadas estarán en el sistema geodésico de referencia ETRS89, que es el sistema adoptado por el Instituto Geográfico Nacional.

Antes de realizar el vuelo, se distribuirá por la zona un conjunto de marcas de pintura para usarlas como puntos de apoyo y de control que nos sirvieron para obtener buenas precisiones y georreferenciación absoluta. Estas marcas podrán ser medidas, una vez colocadas, por cualquier método. Estas marcas, bien distribuidas en el terreno, se colocarán atendiendo a aquellos lugares más significativos como:

- El perímetro de la zona a medir
- Zonas deprimidas y elevaciones
- Zonas más altas y bajas
- En zonas urbanas, cerca de las casas
- En zona con masa forestal, cerca de ellas

En la medición de todos los puntos de apoyo-control se utilizará el método RTK en todas las mediciones, método aplicable con equipos GPS de dos frecuencias.

Todas las observaciones se realizarán con técnicas GPS.

Como características técnicas, en cuanto a precisión en la observación GPS, es centimétrica, con tiempos de observación cortos.

- E.M.C. de una línea base: 5 mm. + 0,5 ppm.
- Precisión de milímetros en líneas cortas

#### Procesado de datos

Las observaciones en campo de las zonas de control con metodología GNSS serán realizadas en tiempo real RTK. Los resultados obtenidos en la medición se procesarán posteriormente con el software propio del fabricante de los receptores.

Antes de la medición en campo, es necesario configurar el receptor creando un perfil de trabajo. En dicho perfil se configura el Datum, que para este trabajo será el ERTS89, y se definirá el sistema y la zona de coordenadas en las que se trabajará (huso UTM 30 Norte).

#### 2551.3. Medición y abono

Se medirá y abonará por Unidad, abarcando la totalidad de la cartografía del embalse, de acuerdo con lo indicado en este proyecto y las órdenes de la Dirección Facultativa.

El Contratista deberá abrir y adecuar los accesos que sean necesarios para alcanzar la zona de estudio.

El Contratista facilitará todos los medios que correrán a su cargo, necesarios para realizar estas operaciones.

Será de aplicación el siguiente precio del Cuadro de Precios:

Ud. TRABAJO CARTOGRÁFICO MEDIANTE DRON PARA LA OBTENCIÓN DE CARTOGRAFÍA ESCALA 1/500 DEL VASO DE EMBALSE FUERA DEL NIVEL DEL AGUA, INCLUIDO GASTOS DE DESPLAZAMIENTO, PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL VUELO, APOYO TOPOGRÁFICO DE CAMPO PARA RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA, PROCESADO FOTOGRAMÉTRICO Y RESTITUCIÓN DE ELEMENTOS CONTENIDOS EN LOS VUELOS.  
(P.- 2551-01)

El precio incluye todo lo indicado en este artículo, y todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones que fueran necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.

## Artículo 2552.- Estudios topográficos.

### 2552.1 Definición.

Esta unidad de obra consiste en los trabajos de tipo topográfico que permitan la cota de nivelación de la coronación de la presa y de la galería perimetral.

El fin de esta unidad de obra es la obtención final de las coordenadas Z de diversos puntos de la coronación y de la galería (en este caso se deberán instalar clavos de nivelación) para comprobar su situación y evaluar de forma futura los movimientos de la presa.

Está incluida el transporte y uso de todos los equipos e instrumentos necesarios para realizar los trabajos.

### 2552.2 Características.

El equipo que debe emplearse deberá contener:

#### Básico

- Mira de doble milímetro
- Burbuja para verticalidad de la mira
- Nivel automático
- Trípode para el nivel
- Esquema de nivelación de la presa
- Impresos de nivelación

#### Auxiliar

- Pintura en "spray" para marcar referencias
- Cortafríos para la rotura de candados
- Candados de repuesto
- Cepillo duro para la limpieza de las bases
- Trapo para secar el interior de las bases
- Grasa consistente para impermeabilización de las bases

El trabajo digital se realizará con mira Invar para alcanzar precisiones de 0,2-0,3 mm.

El proceso a seguir podrá ser el siguiente o uno equivalente:

- 1- Se estaciona el aparato en un punto intermedio entre el primer hito de hormigón y la primera base.

- 2- Se sitúa la mira graduada sobre la placa metálica superior del hito y se cala con la burbuja de nivel de mano.
- 3- Se visa a la mira del hito y se anota la lectura resultante de la intersección del centro de la cruz (o la línea horizontal que la forma) con la escala graduada. (Siendo este dato numérico, la cota relativa del punto).
- 4- Luego, se gira el anteojo del aparato, hasta localizar la mira graduada y calada de la primera base, (la cual se habrá situado antes sobre la placa metálica existente en el fondo de la arqueta que protege a la propia base) y se anota la lectura del hilo intermedio de la cruz central.
- 5- A continuación, (si no se pueden visar las miras graduadas de las siguientes bases con suficiente precisión), se procede al cambio de estación del aparato, situándolo entre la base primera y la segunda, de modo que se visen con suficiente claridad las dos.
- 6- Se visualiza a la primera base, apuntando la lectura que se lee en el centro de la cruz, al visar a la mira graduada, sirviendo así, como referencia para poder enlazar la nivelación al cambiar de estación.
- 7- Luego se visa a la base siguiente, la base segunda, realizando la lectura de la cruz central del anteojo sobre la escala graduada situada sobre la chapa metálica del fondo de la arqueta.
- 8- Se realizan las mismas operaciones mencionadas antes con cada nueva base, siempre enlazando lecturas con la base anteriormente nivelada y rebasada, y estacionando el aparato las veces que sea necesario.
- 9- El proceso se repite hasta llegar a la última referencia, que es el hito de hormigón existente en el otro extremo, tomándose también lectura en ese punto.
- 10- A continuación, se cierra el itinerario, recorriéndolo mediante sucesivas estaciones hasta llegar a cerrar en el hito izquierdo origen, que servirá para realizar la comprobación del itinerario de nivelación y sus posibles errores. Es usual el volver a repetir dar cota a las bases al realizar este cierre, de tal manera que al final se pone como cota la media de las dos cotas de ida y vuelta.

Una vez realizadas las mediciones y establecidas las cotas de los puntos o bases con respecto a el hito de hormigón de referencia de la margen derecha, se procede a realizarse la comparación entre mediciones de otras épocas, viendo si existen cambios significativos en las cotas de una misma base a lo largo del tiempo.

En el caso de las galerías, al no existir bases de nivelación, se irán colocando clavos de nivelación para ir tomando las medidas.

2552.3. Medición y abono

Se medirá y abonará por Unidad, abarcando la totalidad de las medidas topográficas, de acuerdo con lo indicado en este proyecto y las órdenes de la Dirección Facultativa.

El Contratista deberá abrir y adecuar los accesos que sean necesarios para alcanzar la zona de estudio.

El Contratista facilitará todos los medios que correrán a su cargo, necesarios para realizar estas operaciones.

Será de aplicación el siguiente precio del Cuadro de Precios:

Ud. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA CORONACIÓN Y LA GALERÍA PERIMETRAL CON NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN INCLUYENDO COLOCACIÓN DE CLAVOS Y POSTERIOR TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO. (P.- 2552-02)

El precio incluye todo lo indicado en este artículo, y todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones que fueran necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Granada, enero de 2019.

El Ingeniero Director del Proyecto

El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: Francisco Javier Ureña Gutiérrez

Fdo.: Carlos Javier Llamas Castillo